



MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

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

Option : IRRIGATION ET DRAINAGE

THEME :

**Étude d'aménagement hydro-agricole du périmètre
de Seklafa (238ha) à partir du barrage de Seklafa
(W.Laghouat)**

Présenté par :

ZAHOU SAMAH

Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
Mr. MEDDI Mohamed	Professeur	Président
Mme.HARKAT Samra	M.C.A	Examineur
Mme. MAZOUZI Sabra	M.A.A	Examineur
Mr. BENKACI Ali Tarek	M.C.A	Promoteur

Session..... 2023

REMERCIEMENTS

Avant tout propos, nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné la volonté et le courage pour faire correctement mon mémoire.

Je tiens à remercier du fond du cœur mes chers parents pour leur amour inconditionnel, leur soutien indéfectible, et les sacrifices qu'ils ont consentis pour m'aider à atteindre cet accomplissement. Votre confiance en moi a été ma principale source de motivation, et je vous suis éternellement reconnaissante pour tout ce que vous avez fait. Merci du fond du cœur.

Je souhaite exprimer mes sincères remerciements et ma profonde reconnaissance à Monsieur BENKACI Ali Tarek pour sa précieuse supervision. Ses conseils avisés ont été la boussole qui a guidé la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

Mes remerciements vont également à l'équipe de l'ONID (Mr.YAHIAOUI, Mme.TIBIZI, Mr.GHAZIBAOUEN, Mr.DJEBRI, Mr.RABIA et Mr.DAHMANI) pour avoir mis à ma disposition toutes les données nécessaires utilisées dans cette étude et Mr.BELAID chef service formation pour son accueil.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers l'ensemble des enseignants de l'École Nationale Supérieure d'Hydraulique (ENSH), qui ont illuminé mon parcours académique en m'orientant et en me prodiguant leur aide tout au long de ma formation.

Enfin, je souhaite adresser un chaleureux remerciement à toutes les personnes ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire, même si leur nom n'a pas été mentionné ici. Leur apport a été précieux, et je leur en suis reconnaissant.

Je n'oublie pas de remercier les membres du jury qui auront l'honneur d'évaluer et d'apprécier mon travail.

ZAHOUI SAMAH

DÉDICACE

Je dédie ce travail à mes chers parents, à mon frère Hamza et mes sœurs Wafa, Bouchra et Anfel .À ma chère amie Khatib Fadila amie, qui n'est plus parmi nous, tu étais une part précieuse de ma vie à l'école. Ton absence laisse un vide dans nos cœurs, mais ton souvenir continu de briller comme une étoile dans le ciel de nos souvenirs. Repose en paix, chère Khatib Fadila

Je souhaite également dédier mes amies Zinou, Amira, Meriem et Nor.

ملخص

الهدف من دراسة هذه المذكرة هو إيجاد حلول لتنمية المنطقة الزراعية سكلافة بمساحة 238 هكتار الواقعة بولاية الاغواط من سد سكلافة. تعتمد هذه الدراسة على تحاليل شاملة لمناخ المنطقة مما يتيح اتخاذ القرارات بشأن اختيار المحاصيل، لإدخال وتحديد الاحتياجات مائية لأنشاء النظام المناسب يُمدُّ بالمياه. كما يهدف اختيار التقنيات الري الحديثة مثل الري بالتنقيط والرش، ويتم تحديث أنظمة التوزيع مما يؤدي في النهاية الى تطوير المحيط الزراعي والفلاحي لمشروع سكلافة.

Résumé

L'objectif principal de ce mémoire de fin d'études, est de définir la gestion des périmètres irrigués en vue de la réalisation d'un aménagement hydro-agricole du périmètre Seklafa (238 ha) situé dans la wilaya de Laghouat, à partir du barrage de Seklafa. Cette démarche s'appuie sur une analyse approfondie des études climatologiques, pédologiques et agronomiques, permettant ainsi de prendre des décisions éclairées concernant le choix des cultures à introduire et de déterminer les besoins en eau requis pour mettre en place un système d'adduction adéquat.

Le choix de techniques d'irrigation modernes, telles que l'aspersion et le goutte-à-goutte, vise à moderniser le système de distribution et à accroître les rendements des cultures, entraînant ainsi une rentabilité à moyen et long terme du projet d'aménagement du périmètre.

Abstract

The primary objective is to define the management of irrigated areas with the aim of implementing a hydro-agricultural development of the Seklafa perimeter (238 ha) located in the Laghouat province, starting from the Seklafa dam. This approach relies on a comprehensive analysis of climatological, pedagogical, and agronomic studies, enabling well-informed decisions regarding the choice of crops to introduce and determine the water requirements for establishing an appropriate water supply system. The selection of modern irrigation techniques, such as sprinkler and drip irrigation, aims to modernize the distribution system and increase crop yields, ultimately leading to the long-term profitability of the perimeter development project.

Résumé	1
Tableau des matières	2
Liste des figures	3
Liste des Tableaux	4
Liste des planches	5
<u>Introduction générale</u>	<u>6</u>
Chapitre I : Présentation de la zone d'étude	7
<u>I. Introduction</u>	<u>8</u>
<u>I.1. Présentation générale de la wilaya de Laghouat</u>	<u>8</u>
<u>I.1. Situation géographique de la wilaya de Laghouat</u>	<u>8</u>
<u>I.2. Présentation du périmètre</u>	<u>9</u>
<u>I.3. Aperçu géologique</u>	<u>10</u>
<u>I.4. Réseau hydrographique</u>	<u>11</u>
<u>I.5. Géomorphologie et Relief</u>	<u>11</u>
<u>I.6. Etude climatologique</u>	<u>11</u>
<u>I.6.1. Choix de la station météorologique : choix de la station de référence</u>	<u>12</u>
<u>I.6.2. Les températures</u>	<u>12</u>
<u>I.6.3. Etudes des précipitations</u>	<u>13</u>
<u>I.6.4. Humidité de l'air</u>	<u>14</u>
<u>I.6.5. Le vent</u>	<u>15</u>
<u>I.6.6. Le Sirocco</u>	<u>15</u>
<u>I.7. Calcul des indices Agrométéorologiques</u>	<u>15</u>
<u>I.7.1. Indice d'aridité de Martonne</u>	<u>15</u>
<u>I.7.2. Quotient Ombrothermique d'Emberger :</u>	<u>16</u>
<u>I.7.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen</u>	<u>17</u>
<u>I.8. Analyse socio-économique</u>	<u>18</u>
<u>I. Conclusion</u>	<u>20</u>
Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau	21

II.1.Introduction :	22
II.2. Ressource en sol	22
II.3. classification des sols	22
II.4 Caractéristiques Morphologiques	22
II.5. Analyse physico-chimique des sols	23
II.5.1. Interprétations des résultats	24
II.5.2 Caractéristiques hydrodynamiques des sols	25
II. 6. Détermination des aptitudes culturales des sols	26
II.6.1 Interprétations	27
II. 7. Ressources en eau	27
II. 7.1 Étude de la qualité de l'eau d'irrigation :	27
II.8 Calcule de la pluie de projet	30
II.8.1. Présentation de la station pluviométrique	30
II.8.2. Répartition de la pluie moyenne annuelle	30
II .8.3 Étude de l'homogénéité de la série pluviométrique	32
II .8.4 Ajustement de la série pluviométrique	33
Conclusion	35
Chapitre III : Calcul des besoins en eau des cultures	36
III.1. Introduction	37
III.2. Besoin en eau du périmètre	37
III.2.1 Calcul des besoins en eau d'irrigation	37
III.2.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence: (ET ₀)	38
III.3. Calcul de la pluie efficace	39
III.4 calcule de la réserve en eau du sol	40
III.4.1.Choix des cultures	40
III.4.2. Les cultures proposées	40
III.4.3 Assolements/rotation des cultures	40
III.5. Estimation des coefficients culturaux (K _c) :	41
III.5.1 Estimation des besoins en eau Des céréales	42

III.5.2 Estimation des besoins en eau des maraichères	43
III.5.3. Estimation des besoins en eau des arboricoles	46
III.6.Calcul des besoins en eau pour les assolements 1 et 2	47
III.7. Calcul du débit spécifique	50
III.7.2. Evaluation du débit caractéristique	50
III.7.3. Calcul des volumes d'eau d'irrigation	51
III.. Conclusion	52
Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution	53
IV.1 Introduction	54
IV.2. Alimentation en eau du périmètre	54
IV.3. Organisation et structure du périmètre	55
IV.3.1. Ilots et bornes d'irrigation	55
IV.3.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation	55
IV.3.3. Calcul hydraulique des bornes	55
IV.4. Description de l'aménagement du périmètre Seklafa	57
IV.5. description du réseau d'adduction-distribution	57
IV.5.1. Choix du matériau des conduites	58
IV.5.2. Équipements Hydromécaniques	58
IV.6. Dimensionnement du réseau de distribution	58
IV.6.1. Vitesses admissibles	58
IV.6.2. Calcul des diamètres	59
IV.6.3.Calcul des pressions	59
IV.6.4. Estimation des pertes de charge	59
IV.Conclusion :	65
Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation	66
V.1 Introduction :	67
V.2. Classification des techniques d'irrigation :	67
V.2.1. Irrigation gravitaire :	67
V.2.2. L'irrigation par ruissellement :	67

V.2.3. L'irrigation par rigoles d'infiltration(à la raie)	70
V.2.4. L'arrosage par submersion	71
V.3.1. Avantages et inconvénients de l'irrigation par gravité	71
V.3.2 L'irrigation par aspersion	71
V. 3.2.1. Irrigation par des asperseurs	72
V. 3.2.2. Irrigation par pivot	72
V.3.3.Les avantages et inconvénients de l'irrigation par aspersion	72
V.3.4. Irrigation localisée (Goutte à goutte)	73
V.3.5. Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée	73
V.4. Choix de la technique d'arrosage pour la zone d'étude	74
V.Conclusion	75
Chapitre VI: dimensionnement à la parcelle	76
VI. Introduction	77
VI.1 Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte	77
VI.1.1 Données générales	77
VI.1.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée	77
VI.1.3. Dose nette pratique	78
VI.1.4. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr)	78
VI.1.5.Calcul de la dose réelle	78
VI.1.6 La dose brute réelle	79
VI.1.7 Durée de fonctionnement par d'arrosage (h)	79
VI.1.8 Nombre d'arbre par hectare	79
VI.1.9 Nombre d'arbre par rampe	79
VI.1.10 Nombre des goutteurs par rampe	79
VI.1.11 Débit d'une rampe	79
VI.1.12 Nombre de rampes	79
VI.1.13 Débit de la porte rampe	79
VI.2. Calcul hydraulique	80
VI.2.1 Calcul des diamètres des portes rampes et rampes	81

VI.2.2 Calcul de la pression requise	81
VI.VI.3 Dimensionnement d'un réseau par asperseur	81
VI.3.1.Données agronomiques	81
VI.3.2.Calcul de la Dose pratique RFU	82
VI.3.3.Dimensionnement de l'asperseur	82
VI.3.4 Vérification de la pluviométrie ($P < K$)	83
VI.3.5 Paramètres d'arrosage	83
VI.3.6. Calcul hydraulique	83
VI.3.6.1 Dimensionnement hydraulique des rampes	84
VI.3.6.2. Dimensionnement de la porte rampe	84
VI. 3.6.3 Calcul des pertes de charge	85
VI.3.6.4 Calcul de la pression en tête du réseau	86
VI. conclusion	86
Chapitre VII: Etude Technico-économique	87
Chapitre VII: Etude Technico-économique	88
VII. Introduction :	88
VII.1 Travaux à entreprendre pour Le système d'adduction	88
VII.2 .Estimation du cout des travaux du réseau d'adduction	89
VII.2.1.Calcul du volume de terrassement	89
VII.2.2. Évaluation du cout des travaux de terrassement	91
VII.2.3. Évaluation des prix de pose des conduites	92
VII.2.4 : Estimation du cout des bornes d'irrigation et pièces spéciales	93
VII.3.5 : Devis estimatif du projet	93
VII. Conclusion	93
Conclusion générale	94

Liste des Figures

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

Figure I.1 Situation et Limites administratives de la wilaya de Laghouat.

Figure I.2 Localisation du périmètre de Seklafa (les deux communes Oued M'zi et Tedjmout).

Figure I.3 la carte Géologique (Extrait de la Carte Géologique du Nord Algérie Échelle 1/500 000ème)(source ONID)

Figure I.4 Topographie des bassins versants de Seklafa et de Chergui.

Figure I.5 Répartition des températures moyennes

Figure I.6 Histogramme de la pluie moyenne mensuelle.

Figure I.7 diagramme bioclimatique d'Emberger

Figure I.8 Diagramme ombrothermique de Gaussen

Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

Figure II.1 Triangle des textures

Figure II.2 Diagramme de classification des eaux d'irrigation

Figure II.3 courbe d'ajustement des pluies à la loi log-normale

Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation

Figure V.1 Système Gravitaire

Figure V.2 Système d'aspersion mécanisé : le pivot.

Figure V.3 Système d'irrigation goutte à goutte

Chapitre VII : Etude Technico-économique

Figure VII.1 Schéma d'une tranchée.

Listes des Tableaux

Chapitre I : Présentation de la zone d'étude

- Tableau I.1** : Coordonnées de la station météorologique de Seklafa (Source : ANRH)
- Tableau I.2** Moyennes des températures mensuelles de la station de Laghouat. (Source ANRH (1991- 2018))
- Tableau I.3** Pluies moyennes annuelles obtenues (Source : ANRH Laghouat).
- Tableau I.4** Pluies moyennes mensuelle (Source : ANRH 2023)
- Tableau I.5** Humidités relatives moyennes mensuelles.
- Tableau I.6** la moyenne mensuelle de la vitesse du vent (Station Laghouat) (Source : ONM Alger)
- Tableau I.7** Classification du climat selon de Martonne
- Tableau I.8** Les différentes cultures pratiquées dans la wilaya de Laghouat (DSPL, 2012)

Chapitre II : Ressources en sol et ressources en eau

- Tableau II.1** L'analyse des profils au laboratoire Profil N° 28
- Tableau II.2** Propriétés hydrodynamiques des sols
- Tableau II.3** Les aptitudes culturales associées à chaque zone
- Tableau II.4** Caractéristique du barrage Seklafa.
- Tableau II.5** Risque d'irrigation en fonction de la salinité
- Tableau II.6** Le risque d'irrigation en fonction de la valeur du SAR
- Tableau II.7** caractéristiques principales de la station pluviométrique (ANRH Alger).
- Tableau II.8** les pluies moyennes mensuelles :
- Tableau II.9** Caractéristiques de la série pluviométrique.
- Tableau II.10** La pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80%

Chapitre III : Calcul des besoins en eau des cultures

- Tableau III.1** évapotranspiration de référence ETo calculée par le logiciel CROPWAT
- Tableau III.2** résultats de calcul des pluies efficaces
- Tableau III.3** système de cultures proposées.
- Tableau III.4** Assolement proposé pour le périmètre Seklafa.
- Tableau III.5** le cycle végétatif des cultures envisagées
- Tableau III.6** Les coefficients culturaux (Kc) de chaque culture.
- Tableau III.7.** Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 1
- Tableau III.8.** Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 2
- Tableau III.9** tableau récapitulatif des volumes d'eau nécessaires

Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution

Tableau IV.1 Choix du diamètre de la borne

Tableau IV.2 Calcul des débits des îlots et choix du diamètre et type de bornes

Tableau IV.3 Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon

Tableau IV.4 Les calculs hydrauliques du réseau de distribution.

Chapitre VI: dimensionnement à la parcelle

Tableau VI.1 : Caractéristiques des rampes.

Tableau.VI.2 : Caractéristiques des portes rampes.

Chapitre VII: Etude Technico-économique

Tableau VII.1 Calcul des différents volumes

Tableau VII.2 Estimation du cout des travaux de terrassement.

Tableau VII.3 Estimation du cout de pose des conduites.

Tableau VII.4 Estimation du cout des bornes d'irrigation

Liste des planches

Planche 1 : plan de situation du périmètre Seklafa.

Planche 2 : Plan d'adduction et distribution de périmètre de Seklafa.

Planche 3 : profil en long de la conduite d'adduction.

Planche 4 : plan du system d'irrigation goutte à goutte.

Planche 5 : plan du system d'irrigation par aspersion.

Liste des Annexes

Annexe 01 : Les propriétés physiques des sols.

Annexe 02 : Caractéristiques hydriques de quelques sols.

Annexe 03 : Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30.

Annexe 04 : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sole.

Introduction générale

Dans les régions semi-arides, les agriculteurs font face à un défi majeur en raison de la rareté croissante et du coût élevé de l'eau disponible. En Algérie, et faute d'un système d'irrigation efficient, l'agriculture demeure principalement extensive, reposant sur des méthodes d'irrigation traditionnelles. Cette situation a eu un impact négatif sur les rendements des cultures entraînant une dépendance continue à l'importation de produits alimentaires, notamment les céréales, malgré la multiplication des terrains agricoles qui pourraient satisfaire la demande du pays en céréales notamment.

La croissance des zones irriguées et la modernisation de l'agriculture jouent un rôle essentiel dans le processus de développement économique et social d'un pays. Ces objectifs visent à augmenter le revenu national, économiser des devises, accroître les revenus des agriculteurs, créer des emplois et renforcer la sécurité alimentaire.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre mémoire de fin d'études. En effet, la région de Seklafa, située dans la wilaya de Laghouat, représente une zone agricole avec des potentialités importantes où les pratiques agricoles sont relativement résilientes et adaptées aux conditions locales. En exploitant les ressources en eau provenant le barrage de Seklafa dans cette zone, il est actuellement possible de mettre en place un système de distribution d'eau efficace couvrant l'ensemble du périmètre, ainsi qu'une irrigation moderne et économique capable de répondre aux besoins en eau de la région. Cela permettrait d'augmenter les rendements des cultures et de préserver les précieuses ressources en eau de la région.

Notre travail consiste donc à étudier la conception du réseau d'irrigation du périmètre de Seklafa dans la wilaya de Laghouat qui est une zone aride située aux portes du Sahara Algérien, en utilisant des techniques et des lois hydrauliques adaptées aux conditions naturelles et techniques prévalant dans cette région. Après une introduction générale, le travail débutera par une analyse des conditions naturelles, suivi par le calcul des besoins en eau d'irrigation et une projection du système d'adduction et distribution, enfin le mémoire se termine par une estimation technico-économique du coût total du projet pour une réalisation optimale des travaux.



Chapitre I

Analyse des Conditions Naturelles

Chapitre I : Analyse des Conditions Naturelles

I.Introduction :

Les conditions naturelles jouent un rôle considérable dans la réalisation du bilan hydrique réel et en irrigation, elles représentent la résultante de toutes les caractéristiques du milieu climatique et permet de déterminer la quantité d'eau qui doit être mise à la disposition de la plante au cours de ses différentes phases végétatives.

Dans cette partie on présente, les caractéristiques physiques de la zone d'étude. Nous allons donc déterminer la situation et les caractères géologiques, géomorphologiques, pédologiques et bioclimatiques de la région d'étude. Notre périmètre d'étude est situé dans la région de Sekfala dans la wilaya de Laghouat.

I.1. Présentation générale de la wilaya de Laghouat :

Situation géographique de la wilaya de Laghouat :

La wilaya de Laghouat a pour chef-lieu de Laghouat, située au cœur du pays sur l'axe de la Route National N°1 reliant Alger au Sud du pays à 410 km d'Alger et 390 km de Ouargla, à 190 km de Ghardaïa et 110 km de Djelfa. La wilaya qui s'étend sur une superficie 25052 km² est limitée par : (Figure I.1)

- Au Nord par les wilayas de Djelfa et Tiaret.
- À l'Est par la wilaya de Djelfa.
- Au Sud par la wilaya de Ghardaïa.
- À l'Ouest par la wilaya d'El Bayadh.

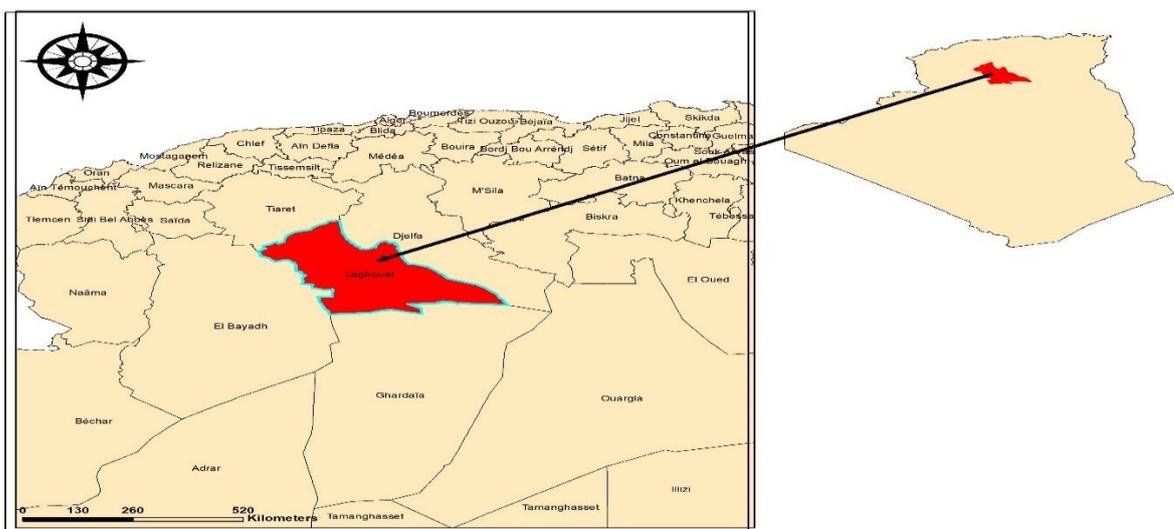


Figure I.1. Situation et Limites administratives de la wilaya de Laghouat. (ARC-GIS)

I.3. Aperçu géologique :

Notre zone d'étude est occupée par le crétacé supérieur, il s'agit d'une forme structurale qui est un anticlinal de Tadjmout, sa continuité vers Ain Madhi constitue un synclinal qui est allongée des dizaines de kilomètres suivant une direction SW-NE pour une largeur moyenne de 10 km. La succession lithostratigraphie de la région d'étude est débutée dès qu'on descend du sommet du massif Anticlinal Djebel Amour où apparaissent deux grandes séries des formations attribuées au jurassique supérieur et qui affleurent le long d'un grand flanc Sud Orientale, orienté suivant un axe NW-SE.

À l'amont de la zone d'étude au niveau de djebel Amour, seule la partie supérieure du jurassique est connue, d'une puissance de plus 2000 m et d'une lithologie variées du Dogger datant au Callovien par des Ammonites, le toit est attribué au Portlandien-Berriasien par des Calpionels.

