



Mémoire
MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie
Filière : Sciences agronomiques
Spécialité : Gestion des Agrosystèmes

Présenté par : Melle HAMMOUYA Asma

DJEGHBALA Samira

Thème

**Etude de l'impact de la salinité du sol sur la croissance du
blé dur à Ouargla (cas de Hassi Ben Abdellah)**

Soutenu publiquement

Le : 10/07/2019

Devant le Jury :

| | | | | |
|------------------|------------|------------|--------------|-------------|
| M. HAMDI AISSA | Belhadj | Pr. | Président | UKM Ouargla |
| M. DADDI BOUHOUN | Mustapha | Pr. | Encadreur | UKM Ouargla |
| Mme KHIKHI | Oumelkheir | Doctorante | Co-Encadreur | UKM Ouargla |
| Mme DJERROUDI | Ouiza | M.C.A. | Examinatrice | UKM Ouargla |

DÉDICACE

Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, l'amour, le respect, et la reconnaissance, c'est tout simplement que : je dédie ce travail à :

Mes très chers parents : Dellali et Hadja pour leurs amours et leurs encouragements éternels.

Ma chère tante : Fatima qui sacrifié leur vie pour moi, qui encouragé pendant mes études

Mes frères : Tarek, Abdelkader et Abdeljalil

Ma sœur : Nour elyakine.

A toute la famille : Hammouya et Youcefi

Mes chères amies : Nour elhouda, Leila, Younes, Warda, Salma...

Mon binôme Samira

A tous mes collègues de la promotion «Gestion des Agro systèmes 2018/2019» de université Kasdi Merbah Ouargla.

Je dis tout simplement merci.

Un grand merci à tous.

ASMA



DÉDICACE

*Je tiens avant tout à rendre gloire à Dieu pour sa bonté
Infinie, pour la santé et la paix accordées.*

*Je tiens à dédier ce modeste travail aux plus chers à mon
Coeur,*

*A ma mère : **Mebrouka***

*A mon père : **M^{ed} Said***

*A mes chers frères : **Daoud, M^{ed} Ziad***

*A mes chères sœurs : **Karima, Abla, Affaf.***

*AUX enfants de ma soeur **M^{ed} Yacer, Oumaima, Abdellah.***

*A toute la famille : **DJEGHBALA, BEN SEBTI et SEDDIKI.***

*A tous mes amis surtout : **Hassini Zhour, Laabed Ruicha,
Boughrara Lahcen.***

*A tous mes professeurs du primaire, du moyen, du secondaire et
de l'enseignement supérieur.*

*A tous mes collègues de l'université Kasdi Merbah- Ouargla en
Particulier les étudiants de la deuxième année master
«Gestion des Agro systèmes 2018/2019».*

A tous qui m'on aider, en courrager, et soutenir.

*A mon cher binôme **Asma.***

Je dis un grand merci à tous

SAMIRA



REMERCIEMENT

Nous tenons à remercier tout d'abord notre dieu qui nous a donné le courage et la volonté de poursuivre nos études et accomplir ce mémoire.

Au terme de ce travail, nous adressons nos remerciements les plus sincères et le plus grand respect à notre promoteur : **Mr DADDI BOUHOUN M**, pour sa compréhension, sa disponibilité, de savoir faire, ces conseils judicieux, et toute l'aide qu'il nous a rapportée.

Je tiens tout d'abord à exprimer mes remerciements et toute ma reconnaissance à l'égard de:

Mme Oum elkhir KHIKHI. Doctorant au département des sciences Agronomiques, non seulement pour l'aide très précieuse qu'il m'a apporté, mais aussi pour son enthousiasme communicatif, sa patience et sa totale disponibilité, pour l'encadrement de ce travail.

Aux membres du jury, qui nous ont fait honneur en examinant ce travail:

Mr HAMDI-ISSA B. professeur au département des Sciences Agronomiques, pour avoir accepté de nous honorer par sa présence en tant que président de la commission du jury.