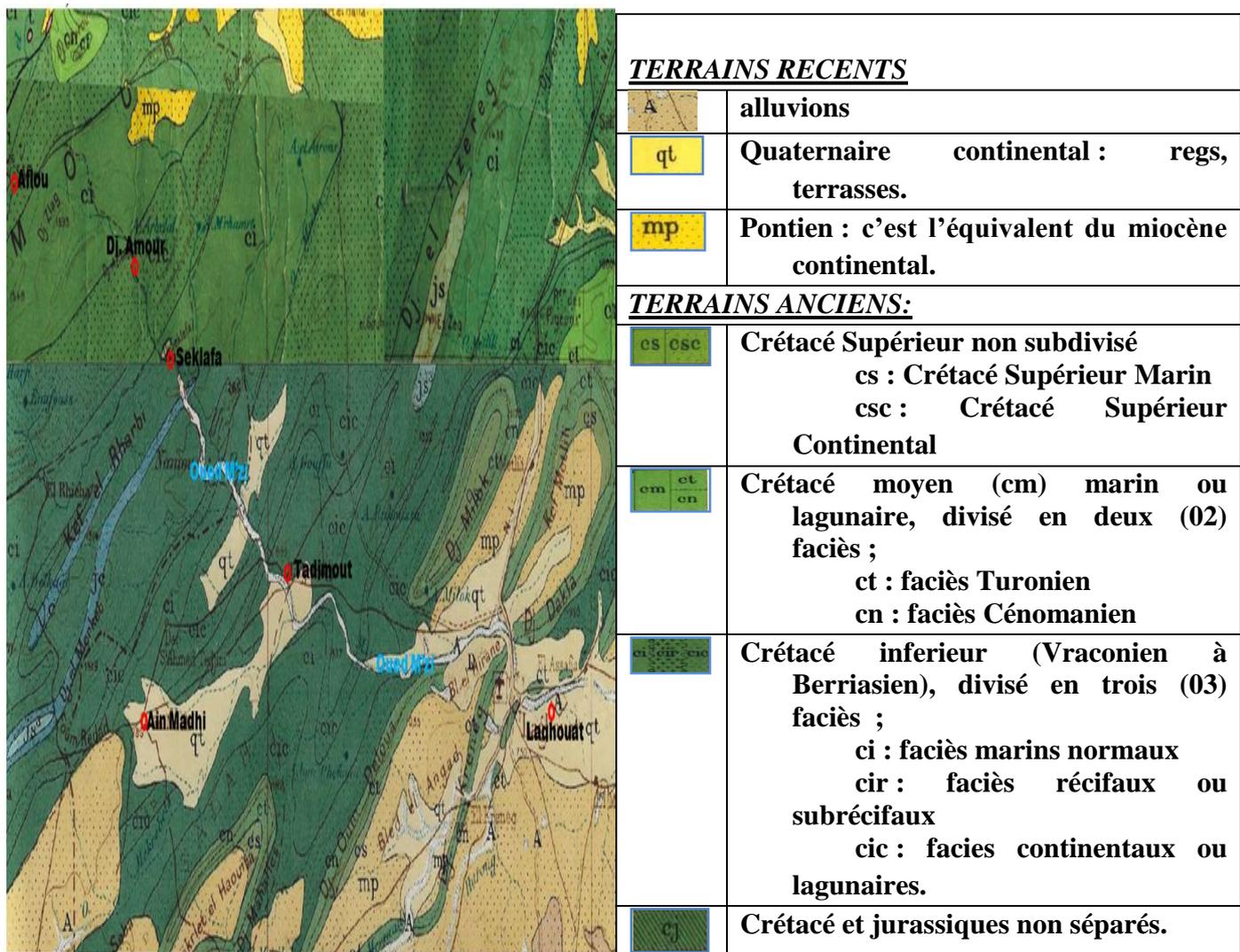


Figure I.3 : la carte Géologique (Extrait de la Carte Géologique du Nord Algérie Échelle 1/500 000^{ème})

I.4. Réseau hydrographique :

Le bassin hydrographique limité par le barrage de Seklafa alimenté par l'oued Mzi couvre une superficie totale de 802 km², correspondant à une zone relativement peu accidentée.

Le bassin est relativement arrondi avec des cotes de sommet entre environs 900 m et 1600m.

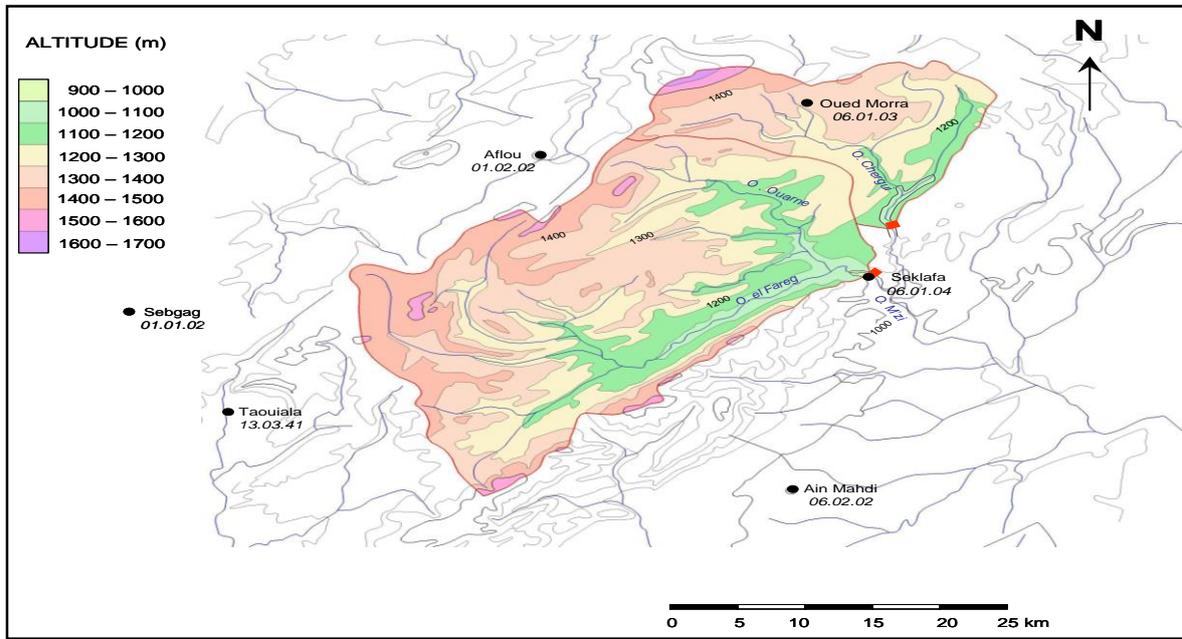


Figure I.4 : Topographie des bassins versants de Seklafa et de Chergui.

Source : Alger ONID (2018)

I.5. Géomorphologie et Relief :

Située à plus de 750 mètres d'altitude sur les hauts plateaux, la wilaya de Laghouat est traversée par la chaîne de l'Atlas saharien avec des sommets qui dépassent les 2000 mètres (Djebel Amour 2200 mètres) et sur le plant naturel, la wilaya comprend 03 zones homogènes :

Une zone nord constitue par les hautes plaines steppiques agro-pastorales et alfatières

Une zone centrale de piémonts et montagnes agro Sylvo pastorales

Une zone du plateau saharien au Sud de la wilaya

Les communes Tadjemout et Oued M'zi touchant l'aire d'étude sont au Nord-Ouest de la partie central de piémonts et montagneuse Agro-Sylvo-Pastoral.

I.6 Étude climatologique :

Les facteurs climatiques ont une importance capitale dans un projet d'irrigation puisqu'ils interviennent dans l'estimation des besoins en eau des cultures et dans leur croissance.

Les facteurs les plus déterminants sont les températures, l'humidité relative, l'intensité de gelée et de sirocco; ils constituent un ensemble d'éléments décisifs.

I.6.1. Choix de la station de référence :

Choix de la station météorologique

Les données climatiques illustrées ci-après sont collectées, auprès de la station Seklafa gérée par l'ANRH, dont le code est 060104. Le tableau I-1 donne les coordonnées géographiques de la station météorologique se Sekfala :

Tableau I-1 : Coordonnées de la station météorologique de Seklafa

Nom de la station	Code	Coordonnées	Altitude (m)
Seklafa	060104	X= 33°55'48' Y= 2°8'54'' E	Z= 1233

Source : Alger ANRH (2023)

I.6.2. Les températures :

La température de l'air est un élément du climat très important qui influence l'évolution des plantes et les besoins en eau déterminant le rendement des cultures ainsi que leur état sanitaire. Le développement des plantes peut être ralenti lorsque la température de l'air est trop basse ou trop élevé. C'est pour cette raison qu'on doit connaître a priori les températures moyennes et extrêmes de chaque mois.

Tableau I-2 : Moyennes des températures mensuelles de la station de Laghouat.

mois/t°	jan	fév	mars	avril	mai	juin	jil	aout	sept	oct	nov	dec	Moyenne Anuelle
max	14,5	16,9	20,7	25	27	34,7	39,3	37,9	34,5	24,5	20,2	14,6	25,82
min	2,4	3,8	5,1	10,5	13,7	19,5	23,4	22,3	20	9,8	6,2	0	11,39
moyenne	8,45	10,35	12,9	17,75	20,35	27,1	31,35	30,1	27,25	17,15	13,2	7,3	18,60

Source : Alger ANRH (1991- 2018)

Le tableau I-2 montre que le mois le plus froid est le mois de décembre avec une température moyenne de 7.3C°, tandis que le mois le plus chaud est le mois de juillet, la température moyenne annuelle est de 25.82°C.

En été, surtout durant les mois de juillet et aout, les maximums atteignent 39.3°C, et restent par conséquent relativement modéré durant les mois d'automne et d'hiver. Le graphe de variations des températures est présenté comme suit :

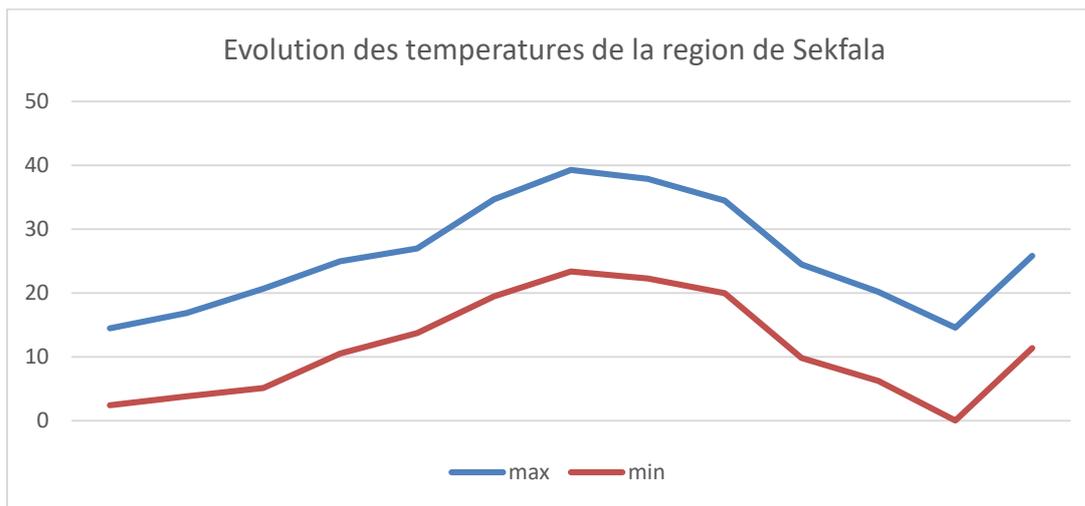


Figure I.5: Répartition des températures moyennes.

I.6.3. Études des précipitations :

Les précipitations sont toutes les eaux météoriques qui tombent sur la surface de la terre, tant sous forme liquide (bruine, pluie, averse) que sous forme solide (neige, grésil, grêle) leur estimation permet de caractériser les mois humides et secs, et de calculer dans une première approche le déficit pluviométrie et de chaque mois.

Tableau I -3 : Pluies moyennes annuelles obtenues.

Nom de la station	Altitude(m)	Coordonnées	Pluie moy annuelles (mm)
Seklafa	762	X=33°46'N Y=2°56'E	167.10

Source : Alger ANRH(2023).

Pluies mensuelles :

L'étude des pluies de la zone d'étude s'est basée sur les données climatologiques de la station Laghouat ne contient pas de lacune, proches des deux communes (Oued M'zi et Tadjmout)

Tableau I -4 : Pluies moyennes mensuelles de la région d'étude

mois	jan	fev	mars	avri	mai	juin	jil	aout	sept	oct	nov	dec	annuel
pmoy (mm)	15.90	9.30	26.30	10.9	9.90	12.80	3.10	8.80	23.30	26.20	10.70	9.90	167.10

Source Alger ANRH (2023)

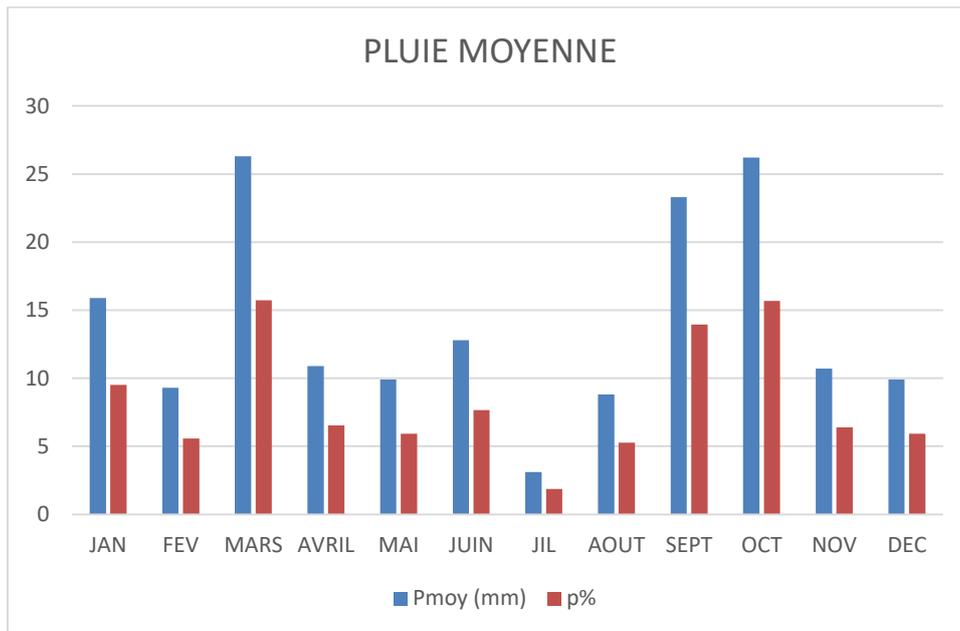


Figure I.6 : Histogramme de la pluie moyenne mensuelle.

D'après le tableau I-5, la figure I-6, on remarque que la région est soumise à un climat sec, la pluviométrie est irrégulière et insuffisante d'une année à une autre. Le total pluviométrique annuel enregistré est de 167.10 mm, répartie de façon hétérogène.

La pluviométrie mensuelle observée durant la période (1991-2020) est de 10.9 mm enregistrée durant le mois d'Avril ; ceci démontre l'aridité et le climat sec de la zone de d'étude des précipitations. Le mois le plus sec est juillet 3.10 mm. Il est à signaler que la saison automnale est relativement la plus pluvieuse avec 33.6% du cumul annuel.

I.6.4. L'humidité relative :

L'humidité relative ou état hygrométrique est un élément du climat dont les effets se font sentir sur le rendement des cultures ainsi sur leur état sanitaire. Les relevés des humidités moyennes de la région d'étude sont montrés dans le tableau I.

Tableau I-5:

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne annuelle
Humidité relative. (%)	61.00	52.00	36.00	33.00	34.00	27.00	23.00	31.00	37.00	45.00	46.00	52.00	39.75

D'après Tableau I-5 l'humidité relative oscille autour de la valeur 23 % (moyenne annuelle de 39.75%).

I.6.5. Le vent :

Le vent est un paramètre qui peut être nuisible dans le cas où ses vitesses dépassent un certain seuil, que ce soit pour les cultures ou pour les arrosages qui deviennent irréguliers lorsque la vitesse du vent dépasse 3.5 m/s.

Tableau I.6: la moyenne mensuelle de la vitesse du vent (Station Laghouat)

Mois	Jan	Fév.	Mar	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	Moyenne annuelle
Vitesse des vents (m/s)	2.10	2.20	2.30	3.90	3.80	2.50	2.60	2.90	3.80	2.30	2.50	2.40	2.78

(Source : ONM Alger)

I.6.6. Le Sirocco :

Le sirocco souffle plusieurs par an et ce à partir de mois de Mai, il cause de graves préjudices aux cultures, il est fréquent du côté Nord et Ouest, généralement en Juillet sur les hautes terres du Nord et de l'Ouest.

I.7. Calcul des indices Agro-météorologiques :

Pour déterminer le type du climat et l'interférence des différentes variables de ce climat et leur action sur les plantes, nous avons deux facteurs essentiels : la pluviométrie et la température.

I.7.1. indice d'aridité de Martonne

L'Indice d'aridité de De Martonne est défini comme suit :

$$I_A = \frac{P}{T + 10} \dots\dots\dots I.1$$

Avec : I_A : indice climatique.

P : précipitation moyenne annuelle (mm).

T : température moyenne annuelle (°C)

Dans notre cas, nous avons : $i_A = \frac{167.1}{18.6+10} = 5.84$

Tableau I-7- : Classification du climat selon de Martonne :

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

Donc, notre zone d'étude est caractérisée par un climat très sec (steppique).

I.7.2. Quotient Ombrothermique d'Emberger :

Cet indice a pour but de déterminer l'étage bioclimatique, il est calculé comme suit :

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

Q : Quotient pluviométrique d'Emberger

P : Moyenne de précipitation annuelle = 167.10 mm

M : moyenne des températures maximales 312.3 (Kelvin).

m : moyenne des températures minimales 280.3 (Kelvin).

On trouve **Q = 17.02**, c'est-à-dire étage bioclimatique Aride

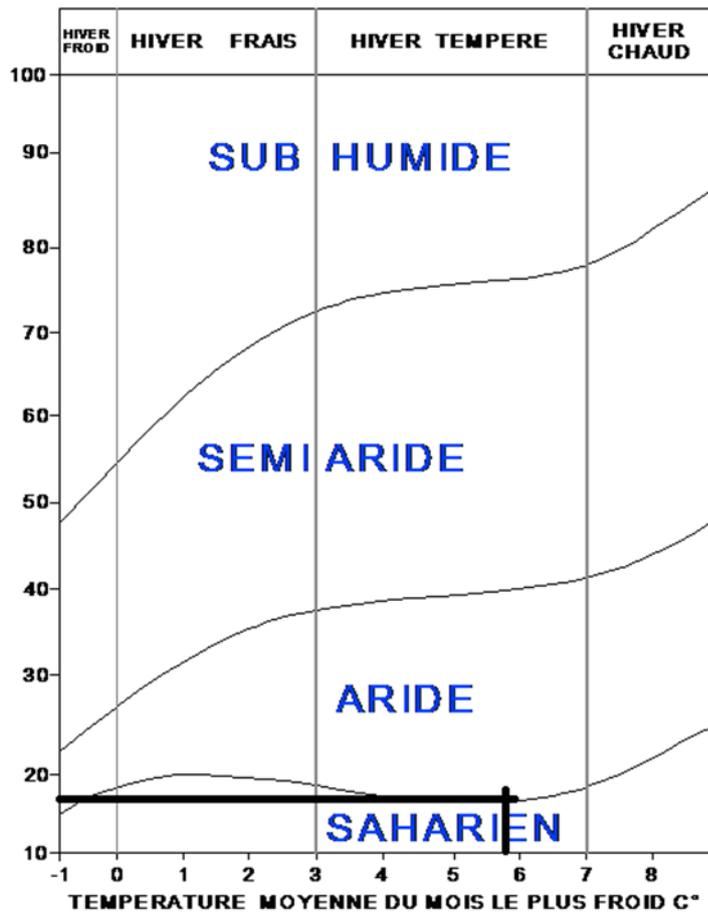


Figure I.7 : Diagramme bioclimatique d'Emberger

I.7.3. Classification du climat selon l'indice de Bagnouls et Gaussen

Le diagramme Ombrothermique de F.Bagnouls et H.Gaussen permet de faire ressortir la période sèche au cours de l'année. Dans ce diagramme, on considère un mois sec quand le total des précipitations exprimées en (mm) est égal ou inférieur au double de la température exprimée en °C ($P \leq 2T$), c'est-à-dire quand la courbe des précipitations passe en dessous de celle des températures. La période s'étalant entre les abscisses des points de l'intersection des deux courbes correspond à la durée de la saison sèche.

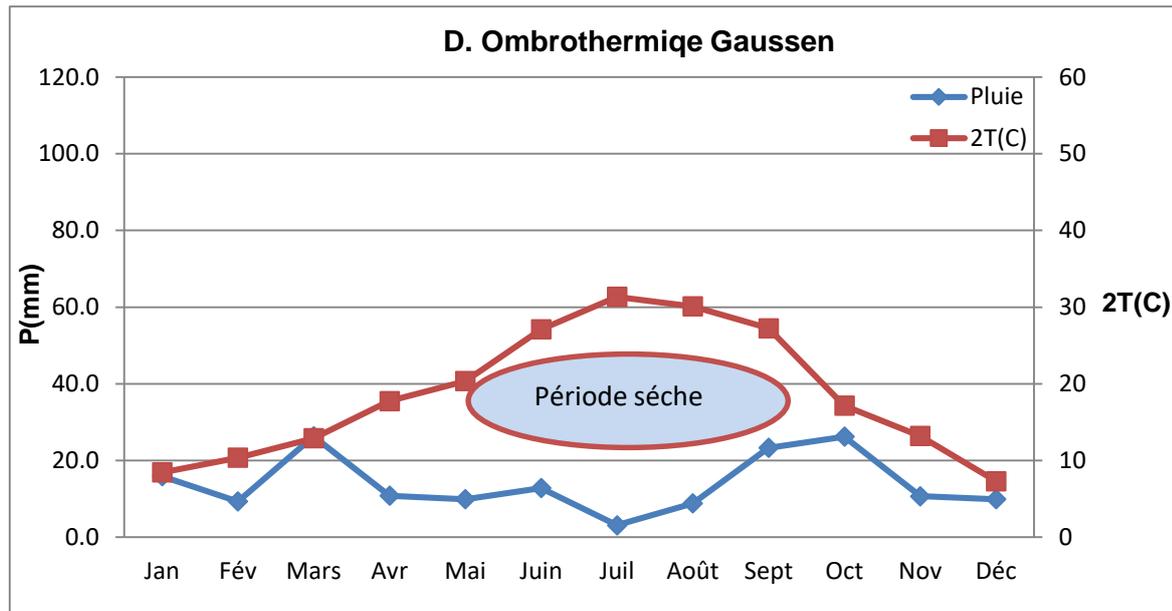


Figure I.8 : Diagramme ombrothermique de Gausson.

Description du graphe :

D'après le diagramme ombrothermique de Gausson la zone présente une période sèche durant presque tous les mois de l'année, ce qui stipule que notre zone est soumise à un climat sec, nécessitant l'introduction de l'irrigation.

I.8. Analyse socio-économique :

L'agriculture constitue la vocation principale de la commune de Oued M'zi, qui présente de fortes potentialités agricoles, liées principalement aux conditions climatiques, la disponibilité des ressources en eau et sol, et enfin la disponibilité de la main d'œuvre.

La part la plus importante des espaces cultivés (63%) dans la commune de l'oued m'zi est celle occupée par les périmètres agricoles de l'APFA (accession à la propriété foncière agricole). Dans le cadre de ce programme d'une superficie d'environ 45344 ha ont été attribués à environ 8269 bénéficiaires à travers le territoire de la wilaya (DPAT, 2012)

L'ensemble de l'économie agricole semble reposer sur la céréaliculture, culture maraîchère ainsi que d'autres cultures pérennes

Tableau I-8 :Les différentes cultures pratiquées dans la wilaya de Laghouat.

CULTURES	SUPERFICIE (ha)	PRODUCTION
CÉRÉALIÈRE	8160	109.080
MARAICHÈRE DONT PDT	6135 822	868.320 300.800
FOURRAGÈRES	6760	628 .770
ARBORICULTURES	6706	73.535

(DSPL, 2012)

L'élevage ovin, est représenté par un taux de 87.25% reste le type le plus pratique au niveau de la région, suivi des élevages caprins avec 10.7% et bovin avec 1.38%.

Les élevages équins et camelins ne représentent que de très faible proportions, soit respectivement 0.54% et 0.12% du cheptel total.

➤ **Agriculture saharienne :**

L'agriculture saharienne revêt une importance cruciale pour la région et l'Algérie dans son ensemble. Malgré les conditions climatiques difficiles et la rareté des ressources hydriques, elle contribue significativement à la sécurité alimentaire du pays. Les régions sahariennes, telles que Biskra, El Oued, et Ghardaïa, jouent un rôle vital en fournissant une part substantielle des produits maraîchers, tels que les pommes de terre et les légumes, qui sont essentiels pour l'alimentation nationale. De plus, l'agriculture saharienne crée des emplois locaux, stimule l'économie rurale, et permet d'utiliser les vastes ressources en eau souterraine de la région. L'exploitation de l'énergie solaire pour l'irrigation agricole offre un potentiel prometteur pour soutenir davantage cette agriculture tout en contribuant à la réduction des coûts énergétiques. En somme, l'agriculture saharienne est un pilier de la sécurité alimentaire et du développement économique de l'Algérie.