Mme DJERROUDI O. Maître de conférences au département des sciences Agronomiques.

A tous le personnel du laboratoire de la faculté SNV, et le personnel de laboratoire de recherche est surtout **Mr HASSINI**.

A tous les enseignants du Département des sciences Agronomiques et de département de Biologie.

Nous tenons à exprimer mes profonds remerciements à **Mme DRAOUI N**. Maître de conférence à l'université de KASDI Merbah Ouargla pour son aide, à tous les mains d'œuvre de l'exploitation de l'I.T.A.S surtout Ami Taher.

Nous remercions pour la même occasion, les personnels de la ferme d'Agro D.I.V (ERIAD) : le directeur **Mr KALLA ; Mr CHIKH ; Mr KAMEL**. Les personnels de laboratoire de **C.R.S.T.R.A. TOUGGOURT**.

En fin nous remercions mes amis (es) et mes collègues de 2^{ème} promotion de master 2 "Gestion des Agro-systèmes".

Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la mise en œuvre de ce travail.

Liste des tableaux

| N° | Titre | pages |
|---------------------|--|-----------|
| Tableau n°1 | Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux 1/5 à 25C° | 6 |
| Tableau n°2 | Classification de SAR (Sodium absorption ratio) | 7 |
| Tableau n°3 | Classification des sols salins | 7 |
| Tableau n°4 | Durée des différents stades de la croissance du blé | 18 |
| Tableau n°5 | Principales maladies du blé | 22 |
| Tableau n° 6 | Données climatiques de la région d'Ouargla (période 2009-2018) | 26 |
| Tableau n°7 | Données climatiques de la région d'Ouargla campagne (2018-2019) | 30 |
| Tableau n° 8 | Caractéristiques de la variété Simeto | 40 |
| Tableau n°9 | dispositif expérimental | 41 |
| Tableau n°10 | Quantité d'eau (mm) par stade de culture | 48 |
| Tableau n°11 | Caractéristiques de l'eau d'irrigation | 49 |
| Tableau n°12 | Taux des éléments grossiers dans le sol des deux pivots | 52 |
| Tableau n°13 | Taux des éléments grossiers selon la profondeur | 53 |
| Tableau n°14 | Granulométrie du sol | 55 |
| Tableau n°15 | pH du sol des deux pivots à deux stades | 57 |
| Tableau n°16 | Conductivité électrique du sol des deux pivots à deux stades | 60 |
| Tableau n°17 | Poids des graines et dose de semis | 63 |
| Tableau n°18 | Faculté germinative des graines testées au laboratoire | 63 |
| Tableau n°19 | Le taux de levée par rapport à la dose calculée (474.44 graines/m ²) | 64 |
| Tableau n°20 | Taux de tallages | 66 |
| Tableau n°21 | Hauteur de tige de la plante | 70 |
| Tableau n°22 | Longueur de l'épi | 71 |
| Tableau n°23 | Nombre des graines par épi | 73 |
| Tableau n°24 | Nombre d'épi par mètre carré | 74 |
| Tableau n°25 | Poids de milles grains | 76 |
| Tableau n°26 | Longueur et largeur de la graine (cm) | 77 |
| Tableau n°27 | Rendement réel des deux pivots selon les zones | 79 |
| Tableau n°28 | Synthèse des résultats | 80 |