➤ **Importance de l'irrigation dans la zone de Laghouat**

L'irrigation est d'une importance capitale dans la région de Laghouat pour le développement de l'agriculture. Cette irrigation permet de surmonter les défis posés par le climat aride en apportant de l'eau de manière contrôlée aux cultures. Grâce à l'irrigation, les agriculteurs de Laghouat peuvent diversifier leurs cultures, augmenter leur rendement, et ainsi contribuer à la sécurité alimentaire de la région. De plus, l'irrigation favorise la pérennité des ressources en eau souterraine en encourageant une gestion plus efficace de cette précieuse ressource. En combinant les avancées technologiques de l'irrigation avec une utilisation judicieuse des

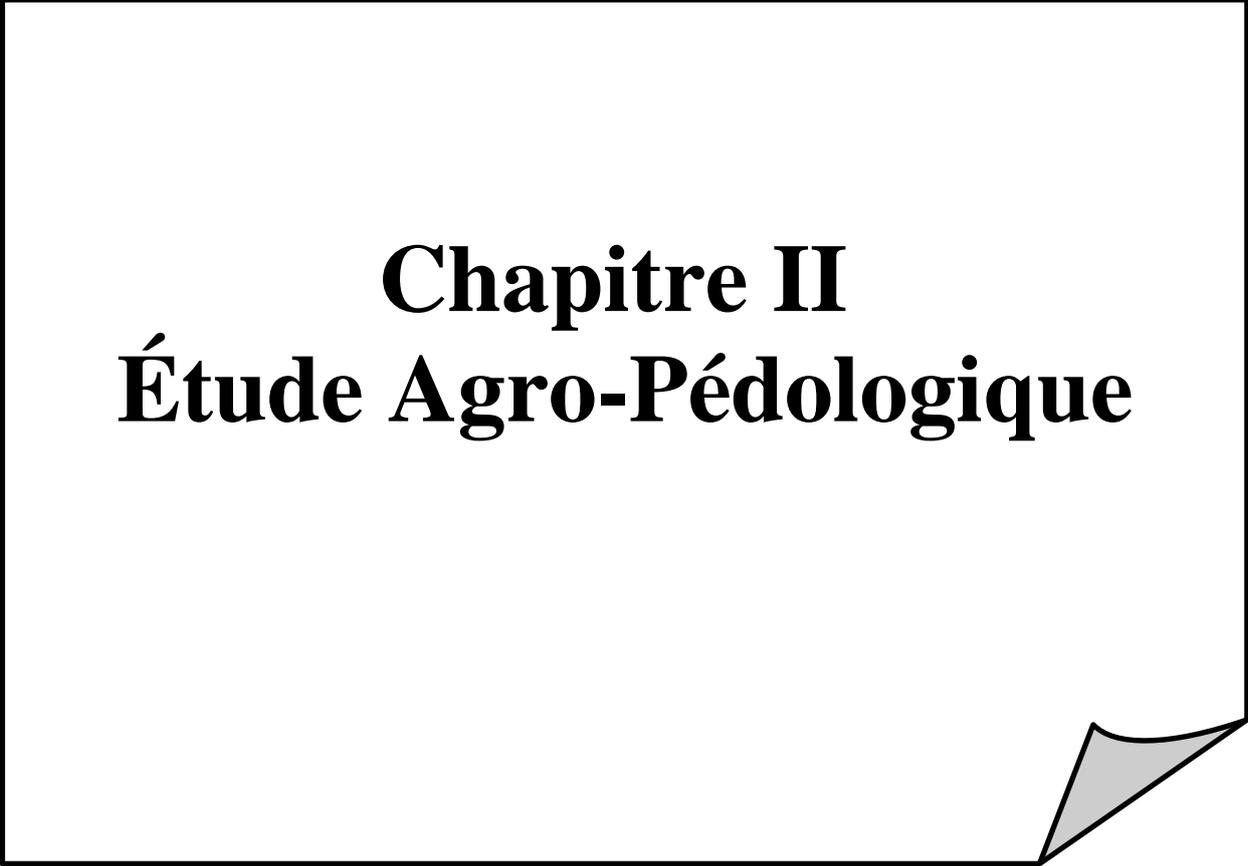
ressources en eau, Laghouat peut promouvoir un développement agricole durable, créant ainsi des opportunités économiques pour la population locale et préservant l'écosystème fragile du Sahara.

I. Conclusion

Ce chapitre, nous a permis de dégager une idée générale sur la situation actuelle du périmètre de Seklafa situé dans la wilaya de Laghouat, cette wilaya est située aux portes du Sahara, elle présente des potentialités agricoles importantes.

Nous avons détaillé les conditions naturelles de la zone d'étude, en se basant sur :

Les paramètres agro-météorologiques indiquent que notre zone est soumise à un régime de climat très sec avec des pluies très faibles. La zone d'étude présente une période sèche allant du mois de décembre jusqu'à la fin du mois de Mai soit une période presque 6 mois durant l'année. De plus, le développement agricole de la zone d'étude par le biais de l'irrigation est une condition nécessaire du passage d'une agriculture traditionnelle et extensive à une agriculture moderne et intensive qui insufflera avec certitude un développement économique à toute la région.



Chapitre II

Étude Agro-Pédologique

Chapitre II : Étude Agro-Pédologique

II.1 Introduction :

L'étude pédologique permet de connaître les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol constituant le terrain à exploiter, c'est à partir des résultats de l'analyse effectuée qu'on peut attribuer une classe au sol concerné en prenant en compte la nature de distribution des caractéristiques et des contraintes relevant du sol.

De plus, ces propriétés ont un effet direct sur l'irrigation telles que les doses d'irrigation et donc sur la gestion des arrosages.

II.2 Ressource en sol :

L'étude des ressources en sol du périmètre de Seklafa pour une superficie de 1400 ha a pour but d'apprécier les potentialités des terres vis-à-vis de l'irrigation.

Dans un projet de mise en valeur, plusieurs caractéristiques doivent être prises en considération, notamment:

- La profondeur du sol qui régit l'épaisseur des couches accessibles aux racines et par suite la réserve en eau disponible.
- La texture ou granulométrie de la terre fine et la charge caillouteuse qui influe sur la rétention de l'eau.
- Les caractéristiques chimiques (PH, CE, SAR) qui influent sur les possibilités culturales de la zone à irriguer.

II.3. Classification des sols :

La classification utilisée dans le cadre de la présente étude est celle de la Commission de pédologie et de cartographie des sols de France (C.P.C.S, 1967). La base de cette classification, repose essentiellement sur la détermination des unités supérieures (classe, sous-classe, groupe, sous-groupe) ainsi que les unités inférieures (famille et série) et donne aux utilisateurs un outil commode pour l'évaluation des caractères fonctionnels.

La prospection pédologique effectuée pour par l'INSID au niveau de les communes Oued M'zi et Tadjoumt de déterminer une classe des sols quelle classe :

II.4. Caractéristiques morphologiques :

Plusieurs profils ont été analysés, nous avons détaillé les caractéristiques des profils, que nous avons résumé par un seul profil détaillé comme suit :

Profil no1:

Les coordonnées : X = 442 370.03

Y= 3 760 774.29

- **Date de description** : 09/12/2022,
- **Topographie**: plat
- **Drainage de surface** : bon
- **Végétation**: culture maraichère vivrière et quelques arbres fruitière (Grandier, figuier, olivier)
- **Unité géomorphologique** : Terrasse alluviale
- **Aspect de surface** : dépôt de sable fin en surface
 - Sol peu évolué,
 - xérique,
 - d'apport alluvial, modal et profond

Description morphologique :

- **0 - 25 cm** : sec, brun clair, structure polyédrique massive, texture sableuse, bonne porosité, présence de nombreuses racines, matière organique décelable, bonne activité biologique, pas de charge caillouteuse, effervescence à l'HCL fort, limite nette.
- **25 - 75 cm** : sec, brun clair, structure polyédrique massive, texture sablo-limoneuse, porosité moyenne, peu compacte, activité biologique bonne, présence des fines radicelles, matière organique peu décelable, effervescence à l'HCL forte, limite nette.
- **75 - 150 cm** : sec, structure polyédrique fine, texture limono-sableuse, porosité moyenne, très compacte, couche mince de gravier et des fragments de roche, activité biologique moyenne, matière organique peu décelable, effervescence à l'HCL forte.

II.5. Analyse physico-chimique des sols :

L'analyse physico-chimique faite au laboratoire nous a permis de mieux apprécier les propriétés en particulier texturales et hydrodynamiques de notre sol. Les analyses physico-chimiques des sols sont résumées dans les tableaux :

Tableau N° II-1 : L'analyse des profils au laboratoire Profil N° 28

Coordonnées : X = 442 370.03

Y= 3 760 774.2

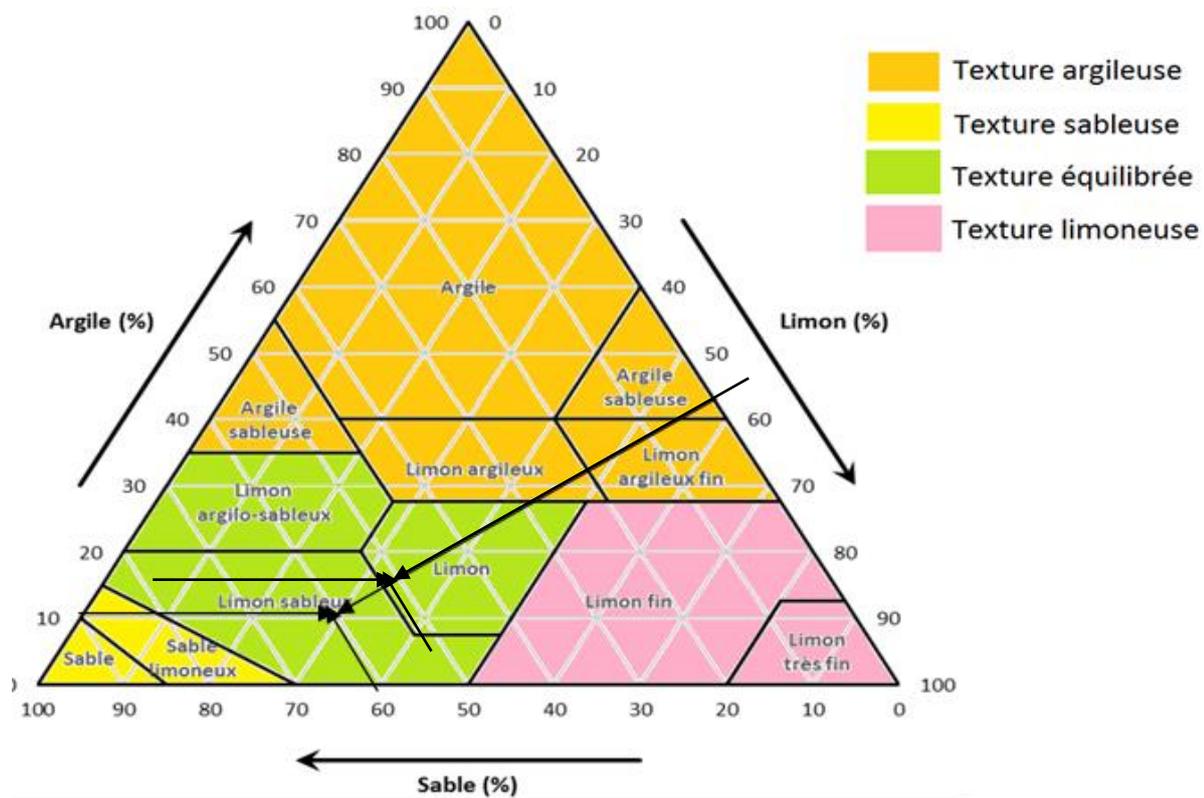
Horizon	P28 H1	P28 H2	P28 H3
Profondeurs (cm)	00 - 25 cm	25 - 75 cm	75 - 150 cm
N° Inscription	80	81	82
pH eau	7,92	7,84	8,13
pH Kcl	7,54	7,47	7,64

Gypse (%)	13,15	0	4,05	
Calcaire total (%)	10,95	11,63	7,2	
Calcaire actif (%)	5,01	5,32	3,29	
Carbone (%)	0,11	0,21	0,038	
Matière organique (%)	0,19	0,36	0,065	
Azote total (%)	0,06	0,065	0,041	
C/N	1,83	3,23	0,92	
Phosphore (ppm)	0,96	0,97	1,23	
Potassium (%)	0,04	0,039	0,045	
CEC (meq+/100 grs sol)	20,05	21,29	13,18	
Cations échangeables (meq+/100 grs sol)	K+	0,01	0,019	0,004
	Na+	2,07	1,3	1,26
	(Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺)	17,97	19,97	11,92
Conductivité électrique (dS/m)	0,67	0,54	0,21	
Granulométrie (%)	A	0,4	1,2	2
	LF	11,5	10,13	0
	LG	30,4	29,4	0
	SF	26,2	25,2	98,1
	SG	33,2	30,1	2,1
Stabilité structurale (mm)	0,5	0,49	0,45	
Densité réelle (g/cm ³)	1,5	1,53	1,45	
Densité apparente (g/cm ³)	1,4	1,4	1,4	
Perméabilité k (cm/h)	3,65	1,66	3,25	

Source : Alger ONID 2022

II.5.1. Interprétations des résultats :

Ces types de sols nécessiteront des travaux de routage croisé, un épierrage (démantèlement des pierres), un apport des amendements organique afin d'assurer une bonne nutrition en élément fertilisant des cultures mises en place. Il est souhaitable d'utiliser les cultures tolérantes au calcaire actif pour éviter la chlorose.



Caractéristiques physico chimiques des sols

L’analyse physico-chimique faite au laboratoire nous a permis de mieux apprécier les propriétés en particulier texturales et hydrodynamiques de notre sol.

- Texture des sols** : généralement sableuse et limono-sableuse.
- calcaire actif (CaCO3)** : de teneur environ 4.70 %.
- PH** : situé entre 7.47 et 7.78.
- Teneur en matière organique** : irrégulier, dans le premier horizon varie entre 0,065- 0,36%

II.5.2. Caractéristiques hydrodynamiques des sols :

Un sol se caractérise par un certain nombre de paramètres qui sont généralement dépendent à la fois de la structure et de la texture du sol.

Tableau N° II-2 : Propriétés hydrodynamiques des sols

Texture	LIMONEUX-SABLEUX
La perméabilité mm/h	15
Densité apparente (g/cm ³)	1.4
Point de flétrissement(%)	9
Capacité au champ (%)	16

Source : Alger ONID 2022

II.6. Détermination des aptitudes culturales des sols :

L'étude de l'aptitude culturale des sols vise à estimer la valeur agronomique des sols du point de vue cultures, cette étude est primordiale, elle permet de mieux orienter les agriculteurs dans leur choix des cultures.

Les critères de détermination des aptitudes culturales reposent essentiellement sur les caractères morphologiques des sols (profondeur essentiellement) et leur position topographique sans tenir compte de la ressource en eau. Ainsi la détermination est établie en considérant que l'on dispose d'une eau d'irrigation de bonne qualité.

Les classes des aptitudes culturales du périmètre d'étude sont résumées dans le tableau suivant :

Tableau N° II-3 : Les aptitudes culturales associées à chaque zone :

Zones		Zone I (thamad)	Zone II (les régions reste)
Aptitudes	Les cultures maraîchères	Bon : Tomate – Oignon – Pomme de terre - Carotte – Laitue – Ail – Pastèque- Melon – Haricot – Concombre- Citrouille – Pois- fèves- Asperge – Aubergine – Piment- Poivron Moyen : Choux fleur –Epinard	Bon : Artichaut – Tomate – Oignon - Pomme de terre – Carotte – Navet – Chou-fleur – Epinard – Laitue – Ail – Aubergine – pastèque – Melon – Piment Poivron – Haricot – Concombre – Pois –citrouille. Moyen : Asperge
	les cultures céréalières	Bon : Blé dur – Blé tendre – Orge – vesce avoine – Fétuque – Mélilot – Agropyrum	Bon : Blé dur – Blé tendre – Orge – vesce avoine – Fétuque – Mélilot – Agropyrum
	les cultures fourragères	Luzerne, Bersime, Sorgho, Ray-Grass.	Luzerne, Bersime, ray-grass,
	l'arboriculture fruitière	Moyen : Palmier dattier ▪ Bon pour Amandier- Figuier- Olivier-Grenadier	Moyen : Palmier dattier et bon pour Abricotier Amandier-Figuer Grenadier et Olivier.
Cultures industrielles		Très bon : Coton – Tournesol – Betterave sucrière – tabac – Menthe – Arachide	Très bon : Coton – Tournesol – Betterave sucrière – tabac – Menthe - Arachide

Source : Alger ONID 2022

II.6.1 Interprétations :

Compte tenu des conditions agro-climatiques de la région d'étude, ainsi que des exigences édaphiques de chaque type de culture, les sols de la zone de Sekfala ne présentent pas trop de restrictions, exceptes des cultures arboricoles telles que le pêcher et l'abricotier qui sont moyennement cultivables dans ce type de sols.

II.7. Ressources en eau :

Le périmètre de Seklefa sera alimenté par le barrage de Seklefa qui dispose d'un volume de 42Hm³, situé à l'aval du confluent de L'oued Chergui et de L'Oued Seklafa.

Le niveau maximum dans cette retenue se situe à la cote 1032 le niveau minimum étant à la cote 1028.

Tableau N° II-4 : Caractéristique du barrage Seklafa.

TYPE	Barrage poids en béton
Cote de Retenue Normale (RN)	1032 m
Cote des plus hautes eaux	1028 m
Volume mort (après 50 années)	10 M m ³
Volume total à la côte RN	42.1 M m ³
Volume régularisé pour l'irrigation	7 M m ³
Volume régularisé pour l'AEP	3 M m ³
Volume régularisé maximal	13 H m ³
Longueur de la crête	224.5 m
Hauteur maximale	47 m
Apport moyen annuel	13 Mm ³ /an
-Prise d'eau	03

Source : Alger ANBT 2022

II.7.1 Étude de la qualité de l'eau d'irrigation:

Les facteurs qu'on doit vérifier pour étudier la qualité de l'eau sont :

- Risque de Salinité.
- Risque de Sodium (Degré d'Adsorption du Sodium ou SAR).
- Toxicité.

a. Risques dus à la salinité :

L'excès de teneur en sel dans la zone racinaire occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol; il s'en suit une diminution des rendements et à terme une stérilisation du sol.

La concentration en sel est exprimée en g de sel par litre d'eau (g/L), et peut aussi être mesurée grâce à la conductivité électrique de l'eau d'irrigation (ECi). Cette conductivité est exprimée en millimhos par centimètre (mmhos/cm) ou milliSiemens par centimètre (mS/cm).

La classification américaine du risque encouru par l'irrigation en fonction la salinité de l'eau d'irrigation est donnée dans le tableau suivant :

Tableau II.5 Risque d'irrigation en fonction de la salinité

Conductivité électrique (mmhos/cm)		Risque	Remarque
C1	$CE \leq 0,25$	Eau de risque faible	Convient pour toutes les cultures
C2	$0,25 < CE \leq 0,75$	Eau de risque moyen	Convient pour les plantes moyennement tolérantes
C3	$0,75 < CE \leq 2,25$	Eau de risque élevé	Ne convient qu'à des sols bien drainés et des plantes
C4	$CE > 2,25$	Eau de risque très élevé	Eau difficilement utilisable sur sol bien drainé

b. Risques d'alcalinisation :

Le sodium échangeable (Na⁺) a une incidence marquée sur les propriétés physiques et chimiques des sols. À mesure que la teneur en eau échangeable augmente, le sol a tendance à se disperser, Cette dispersion a comme conséquence l'altération des agrégats des sols. Le sol devient alors dur et compact (lorsqu'il est sec) réduisant ainsi les vitesses d'infiltration de l'eau et d'air, affectant ainsi sa structure.

On exprime le Danger d'alcalinité d'une eau d'irrigation par le SAR (Sodium Absorption Ratio), Cet indice mesure la concentration relative du sodium par rapport au calcium et au magnésium.

Le SAR est défini par l'équation suivante :

$$SAR = NA / (\sqrt{(CA + Mg)/2}) \dots \dots \dots \text{II.1}$$

Avec :Na: Sodium en meq./L

Ca: Calcium en meq./L

Mg: Magnésium en meq./L

$$SAR = 44 / \left(\frac{\sqrt{87+21}}{2} \right) = 5.98$$

Tableau II.6 Le risque d'irrigation en fonction de la valeur du SAR

Classe	SAR	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

Commentaire des analyses :

D'après ces résultats, il ressort que :

- La conductivité électrique est de 672 μ mhos/cm.
- Le SAR est égal à 5.98 un risque Faible de salinité et le risque d'alcalinisation est nul et l'eau est de classe C2-S1, ces eaux sont donc considérées de bonne qualité pour l'irrigation.

C2– S1 : cette classe des eaux est destinée pour les zones non salines. Elles sont utilisables pour l'irrigation dans les conditions normales, pour une gamme de culture très large.

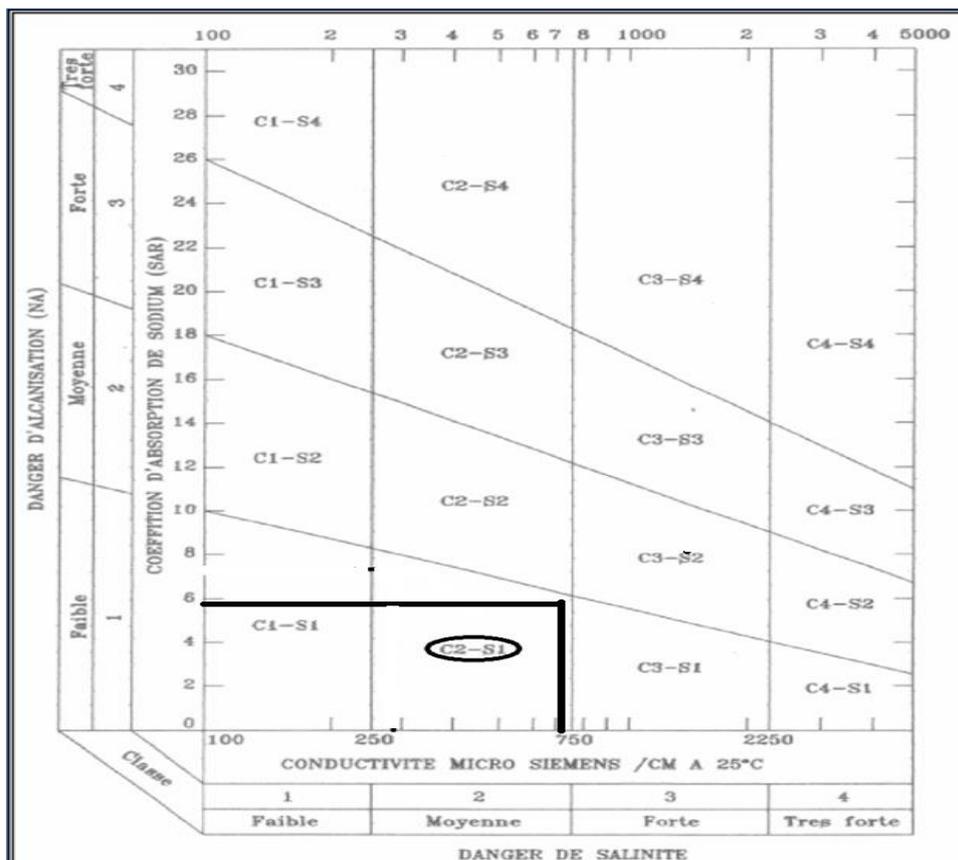


Figure II.2 : Diagramme de classification des eaux d'irrigation

II.8. Calcul de la pluie de projet :

II.8.1. Présentation de la station pluviométrique

Dans un projet d'irrigation il est indispensable de quantifier les pluies mensuelles et 'estimer les mois secs et humides pour une meilleure planification de l'irrigation.

Tableau II. 7 : caractéristiques principales de la station pluviométrique (ANRH Alger).

Nom de la station	Code	Les coordonnées		Altitude(m)	Période d'observation	Nombre d'observation
Seklafa	060104	X=467.5	Y=378.5	Z=995	1967_2018	53

Source :Alger ANRH 2022

II.8.2. Répartition de la pluie moyenne annuelle

Les précipitations représentent un facteur important dans un projet d'irrigation. La série des précipitations moyennes mensuelles de la station pluviométrique de Seklafa.