Liste des figures

| N° | Titre | pages |
|--------------------|---|-----------|
| Figure n°1 | Appareil racinaire du Blé | 13 |
| Figure n°2 | Pied du Blé | 13 |
| Figure n°3 | Feuille de blé | 14 |
| Figure n°4 | Présentation de l'épi du blé | 15 |
| Figure n°5 | Grain de blé | 15 |
| Figure n°6 | Principaux composantes du blé | 16 |
| Figure n°7 | Modèles de développement de différentes maladies durant tout le Cycle végétatif du blé. | 23 |
| Figure n°8 | Présentation de la région d'étude | 25 |
| Figure n°9 | Climagramme d'EMBERGER de la région d'Ouargla (période 2009-2018) | 29 |
| Figure n°10 | Diagramme ombrothermique de la région d'Ouargla (période 2009-2018) | 30 |
| Figure n°11 | Les composantes de pivot | 33 |
| Figure n°12 | Evolution de la superficie et la production des céréales sous pivot dans la wilaya d'Ouargla (DSA.2017) | 36 |
| Figure n°13 | Carte de répartition spatiale des pivots à Ouargla | 37 |
| Figure n°14 | Présentation de site d'étude | 39 |
| Figure n°15 | Dispositif expérimentale | 42 |
| Figure n°16 | Moissonneuse-batteuse à station ERIAD | 49 |
| Figure n°17 | Diagramme de BERKALOFF des forages d'étude | 51 |
| Figure n°18 | Diagramme de PIPER des forages d'étude | 51 |
| Figure n°19 | Classification des eaux d'irrigation dans le site d'étude (Diagramme de RIVERSIDE) | 52 |
| Figure n°20 | Eléments grossiers à la surface du sol de l'exploitation AGRODIV | 53 |
| Figure n°21 | Taux des éléments grossiers selon la profondeur des deux pivots | 53 |
| Figure n°22 | Taux des éléments grossiers supérieurs à 2 mm dans le sol des deux pivots selon les zones | 54 |
| Figure n°23 | Valeurs moyennes de la granulométrie selon la profondeur des pivots | 56 |
| Figure n°24 | Valeurs moyennes de la granulométrie selon les zones | 56 |
| Figure n°25 | Variation du pH du sol dans les deux stades des deux pivots | 58 |

| | |
|--|----|
| Figure n°26 : Evolution du pH aux deux stades selon les profondeurs de deux pivots | 59 |
| Figure n°27 : Evolution du pH 1 selon les zones | 59 |
| Figure n°28 : Evolution du pH2 selon les zones | 59 |
| Figure n°29 : Variation de la CE du sol dans les deux stades des deux pivots | 60 |
| Figure n°30 : Evolution de la CE aux deux stades selon les profondeurs dans le pivot 6 et 7 | 61 |
| Figure n°31: Evolution de la CE au stade 3 feuilles selon les zones dans le pivot 6 et 7 | 62 |
| Figure n°32 : Evolution de la CE au stade épiaison selon les zones dans le pivot 6 et 7 | 62 |
| Figure n°33: Taux de germination des graines sous stress salin au laboratoire | 64 |
| Figure n°34 : Nombre des plantes levées par mètre carrée selon les zones | 65 |
| Figure n°35: Développement de la plante au stade levé | 66 |
| Figure n°36 : Le nombre de talle et le coefficient de tallage des deux pivots | 67 |
| Figure n°37 : Plantes au stade tallage | 67 |
| Figure n°38 : Evolution de la hauteur de la plante durant le cycle végétative de la plante | 68 |
| Figure n°39 : Evolution de la hauteur de la plante selon les zones et les stades | 70 |
| Figure n°40 : Hauteur de tige de la plante selon les zones des deux pivots | 71 |
| Figure n°41 : Longueur de l'épi des deux pivots selon les zones | 72 |
| Figure n°42 : Nombre de graine par épi des deux pivots selon les zones | 73 |
| Figure n°43: Nombre d'épis par mètre carré selon les zones | 75 |
| Figure n°44: Développement de la plante au stade épiaison | 75 |
| Figure n°45 : Poids de milles graine selon les zones | 77 |
| Figure n°46 : Rendements théorique des deux pivots selon les zones | 78 |

Liste des abréviations

A.N.R.H. : Agence National des Ressources Hydriques

C.E. : Conductivité Electrique

CCLS : Coopératives de Céréales et de Légumes Secs

CDARS : Commissariat au Développement de l'Agriculture des Régions sahariennes

CEC : Capacité d'échange cationique

CNCC : Centre National de Contrôle et de Certification des Semences et Plante

CRPV : Centre de Recherches de Protection des Végétaux

DSA : Direction des Services Agricoles.