Tableau II. 8: Pluies moyennes mensuelles :

	sept	oct	nov	dec	janv	fev	mars	avril	mai	juin	juil	aout	annuel
1970	15,8	0	0	10,3	23,2	0	12,6	6,9	17,1	0	13,5	0	99,4
1971	0	9,5	66,9	25,4	16	14,5	42,2	7,4	11	15,5	10,8	13,9	233,1
1972	15,3	40,5	20,3	3,6	4	7,2	16,3	17,8	3,4	18,3	0,4	2,9	150
1973	6,3	0,7	37,7	20,4	0,8	22,1	55,3	45,4	7,1	73,5	5,9	0	275,2
1974	5,9	13	4,8	0,4	0,8	21,1	55,3	51,4	160,4	0	0	0	313,1
1975	22,5	3,8	9	86,6	0	152	60	3,5	26,7	38,8	40,9	12,6	456,4
1976	54,8	26,1	9,6	6,2	18,9	1,7	3,4	0,1	25,9	0	0	20,1	166,8
1977	9,4	2,6	27	0,4	6,6	0	0	0	8,3	8,6	0	0	62,9
1978	6,5	30,7	0	0,7	44,8	12,8	4,6	4,6	4,8	15,6	0	0	125,1
1979	58,1	5,2	0	6,6	5	30,4	57,1	12,8	2,6	0	0	0	177,8
1980	21,6	0	59	0	0	27	4,5	16,6	0	19,7	0	0	148,4
1981	107,6	13,8	0	7	43	29,7	2	69,3	3,5	0	0	0	275,9
1982	11,4	40	20,5	0	0	3,2	0	4,5	0	0	0	0	79,6
1983	11,4	7	0	0	0	0	0	0	32,2	13,5	0	0	64,1
1984	0	11,8	2,1	0,7	21,4	0	2,3	0	32,2	0	1	1,9	73,4
1985	0	2,7	22,1	11	14,9	7,7	90,4	1,1	13,5	0	0	7,5	170,9
1986	3,5	47,6	40,7	2,5	19,4	1,5	6,5	10,7	0	0	1,5	1	134,9
1987	0	0	9,4	5,2	1	0,8	0	7,3	11,5	26,6	0	2,5	64,3
1988	8,8	0	6,4	0	0	0	1	0	6,5	0	4,8	0	27,5
1989	0	0	2,4	0	40,2	0	2,6	16,1	47	0	0	0	108,3
1990	4	0	3,8	0	0	29,5	47,2	8,5	9	0	0	7,5	109,5
1991	27,2	57,7	4,3	29,1	12,8	6,3	31,6	4,4	23,3	0	9,2	0	205,9
1992	4,2	0	23,4	0,3	0,4	17,9	17,3	1,2	17,2	0	12,4	13,5	107,8
1993	4,1	0,3	3,3	0,5	17,7	0,8	23,3	0,2	0	9,3	0	11,2	70,7
1994	49,8	115,9	4,9	0,2	1,4	10,9	25,2	8,6	2,2	26,1	0,6	17,2	263
1995	21,5	79,2	0,6	13,1	23,5	16,4	83,2	8,7	21,6	40	3,3	6,8	317,9

1996	10	0	0	12	13,9	0,7	5,1	55,4	5	1,5	1	54,5	159,1
1997	68	21,2	18,7	8,9	6,5	11,8	4,4	14,5	13,6	7,6	0	18,1	193,3
1998	23	0	0	2,7	65,9	27,1	36,7	0,3	0,2	14,6	19,3	8,5	198,3
1999	29,2	6,3	11,1	50,2	0	0	0,7	0,7	6,2	10,3	5	0	119,7
2000	15,6	30,8	0,5	0,6	10,6	3,5	0,9	1,1	3,8	0,2	3,2	35,6	106,4
2001	26,6	17,2	2,7	12	8,1	0,6	0,6	22,7	12,9	0	0	35	138,4
2002	1,5	7,3	10,2	0,5	17,1	2,1	3,7	4,1	11,8	9,5	9,3	3,9	81
2003	2,6	73,1	15,8	13,9	0,2	16	26,1	36,8	30,4	13,5	21,7	16,7	266,8
2004	1,3	18,5	0,6	42,8	0	12	0,2	0,4	0,8	10,5	10,2	0,8	98,1
2005	57,6	33,4	5,4	9,4	23	6,7	0,9	15,8	56,6	2,9	9,4	2,4	223,5
2006	20	2	13,5	31,9	5	7,7	19,3	38,5	2,8	0	4	18,7	163,4
2007	17,5	28,2	4,4	3,3	0	23,1	2,4	0,7	10,5	13,5	0	8,1	111,7
2008	37,9	76,1	0	0	21,5	7,1	27,6	12,6	2,8	6,5	7,6	30,7	230,4
2009	117,9	0	0,8	2,6	13,1	25	3,3	12,9	17,6	9,1	5,9	12,3	220,5
2010	53,6	11,1	3,1	0,7	4,7	0,8	18	43,8	20,2	24,4	20,4	2,7	203,5
2011	14,8	17,6	11,1	2	10,2	2,9	28	3,3	6,2	17,5	13,6	2,3	129,5
2012	5,2	46,2	26,2	0	21,5	29,5	6	19,5	4,5	0	6	4,5	169,1
2013	20	6	3	34	13,5	9,5	20	0	27,5	20,5	4,5	5,5	164
2014	20	0	38	9,5	10	34	3,5	5	7	9,5	0	21,5	158
2015	20	3	19	4,5	8,5	28,5	2,4	5,5	6,55	0,4	0	2	100,35
2016	4,2	2	0,8	0,9	7,9	23	1,3	6	6,1	4,3	0	2,3	58,8
2017	7,5	15,5	2,5	0	8,9	9,3	22,5	12,5	63,3	6,2	23,8	83,8	255,8
2018	36,3	56,6	17,7	0	3,7	2,1	17,3	23,9	3,5	0	0	51,1	212,2

Cette série des pluies annuelles présente des caractéristiques statistiques suivantes :

Tableau II. 9: Caractéristiques de la série pluviométrique.

Moyenne	164 ,158(mm)
Écart type	83,447
cv	0,255
Pmin	27,5(mm)
Pmax	456,4(mm)

II .8.3 Étude de l'homogénéité de la série pluviométrique

Le test de Mood permet de savoir si la série de données pluviométrique est homogène ou non, cette méthode repose sur le procédé suivant :

Soit un échantillon x_1, x_2, \dots, x_n . Déterminons sa médiane M après avoir classé l'échantillon par ordre croissant. La médiane M est une constante des valeurs de telle sorte que 50% de X_i soient inférieures et 50% des X_i lui soient supérieures.

Remplaçons donc la série des valeurs non classées par une suite de signe + pour le $X_i > M$ - pour le $x_i < M$

Calculons les quantités N_s et T_s avec :

N_s : nombre totale de séries de + ou de - .

T_s : taille de la plus grande série de + ou de - .

Les conditions du test sont les suivantes :

N_s : nombre totale de séries de + ou de –

Les conditions du test sont suivantes :

$$1/2 (N + 1 - 1.96\sqrt{N - 1}) < N_s < 1/2(N + 1 + 1.96\sqrt{N - 1}) \dots \dots \dots \text{II.2}$$

$$T_s < 3.3 (\log_{10} N + 1) \dots \dots \dots \text{II.3}$$

Dans les cas de notre série :

les conditions		
N	49	
U		
N_s	19	
T_s	5	
condition T_s	5,60660101	4
condition N_s	18,0703535	14
condition N_s inf	31,9296465	
La moyenne	164,158163	
écart type	83,4470287	
médiane M	158	

On a : $0,5 \times (49 + 1 - 1.96 \times \sqrt{(49 + 1)}) = 18.07 < N_s$ et $0,5 \times (49 + 1 + 1.96 \times \sqrt{(49 + 1)}) = 31,92$

Et d'autre part : $3,3 \log_{10} (49+ 1) = 5,60 > T_s$

Le test d'homogénéité est vérifié

II .8.4 Ajustement de la série pluviométrique

Les séries pluviométriques peuvent être ajustées par de nombreuses lois statistiques, pour notre projet on utilise celles qui garantissent le meilleur ajustement possible.

Les lois d'ajustement les plus utilisées sont les suivantes :

- Loi de Gauss ou loi normale.
- Loi de Gibrat-Galton ou loi log normale.

Ces deux lois de probabilité continues dépendent de deux paramètres : son espérance μ et son écart type σ , dans le cas de la loi log normale, on les remplace par $\log(\mu, \sigma)$.

Pour les calculs nous avons utilisé le logiciel **HYFRAN**.

II.4.1.1 Ajustement à la loi log-normale :

Cette méthode est comme suit : les données statistiques des pluies sont rapportées à une autre échelle à savoir l'échelle du log-normal. Nous avons l'équation de la droite qui s'écrit comme suit :

$$\ln(Xp\%) = \ln(X) + \delta \ln \times U_{p\%} \dots\dots\dots \text{II.4}$$

\ln : symbole de l'opérateur mathématique correspondant au logarithme népérien.

$Xp\%$: précipitation probable à $p\%$.

$\ln(X)$: Moyenne arithmétique du log des précipitations observées.

$\delta \ln$: la variance, calculée pour les précipitations observées sous l'échelle logarithmique, sa formule s'écrit comme suit :

$$\bullet \delta \ln = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \ln(X)]^2} \text{ Si } n < 30 \text{ et } \delta \ln = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} [\ln(X_i) - \ln(X)]^2} \text{ Si } n > \text{ ou } = 49$$

• $U_{p\%}$: variable réduite de Gauss.

P. retour T (ans)	L'écart type	Freq. Non Dépassement	Quantile (mm)	Intervalle de confiance
5	7,47	0,8	226	211- 241
2.0	5,19	0.5000	183	173 - 193
1.25	4,9	0.2000	148	139 - 158

Tableau II.11 Résultat de l'ajustement à la loi log-normale (Hyfran).

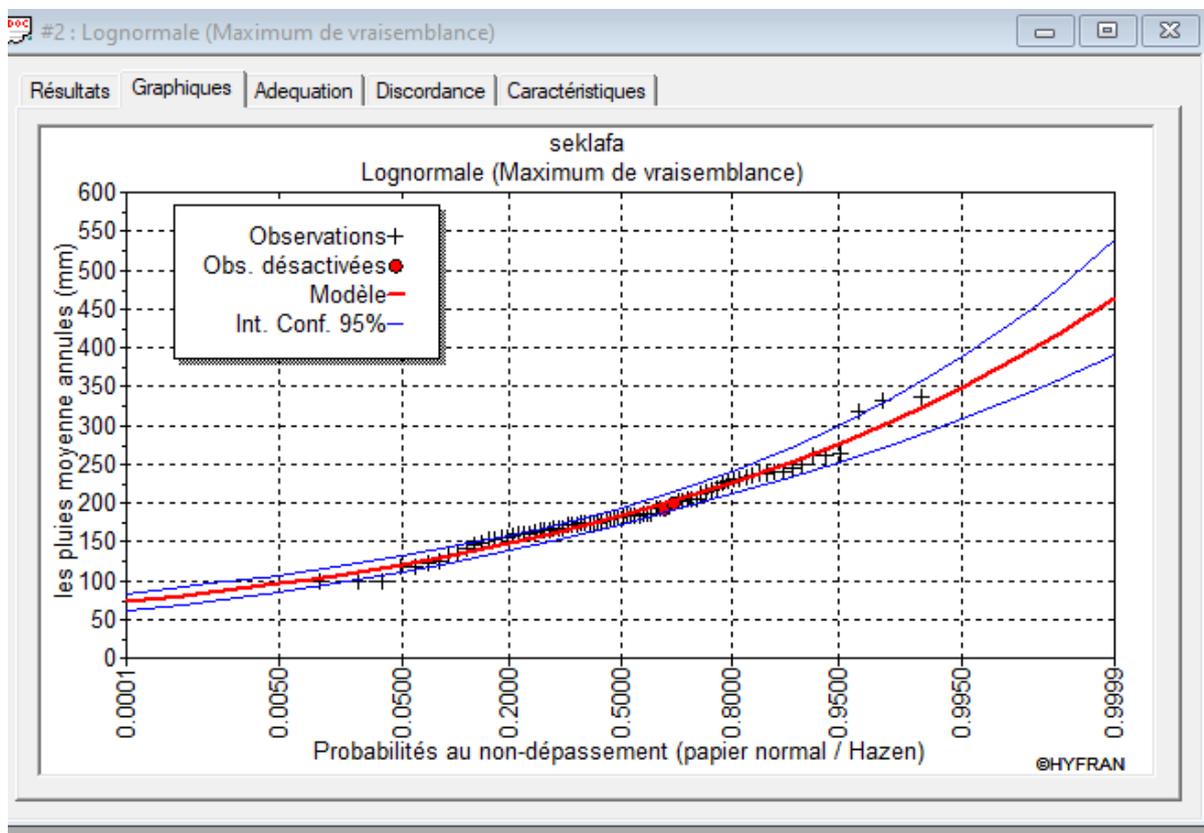


Figure II.3: courbe d'ajustement des pluies à la loi log-normal

Pour le calcul nous avons utilisé le logiciel HYFRAN.

II.4.1.2 Ajustement à la loi normale :

La fonction de répartition est :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{u^2}{2}} du \dots\dots \text{II.5} \quad \text{Avec :} \quad u = \frac{x-\mu}{\sigma}$$

X : Moyenne

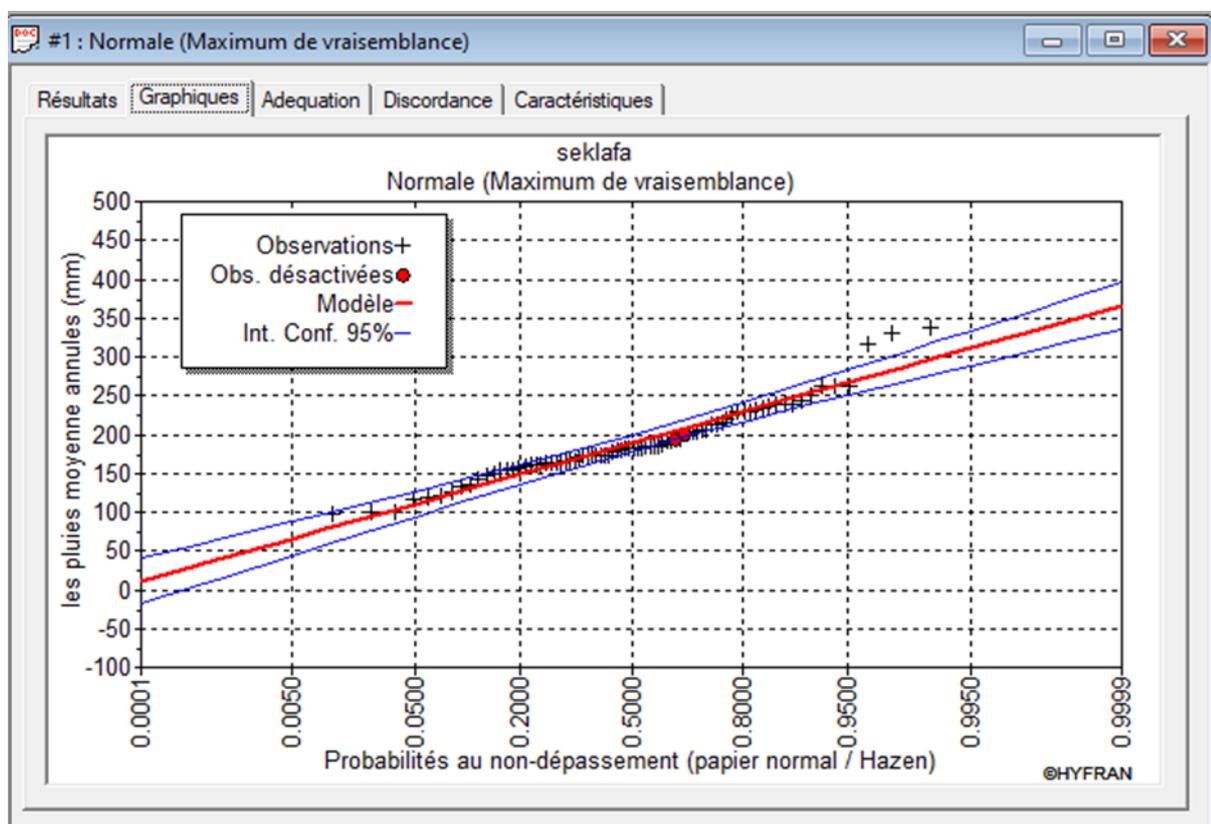
σ : L'écart type

Les résultats de l'Ajustement de la série des pluies moyenne annuelles de la station d'El-Milia obtenu par le logiciel HYFRAN sont résumés ci-après.

Pour les calculs, nous avons utilisé le logiciel HYFRAN. Les résultats de calcul sont détaillés dans le tableau suivant :

Tableau II.12 Résultat de l'ajustement à la loi Normale (Hyfran)

P. retour T (ans)	L'écart type	Freq. Non Dépassement	Quantile (mm)	Intervalle de confiance
5	6,29	0,8000	229	216- 241
2.0	5,40	0.5000	189	178 - 199
1.25	6,29	0.2000	149	136 - 161



Test de validité d'un ajustement

Après un ajustement, il convient de comparer l'adéquation de ces lois afin d'adopter le meilleur ajustement. L'un des tests le plus employé, est le test de Khi-carré (χ^2). ce test permet de juger la qualité de l'ajustement d'une distribution théorique à une distribution expérimentale.

À partir du logiciel HYFRAN on obtient les résultats suivants :

Loi normal χ^2 calculé =14,79	Loi log-normale χ^2 calculé=13,10
Degrés de liberté=8	
Nombre de classe=11	

Donc : χ^2 calculée < χ^2 théorique (Pour les deux lois)

L'adéquation de la loi est bien définie, ce qui résulte que l'ajustement est correct avec une certaine probabilité : $1-\alpha$ soit 95%. D'après le test de Khi carré, on déduit que la loi log normale présente un meilleur ajustement de la série des pluies annuelles de la station des Seklafa.

Détermination de l'année de calcul :

Le but principal de la détermination de l'année de calcul, est de connaître la quantité de pluie qui peut être utilisée par la plante, c'est une fraction de la pluie efficace (pluie de probabilité 80%).

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

$$P_{80\%}^{sec} = P_{moy.i} \times \frac{P_{80\%}}{P_{50\%}} \dots \dots \dots \text{II.6}$$

Avec :

- $P_{80\%}^{sec}$: la précipitation mensuelle de l'année de calcul
- $P_{moy.i}$: La précipitation moyenne mensuelle
- $P_{80\%}$: La précipitation théorique annuelle de fréquence 80%
- $P_{50\%}$: La précipitation théorique annuelle de fréquence 50%

D'après les résultats de l'ajustement par la loi normal on trouve :

- $P_{an_{50\%}} = 183$ mm.
- $P_{an_{80\%}} = 148$ mm.

Les pluies de fréquence 80% suivant la loi Log-Normale, sont données comme suit :

Tableau 10: La pluviométrie moyenne mensuelle de probabilité 80%

MOIS	sept	oct.	nov.	déc.	janv.	fév.	mars	avril	mai	juin	juil.	aout
Pmoy (mm/mois)	22,04	20,00	11,90	9,64	12,03	14,21	18,26	13,12	16,46	9,95	5,49	11,01
Pmoy80% (mm/mois)	17,83	16,18	9,63	7,80	9,73	11,50	14,77	10,61	13,32	8,05	4,44	8,91

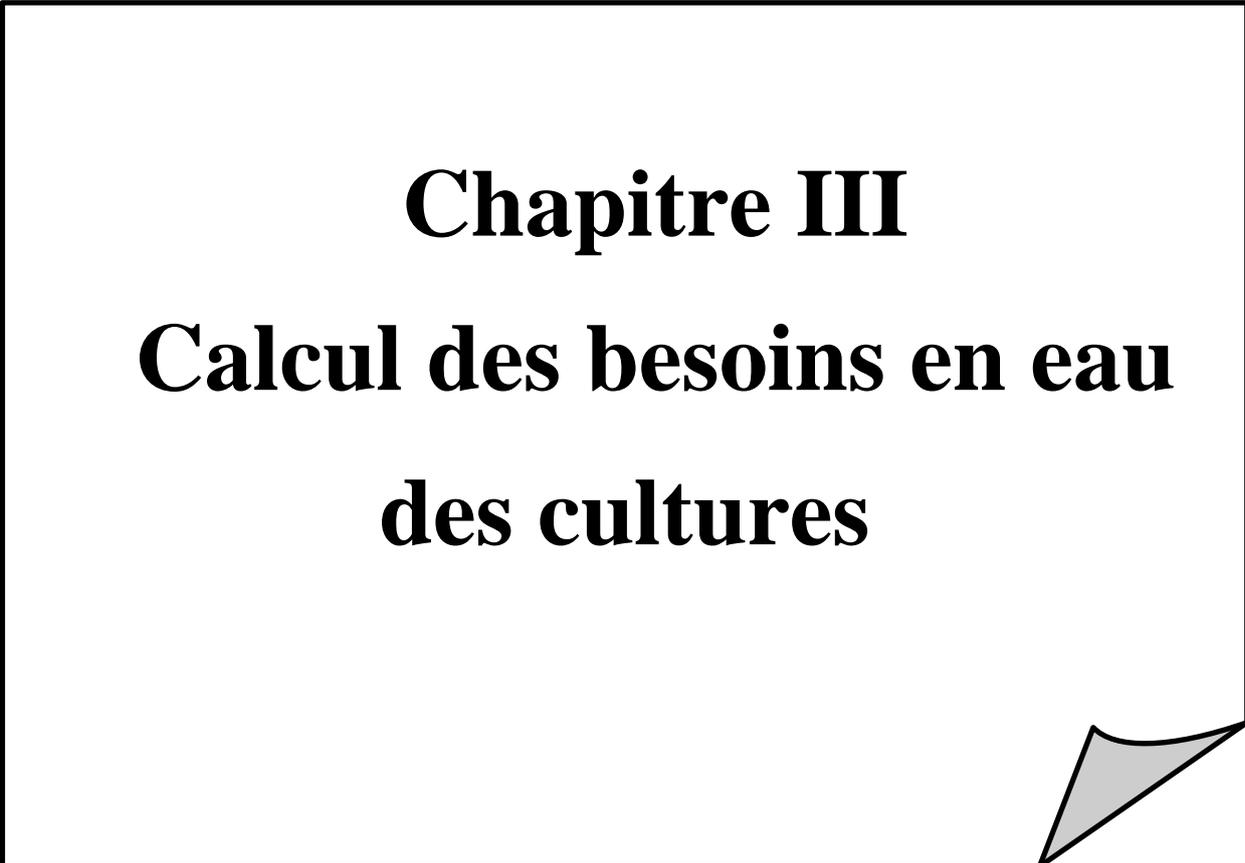
Conclusion :

Ce chapitre a été consacré à l'étude des ressources en sol et en eau qui sont essentielles pour la réalisation d'un projet d'irrigation dans la région étudiée.

L'analyse agro-pédologique de la zone d'étude et les analyses physico-chimiques des sols ont mis en évidence des propriétés adéquates pour toute mise en valeur de ce périmètre.

L'eau du barrage de Seklafa présente une faible salinité, elle est donc bonne pour l'irrigation. En effet, les analyses, et le diagramme de classification d'eau ont démontré que l'eau provenant de ce barrage est parfaitement adaptée à cet usage.

Cette qualité de l'eau est essentielle pour garantir la faisabilité du projet d'irrigation, car elle contribuera au développement des cultures et à l'optimisation des rendements agricoles.



Chapitre III
Calcul des besoins en eau
des cultures

Chapitre III : Calcul des besoins en eau des cultures

III.1. Introduction

L'objectif de ce chapitre consiste à évaluer les exigences hydriques des cultures en utilisant les calculs énoncés antérieurement, afin de pallier le déficit en eau au niveau de la couche de sol active.

L'irrigation des plantes entraîne la libération d'eau par le biais de la transpiration des feuilles, tandis que le reste s'évapore depuis le sol. L'estimation des besoins en eau des cultures est la première étape de tout aménagement hydro-agricole, puisqu'elle permet une bonne gestion de l'eau d'un périmètre.

III.2. Besoin en eau du périmètre :

La connaissance de la valeur des besoins en eau des cultures est à la base de tout projet d'irrigation, leur détermination nécessite la connaissance de divers paramètres concernant, aussi bien la plante elle-même que les données climatiques ou pédologiques de la région définie auparavant.

III.2.1 Calcul des besoins en eau

Les exigences hydriques des cultures peuvent être caractérisées comme la quantité d'eau fournie à la plante aux moments appropriés, avec pour objectif d'établir les conditions optimales d'humidité nécessaires pour atteindre un rendement maximal.

Le calcul des volumes d'eau à apporter par irrigation est réalisé en effectuant période pour chaque stade végétatif le bilan hydrique suivant :

$$B_i = ETM - (P_{eff} + RS_{i-1}) \dots \dots \dots III.1$$

Où :

- **ETM**: est la valeur de l'évapotranspiration maximale en mm, elle est égale à :
 $ET_0 * K_c$
- **Kc** : le coefficient culturel de la culture considérée.
- **Peff** : est la pluie efficace.
- **RS_{i-1}** : La réserve utile du sol du mois précédent.

III.2.2. Calcul de l'évapotranspiration potentielle de référence :(ET₀)

L'évapotranspiration combine l'évaporation d'un sol et la transpiration d'une plante. L'évapotranspiration de référence est l'évapotranspiration maximale d'un gazon ras complètement le sol, bien alimenté en eau, en phase active de croissance et situé au sein d'une parcelle suffisamment étendue.

➤ Calcul de l'évapotranspiration :

Il existe plusieurs méthodes pour le calcul de l'évapotranspiration de référence, ces méthodes sont réparties en deux classes :

- Les méthodes directes et indirectes.

Les méthodes directes : telles que La cuve lysimétrique et le bac évaporant.

Les méthodes indirectes : permettent de calcul l'ET₀ à partir de formules basées sur des paramètres climatiques qu'on appelle des formules empiriques dont les principales sont :

- Prinstley- Taylor
- Turc
- Blaney – Cridle
- Thornthwaite
- Penman

Dans notre cas, nous l'avons évaluée par la méthode la plus utilisée la méthode de Penman et Monteith Modifiée.

➤ Formule Modifiée de Penman_ Monteith :

La formule de Penman-Monteith modifiée est la formule la plus utilisé depuis 1948 et elle est recommandée par le FAO, elle est détaillée comme suit :

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{Cste}{T + 273} \mu_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34\mu_2)} \dots\dots\dots III.2$$

Avec :

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

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

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

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

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

e_s : pression de vapeur saturante [kPa],

e_a : pression de vapeur réelle [kPa],

Les résultats de l'évapotranspiration de référence ET_0 calculés à l'aide du logiciel CROPWAT 8.0 selon la formule de Penman&Monteith modifiée sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau III.1 : évapotranspiration de référence ET_0 calculée par le logiciel CROPWAT.

Mois	Temp Min	Temp Max	Humidité	Vent	Insolation	Ray.	ET_0
	°C	°C	%	km/jour	heures	MJ/m ² /jour	mm/jour
Janvier	2.4	14.5	61	181	6.9	11.4	55.8
Février	3.8	16.9	52	190	9.7	16.7	75.6
Mars	5.1	20.7	36	199	9.2	19.4	123.4
Avril	10.5	25	33	337	9.8	22.8	189.0
Mai	13.7	27	34	328	11.4	26.6	220.4
Juin	19.5	34.7	27	216	11.5	27.1	230.7
Juillet	23.4	39.3	23	225	12.8	28.7	275.9
Août	22.3	37.9	31	251	11.1	25.1	257.9
Septembre	20	34.5	37	328	9.5	20.6	231.6
Octobre	9.8	24.5	45	199	9.1	16.9	126.8
Novembre	6.2	20.2	36	216	8.3	13.2	100.5
Décembre	0	14.6	52	207	8.3	12	65.1
Annee							1952.7

III.3. Calcul de la pluie efficace

C'est la fraction des pluies totales réellement utilisée par la culture, elle dépend de la nature de la pluie et du type de sol. Dans les régions sahariennes, en raison des sols sableux et des précipitations mensuelles très variables faibles, la pluie utile est généralement négligeable.

III.4. Calcul de la réserve en eau du sol :

C'est la quantité d'eau que le sol peut absorber et restituer à la plante on nomme réserve facilement utilisable (RFU), la quantité d'eau égale (1/3) ou (2/3) de la réserve utile (RU), tel que :

Dans notre cas, la réserve en eau du sol du mois i -a est égal à :

$$R_s = K * RFU (i-1) \dots \dots \dots \text{III.3}$$

K est coefficient = 1 ou 1/2 ,1/3 ou 0 dans le cas de réserve en eau nulle.

- Dans notre cas, La réserve en eau du sol i-1 est considérée comme nulle vu que la région est aride et le sol relativement limoneux-sablonneux

III.4.1 Choix des cultures

Plusieurs paramètres entrent dans la décision de choix des cultures à mettre en place, ces paramètres sont :

- Le climat de la région considère
- Le type de sol et les contraintes pédologiques
- La disponibilité des ressources en eau
- La vocation de la région et les contraintes socio-économiques

III.4.2. Les cultures proposées :

L'objectif de ce projet est de développer la production céréalière et maraichère, en premier lieu, pour cela, les cultures proposées sont indiquée dans le tableau III.3 :

Tableau III.3 : système de cultures proposées.

Céréaliculture	Culture maraichères	Culture arboricoles
Blé dur	Tomate	olivier
Orge	carottes	grenadier
blé tendre	Pomme de terre	
	Oignon /Ail	
	aubergine	

III.4.3 Assolements/rotation des cultures :

L'assolement est la pratique consistant à faire alterner différentes cultures sur un même champ au fil du temps. Son objectif est de préserver et d'améliorer la fertilité des sols tout au long des saisons. On peut également le décrire comme la diversité des cultures cultivées géographiquement à un moment donné.

Tableau III.4 : Assolement proposé pour le périmètre Seklafa.

Assolement 2	Assolement 1
1^{er} Sole : blé dure	1 ^{er} Sole : blé tendre _2 ^{ème} sole : tomate
2^{ème} Sole : pomme de terre	3 ^{ème} sole : oignon-ail _4 ^{ème} sole : aubergine
	5 ^{ème} sole : carottes _6 ^{ème} sole : orge

III.5.1 Estimation des besoins en eau des céréales :**Calcul des besoins en eau des cultures**

- **Besoin en eau du blé dur :**

mois	ET0	Pe _{eff}	K _c	ETM	Besoin irri nets (mm)	besoin net (m ³ /ha)
sep	231.64	0		0	0	0
oct	126.81	0	0.3	38.04	38.04	380.43
nov	100.37	0	0.4	40.15	40.15	401.48
dic	65.13	0	0.7	45.6	45.6	455.91
jan	55.91	0	0.85	47.5	47.5	475.235
fev	75.6	0	1.05	79.4	79.4	793.8
mars	123.52	0	0.95	117.3	117.3	1173.44
avr	189.11	0	0.8	151.3	151.3	1512.88
mai	220.44	0	0.6	132.3	132.3	1322.64
juin	230.62	0	0.4	92.3	92.3	922.48
juill	275.79	0		0	0	0
aout	257.87	0		0	0	0

- **Besoin en eau du blé tendre :**

mois	ET0	K _c	ETM	Besoin irri nets	besoin net (m ³)
sep	231.64		0	0	0
oct	126.81		0	0	0
nov	100.37	0.4	40.148	40.14	401.48
dic	65.13	0.7	45.591	45.59	455.91
jan	55.91	0.85	47.5235	47.523	475.23
fev	75.6	1.05	79.38	79.38	793.8
mars	123.52	0.95	117.344	117.34	1173.44
avr	189.11	0.8	151.288	151.28	1512.88
mai	220.44	0.65	143.286	143.28	1432.86
juin	230.62	0.45	103.779	103.77	1037.79
juill	275.79		0	0	0
aout	257.87		0	0	0

- **Besoin en eau du Orge :**

mois	ETO	Pe _{eff}	K _c	ETM	Besoin irri nets
sep	231.64	0		0	0
oct	126.81	0		0	0
nov	100.37	0	0.45	45.16	45.16
dic	65.13	0	0.55	35.82	35.82
jan	55.91	0	0.75	41.93	41.93
fev	75.6	0	0.9	68.04	68.04
mars	123.52	0	0.95	117.34	117.34
avr	189.11	0	0.8	151.28	151.28
mai	220.44	0	0.75	165.33	165.33
juin	230.62	0	0.45	103.77	103.77
juill	275.79	0		0	0
aout	257.87	0		0	0

III.5.2 Estimation des besoins en eau des maraichères :

- **Besoin en eau de la tomate :**

mois	ETO	Pe _{eff}	K _c	ETM	Besoin irri nets	besoin net (m3)
sep	231.64	0		0	0	0
oct	126.81	0		0	0	0
nov	100.37	0		0	0	0
dic	65.13	0		0	0	0
jan	55.91	0		0	0	0
fev	75.6	0		0	0	0
mars	123.52	0	0.5	61.76	61.76	617.6
avr	189.11	0	0.6	113.46	113.46	1134.66
mai	220.44	0	0.7	154.30	154.30	1543.08
juin	230.62	0		0	0	0
juill	275.79	0		0	0	0
aout	257.87	0		0	0	0

- **Besoin en eau de la pomme de terre :**

mois	ETO	Peff	Kc	ETM	Besoin irri nets	besoin net (m3)
sep	231.64	0		0	0	0
oct	126.81	0		0	0	0
nov	100.37	0		0	0	0
dic	65.13	0		0	0	0
jan	55.91	0		0	0	0
fev	75.6	0		0	0	0
mars	123.52	0	0.5	61.76	61.76	617.6
avr	189.11	0	0.8	151.28	151.28	1512.88
mai	220.44	0	1.05	231.46	231.46	2314.62
juin	230.62	0	0.75	172.96	172.96	1729.65
juill	275.79	0		0	0	0
aout	257.87	0		0	0	0

- **Besoin en eau d'oignon :**

mois	ETO	Peff	Kc	ETM	Besoin irri nets	besoin net (m3)
sep	231.64	0	0.5	115.82	115.82	1158.2
oct	126.81	0	0.75	95.10	95.10	951.07
nov	100.37	0	0.95	95.35	95.35	953.51
dic	65.13	0	0.7	45.59	45.59	455.91
jan	55.91	0		0	0	0
fev	75.6	0		0	0	0
mars	123.52	0		0	0	0
avr	189.11	0		0	0	0
mai	220.44	0		0	0	0
juin	230.62	0		0	0	0
juill	275.79	0		0	0	0
aout	257.87	0		0	0	0

- **Besoin en eau de l'ail :**

mois	ETO	Peff	Kc	ETM	Besoin irri nets	besoin net (m3)
sep	231.64	0		0	0	0
oct	126.81	0	0.5	63.40	63.40	634.05
nov	100.37	0	0.75	75.27	75.27	752.77
dic	65.13	0	0.95	61.87	61.87	618.73
jan	55.91	0	0.95	53.11	53.11	531.14
fev	75.6	0	0.75	56.7	56.7	567
mars	123.52	0		0	0	0
avr	189.11	0		0	0	0
mai	220.44	0		0	0	0
juin	230.62	0		0	0	0
juill	275.79	0		0	0	0
aout	257.87	0		0	0	0

- **Besoin en eau de la carotte :**

mois	ETO	Peff	Kc	ETM	Besoin irri nets	besoin net (m3)
sep	231.64	0	0.8	185.31	185.31	1853.12
oct	126.81	0	1	126.81	126.81	1268.1
nov	100.37	0	1.1	110.40	110.40	1104.07
dic	65.13	0	0.75	48.84	48.84	488.475
jan	55.91	0		0	0	0
fev	75.6	0		0	0	0
mars	123.52	0		0	0	0
avr	189.11	0		0	0	0
mai	220.44	0		0	0	0
juin	230.62	0		0	0	0
juill	275.79	0		0	0	0
aout	257.87	0		0	0	0

- **Besoin en eau de l'aubergine :**

mois	ETO	Pe _{eff}	K _c	ETM	Besoin irri nets	besoin net (m ³)
sep	231.64	0				
oct	126.81	0		0	0	0
nov	100.37	0		0	0	0
dic	65.13	0		0	0	0
jan	55.91	0		0	0	0
fev	75.6	0	0.5	110.22	110.22	1102.2
mars	123.52	0	0.5	115.31	115.31	1153.1
avr	189.11	0	0.8	220.63	220.63	2206.32
mai	220.44	0	0.8	206.29	206.29	2062.96
juin	230.62	0				
juill	275.79	0				
aout	257.87	0				

III.5.3. Estimation des besoins en eau des arboricoles :

- **Besoin en eau de l'Olivier :**

mois	ETO	Pe _{eff}	K _c	ETM	Besoin irri nets	besoin net (m ³)
sep	231.64	0	0.85	196.89	196.89	1968.94
oct	126.81	0	0.6	76.08	76.08	760.86
nov	100.37	0	0.6	60.22	60.22	602.22
dic	65.13	0	0.6	39.07	39.07	390.78
jan	55.91	0	0.6	33.54	33.54	335.46
fev	75.6	0	0.6	45.36	45.36	453.6
mars	123.52	0	0.6	74.11	74.11	741.12
avr	189.11	0	0.7	132.37	132.37	1323.77
mai	220.44	0	0.7	154.30	154.30	1543.08
juin	230.62	0	0.7	161.43	161.43	1614.34
juill	275.79	0	0.85	234.42	234.42	2344.21
aout	257.87	0	0.85	219.18	219.18	2191.89

- **Besoin en eau du grenadier :**

mois	ETO	Peff	Kc	ETM	Besoin irri nets	besoin net (m3)
sep	231.64	0	0.75	173.73	173.73	1737.3
oct	126.81	0	0.55	69.74	69.74	697.455
nov	100.37	0	0.55	55.20	55.20	552.035
dic	65.13	0	0.55	35.82	35.82	358.21
jan	55.91	0	0.55	30.75	30.75	307.50
fev	75.6	0	0.65	49.14	49.14	491.4
mars	123.52	0	0.65	80.28	80.28	802.88
avr	189.11	0	0.65	122.92	122.92	1229.21
mai	220.44	0	0.65	143.28	143.28	1432.86
juin	230.62	0	0.75	172.96	172.96	1729.65
juill	275.79	0	0.75	206.84	206.84	2068.42
aout	257.87	0	0.75	193.40	193.40	1934.02

III.6. Calcul des besoins en eau pour les assolements 1 et 2 :

Tableau III.7 : Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 1

Besoins en eau Nets en (mm) et (m³ /ha)

culture/mois	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août
grenadier	173.73	69.74	55.20	35.82	30.75	49.14	80.28	122.92	143.28	172.96	206.84	193.40
olivier	196.89	76.08	60.22	39.07	33.54	45.36	74.11	132.37	154.30	161.43	234.42	219.19
blé dure	0	38.04	40.14	45.59	47.52	79.38	117.34	151.28	132.26	92.24	0	0
blé tendre	0	0	40.14	45.59	47.52	79.38	117.34	151.28	143.28	103.77	0	0
orge	0	0	45.16	35.82	41.93	68.04	117.34	151.28	165.33	103.77	0	0
aubergine		0	0	0	0	37.8	61.76	151.28	176.35	0	0	0
pomme de terre	0	0	0	0	0	0	61.76	151.28	231.46	172.96	0	0
oignon	115.82	95.10	95.35	45.59	0	0	0	0	0	0	0	0
Ail	0	63.40	75.27	61.87	53.11	56.7	0	0	0	0	0	0
Tomate	0	0	0	0	0	0	61.76	113.46	154.30	0	0	0
Carottes	185.31	126.81	110.40	48.84	0	0	0	0	0	0	0	0
Total Besoins en eau NET (mm)	671.75	469.19	521.92	358.21	254.39	415.8	691.71	1125.20	1300.59	807.17	441.26	412.59
Total Besoins en eau Net (m ³ /ha)	6717.56	4691.97	5219.24	3582.15	2543.90	4158	6917.12	11252.04	13005.96	8071.7	4412.64	4125.92
Total Besoins en eau brut (m ³ /ha)	8956.74	6255.96	6958.98	4776.2	3391.87	5544	9222.82	15002.72	17341.28	10762.26	5883.52	5501.23
q (débit spécifique en l/s/ha)	3.77	2.63	2.93	2.01	1.43	2.33	3.88	6.31	7.29	4.53	2.48	2.32

Tableau III.8 : Récapitulatif des besoins nets (mm) pour l'assolement 2

Culture/mois	septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août
grenadier	173.73	69.74	55.20	35.82	30.75	49.14	80.28	122.92	143.28	172.96	206.84	193.40
blé dure	0	38.04	40.14	45.59	47.52	79.38	117.34	151.28	132.26	92.25	0	0
blé tendre	0	0	40.14	45.59	47.52	79.38	117.34	151.28	143.28	103.77	0	0
orge	0	0	45.16	35.82	41.93	68.04	117.34	151.28	165.33	103.77	0	0
aubergine	0	0	0	0	0	37.8	61.76	151.28	176.35	0	0	0
pomme de terre	0	0	0	0	0	0	61.76	151.28	231.46	172.96	0	0
oignon	115.82	95.11	95.35	45.59	0	0	0	0	0	0	0	0
Ail	0	63.41	75.27	61.87	53.11	56.7	0	0	0	0	0	0
Total Besoins en eau NET (mm)	289.55	266.30	351.29	270.29	220.84	370.44	555.84	879.36	991.98	645.73	206.84	193.40
Total Besoins en eau Net (m3/ha)	2895.5	2663.01	3512.95	2702.89	2208.44	3704.4	5558.4	8793.61	9919.8	6457.36	2068.43	1934.02
Total Besoins en eau brut (m3/ha)	3860.67	3550.68	4683.93	3603.86	2944.59	4939.2	7411.2	11724.82	13226.4	8609.81	2757.9	2578.7
q(débit spécifique en l/s/ha)	1.62	1.49	1.97	1.52	1.24	2.08	3.12	4.93	5.56	3.62	1.16	1.08

III.7. Calcul du débit spécifique

Les débits spécifiques sont calculés en fonction des besoins en eau de chaque culture évaluée précédemment, en se basant sur la répartition des cultures. La quantité d'eau d'irrigation nécessaire pour satisfaire les besoins de pointe est fournie sous la forme d'un débit constant, disponible 22 heures par jour, afin de répondre aux exigences mensuelles de consommation.

En se basant sur les deux tableaux, le débit spécifique de l'Assolement 1 est retenu car il présente les besoins les plus élevés.

$$q_s = (B_{\text{pointe}} \times 10 \times 1000) / (K \times N_h \times N_j \times 3600) \dots \dots \dots \text{III.4}$$

Avec :

B : Besoins Net de mois de point 1344.68 (mm/mois).

q_s : Débit spécifique (l/s/ha).

K : Coefficient d'efficacité globale du système d'irrigation ($k = 0,75$).

N_h : nombre d'heures d'irrigation = 22 h.

N_j : nombre de jours par mois = 30 jours.

Application numérique :

$$Q_s = (13005.96 * 10 * 1000) / (3600 * 22 * 30 * 0.75) = 7.291 \text{ l/s/ha}$$

Le débit spécifique obtenu est supérieur à 1.5, il y'a un risque de surdimensionnement des Conduites de refoulement ou gravitaire.

Dans notre cas, on prend donc le débit spécifique de la culture la plus exigeante (Olivier, mois de Juillet) pour le mois de Pointe:

$$Q_s = 1.30 \text{ l/s/ha}$$

III.7.2. Évaluation du débit caractéristique :

Le calcul du débit caractéristique consiste à évaluer le débit maximal requis par le système d'irrigation pour chaque parcelle, en obtenant ce débit par la multiplication du débit de pointe avec la surface agricole utile. Ainsi, on peut exprimer cette relation mathématiquement :

$$Q_{\text{car}} = q_s * S \dots \dots \dots \text{III.5}$$

$$Q_{\text{car}} = 1.30 * 238 = 309.4 \text{ l/s}$$

III.7.3. Estimation des volumes d'eau d'irrigation :

L'estimation des volumes d'eau d'irrigation permet d'anticiper les quantités d'eau stockées dans la retenue et de planifier plus efficacement l'arrosage.

Le volume estimé des besoins en eau est calculé en multipliant les besoins bruts de la culture (en m3) par la surface cultivée du périmètre.

Ces estimations sont présentées dans le tableau dédié aux volumes d'eau requis pour notre périmètre.

Tableau III.9 tableau récapitulatif des volumes d'eau nécessaires

culture/mois	superficie(Ha)	Besoins nut total	Volume d'eau (m3)
grenadier	21	15695.2529	329600.3
olivier	35	16788.5647	587599.8
blé dure	29	9917.72667	287614.1
blé tendre	20	9711.19333	194223.9
Orge	10	9716.02	97160.2
aubergine	41	5025.88235	206061.2
pomme de terre	24	7264.41176	174345.9
oignon	34	4139.64706	140748.0
Ail	4	3651.41765	14605.7
Tomate	10	3876.87059	38768.7
Carottes	10	5545.60588	55456.1
volume d'eau (m3)	238	91332.5929	2 126 183.7

D'après le tableau précédent, on voit que le volume total nécessaire à notre périmètre est de 2 126 183.7m3.

Si le barrage de seklafa ne suffit pas pour l'irrigation de périmètre de Seklafa, plusieurs alternatives peuvent être explorées. Le forage de puits pour atteindre des nappes phréatiques est une option, nécessitant des études géologiques pour localiser des emplacements propices au forage. De plus, dans certaines régions désertiques, les aquifères souterrains appelés eaux souterraines fossiles pourraient être exploités, bien que leur utilisation doive être gérée de manière durable pour éviter l'épuisement des ressources. Une autre avenue à considérer est l'utilisation d'eaux usées traitées, en complément du recyclage des eaux usées, en explorant des méthodes avancées de traitement pour les rendre appropriées à l'irrigation agricole. Ces solutions nécessitent une approche réfléchie, avec une attention particulière aux caractéristiques géologiques de la région et à la durabilité de l'exploitation des ressources en eau.

III.. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons accompli une étape cruciale dans la planification d'un projet d'irrigation à savoir l'estimation des besoins en eau. Cette démarche revêt une importance primordiale car elle permet de déterminer de manière optimale la capacité du réseau d'approvisionnement en eau.

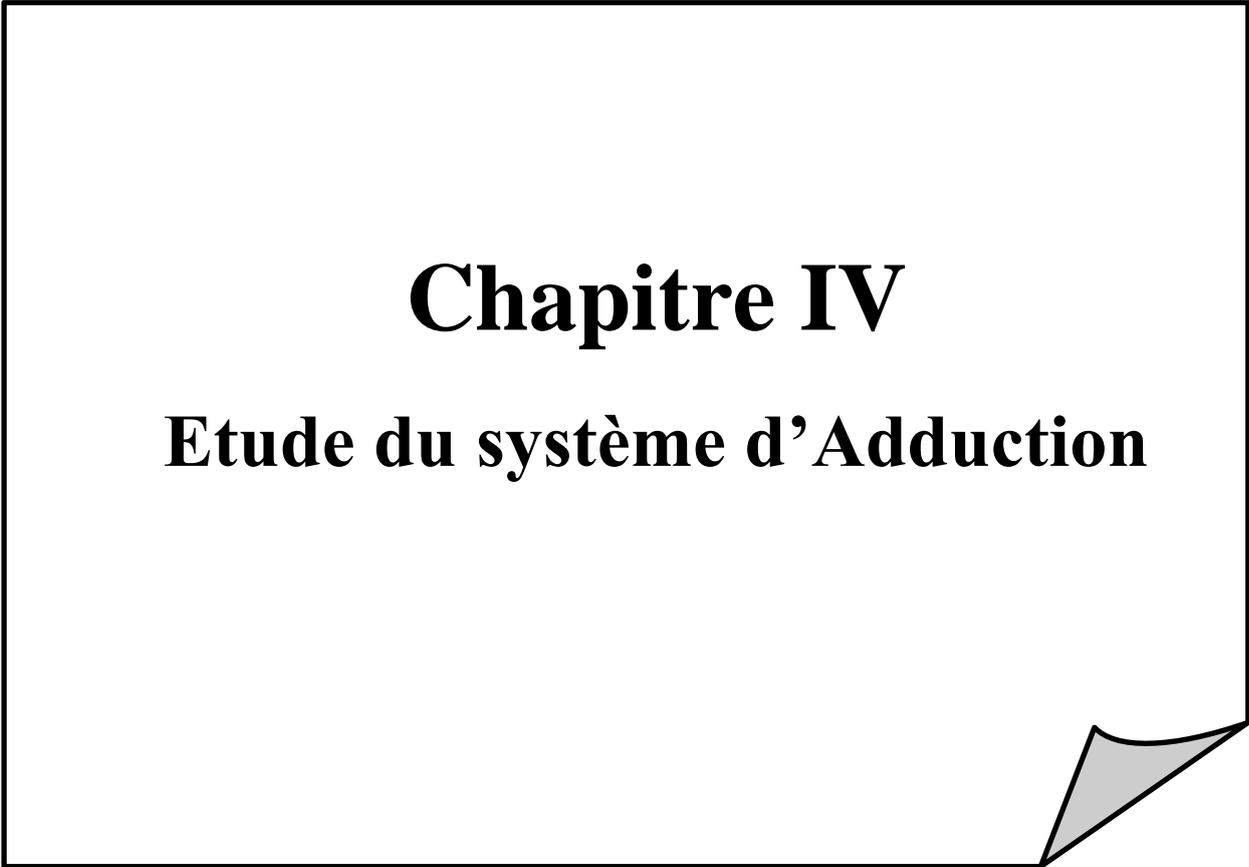
Notre approche s'est articulée en plusieurs étapes clés.