E.R.I.A.D. : Entreprise Régionale d'Industrie Alimentaire et Dérivées

E.S.P. : Exchangeable Sodium Percentage (pourcentage de sodium échangeable)

ha : Hectare (s)

IPTRID : Programme International pour la Technologie et la Recherche en Irrigation et Drainage

O.N.M. : Office National de Météorologie

PMG : Poids de Milles Grains

Qx : Quintaux

S.A.R. : Sodium Adsorption Ratio (taux d'adsorption de sodium)

T.S.P. Triple Super Phosphate

Sommaire

| | |
|-----------------------------|---|
| Dédicaces | |
| Remerciement | |
| Liste des tableaux..... | 4 |
| Liste des figures :..... | 5 |
| Liste des abréviations..... | 7 |
| Sommaire | 8 |
| Introduction..... | 1 |

Partie I: Synthèse bibliographique

| | |
|--|----|
| Chapitre I. Généralités sur la salinité des sols..... | 4 |
| I.1- Quelques définitions..... | 4 |
| I.2- Origine de la salinisation (types)..... | 5 |
| I.2.1- Salinisation primaire ou naturelle | 5 |
| I.2.2- Salinisation secondaire..... | 5 |
| I.3- Paramètres de caractérisation des sols salés | 6 |
| I.4- Classification des sols salins | 7 |
| I.5- Effet des sels sur le sol et sur les végétaux..... | 7 |
| I.5.1- Effet sur les propriétés physiques du sol..... | 8 |
| I.5.2- Effet sur les propriétés chimiques du sol | 8 |
| I.5.3- Relation de la salinité et les végétaux | 8 |
| I.5.3.1- Effet de la salinité sur les végétaux..... | 8 |
| I.5.3.2- Mécanismes d'adaptation des végétaux à la salinité..... | 9 |
| Chapitre II. Généralités sur la culture du blé | 12 |
| II.1- Classification botanique | 12 |
| II.2- Description générale..... | 12 |
| II.2.1- Appareil racinaire | 12 |
| II.2.2- Appareil aérien..... | 13 |
| II.2.3- Appareil reproducteur | 14 |
| II.2.4- Graine | 15 |
| II.3- Cycle végétatif du blé..... | 16 |
| II.3.1- Période végétative :..... | 16 |
| II.3.2- Période reproductrice..... | 17 |
| II.3.3- Période de formation et de maturation du grain: | 18 |
| II.4- Exigences de la culture du blé..... | 19 |
| II.4.1- Exigences écologiques | 19 |

| | |
|--|----|
| II.4.1.1- Exigences climatiques..... | 19 |
| II.4.1.2- Exigence édaphique | 19 |
| I.2.4.1.3- Exigence hydrique..... | 20 |
| II.4.2- Exigences culturales | 20 |
| II.4.2.1- Préparation du sol | 20 |
| II.4.2.2- Semis..... | 20 |
| II.4.2.3- Fertilisation | 21 |
| II.5- Maladies et les ennemies de culture : | 22 |
| II.5.1- Principales maladies du blé..... | 22 |
| II.5.2- Ravageurs | 24 |
| II.5.3- Mauvaises herbes | 24 |
| II.6- Accidents physiologiques..... | 24 |
| Chapitre III : Présentation de la région d'étude | 25 |
| III.1- Situation géographique | 25 |
| III.2- Conditions climatiques | 26 |
| III.2.1- Facteurs climatiques période (2009-2018) | 26 |
| III.2.2- Synthèse climatique..... | 28 |
| III.2.3-. Donnée climatique de la campagne 2018-2019..... | 30 |
| III.3- Ressources en eaux | 31 |
| III.3.1- La nappe phréatique : | 31 |
| III.3.2- La nappe du Miopliocène : | 31 |
| III.3.3- La nappe du sénonien : | 31 |
| III.3.4- Le Continental Intercalaire (nappe albienne) | 31 |
| III.4- Type de sol..... | 31 |
| III.5- Céréaliculture sous pivot à Ouargla..... | 32 |
| III.5.1- Présentation générale du pivot..... | 32 |
| III.5.2- Avantages et inconvénient des techniques d'irrigation par pivot | 33 |
| III.5.3- Historique de la céréaliculture sous pivot..... | 34 |
| III.5.4- Evolution de la répartition spatiale des pivots de la région de Ouargla | 36 |

Partie II: Expérimentation

| | |
|---|----|
| Chapitre IV. Matériel et Méthodes..... | 38 |
| IV.1- Présentation du site d'étude..... | 38 |
| IV.2 - Choix de parcelle d'étude | 38 |
| IV.3- Présentation du matériel végétal..... | 39 |
| IV.4- Dispositif expérimental : | 40 |

| | |
|--|----|
| IV.5.- Echantillonnage et choix de paramètres d'étude | 43 |
| IV.5.1- Etude du sol..... | 43 |
| IV.5.2- Analyse de l'eau..... | 44 |
| IV.5.3- Etude du végétal..... | 44 |
| IV.6- Outils et méthodes de traitement des données..... | 46 |
| Chapitre V : Résultats et discussion..... | 47 |
| V.1 – Itinéraire technique..... | 47 |
| V.2- Etude des caractéristiques des eaux de forages..... | 49 |
| V.2.1- Présentation des résultats..... | 49 |
| V.2.2- Interprétation de l'analyse de l'eau | 50 |
| V.3- Etude des caractéristiques du sol | 52 |
| V.3.1- Importance des éléments grossiers dans le sol | 52 |
| V.3.2- Texture du sol :..... | 55 |
| V.3.3-Evolution du pH du sol..... | 57 |
| V.3.4- Evolution de la conductivité électrique du sol..... | 60 |
| V.4- Evolution du développement de la plante | 62 |
| V.4.1- Poids des graines et la dose de semis | 62 |
| V.4.2- Taux de germination des graines au laboratoire | 63 |
| V.4.3- Taux de la levée des graines semées sous pivot | 64 |
| V.4.4- Nombre de talle par m ² : | 66 |
| V.4.5- Hauteur de la plante durant le cycle végétative | 68 |
| V.4.6-Hauteur de la tige de la plante | 70 |
| V.4.7-Longueur de l'épi | 71 |
| V.4. 8- Nombre de grains /épi..... | 72 |
| V.4. 9- Nombre d'épi par m ² | 74 |
| V.4.10 -Poids de 1000 grains..... | 75 |
| V.4.11- Longueur et largeur du grain | 77 |
| V.4.12 - Estimation du rendement théorique..... | 78 |
| V.4.13-Rendement réel..... | 78 |
| V.5- Synthèse des résultats | 80 |
| Conclusion | 81 |
| Références bibliographiques | 83 |
| Annexes..... | I |

Introduction

La culture des céréales est considérée comme l'une des plus importantes pour les sociétés humaines, en raison de la facilité relative des modes de production, de récolte, de stockage et de transport. La culture de céréales est importante également de part la diversité des aires géographiques de production, leur richesse en constituants d'intérêt nutritionnel et de la diversité des modes de préparation et de consommation (**JOËIL et al, 2009**).

Selon (**FAO, 2017**), la production mondiale des céréales estimée 2648,2 million de tonnes, 720 million d'hectares de céréales sont cultivés dans le monde, soit 51% des terres arables, 14,6% de la surface agricole mondiale et 5,5% des terres émergées du monde.

Les céréales et leurs dérivées forment la base de la nourriture des Algériens, et constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien. En effet, elles fournissent plus de 60% de l'apport calorique, et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire nationale (**FEILLET, 2000**).