-D'abord, nous avons procédé à l'estimation de l'évapotranspiration de référence, qui constitue le fondement essentiel pour évaluer les besoins en eau, à partir de laquelle nous avons calculé les besoins en eau pour chaque culture.

Ensuite, en fonction d'un scénario d'occupation du sol approprié à la zone d'étude, nous avons judicieusement sélectionné les cultures adéquates. Cette démarche stratégique a permis d'assurer une compatibilité optimale entre les cultures et les caractéristiques de la région.

En nous appuyant sur ces données, nous avons procédé au calcul minutieux des besoins en eau spécifiques à chaque culture.

Après des calculs approfondis, nous avons évalué que les volumes d'eau d'irrigation nécessaires pour notre périmètre atteignent environ 2 200 000 m³. Cette estimation constitue un pilier fondamental pour la mise en œuvre efficace de notre projet d'irrigation, garantissant ainsi une utilisation rationnelle des ressources hydriques et une optimisation durable de notre réseau d'adduction.



Chapitre IV

Etude du système d'Adduction

Chapitre IV : Etude du système d'adduction-distribution

IV.1. Introduction :

L'organisation d'un réseau d'adduction et de distribution est l'une des étapes essentielles d'un aménagement hydro-agricole d'un périmètre. Ce chapitre est consacré à l'étude et au dimensionnement du réseau d'adduction et de distribution, en se basant sur les données et les caractéristiques des besoins en eau des cultures, afin de calculer les paramètres hydrauliques de ce réseau, à savoir les diamètres et les pressions au niveau des bornes pour une meilleure gestion de l'eau au niveau du périmètre.

IV.2. Alimentation en eau du périmètre :

Pour promouvoir le développement et améliorer la gestion des grands périmètres d'irrigation du Sud Algérien, une attention particulière a été portée à la création du périmètre de Seklafa, localisé dans la wilaya de Laghouat.

Ce périmètre comprend huit (08) secteurs d'aménagement hydro-agricole, avec une superficie totale d'environ 1400 ha, répartis entre les secteurs de la manière suivante :

- ✓ Périmètres de Tadjmout :
 - périmètre de faidja (Est et Ouest, 436 ha)
 - périmètre de benguenet (261 ha)
 -
- ✓ Périmètres de l'oued M'zi :
 - périmètre de la zone El-hania (26 ha)
 - périmètre de la zone Guetoutia (20 ha)
 - périmètre de la zone Khacha (33 ha)
 - périmètre de la zone Thamed (159 ha)
 - périmètre de la zone Oued m'zi (254 ha)
 - périmètre de la zone Oudjeh el Medouar (486 ha)

Le secteur Thamad, Hania, Khacha et Guetoutia dont la surface nette de 238 ha, sera irrigué à partir du barrage de Seklafa, qui est situé à une distance d'environ de 13.5 km du barrage.

Le barrage de Seklafa a une capacité de 8 hm³, ce barrage est destiné à l'alimentation en eau potable de plusieurs villes, ainsi qu'à l'irrigation des nouveaux périmètres d'irrigation.

IV.3. Organisation et structure du périmètre

L'organisation et la division d'un périmètre en parcelles types permettent de mieux organiser le réseau d'adduction de distribution de l'irrigation au niveau des parcelles.

Le périmètre de Seklafa est divisé en 41 îlots qui varient de 1 ha à plus de 15 ha, la surface totale est de 238 ha.

IV.3.1. Îlots et bornes d'irrigation

Un îlot d'irrigation est une unité hydro-agricole qui se compose de parcelles et est alimentée par une borne d'irrigation. L'organisation d'un périmètre en îlots est influencée par plusieurs facteurs tels que la topographie, les considérations technico-économiques, la taille et le nombre de parcelles, etc.

L'implantation des bornes pour les zones de petites et moyennes exploitations doit respecter les critères suivants :

1. Une borne d'irrigation par îlot d'exploitations.
2. Un maximum de quatre prises sur une même borne.
3. Les bornes doivent être implantées aux limites des îlots ou au centre pour les îlots de grande taille.

IV.3.2. Rôle et fonction de la borne d'irrigation :

La borne d'irrigation est l'organe hydraulique destiné à assurer la livraison de l'eau sous pression à des irrigants. À partir d'un réseau collectif de distribution. La borne comporte une ou plusieurs sorties (prise) suivant le nombre d'arrosages qu'elle doit assurer simultanément.

IV.3.3. Calcul hydraulique des bornes :

Les caractéristiques hydrauliques des bornes dépendent de son débit à délivrer en tête des parcelles.

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

$$Q_b = q_s \cdot S \dots \dots \dots \text{IV.1}$$

Q_b = Débit de chaque îlot (l/s)

q_s = Débit spécifique (l/s/ha)

S = Superficie de l'îlot (ha)

D'après les calculs des débits de chaque borne d'irrigation, les diamètres des bornes en fonction des débits sont détaillés comme suit :

Tableau IV.1 : Choix du diamètre de la borne.

Type	Débit fourni	Diamètre de la borne
Type A2	$Q < (11.11) \text{ l/s}$	D= 65mm
Type A4	$(11.11) \text{ l/s} < Q < (22.22) \text{ l/s}$	D= 100mm
Type B	$(22.22) \text{ l/s} < Q < (33.33) \text{ l/s}$	D= 150mm
Type C	$Q > (33.33) \text{ l/s}$	D= 200mm

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

- Pour les ilots qu'ont un nombre de parcelle entre [4 -8], et dont la superficie inférieure à 15 ha, on prend la borne à quatre prise (Borne de type A4).
- Pour les ilots qu'ont deux parcelle et dont la superficie inférieure à 15 ha, on prend la borne à deux prises (borne de type A2).
- Pour les ilots qu'ont deux parcelle et dont la superficie dépasse 15 ha, on prend la borne à deux prises (Borne de type B).
- Pour les grands ilots on prévoit des bornes de type C.

Le calcul des débits des prises et des bornes est présenté dans le tableau IV -3 :

Tableau IV.2 : Calcul des débits des ilots et choix du diamètre et type de bornes :

N° Ilot	superficie (ha)	Qs (l/s)	Débit (l/s)	type de la borne	D bornes (mm)
1	6.71	1.3	8.723	A2	65
2	9.43	1.3	12.259	A4	100
3	6.65	1.3	8.645	A2	65
4	3.28	1.3	4.264	A2	65
5	3.04	1.3	3.952	A2	65
6	6.24	1.3	8.112	A2	65
7	6.37	1.3	8.281	A2	65
8	3.34	1.3	4.342	A2	65
9	6.18	1.3	8.034	A2	65
10	2.8	1.3	3.64	A2	65
11	2.23	1.3	2.899	A2	65
12	3.82	1.3	4.966	A2	65
13	5.59	1.3	7.267	A2	65
14	3.82	1.3	4.966	A2	65
15	4.86	1.3	6.318	A2	65
16	2.75	1.3	3.575	A2	65
17	5.9	1.3	7.67	A2	65
18	7.87	1.3	10.231	A2	65
19	7.09	1.3	9.217	A2	65

20	9.39	1.3	12.207	A4	100
21	13.42	1.3	17.446	A4	100
22	9.73	1.3	12.649	A4	100
23	4.09	1.3	5.317	A2	65
24	12.92	1.3	16.796	A4	100
25	10.28	1.3	13.364	A4	100
26	10.03	1.3	13.039	A4	100
27	3.47	1.3	4.511	A2	65
28	7.46	1.3	9.698	A2	65
29	4.3	1.3	5.59	A2	65
30	4.35	1.3	5.655	A2	65
31	6.47	1.3	8.411	A2	65
32	4.14	1.3	5.382	A2	65
33	8.49	1.3	11.037	A2	65
34	11.98	1.3	15.574	A4	100
35	6.19	1.3	8.047	A2	65
36	7.54	1.3	9.802	A2	65
37	5.78	1.3	7.514	A2	65

Le périmètre d'étude exige pour notre secteur bornes pour permettre l'alimentation de l'ensemble des parcelles sur une surface de 238 ha.

IV.4. Description de l'aménagement du périmètre Seklafa :

Lors d'un aménagement d'un périmètre d'irrigation, il est indispensable dans un premier lieu d'élaborer des variantes d'aménagement en précisant le schéma hydraulique à savoir les systèmes d'adduction et de distribution, ceci en fonction de la disponibilité de la source d'eau.

Adduction gravitaire :

Le périmètre d'étude est situé en aval du barrage de Sekfala, avec une différence d'altitude importante, nous optons pour La variante gravitaire. Dans cette variante on propose d'alimenter notre périmètre à partir du barrage avec une conduite sous pression qui va passer par la limite extérieure du périmètre. Cette option a l'avantage de permettre de profiter de la pression naturelle vu que la charge statique dépasse 10 bars (100 m) entre le barrage de Seklafa et la tête de station du périmètre, ce qui a pour avantage d'éviter un pompage onéreux et aussi de passer le plus proche des parcelles du périmètre.

IV.5. description du réseau d'adduction-distribution :

L'alimentation du périmètre se fera par une conduite principale qui a pour point de départ le barrage (chambre de vannes), le diamètre initial de la conduite principale gravitaire 630 mm.

IV.5.1. Choix du matériau des conduites :

Le choix des conduites utilisées (fonte, PEHD,) dépendent des caractéristiques topographiques, les pressions, des débits ainsi que du coût de fournitures et de mise en œuvre.

a) Fonte : Les tuyaux en fonte sont utilisés dans les situations suivantes :

- Quand les diamètres sont égaux ou supérieurs à 400 mm.
- En présence de solides résistances mécaniques, de résistance à la pression et à la dépression.
- En raison de leur remarquable résistance à la corrosion, à l'abrasion et aux conditions climatiques.

b) PEHD : Ces tuyaux sont les plus couramment employés en raison de leurs avantages notables :

- Résistance satisfaisante à la corrosion.
- Facilité d'installation.
- Coût relativement modéré.

Cependant, ils présentent certains inconvénients :

- Risque de rupture en cas de mauvaise soudure.
- Risque d'ovalisation.

- Dans notre cas, on opte pour les conduites en PEHD si leur diamètre est inférieur ou égal à 315mm, et en fonte dans le cas contraire.

IV.5.2 Équipements Hydromécaniques :

Afin d'assurer le bon fonctionnement et la sécurité du réseau de distribution, nous avons prévu l'implantation d'équipements hydromécaniques tels que :

- Ventouses ou soupapes d'échappement :** Fixées sur les points élevés des conduites, elles facilitent l'élimination de l'air.
- Puits de vidange :** Positionnés dans les points bas où une dépression naturelle se crée, ils permettent l'évacuation des dépôts en cas de besoin.
- Vannes de sectionnement :** elles régulent les flux d'irrigation dans les différentes sections du réseau de distribution. En outre, elles sont installées à la station de pompage ainsi qu'aux différents points sensibles du réseau d'adduction.

IV.6. Dimensionnement du réseau de distribution :

IV.6.1. Vitesses admissibles :

La vitesse admissible dans le réseau d'irrigation est fixée pour prévenir les problèmes liés aux vitesses excessives, tels que l'érosion, ou aux vitesses insuffisantes, qui peuvent entraîner des dépôts de solides.

En général, la vitesse autorisée se situe entre 0,5 m/s (minimum) et 2,5 m/s (maximum). Dans notre réseau, la vitesse admissible a été fixée à 1,5 m/s.

IV.6.2. Calcul des diamètres :

Le calcul des diamètres est réalisé sur la base des débits véhiculés par le tronçon de conduite et les vitesses.

La formule de continuité de Chezy nous donne une approche du diamètre théorique qu'on normalise après pour obtenir le diamètre nominal des conduites :

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \times V_{adm}}} * 1000 \dots\dots\dots \text{IV.2}$$

Avec :

- Q : débit exprimé en m³/s,
- D : diamètre exprimé en mm ;
- V adm : vitesse admissible =1.5 m/s.

IV.6.3. Calcul des pressions :

Le calcul des pressions est basé sur le principe de Bernoulli, qui décrit le mouvement d'un fluide réel entre le point 1 et le point 2 :

$$Z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + \Delta H \dots\dots\dots \text{IV.3}$$

- Z_1 et Z_2 : Côte terrain naturel aux points 1 et 2
- $\frac{P_1}{\rho g}$ et $\frac{P_2}{\rho g}$: La hauteur de la pression aux points 1 et 2
- $\frac{V_1^2}{2g}$ et $\frac{V_2^2}{2g}$: La hauteur représentative de la vitesse d'écoulement aux points 1 et 2
- ΔH : Les pertes de charges totales entre les 2 point 1 et 2

IV.6.4. Estimation des pertes de charge :

Nous avons utilisé la formule de perte de charge de Lechapt-Calmon qui est détaillée comme suit :

$$J=L \times Q^M/D^N \dots\dots\dots \text{IV.4}$$

Avec :

- J: Pertes de charge linéaires en
- D: Diamètre de la conduite considérée

L, M et N : Paramètres en fonction de la rugosité absolue (Ks) des canalisations

Pour obtenir les pertes de charges totales on prend en compte les pertes de charges singulières, elles sont estimées à 10% des pertes totales.

Tableau IV.3: Paramètres de pertes de charge de la loi de Lechapt-Calmon

K (mm)	L	M	N
0,1	1,15	1,89	5,01
0,5	1,4	1,96	5,19
1	1,6	1,975	5,25

Les conduites en PEHD et Fonte, on a les caractéristiques : la rugosité équivalente $K=0.1$ mm, alors $L=1.15$ $M=1.89$ $N=5.01$

Les calculs hydrauliques du réseau de distribution de notre périmètre sont détaillés dans le tableau IV.3 :

Tableau IV.4 Les calculs hydrauliques du réseau de distribution.

	N° des tronçons	Longueur tronçons L (m)	Longueur tronçons L (km)	s(HA)	débit Q (l/s)	débit Q (M3/S)	Diamètre calculé (mm)	D normal (mm)	Matériaux	Vitesse V réelle (m/s)	P.e charge total ΔHt (m)	P. charge totale ΔHt (m)	Cote t aval Z (m)	cote piézométrique (m)	Pression point P(m)	
Barrage	AD1	3064	3.064	238	309.4	0.3094	512.5	600	Fonte	1.09	4.74	5.46	995.0	1024.5	29.5	
	AD1	N1	613	0.613	26.07	33.891	0.033891	169.6	200	PEHD	1.08	3.57	4.10	982.0	1020.4	38.4
	N1	Br1	482	0.482	3.83	4.979	0.004979	65.0	75	PEHD	1.13	10.19	11.71	981.3	1008.7	27.4
	N1A	Br2	28	0.028	9.43	12.259	0.012259	102.0	110	PEHD	1.29	0.48	0.55	982.0	1019.9	37.9
	N1	BR3	175	0.175	6.65	8.645	0.008645	85.7	110	PEHD	0.91	1.54	1.77	981.7	1018.1	36.4
	BR3	BR4	100	0.1	3.28	4.264	0.004264	60.2	75	PEHD	0.97	1.58	1.81	980.0	1016.3	36.3
	AD1	AD2	3719.53	3.71953	211.93	275.509	0.275509	483.6	500	Fonte	1.40	11.53	13.26	968.9	1011.3	34.1
	AD2	N2	721.92	0.72192	20	26	0.026	148.6	160	PEHD	1.29	7.79	8.96	966.1	1002.3	36.3
	N2	Br5	22.7	0.0227	4.05	5.265	0.005265	66.9	90	PEHD	0.83	0.21	0.25	961.9	1002.1	40.1
	N2	Br6	48.23	0.04823	6.24	8.112	0.008112	83.0	90	PEHD	1.28	1.03	1.18	959.8	1000.9	41.1
	N2	N2A	272.87	0.27287	10.29	13.377	0.013377	106.6	125	PEHD	1.09	2.89	3.32	958.5	997.6	39.1
	N2B	Br7	45.38	0.04538	6.37	8.281	0.008281	83.8	90	PEHD	1.30	1.01	1.16	961.6	996.4	34.8
	N2A	N2B	209.02	0.20902	16.66	21.658	0.021658	135.6	160	PEHD	1.08	1.60	1.84	957.8	994.6	36.8
	N2B	Br8	198.12	0.19812	3.34	4.342	0.004342	60.7	75	PEHD	0.98	3.23	3.72	960.8	990.9	30.1
	AD2	AD3	3815.92	3.81592	191.93	249.509	0.249509	460.2	500	Fonte	1.27	9.81	11.28	951.1	1000.0	28.5
	N3	Br9	47.61	0.04761	6.18	8.034	0.008034	82.6	90	PEHD	1.26	1.00	1.15	954.4	998.9	44.4
	N3	N4	39.12	0.03912	185.75	241.475	0.241475	452.7	500	Fonte	1.23	0.09	0.11	954.0	999.9	44.7
	N4A	Br10	32	0.032	2.8	3.64	0.00364	55.6	63	PEHD	1.17	0.90	1.03	954.8	998.9	44.1
	N4B	Br11	22.31	0.02231	2.23	2.899	0.002899	49.6	63	PEHD	0.93	0.41	0.47	955.7	998.4	42.7
	N4A	N4B	93.55	0.09355	52.31	68.003	0.068003	240.3	315	PEHD	0.87	0.21	0.24	959.9	998.2	38.3

N4C	Br12	51.04	0.05104	3.82	4.966	0.004966	64.9	75	PEHD	1.12	1.07	1.23	956.9	996.9	40.0
N4B	N4C	111.42	0.11142	50.08	65.104	0.065104	235.1	250	PEHD	1.33	0.73	0.84	959.0	996.1	37.1
N4D	Br13	72.23	0.07223	5.59	7.267	0.007267	78.5	90	PEHD	1.14	1.25	1.44	948.3	994.6	46.4
N4C	N4D	52.16	0.05216	46.26	60.138	0.060138	225.9	250	PEHD	1.23	0.29	0.34	950.0	994.3	44.3
N4E	Br14	61.55	0.06155	2.81	3.653	0.003653	55.7	63	PEHD	1.17	1.74	2.00	943.3	992.3	49.1
N4D	N4E	162.69	0.16269	40.67	52.871	0.052871	211.8	250	PEHD	1.08	0.72	0.83	944.9	991.5	46.5
N4E	N4F	42.06	0.04206	37.86	49.218	0.049218	204.4	250	PEHD	1.00	0.16	0.19	943.9	991.3	47.4
N4F	Br15	72.23	0.07223	4.86	6.318	0.006318	73.2	90	PEHD	0.99	0.96	1.10	945.2	990.2	45.0
N4G	Br16	27.57	0.02757	2.75	3.575	0.003575	55.1	63	PEHD	1.15	0.75	0.86	944.0	989.3	45.4
N4F	N4G	688.84	0.68884	33	42.9	0.0429	190.8	200	PEHD	1.37	6.26	7.20	945.0	982.1	37.1
N4H	Br17	34.48	0.03448	5.9	7.67	0.00767	80.7	90	PEHD	1.21	0.66	0.76	943.9	981.4	37.5
N4I	Br18	43.32	0.04332	7.87	10.231	0.010231	93.2	110	PEHD	1.08	0.52	0.60	943.5	980.8	37.3
N4G	N4H	143.58	0.14358	30.25	39.325	0.039325	182.7	200	PEHD	1.25	1.11	1.27	945.7	979.5	33.8
N4H	N4I	200.77	0.20077	24.35	31.655	0.031655	163.9	200	PEHD	1.01	1.03	1.18	943.6	978.3	34.8
N4I	N4J	82.24	0.08224	16.48	21.424	0.021424	134.9	160	PEHD	1.07	0.62	0.71	943.3	977.6	34.3
N4J	Br19	27.57	0.02757	7.09	9.217	0.009217	88.5	110	PEHD	0.97	0.27	0.31	943.2	977.3	34.1
N4J	Br20	130.96	0.13096	9.39	12.207	0.012207	101.8	125	PEHD	1.00	1.17	1.34	942.3	976.0	33.6
N4	N5	65.8	0.0658	130.64	169.832	0.169832	379.7	400	Fonte	1.35	0.25	0.29	952.8	999.6	22.9
N5	Br29	111.66	0.11166	4.3	5.59	0.00559	68.9	75	PEHD	1.27	2.94	3.38	952.7	996.2	43.6
N5	N6	130.11	0.13011	126.34	164.242	0.164242	373.4	400	Fonte	1.31	0.46	0.53	945.0	999.1	50.7
N6	N6A	296.57	0.29657	71.4	92.82	0.09282	280.7	315	PEHD	1.19	1.19	1.37	946.4	997.7	51.3
N6A	Br21	50	0.05	13.42	17.446	0.017446	121.7	160	PEHD	0.87	0.25	0.29	948.9	997.4	48.5
N6B	Br22	79.35	0.07935	9.73	12.649	0.012649	103.6	125	PEHD	1.03	0.76	0.87	950.6	996.5	46.0
N6A	N6B	342.59	0.34259	57.98	75.374	0.075374	252.9	315	PEHD	0.97	0.93	1.07	946.0	995.5	49.5

N6C	Br23	41.37	0.04137	4.09	5.317	0.005317	67.2	75	PEHD	1.20	0.99	1.14	948.3	994.3	46.0
N6B	N6C	111.29	0.11129	48.25	62.725	0.062725	230.7	250	PEHD	1.28	0.68	0.78	944.1	993.6	49.4
N6D	Br24	163.72	0.16372	12.92	16.796	0.016796	119.4	160	PEHD	0.84	0.77	0.89	937.3	992.7	55.4
N6C	N6D	103.08	0.10308	44.16	57.408	0.057408	220.7	250	PEHD	1.17	0.53	0.61	940.3	992.1	51.8
N6E	Br25	74.44	0.07444	10.28	13.364	0.013364	106.5	125	PEHD	1.09	0.79	0.90	941.2	991.2	49.9
N6D	N6E	50.55	0.05055	33.88	44.044	0.044044	193.4	250	PEHD	0.90	0.16	0.18	941.7	991.0	49.3
N6F	Br26	75.44	0.07544	10.03	13.039	0.013039	105.2	125	PEHD	1.06	0.76	0.87	943.2	990.1	46.9
N6E	N6F	105.95	0.10595	20.96	27.248	0.027248	152.1	160	PEHD	1.36	1.25	1.44	942.8	988.7	45.9
N6G	Br27	31.66	0.03166	3.47	4.511	0.004511	61.9	75	PEHD	1.02	0.56	0.64	944.4	988.0	43.6
N6F	N6G	44.61	0.04461	10.93	14.209	0.014209	109.8	125	PEHD	1.16	0.53	0.61	941.0	987.4	46.4
N6G	Br28	92.08	0.09208	7.46	9.698	0.009698	90.7	125	PEHD	0.79	0.53	0.61	941.0	986.8	45.8
N6	N7	60.68	0.06068	54.94	71.422	0.071422	246.2	315	PEHD	0.92	0.15	0.17	945.9	998.9	40.8
N7	N6A	106.27	0.10627	23.45	30.485	0.030485	160.9	200	PEHD	0.97	0.51	0.58	945.6	998.3	52.7
N7A	Br30	59.4	0.0594	4.35	5.655	0.005655	69.3	90	PEHD	0.89	0.64	0.74	943.6	997.6	53.9
N7A	Br31	49.15	0.04915	6.47	8.411	0.008411	84.5	110	PEHD	0.89	0.41	0.47	945.5	997.1	51.6
N7A	N6B	21.81	0.02181	19.1	24.83	0.02483	145.2	160	PEHD	1.24	0.22	0.25	945.6	996.9	51.2
N7B	Br32	67.76	0.06776	4.14	5.382	0.005382	67.6	75	PEHD	1.22	1.66	1.91	951.9	995.0	43.1
N7B	N7C	179.23	0.17923	12.63	16.419	0.016419	118.1	125	PEHD	1.34	2.79	3.21	949.7	991.7	42.0
N7B	Br33	188.1	0.1881	8.49	11.037	0.011037	96.8	125	PEHD	0.90	1.38	1.59	955.9	990.1	34.3
N8	Br34	56.71	0.05671	11.98	15.574	0.015574	115.0	125	PEHD	1.27	0.80	0.92	946.2	989.2	43.1
N7	N8	382.44	0.38244	31.49	40.937	0.040937	186.4	250	PEHD	0.83	1.04	1.20	945.1	997.7	42.9
N9	N9A	200	0.2	13.73	17.849	0.017849	123.1	160	PEHD	0.89	1.06	1.22	945.7	996.5	50.7
N9A	Br35	100	0.1	6.19	8.047	0.008047	82.6	90	PEHD	1.27	2.10	2.42	948.0	994.1	46.1
N9A	Br36	379.78	0.37978	7.54	9.802	0.009802	91.2	125	PEHD	0.80	2.23	2.57	952.2	991.5	39.3

N8	N9	356.61	0.35661	19.51	25.363	0.025363	146.7	160	PEHD	1.26	3.67	4.22	947.9	993.5	39.4
N10	Br37	179.14	0.17914	5.78	7.514	0.007514	79.9	90	PEHD	1.18	3.31	3.80	943.7	989.7	46.0

Interprétations : d'après le tableau précédent, nous remarquons que les diamètres calculés sont de 63 à 600 mm, et les pressions calculées sont adéquates allant de 1 à 5 bars.