En Algérie, les superficies réservées aux céréales sont de l'ordre de six (06) millions d'hectares, chaque année trois à 3,5 millions d'hectares sont emblavés, les restes étant laissés en jachère (non cultivée). Soit 70% est destinée particulièrement à la culture de blé (environ 70% du blé dur et 30% du blé tendre), alors que l'orge, et l'avoine n'occupe qu'une faible superficie. La superficie récoltée est moins que celle emblavée, et même si les conditions climatiques sont favorables.

La majeure partie de ces emblavures se font dans les régions de : Sidi Bel Abbés, Tiaret, Sétif, El Eulma. Ces grandes régions céréalières sont situées dans leur majorité sur les hauts plateaux. Ceux-ci sont caractérisés par des hivers froids, un régime pluviométrique irrégulier, des gelées printanières et des vents chauds et desséchants (**BELAID, 1996 ; DJEKOUN et al, 2002**).

Les rendements céréaliers demeurent faibles et très irréguliers, avec une moyenne de 13,5 q/ha pour le blé, et 13,2 pour l'orge, ce qui se situe loin derrière la productivité des pays méditerranéens de l'Europe et s'explique à la fois par des causes naturelles (sol et climat), techniques (semences, pratiques culturales) et humaine (organisation et formation des producteurs). On note par ailleurs en Algérie une forte « régionalisation » des conditions de

production et donc des niveaux de récolte contrasté d'Est en Ouest, la même année (**JEAN-LOUIS et BENABDERRAZIK, 2014**).

Face à la régression de la production des céréales en Algérie et à l'augmentation du volume des importations, et en raison des limites avérées qui s'imposent au développement de cette culture dans les régions du nord et des hauts plateaux, la question du développement de la céréaliculture dans les régions sahariennes reste d'actualité, malgré les résultats non satisfaisants obtenus durant les précédentes tentative de son développement (**BOUAMMAR, 2015**).

Les périmètres de mises en valeur créés ces dernières décennies, dans les zones sahariennes notamment la wilaya d'Adrar, Ghardaïa et Ouargla, ont pour objectif le développement des cultures stratégiques notamment les céréales sous pivot.

D'une autre manière, la salinité constitue une contrainte dans beaucoup de périmètres de grandes cultures où la qualité de l'eau joue un rôle majeur et où la recherche de plantes adaptées à des seuils élevés de salinité devient un impératif pour la production agricole. La sélection variétale, nécessite la connaissance des mécanismes responsables de la tolérance du végétal à la salinité. (**ARBAOUI et al., 2000**).

La salinité représente une contrainte naturelle conditionne le développement de la production des végétaux dans des zones arides et semis arides (**VIEIRA et al. 1990**). L'aridité liée à une perte d'eau par évapotranspiration bien supérieure aux précipitations couvre en Algérie environ 95% des zones, (de 100 à 400 mm / an) (**HALITIM, 1985**). Dans ces zones, l'apport d'eau par irrigation a entraine une augmentation et une extension de la salinité des sols (**DAOUD, 1993**) soumette les plantes a un stress permanant, baisse les rendements agricoles, limite la répartition des espèces cultivées voire même menacent d'extinction certaines modifier la fertilité et la stabilité structurale des sols (**VLENTIN, 1994**).

Les travaux de recherches mentionnent que les céréales cultivées sous pivots dans la région de Ouargla sont confrontées à un ensemble de contraintes technico-économiques et environnementales, parmi lesquelles on notera principalement : la disponibilité de l'eau et la maîtrise de la gestion des irrigations, les conditions édaphiques du sol et la maîtrise de fertilisation, les conditions climatiques d'aridité et la salinisation des sols etc.

Ce travail a pour objectif de contribuer à l'étude de l'effet de la salinité du sol et de l'eau sur le développement de la culture du blé sous pivot dans la région de Ouargla.

Cette étude comporte deux (02) parties :

- La partie première sur la synthèse bibliographique à trois (03) chapitres :
 - ✓ Première chapitre s'intéresse à la Généralités sur la salinité des sols.
 - ✓ Deuxième chapitre sur Cultures céréalières.
 - ✓ Troisième chapitre prendra en compte la Présentation générale de la région d'étude.
- La partie deuxième sur l'Expérimentation est comprend deux (02) chapitres :
 - ✓ Quatrième chapitre contient Matériel et méthodes.
 - ✓ Cinquième chapitre traitera les résultats obtenus.

Enfin on terminera par une conclusion.

Partie 1

Synthèse Bibliographique



Chapitre I :

*Généralités sur la salinité
des sols*

Chapitre I. Généralités sur la salinité des sols

I.1- Quelques définitions

- **Sol** : Le sol est la partie supérieure de la croûte terrestre. Il est l'interface entre l'atmosphère, l'hydrosphère, la lithosphère et les organismes vivants. C'est un milieu polyphasique composé d'une phase solide (minérale et organique), d'une phase liquide, d'une phase gazeuse et, colonisé par des organismes vivants (**DJIGAL, 2003**).
- **Sels Solubles** : Les sels solubles sont tous les sels plus solubles dans l'eau que le gypse. Leur concentration globale est généralement exprimée par la conductivité électrique qui représente en réalité la conductivité électrolytique. Les sels les plus fréquents dans les régions arides et semi-arides sont surtout les Chlorures et les sulfates de sodium, les sulfates de magnésium et à un moindre degré les carbonates de sodium (**HALITIM, 1988**).
- **Salinité de sol** : La salinité des sols est définie selon plusieurs auteurs comme étant la présence d'accumulation des sels dans le sol. Quand la quantité de sels dans la solution du sol est élevée (**BARBOUCHI et al, 2013**), ou la concentration excessive de sels solubles dans le sol, qui limiteraient le développement des plantes (**BAIZE, 2000**). La salinité du sol est l'une des principales contraintes environnementales qui limitent la production végétale dans les régions arides, elle est souvent associée à la sécheresse et elle entraîne une réduction des surfaces cultivables (**MARCUM, 2006 in NEDJMI, 2013**).
- **Sols salés** : Les sols salés appelés aussi sols halomorphes, caractérisés par leur teneur élevée en sels solubles plus solubles que le gypse, dans l'ensemble ou dans une partie du profil, ou par la dégradation de la structure de l'un de leur horizons ou de tous les horizons sous l'influence de l'un des ions provenant de ces sels en particulier le sodium (**AUBERT, 1983; BAIZE, 2000**).
- **Salinisation des sols** : La salinisation des sols est le processus d'accumulation des sels à la surface du sol et dans la zone racinaire, qui occasionne des effets nocifs sur les végétaux et le sol; il s'ensuit une diminution des rendements et, à terme, une stérilisation du sol (**MERMOUD, 2006**). Les saisons chaudes et sèches favorisent l'ascension capillaire des sels à la surface des sols où ils se concentrent sous l'effet de l'évaporation et

s'y expriment en efflorescences, poudres ocre ou brunes ou croûte du salant blanc (GRUNBERGER *et al*, 2008 ; DEVISME, 2009 in YUCEF, 2010).

I.2- Origine de la salinisation (types) : L'origine des sels solubles dans les sols est très variée. Deux processus sont signalés :

I.2.1- Salinisation primaire ou naturelle

C'est un processus lié à la pédogenèse, en autre terme à l'altération des roches salifère qui libèrent des sels sous l'effet de différents facteurs géologiques, géomorphologiques et climatiques (GUCHER et BRUDIN, 1974 *in* MISSAOUI, 1991). Les sels solubles peuvent provenir :

- Soit **le matériau géologique**, par le biais de l'altération, peut libérer les éléments nécessaires à la formation des sels solubles (altération de minéraux primaires riches en sodium, de roches volcaniques, ou encore dissolution des évaporites, qui sont des accumulations salines anciennes).
- Soit **par l'eau de mer** est, bien entendu, une source principale de sel en milieu côtier. La salinisation peut alors être un phénomène permanent lié aux marées (salinisation marine), ou encore due à la présence de lentilles d'eau sur salées lorsque les zones basses sont isolées de la mer par un colmatage alluvial (salinisation lagunaire) ;
- Soit **une nappe phréatique**, d'origine continentale et salée par héritage géologique, peut contaminer le sol par ascension capillaire (IRD, 2008).