IV. Conclusion :

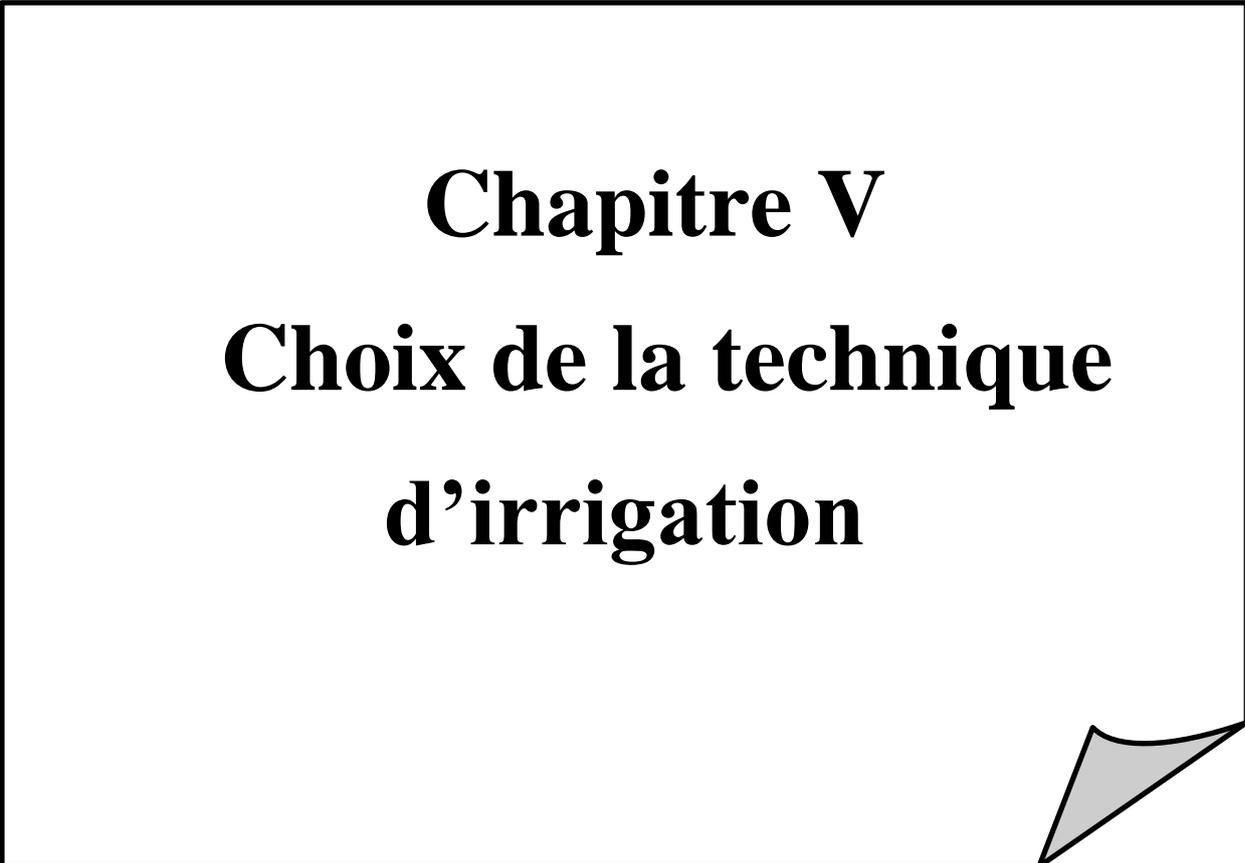
Dans ce chapitre, nous avons exploré le système d'approvisionnement en eau du périmètre de Seklafa. Ce périmètre est subdivisé en 41 ilots, chacun équipé de bornes de distribution d'eau.

Le projet comprend la mise en place d'une conduite principale gravitaire en fonte/PEHD qui s'étend du barrage jusqu'aux points de distribution situés dans les différentes parcelles.

Les étapes de calcul dans cette phase ont abouti à :

- La planification du réseau de distribution, acheminant l'eau du barrage vers les points de distribution dans les parcelles à travers un système de canalisations en PEHD.
- La vérification des pressions, les vitesses et les pertes de charge au niveau des points de distribution, une condition essentielle pour la mise en œuvre d'un réseau d'irrigation.

Ainsi, le système d'adduction projeté va garantir la possibilité d'utiliser divers systèmes d'irrigation, y compris les plus exigeants en termes de pression, tels que l'aspersion, ce qui permet également de varier les cultures, contribuant ainsi à une amélioration globale des rendements agricoles.



Chapitre V
Choix de la technique
d'irrigation

Chapitre V : Choix de la technique d'irrigation

V. 1. Introduction

Le choix du système d'irrigation est d'une importance capitale pour une répartition efficace des ressources en eau, ceci afin de satisfaire de manière rationnelle les besoins en eau des cultures. Il est nécessaire de posséder une compréhension théorique des méthodes d'arrosage pour prendre une décision concernant la technique d'irrigation à utiliser.

Notre objectif sera de choisir la méthode d'irrigation qui correspond le mieux aux caractéristiques spécifiques de notre périmètre d'étude.

V. 2. Classification des techniques d'irrigation :

Selon le mode d'arrosage, les techniques d'arrosage sont réparties en trois classes :

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

V. 2.1. L'irrigation de surface (gravitaire) :

Les techniques d'arrosage regroupées sous le terme d'irrigation de surface impliquent que l'eau soit répartie à la parcelle en s'écoulant à la surface du sol, suivant une pente. Cette répartition de l'eau est réalisée en utilisant la configuration du terrain ainsi que les caractéristiques hydriques du sol, telles que le ruissellement, l'infiltration.

V. 2.2. L'irrigation par ruissellement :

Dans cette méthode l'eau doit couler naturellement sur la surface du sol, favorisant ainsi une infiltration en profondeur. Il est essentiel que l'écoulement persiste suffisamment longtemps pour que le sol s'imbibe jusqu'à la profondeur où se trouvent les racines des cultures.

V.2.3. L'arrosage par infiltration (à la raie) :

L'irrigation de cette manière implique l'utilisation de rigoles ou de raies pour distribuer l'eau avec un débit relativement faible par rapport à d'autres techniques. Dans ce cas seule une partie du sol soit directement arrosée, tandis que le reste est humidifié par infiltration favorisant une humidification globale du sol.

V.2.4. L'arrosage par submersion

Dans ce type d'irrigation, on déverse une quantité d'eau suffisante sur le sol, formant ainsi une couche d'épaisseur variable. On laisse ensuite cette eau pendant une durée afin qu'elle puisse pénétrer par infiltration jusqu'à la profondeur nécessaire, permettant ainsi au sol de constituer une réserve d'eau essentielle pour favoriser la croissance des cultures.



Figure 1 : Système Gravitaire.

V. 3.1. Avantage et inconvénients de la technique d'irrigation de surface :

➤ **Avantage :**

- Cout d'investissement relativement faible.
- Les besoins énergétiques sont faibles.
- L'irrigation est insensible au vent.

➤ **Inconvénients :**

- une importante main-d'œuvre.
- En règle générale, l'efficacité de l'irrigation au niveau des parcelles est faible.
- Les parcelles nécessitent un nivellement préalable.
- Les réseaux de canaux entraînent des pertes d'eau importantes.

V. 3.2. L'irrigation par aspersion

L'irrigation par aspersion reproduit la distribution naturelle de la pluie en fournissant de l'eau aux cultures à l'aide d'appareils de projection alimentés sous pression. Ces appareils sont soigneusement sélectionnés et disposés afin d'obtenir une répartition homogène de la pluviométrie.

V. 3.2.1. Irrigation par des asperseurs

L'irrigation par asperseur est une méthode d'arrosage qui imite la pluie en fournissant de l'eau aux plantes à travers des dispositifs d'aspersion alimentés en eau sous pression. Ces appareils rotatifs pulvérisent l'eau en fines gouttelettes et leur objectif principal est d'assurer une répartition aussi uniforme que possible de la pluie sur la surface du sol.

V. 3.2.2. Irrigation par pivot

L'irrigation par pivots est une forme d'irrigation aérienne, reproduisant une pluie artificielle pour des grandes surfaces (jusqu'à 100 ha). Le système est composé de plusieurs segments de tuyaux d'une longueur variant de 30 à 60 m appelées travées. Il y a deux types de rampes d'irrigation : les rampes pivotantes et les rampes frontales.



Figure 2 : Système d'aspersion mécanisé : le pivot.

V. 3.3. Les avantages et les inconvénients de l'aspersion :**➤ Avantage :**

- S'adaptent à une majorité de types de sols.
- Aucun pré-aménagement de la surface à irriguer n'est requis.
- Il est possible de mettre en place des installations mobiles qui peuvent être déplacées en fonction du type de culture, facilitant ainsi les rotations culturales.
- Les équipements sont parfois entièrement automatisés et permettent d'effectuer des arrosages à des doses adéquates.

➤ Inconvénients :

- La consommation énergétique est souvent élevée, ce qui constitue une contrainte financière.
- L'utilisation de l'irrigation par aspersion peut être difficile et moins efficace dans les régions ventées.

V. 3.4. L'irrigation localisée (goutte à goutte) :

La micro-irrigation, également connue sous le nom d'irrigation localisée, englobe divers systèmes de distribution d'eau à l'échelle des parcelles.



Figure 3: Système d'irrigation goutte à goutte.

V. 3.5 Avantages et inconvénients de l'irrigation localisée :**➤ Avantage :**

- Elle offre une efficacité d'arrosage excellente au niveau de la parcelle.
- Les cultures bénéficient d'un rendement optimal, toujours dans le cadre d'une maîtrise parfaite de la technique.
- Les coûts d'entretien sont réduits.
- Elle évite d'humidifier le feuillage, et limite la propagation des mauvaises herbes.
- Elle permet de raccourcir le cycle de croissance des cultures.

➤ Inconvénients :

- Elle nécessite un investissement de première installation qui est relativement élevé.
- Une maintenance rigoureuse est requise pour éviter les risques d'obstruction des goutteurs.
- La filtration de l'eau d'irrigation est nécessaire.

V. 5. Choix de la technique d'arrosage pour la zone d'étude :

Le choix d'une technique d'irrigation est influencé par diverses contraintes météorologiques (évaporation, vents, etc.), la texture et la structure du sol, les conditions naturelles (pente) et les types de cultures.

La zone de Seklifa, située dans la wilaya de Laghouat elle est caractérisée par une rareté de la ressource en eau, et une texture relativement limoneuse-sableuse. Dans ce cas, on opte pour :

-Pour les cultures arboricoles et maraîchères, la technique d'irrigation par goutte à goutte est la plus favorable, car elle limite le débit et les volumes des arrosages.

-Pour les céréales, l'irrigation par aspersion est préconisée pour ses dosages précis.

V. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons examiné en détail les différents systèmes d'irrigation, en examinant leurs caractéristiques, avantages et inconvénients.

Le choix d'un système d'irrigation rationnel, pratique et économique doit prendre en compte des critères socio-économiques et techniques. Notre choix s'est orienté vers l'utilisation d'un réseau sous pression, tels que le système d'irrigation localisé pour les cultures maraîchères et arboricoles, et l'aspersion pour les cultures céréalières.

Chapitre VI :

Dimensionnement à la

parcelle

Chapitre VI : dimensionnement à la parcelle

VI. Introduction

Dans ce chapitre on se concentre principalement sur le processus de dimensionnement d'un réseau d'irrigation à la parcelle plus précisément le système goutte à goutte et par aspersion. L'objectif principal de ce dimensionnement est de trouver les paramètres optimaux permettant d'assurer une irrigation efficace et économique des cultures. Pour parvenir à cela, il est nécessaire de disposer de certaines informations de base pour concevoir le système de manière adéquate. Ces informations incluent la superficie de la parcelle à irriguer, les besoins en eau des cultures et la durée maximale de fonctionnement journalier du système d'irrigation.

VI.1. Dimensionnement du réseau d'irrigation goutte à goutte

VI.1.1. Données générales :

Le réseau d'irrigation sera mis en place sur l'îlot numéro 1, qui sera alimenté par la borne B°01. Les pressions calculées seront d'environ 2 bars, ce qui est largement adéquat. L'exploitation agricole couvre une surface de 1 hectare, occupée par les oliviers, avec un besoin de pointe de 234.4 mm en juillet. Les caractéristiques de la surface occupée par la culture :

- longueur : 125 m
- largeur : 80 m

L'écartement des arbres est de 4x 4m, et un espacement des goutteurs avec 2 goutteurs pour chaque arbre. Le débit du goutteur est de 4 l/h, sous une pression nominale de 10 m.c.e

VI.1.2 Besoins d'irrigation des cultures en irrigation localisée :

a) Influence du taux de couverture du sol :

Dans le système d'irrigation goutte-à-goutte, l'apport d'eau se concentre sur une portion très limitée de la surface, ce qui réduit considérablement la perte due à l'évaporation directe depuis le sol. Pour prendre en compte cette réduction, on applique un coefficient de réduction K_r à l'évapotranspiration réelle (ETM), qui dépend du taux de couverture du sol par les plantes adultes ($C_s = 60\%$) et peut être calculé en utilisant la formule suivante :

c) La formule de Freeman et Garzoli :

$$K_r = C_s + 0.5*(1 - C_s) \dots \dots \dots \text{VI.1}$$

On prendra un coefficient $K_r = 0.8$

Donc :

$$B_{jc} = B_j * K_r \dots\dots\dots VI.2$$

$$B_{jc} = ET_{Mc} = B_{pointe}/30 = 7.8 \text{ mm/j} \text{ et } B_{jc} = 6.25 \text{ mm/j}$$

VI.1.3. Dose nette pratique :

Une fois les besoins journaliers en eau calculés, il est nécessaire de déterminer une fraction ou un pourcentage d'humidification dans la zone racinaire. La dose d'humidification (RFU) est définie par la hauteur d'eau P, qui représente la quantité d'eau requise pour maintenir le sol à une humidité optimale pour la croissance des cultures

$$D_p = (H_{cc} - H_{pf}) * Y * Z * d_a * P \% = RFU * P \% \dots\dots\dots VI.3$$

Avec :

- H_{cc} : humidité à la capacité au champ (16%)
- H_{pf} : humidité au point de flétrissement (9%)
- Y : degré d'extraction de l'eau du sol (2/3)
- Z : profondeur d'enracinement en (1500 mm)
- d_a : la densité apparente : égalé à 1.4.
- P : Pourcentage du sol humidifié $P = \frac{n.Spd.Sh}{Sa.Sr} \dots\dots\dots 4 .VI$
- N : Nombre de point (de goutteurs) de distribution par arbre =2
- Spd : Distance entre deux points de distribution voisins du même arbre (1.5m)
- Sh : Largeur de la bande humidifiée d'après la table, on a Sh = 1m.
- Sr : Ecartement entre rangs d'arbre = 4m.
- Sa : espacement des arbres sur les rangs = 4m

$$P = \frac{2 * 1.5 * 1}{4 * 4} = 0.19 = \text{on prend } 20\%$$

$$D_p = (16-9)/100 * 2/3 * 1500 * 1.4 * 0.2 = 19.6 \text{ mm}$$

VI.1.4. Fréquence et intervalle des arrosages (Fr):

$$Tr = \frac{\text{Dose nette}}{B_j} \dots\dots\dots VI.5$$

$$Tr = \frac{19.6}{6.25} = 3.1$$

On prend Tr = 3 jours

VI.1.5. Calcul de la dose réelle :

On recalcule la nouvelle dose réelle :

$$D_r = B_{jm} * Tr \dots\dots\dots VI.6$$

$$D_r = 6.25 * 3 = 18.75 \text{ mm}$$

VI.1.6 La dose brute réelle :

$$D_{brutte} = \frac{Dr}{Eff * Cu} \dots\dots\dots VI.7$$

Avec :

Eff : efficacité du réseau d'irrigation Eff=90%, Cu : coefficient d'uniformité Cu=90%

Dbrutte = 23.15 mm

VI.1.7 Durée de fonctionnement par d'arrosage (h) :

$$\theta = \frac{D_{brutte} * S_d * S_r}{n * Q_g} \dots\dots\dots VI.8$$

$$\theta = 17.25 \approx 18 \text{ heures}$$

VI.1.8 Nombre d'arbre par hectare :

$$N \text{ d'arbre} = \frac{1 \text{ ha}}{s} = \frac{1 \text{ ha}}{E_a * E_r} \dots\dots\dots VI.9$$

$$N \text{ d'arbre} = \frac{10000}{4 * 4} = 625 \text{ arbres}$$

VI.1.9 Nombre d'arbre par rampe :

$$N_a \text{ rampe} = \frac{L_r}{E_a} \dots\dots\dots VI.10$$

$$N_a \text{ rampe} = \frac{125}{4} = 30 \text{ arbres}$$

VI.1.10 Nombre des goutteurs par rampe :

$$N_g = \frac{L_r}{E_a} \times 2 \dots\dots\dots VI.13, N_g = \frac{80}{4} \times 2 = 40 \text{ goutteurs}$$

VI.1.11 Débit d'une rampe :

$$Q_r = N_g \times q_g \dots\dots\dots VI.11$$

$$Q_r = 40 \times 4 = 160 \text{ l/h}$$

VI.1.12 Nombre de rampes :

$$N_{rampe} = \frac{L_{pr}}{E_r} \dots\dots\dots VI.12$$

$$N_{rampe} = \frac{80}{4} = 20, \text{ rampes}$$

VI.1.13 Débit de la porte rampe :

$$Q_{pr} = Q_{rampe} \times N_{rampe} \dots\dots\dots VI.13$$

$$Q_{pr} = 160 \times 30 = 4800 \text{ l/h}$$

VI.2. Calcul hydraulique :

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

Christiansen :

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

La variation maximale de la pression : $q = K \cdot H^x$ avec $x=0.5$ (caractéristique du goutteur)

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

Telle que : $q(g)$: débit nominal du goutteur, et $H(n)$ la pression nominale

$$\Delta H(\max) = 1/0.5 = 2 \text{ mce.}$$

Donc selon la règle de Christiansen 10% ΔH singulières = 0.2 m, et ΔH linéaire = 1.8 m

Donc pour les rampes 2/3. 1.8 = 1.2 m et Pour le porte rampe = 1/3. 1.8 = 0.6 m.

VI.2.1 Calcul des diamètres des portes rampes et rampes :

a. Diamètre de la rampe :

Le diamètre d'une rampe est calculé comme suit :

$$D = \left[\frac{P.d.c^r \times 2.75}{0.478 \times Q_r^{1.75} \times L_r} \right]^{(-\frac{1}{4.75})} \dots\dots\dots \text{VI.14}$$

Avec :

- $Pdc(r)$: la perte de charge dans la rampe
- $Q(r)$: le débit de la rampe en l/h
- $L(r)$: la longueur de la rampe en m
- $\varnothing r$ (cal) : le diamètre de rampes
- $\varnothing pr$ (cal) : le diamètre de porte rampe

$$D = \left[\frac{1.2 \times 2.75}{0.478 \times 160^{1.75} \times 80} \right]^{(-\frac{1}{4.75})} = 10.9 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé : **DN = 16 mm.**

b. Diamètre de porte rampe :

$$D = \left[\frac{P.d.c^r \times 2.75}{0.478 \times Q_r^{1.75} \times L_{pr}} \right]^{(-\frac{1}{4.75})} \dots\dots\dots \text{VI.15}$$

$$D = \left[\frac{0.6 \times 2.75}{0.478 \times 4800 \times 125} \right]^{(-\frac{1}{4.75})} = 49.9 \text{ mm}$$

On prend un diamètre normalisé : **DN = 50 mm.**

c. Vérification des pertes de charges :

On recalcule les pertes de charges pour un $D = 63 \text{ mm}$. $\Delta H \text{ Porte rampe} = 0.5\text{m} < 0.6\text{m}$.

Pour la conduite tertiaire qui relie la station de tête à la borne aura un diamètre de 63mm.

Tableau VI.1 : Caractéristiques des rampes.

Culture	Surface (m ²)	Lr(m)	Ng	Qr (l/h)	pdc(m)	Dn (mm)	Pdc' calc (m)
Olivier	10000	80	40	160	1.2	16	0,44

Tableau.VI.2 : Caractéristiques des portes rampes.

Culture	Surface (m ²)	Lpr(m)	Nr	Qr (l/h)	pdc(m)	Dn (mm)	Pdc' calc (m)
Olivier	10000	120	30	4800	0,6	63	0,5

VI.2.2 Calcul de la pression requise :

C'est la somme de la pression nominale de 10 mce et des pertes de charge accumulées sur le parcours de la borne d'irrigation jusqu'au goutteur présentant le déficit le plus important.

$$P(m) = 0.44 + 0.5 + 10 = 10.9\text{m} \Rightarrow P = 1.1 \text{ bar}$$

On voit que la pression calculée requise est de 1,1 bar, la pression au niveau de la borne choisie est suffisante pour projeter ce système d'irrigation goutte à goutte.

VI.3 Dimensionnement d'un réseau par asperseur :

Le système d'irrigation par aspersion repose sur le principe d'alimenter des rampes équipées de dispositifs d'aspersion à partir d'un point de prélèvement d'eau, en utilisant un réseau de canalisations. Avant de concevoir ce système, il est impératif d'évaluer divers facteurs tels que le choix de la culture à irriguer et les caractéristiques spécifiques de la parcelle. Ces informations orientent la configuration des asperseurs, garantissant une répartition homogène de l'eau sur la surface cultivée.

VI.3.1. Données agronomiques :

- Avant le dimensionnement des ouvrages cités, il est utile de déterminer certains paramètres qui sont, le choix de la culture et de la parcelle, les besoins de pointe et le temps du travail : la parcelle sélectionnée pour l'irrigation par aspersion, a une superficie d'1 hectare, de dimensions de 125 mètres sur 80 mètres. Elle est alimentée par la borne numéro 30, bénéficiant d'une pression de 5.39 bars.

$$L = 3 \times d^{0.5} \times h^{0.25} \dots\dots\dots \text{VI.17}$$

Où :

- d : diamètre de la buse (mm)
- h : pression à la buse (m), dans notre cas **P= 2.5 bars, h=25 m.**

$$L = 2.5 \times 5^{0.5} \times 25^{0.25} = 15 \text{ m.}$$

- **Écartement entre les rampes et arroseurs :**

Selon les normes américaines, l'écartement maximum entre les lignes d'arrosage, qui dépend de la vitesse du vent, est recommandé comme suit :

- El : 1 a 1,3 fois la distance L.
- Ea : 0.6 a 1,02 fois la distance L.

Dans notre zone d'étude, en tenant compte des conditions de vent, nous avons choisi les valeurs suivantes :

- Pour l'écartement entre les lignes d'arrosage (El) : $1.2 \times 15 = 18$ mètres.
- Pour l'écartement entre les arroseurs sur la rampe (Ea) : $0.8 \times 15 = 12$ mètres.

Ces valeurs normalisées d'écartement sont donc les suivantes : El = 18 mètres et Ea = 12 mètres.

VI.3.4 Vérification de la pluviométrie (P<K) :

-**Débit de l'asperseur :**

$$Q = 0.95 \times \frac{\pi \times d^2}{4} \times \sqrt{2 \times g \times h} \dots\dots\dots \text{VI.18}$$

$$Q = 0.0004129 \text{ m}^3/\text{s} = Q = 1.49 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Vérification de la pluviométrie de l'asperseur :**

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

$$P = \frac{Q}{E_r \times E_r} \dots\dots\dots \text{VI.19}$$

$$P = \frac{1.486 \times 1000}{18 * 12} = 6.88 \text{ mm}$$

Donc le diamètre de la buse choisi va assurer une pluviométrie **P≤K=20.0 mm/h.**

VI.3.5 Paramètres d'arrosage :

-**Calcul du tour d'eau :**

$$T_{\text{eau}} = \frac{\text{dose } p \times N_j}{B b p} \dots\dots\dots \text{VI.20}$$

Tel que :

- Dose nette pratique = 32.66mm
- $N_j = 26$ jours
- Besoin de pointe = 231.46mm

Donc :

$$T_{\text{eau}} = \frac{32.66 \times 26}{231.46} = 4 \text{ jours}$$

- *Calcul de la dose réelle :*

$$\text{Dose réelle} = T_{\text{eau}} \times \text{la dose journalière} \dots \text{VI.22}$$

$$\text{Dose réelle} = 4 \times \frac{231.46}{30} = 30.86 \text{ mm}$$

Calcul de la dose brute :

$$\text{Dose brute} = \frac{D_r}{\mu} \dots \text{VI.23}$$

$$\text{Dose brute} = 41.1 \text{ mm}$$

Temps d'arrosage :

$$T = \frac{\text{dose-brute}}{p} \dots \text{VI.24}$$

$$T = \frac{41.1}{6.88} = 5.96 \text{ on prend 6 Heures}$$

VI.3.5. Calcul du débit d'équipement :

$$Q = \frac{S \times B \times 10}{N_j \times T_a \times e_f} \dots \text{VI.25}$$

$$Q = \frac{1 \times 231.46 \times 10}{26 \times 6 \times 0.75} = 11.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

VI.3.6 Calcul hydraulique :

VI.3.6.1 Dimensionnement hydraulique des rampes :

Pour le dimensionnement hydraulique, nous avons :

- La longueur du terrain est de **125 m**, et La largeur du terrain est de **80 m**.
- La longueur de la rampe est de **Lr-Ea = 74m**

Nombre d'asperseurs par rampe :

$$\text{Nasp/r} = \frac{L_r}{E_a} \dots \text{VI.26}$$

$$\text{Nasp/r} = \frac{74}{12} = 6 \text{ asperseurs}$$

- *Nombre de rampe :*

On travaille avec une seule rampe

- Débit de la rampe :

$$Q_{rampe} = Q_{asp} \times N_{asp} \dots \dots \dots VI.27$$

$$Q_{rampe} = 1.44 \times 6 = 8.64 \text{ m}^3/h = 2. \times 10^{-3} \text{ m}^3/s$$

➤ Calcul du Diamètre de la rampe :

$$D_r = \sqrt{\frac{4 \times Q_r}{\pi \times V}} \dots \dots \dots VI.28$$

V : vitesse de l'écoulement à travers la rampe, $V \leq V_{adm}$; $V_{adm} \in [0.5 : 2.5]$ m/s

On suppose que $v = 1.5$ m/s

On trouve $D_r = 45$ mm, On prend $D_r = 50$ mm

$$V = \frac{4 \times Q_r}{\pi \times D_r^2} = 1.2 \text{ m/s.}$$

VI.3.6.2. Dimensionnement de la porte rampe :

a. Longueur de la porte Rampe :

$$L_{pr} = L - \frac{Er}{2} = 125 - \frac{18}{2} = 116 \text{ m}$$

b. Débit de porte rampe :

$$Q_{pr} = Q_{asp} \times N_{asp} / rampe \times N_{rampe} \dots \dots \dots VI.29$$

$$Q_{pr} = 0.0024 \text{ m}^3/s.$$

➤ Calcul du Diamètre de la porte rampe :

$$D_{pr} = \sqrt{\frac{4 \times Q_{pr}}{\pi \times V}} \dots \dots \dots VI.30$$

Avec :

On suppose que $v = 1.5$ m/s et on calcule D_{pr} .

$$D_{pr} = 45.1$$

On prend le diamètre normalisé 50.

VI.3.6.3 Calcul des pertes de charge :

Les pertes de charges seront calculées selon la formule de Hazen-Williams :

$$J = \left(\frac{3.592}{Ch}\right)^{1.852} \times \frac{L}{D^{4.87}} Q^{1.852} \dots \dots \dots VI.31$$

Avec :

- J = Perte de charges linéaire en m ;
- CH : Coefficient de Hazen-Williams (130-140 pour la fonte et le PEHD) ;
- D : Diamètre en m ;
- L : longueur de la conduite en m.

Pertes de charge de la porte rampe :

Avec un diamètre de 50mm on trouve de sorte de charge de 4.4, elle dépasse la limite de Christiansen, on prend un diamètre de 63mm et on voit que les pertes de charges totales sont de 2.8m, pour la rampe et de 1.43m pour le porte rampe, et 0.37m pour la conduite tertiaire.

VI.3.6.4 Calcul de la pression en tête du réseau :

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

$$H = H1 + H2 + H3 \dots \dots \dots \text{VI.32}$$

Avec :

- H : pression à la tête de la parcelle.
- H1 : pression nécessaire pour le bon fonctionnement d'un asperseur (2.5bar).
- H2 : perte de charge totale.
- H3 : la dénivelée. (0 m. terrain relativement plat)

$$H = 25 + 4.6 + 0 = 29.6 \text{ m}$$

VI .Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons examiné en détail le processus de conception de deux systèmes d'irrigation : le goutte-à-goutte pour la culture d'oliviers et l'aspersion pour la culture de la pomme de terre. L'adoption de ces systèmes vise à atteindre un double objectif crucial : préserver les ressources en eau d'irrigation tout en améliorant les rendements agricoles.

Ces deux techniques d'irrigation sont conçues pour optimiser l'efficacité de l'irrigation, en tenant compte des besoins spécifiques de chaque culture, elles contribuent de manière significative à une gestion durable des ressources hydriques tout en favorisant une productivité accrue au sein du secteur agricole.

Chapitre VII

Calcul technico-économique

Chapitre VII : Calcul technico-économique

VII. Introduction :

L'estimation d'un projet hydro-agricole est primordiale, pour mieux appréhender l'investissement nécessaire à ce projet et de prévoir sa rentabilité.. Dans ce chapitre on va procéder à un calcul détaillé qui consiste à déterminer toutes les quantités des matériaux ainsi que le cout global du projet de l'aménagement de notre périmètre. Dans ce cas, il est important d'estimer toutes les opérations nécessaires à la réalisation d'ouvrage hydro-agricole notamment le système d'adduction avec ses pièces spéciales.

VII.1. Travaux à entreprendre pour Le système d'adduction :

Les différentes étapes impliquées dans l'installation de l'adduction et la mise en place du réseau de distribution sont :

a) Exécution des tranchées :

La réalisation des tranchées implique le creusement de fosses dans le sol à l'aide d'une pelle hydraulique. Les déblais excavés sont placés à proximité de la tranchée, tandis que l'autre côté est réservé au revêtement des conduites.

b) Pose du lit de sable :

Le lit de sable sera déposé au fond de la tranchée avec une épaisseur de 15 cm, comme prévu dans notre cas.

c) Pose des conduites :

Avant de placer les conduites dans la tranchée, un processus de sélection est effectué pour éliminer celles qui ont été endommagées par des chocs. Ensuite, les conduites sont abaissées doucement dans la tranchée à l'aide d'un équipement de levage.

d) Remblayage des tranchées :

Le remblayage des tranchées consiste à enterrer la conduite en utilisant les matériaux excavés lors de la fouille.

e) Nivellement et compactage :

Une fois le remblai effectué, le nivellement est réalisé pour aplanir les monticules de terre, suivi du compactage pour augmenter la densité des sols et prévenir les tassements ultérieurs.

VII.2. Estimation du cout des travaux du réseau d'adduction :**VII.2.1. Calcul du volume de terrassement :****✓ Largeur du fond de la tranchée**

La largeur de la tranchée est fonction du diamètre de la conduite, elle est calculée sur un espacement de 30cm de chaque côté de la conduite.

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

$$B = d + 0.6 \text{ (m)}$$

Avec : B : largeur de la tranchée (m)

d : diamètre de la conduite (m)

✓ Profondeur de la tranchée :

La profondeur de la conduite doit être adaptée pour assurer la réalisation correcte des raccords spécifiques et pour éviter toute interférence avec les autres conduites.

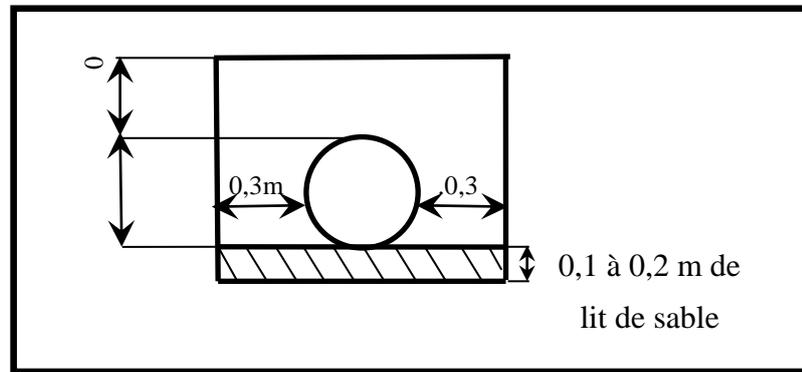


Figure VII.1: Schéma d'une tranchée.

✓ La profondeur de la tranchée :

$$H_{tr} = e + d + h \text{ (m)} \dots \dots \dots \text{VII.1}$$

Avec :

H_{tr} : Profondeur de la tranchée (m) e : hauteur du lit de pose (m)

d : diamètre de la conduite (m)

✓ Les sections des tranchées :

$$S_{tr} = B \times H_{tr} \dots \dots \dots \text{VII.2}$$

H_{tr} : Profondeur total de la tranchée (m)

B : Largeur du fond de la tranchée (m)

✓ Volume à excaver (déblai) :

Le volume d'excavation est :

$$V_d = S_{tr} \times L = (B \times H_{tr}) \times L \dots \dots \dots \text{VII.3}$$

V_d : Volume du déblai (m³)

S_{tr} : La section de la tranchée (m²).

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

H_{tr} : La hauteur de la tranchée (m).

✓ **Volume occupe par les conduites :**

$$V_{cond} = \left(\frac{\pi \times D^2}{4}\right) \cdot L \dots \dots \dots \text{VII.4}$$

V_{cond} : Volume du déblai (m³)

D_{ext} : Diamètre extérieur de la conduite(m).

L : Longueur de la tranchée (m).

✓ **Volume du lite de sable :**

Il est calculé comme suivant :

$$V_{sable} = h_{sable} \times L \times b \dots \dots \dots \text{VII.5}$$

hsable : Profondeur de la couche végétale (on prend Hcv=0.1m) (m).

L : Longueur de la tranchée (m).

B : Largeur de la tranchée (m).

✓ **Volume de remblais :**

Le volume de remblais sera égale à :

$$V_{remb} = V_{deb} - \left(\frac{\pi \times D^2}{4}\right) \cdot L \dots \dots \dots \text{VII.6}$$

✓ **Volume du remblai d'excédentaire :**

$$V_{exc} = V_f - V_{remb} \dots \dots \dots \text{VII.7}$$

Avec :

V_{exc} : Volume du sol excédentaire (m³).

V_f : Volume du sol foisonné (m³).

V_{remb} : Volume du remblai (m³)

Avec :

$$V_f = V_{debl} * k_f \dots \dots \dots \text{VII.8}$$

k_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sole ($k_f=1.1$). (Annexe 4).

Le calcul des volumes de déblais, de sable, de remblais et d'excédentaire du réseau de distribution est présenté dans le tableau VII.1 :

Tableau VII.1: Calcul des différents volumes.

D(mm)	B(m)	H(m)	L(m)	Vdebl	S conduites	V cond	Vsable	V remb	Vf	Vexc
600	1.2	1.45	10638.57	18511.11	0.89	9440.28	1276.63	7794.20	20362.22	12568.02
500	1.1	1.35	256.59	381.04	0.62	158.12	28.22	194.69	419.14	224.45
400	1	1.25	296.57	370.71	0.40	116.96	29.66	224.09	407.78	183.69
315	0.915	1.165	471.5	502.61	0.24	115.32	43.14	344.15	552.87	208.72
250	0.85	1.1	1470.16	1374.60	0.15	226.49	124.96	1023.15	1512.06	488.91
200	0.8	1.05	2126.33	1786.12	0.098	209.65	170.11	1406.36	1964.73	558.37
160	0.76	1.01	1060.97	814.40	0.063	66.95	80.63	666.82	895.84	229.02
125	0.725	0.975	972.71	687.58	0.039	37.46	70.52	579.60	756.34	176.74
110	0.71	0.96	822.11	560.35	0.030	24.52	58.37	477.46	616.39	138.92
90	0.69	0.94	1652.82	1072.02	0.02	33	114.04	924.97	1179.22	254.24
75	0.675	0.925	344.01	214.80	0.014	4.77	23.22	186.80	236.27	49.47
Somme			19768.33	26060.54		10428.75	1996.29	13635.50	28666.59	15031.1

VII.2.2. Evaluation du cout des travaux de terrassement :

Dans l'évaluation des couts des travaux il y'a lieu de prendre en considération les frais des travaux de terrassements (déblais et remblais), ainsi que les charges des matériaux (lit de sable), et le prix de pose des conduites.

Les frais de terrassement sont calculés comme suit :

- Le coût par mètre cube de déblai est de 300 DA.
- Le coût par mètre cube de remblai est de 310 DA.
- Le tarif par mètre cube de sable est de 3000 DA.
- Le prix par mètre cube de déblai excédentaire s'élève à 230 DA.

Tableau VII.2: Estimation du cout des travaux de terrassement.

Type des travaux	unité	prix unitaire da	Quantité	prix des Trav
déblai	M3	300	26060.53864	7818161.593
P. sable	M3	3000	1996.292135	5988876.405
remblais	M3	310	13635.49744	4227004.205
excédentaire	M3	230	15031.09507	3457151.867
Total HT				21 491 194.1
TVA 19%				4 083 326.9
TOTAL TTC1				25 574 520.9

Le coût total des travaux de terrassement est évalué à : vingt-cinq millions cinq cent soixante-quatorze milles cinq cent vingt dinars en TTC.

VII.2.3. Évaluation des prix de pose des conduites :

Les prix de pose de la conduite de refoulement et de la conduite gravitaire sont détaillés dans le tableau VII.3

Tableau VII.3 : Estimation du cout de pose des conduites.

Conduite	type	Unité de mesure	prix unit en da	Quantité ml	prix da
600	Fonte	ml	10638.6	10638.57	113179171.6
500	Fonte	ml	9800.0	256.59	2514582
400	PEHD	ml	7105.0	296.57	2107129.85
315	PEHD	ml	8900.0	471.5	4196350
250	PEHD	ml	3890.0	1470.16	5718922.4
200	PEHD	ml	3600.0	2126.33	7654788
160	PEHD	ml	2560.0	1060.97	2716083.2
125	PEHD	ml	1340.0	972.71	1303431.4
110	PEHD	ml	1100.0	822.11	904321
90	PEHD	ml	1345.0	1652.82	2223042.9
75	PEHD	ml	344.0	344.01	118342.8801
Totat HT					142 517 822.4
TVA 19%					27 078 386.3
TOTAL TTC2					169 596 208.6

Le cout de la pose des canalisations est de : cent soixante-neuf millions cinq cent quatre-vingt-seize milles deux cent huit DA en TTC.

VII.2.4 : Estimation du cout des bornes d'irrigation et pièces spéciales :

Pour notre réseau d'adduction, nous avons 29 bornes de types A2, et 8 bornes de types A4. L'estimation des couts de ces bornes sont présentés dans le tableau VII.4 :

Tableau VII.4 : Estimation du cout des bornes et pièces d'irrigation.

Les bornes	prix unitaire da	Quantité	prix des Trav
A4	85000	8	680 000.00
A2	52000	29	1 508 000.00
Coudes 90	7000	12	84 000.00
Vannes	14500	6	87 000.00
Te	9805	12	117 660.00
Bouchons	85000	8	680 000.00
Totat HT			3 156 660.00
TVA 19%			599 765.4
TOTAL TTC3			3 756 425.4

Le cout des bornes et les pièces spéciales d'irrigation est : 3 756 425.4 DA en TTC.

VII.2.5 : Devis estimatif du projet :

Devis pour la pose de la canalisation (Montant TTC 1 = 25 574 520.9 DA).

- Devis pour le réseau d'irrigation (Montant TTC 2 = 169 596 208.6 DA).
- Devis pour les pièces spéciales et accessoires (Montant TTC = 3 756 425.4 DA).

➤ Le coût total s'élève à 198 927 154.99 DA.

VII.. Conclusion :

L'organisation du chantier est essentielle pour la mise en place d'un réseau d'irrigation, dans le but d'optimiser les coûts, l'efficacité énergétique, et le temps, tout en améliorant la productivité. Au cours de ce chapitre, nous avons effectué une évaluation complète des coûts liés à la réalisation du projet, ce qui nous a également permis de mettre en place un devis estimatif de tous les travaux et les couts des équipement.

Le coût total du projet d'aménagement du périmètre de Seklafa s'élève à 198 927 154.99 DA.

Conclusion générale

Ce mémoire s'inscrit dans le cadre du projet d'aménagement hydro-agricole du périmètre de Sekfala, dans la wilaya de Laghouat, qui se trouve aux portes du Sahara.

Notre travail a porté sur le dimensionnement du réseau de distribution pour les secteurs de Thamad, Khacha, Hania et Gutautia, alimenté par le barrage de Seklafa, suite à une analyse approfondie des conditions climatiques, pédologiques et des ressources en eau disponibles.

Pour commencer, nous avons entamé par une présentation de la zone d'étude. Une étude climatique et hydrologique nous a révélé que la région se trouve dans la zone bioclimatique Saharienne, ce qui implique une nécessité d'irrigation constante.

Ensuite, nous avons abordé l'étude agro-pédologique. L'analyse des types de sols dans la zone a révélé une prédominance de sols de texture limoneuse sableuse. En conséquence, nous avons choisi des cultures adaptées à ces types de sols.

Afin d'améliorer le rendement agricole et de développer l'agriculture dans la wilaya, il est nécessaire de mettre en place des cultures résistantes et adaptées aux conditions climatiques du Sahara.

Après le choix des cultures, nous avons étudié le système d'adduction. La variante retenue est un réseau gravitaire à partir du barrage de Seklafa vers les parcelles du périmètre. Ce réseau est composé de conduites enterrées en fonte et en PEHD, équipées de bornes d'irrigation. Les pressions obtenues varient en moyenne de 2 à 4 bars, ce qui permet aux agriculteurs d'adopter des techniques d'irrigation modernes telles que l'aspersion et le goutte-à-goutte.

Enfin, l'aménagement hydro-agricole du périmètre de Seklafa favorisera une gestion efficace de l'eau d'irrigation, contribuera à la modernisation durable de l'agriculture, et ouvrira des perspectives de rentabilité à moyen et long terme dans la zone de Sekfala qui connaît actuellement un engouement pour le développement agricole, malgré les conditions climatiques de la région.

Annexe

Annexe 01 :

Les propriétés physiques des sols

tableau 4 indique les perméabilités moyennes de sols de classes texturales diverses et différents substrats. Le traitement de ces données est décrit dans l'annexe 6 de la publication sur les essais de drainage (FAO 1976b).

Tableau 4 SOLS : PROPRIETES PHYSIQUES REPRESENTATIVES

Texture	Infiltration' et perméabilité	Total des espaces lacunaires	Densité apparente	Capacité au champ	Point de flétrissement permanent	Humidité totale disponible		cm/m 100 s
	cm/h P _f	% N	A _s	% FC	% PWP	% P _v -FC-PW	% P _v -P _w A _s	
Sable	5 (2,5-25)	38 (32-42)	1,65 (1,55-1,80)	9 (6-12)	4 (2-6)	5 (4-6)	8 (6-10)	8 (6-10)
Limon sableux	2,5 (1,3-7,6)	43 (40-47)	1,50 (1,40-1,60)	14 (10-18)	6 (4-8)	8 (6-10)	12 (9-15)	12 (9-15)
Limon	1,3 (0,8-2,0)	47 (43-49)	1,40 (1,35-1,50)	22 (18-26)	10 (8-12)	12 (10-14)	17 (14-20)	17 (14-20)
Limon argileux	0,8 (0,25-1,5)	49 (47-51)	1,35 (1,30-1,40)	27 (23-31)	13 (11-15)	14 (12-16)	19 (16-22)	19 (17-22)
Argile limoneuse	0,25 (0,03-0,5)	51 (49-53)	1,30 (1,30-1,40)	31 (27-35)	15 (13-17)	16 (14-18)	21 (18-23)	21 (18-23)
Argile	0,05 (0,01-1,0)	53 (51-55)	1,25 (1,20-1,30)	35 (31-39)	17 (15-19)	18 (16-20)	23 (20-25)	23 (20-25)

Note : Les valeurs normales sont indiquées entre parenthèses.

¹ Les taux d'absorption varient beaucoup selon la structure du sol et la stabilité de la structure, même au-delà des valeurs normales indiquées ci-dessus.

² L'humidité facilement disponible représente environ 75 pour cent de l'humidité disponible totale.

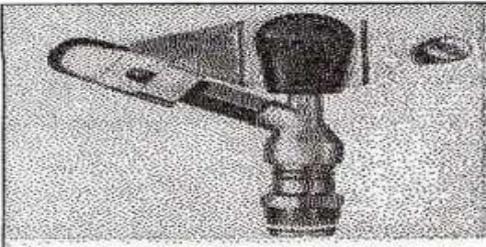
Annexe 02 :

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 03 :

Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30



Caractéristiques de l'asperseur circulaire PERROT ZF 30

1 buse
angle de jet 30°
Raccord fileté 1"

Ø de la buse Ø mm	pression à la buse bar	portée m	débit m³/h	espacement m		surface irriguée m²		densité d'aspersion mm/h	
				□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.	□ disp.	△ disp.
4.0	2,5	13	0,93	12/18	18/18	216	324	4,3	2,88
	3,0	14,5	1,02	18/18	18/24	324	432	3,16	2,36
	3,5	15,3	1,11	18/18	18/24	324	432	3,42	2,57
4.2	2,5	13,5	1,04	12/18	18/24	324	432	4,8	2,42
	3,0	15	1,14	18/18	18/24	216	432	3,52	2,64
	3,5	15,8	1,23	18/18	18/24	324	432	3,8	2,85
4.5	2,5	14	1,20	18/18	18/24	432	432	3,71	2,78
	3,0	15,5	1,32	18/18	18/24	324	432	4,07	3,05
	3,5	16,3	1,42	18/18	18/24	324	432	4,38	3,29
4.8	2,5	14,5	1,38	18/18	18/24	432	432	4,27	3,2
	3,0	16	1,51	18/18	18/24	324	432	4,66	3,5
	3,5	16,5	1,63	18/24	24/24	324	576	3,78	2,82
5.0	2,5	14,5	1,48	18/18	18/24	432	432	4,57	3,43
	3,0	16,5	1,63	18/18	18/24	432	432	5,04	3,77
	3,5	17	1,76	18/24	24/24	324	576	4,08	3,05
5.5	2,5	15,2	1,82	18/18	18/24	432	432	5,62	4,22
	3,0	17	1,99	18/24	24/24	432	576	4,61	3,45
	3,5	17,5	2,14	18/24	24/24	324	576	4,95	3,71
6.0	2,5	16,2	2,16	18/24	24/24	432	576	5,00	3,75
	3,0	17,5	2,37	18/24	24/24	432	576	5,50	4,12
	3,5	18	2,56	18/24	24/24	432	576	5,92	4,43
7.0	2,5	17,5	2,98	18/24	24/24	432	576	6,9	5,1
	3,0	18,0	3,22	18/24	24/24	432	576	7,5	5,6
	3,5	18,5	3,48	24/24	24/24	576	576	6,0	6,0
	4,0	19,0	3,73	24/24	24/30	576	720	6,5	6,2

Annexe 04 :

Type de sol	K _f
Sables, matériaux fins	1.08-1.17
Limons argileux	1.14-1.28
Argile	1.25-1.30

(Source : Métré de terrassement-cours génie civil)

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUAMAR B. 2010, Le développement agricole dans les régions sahariennes.
- FAO 1975. Les besoins en eau des cultures. Bull FAO n° 24.
- Mathieu C., P Audoye, J. Chossat Bases techniques de l'irrigation par aspersion, Editions Lavoisier France, 2007
- Ollier ch.et Poirée m. (1983). Irrigation : les réseaux d'irrigation, théorie, technique et économie des arrosages. Ed. Eyrolles. paris.455p.
- Ouir, Fatma Zohra. (2022). "Aménagement hydroagricole du périmètre d'El Eulma (1160 ha) secteur 4 à partir du Barrage Draa Diss avec (W.Setif)."
- Benharzallah, Djamel Abdelnaceur. (2015). "Étude du périmètre d'irrigation d'El Assafia 450 ha à partir de la station d'épuration de Laghouat (W.Laghouat)."
- Hettak, Nesrine. (2020). "Étude d'Aménagement hydroagricole du périmètre Achaacha à partir du Barrage Kramis (W. Mostaganem)."
- Touaibia. (2004). Manuel d'hydrologie.