I.2.2- Salinisation secondaire

La salinisation d'origine secondaire induite par l'activité humaine, liée fréquemment à des pratiques agricoles inappropriées (MERMOUD, 2006). C'est un processus d'enrichissement d'un sol en sels solubles causé par l'approvisionnement en eau pour l'irrigation et qui aboutit à la formation d'un sol salin.

Les échanges de cations entre le sol et l'eau d'irrigation sont le début de la salinisation du sol. La salinisation peut être causée par la remontée capillaire des eaux souterraines salines ou résulter d'une irrigation réalisée avec de l'eau saline (IPTRID, 2006). L'emploi des engrais d'une manière excessive et sans lessivage, peut aggraver le problème de salinité. Exemple : emploi du KCL sur un sol à salure chlorurée (BAKHTI, 2005).

Cette salinité concerne des surfaces plus réduites que la salinité primaire mais à des conséquences économiques plus importantes car elle peut dégrader gravement la fertilité du sol (ANTIPOLIS., 2003).

I.3- Paramètres de caractérisation des sols salés

Les paramètres de caractérisation de la salinité des sols sont des paramètres physicochimiques tel que la conductivité électrique (CE), le pH, et la capacité d'échange cationique (CEC), le pourcentage de sodium échangeable (ESP) et le taux d'adsorption de sodium (SAR) (RICHARDES, 1954 ; MATHIEU et al, 2003). Ces paramètres nous permettrons d'apprécier le degré et la charge saline ainsi que le faciès chimique. Selon (SOLTNER, 1989 in HADDAD et ABBES, 2015) la notion de pH du sol permet de façon commandée et précise de désigner la réaction du sol salins. Les sols salés ont un pH supérieur à 7, et il augmente en corrélation avec le rapport Na^+ / CEC .

- **La mesure de la conductivité électrique** : nous permet d'estimer la salinité globale dans le sol (HADDAD et ABBES, 2015). Le tableau suivant présente la classification des sols selon la salinité (Tab.1).

Tableau n°1 : Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux 1/5 à 25°C (MATHIEU et PIELTAIN, 2009)

| CE extrait 1/5 à 25°C | Classe de salinité |
|-----------------------|--------------------|
| $CE \leq 0.6$ | Non salé |
| $0.6 < CE \leq 1$ | Légèrement salé |
| $1 < CE \leq 2$ | Salé |
| $2 < CE \leq 4$ | Très salé |
| $CE > 4$ | Extrêmement salé |

- **Le calcul de l'ESP (Pourcentage de Sodium Echangeable)** : permet de caractériser le stade d'alcalinisation d'un complexe d'échange, l'ESP est en fonction de la CEC exprimée en (meq/l) (RICHARDES, 1954). Il est calculé par la formule suivante :

$$ESP = \frac{Na^+}{\text{Quantité totale des cations absorbées}}$$

- **la détermination du SAR (Sodium Absorption Ratio)** : Il s'agit d'un paramètre fondamental pour la détermination du niveau de l'alcalinisation de la solution du sol

(RICHARDES, 1954) (Tab.2). Selon (DURAND, 1958 in BOUTLLI, 2012), le SAR est déterminé par la relation suivant :

$$\text{SAR} = \text{Na}^+ / \sqrt{(\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})/2}$$

Avec l'unité de (Na+, Mg++, Ca++) définie par méq/l

Tableau n° 2 : Classification de SAR (Sodium absorption ratio)

| SAR | Degré alcalinisation |
|---------------|------------------------|
| ≤ 4 | Basse alcalinisation |
| 4 < SAR ≤ 8 | Faible alcalinisation |
| 8 < SAR ≤ 12 | Alcalinisation moyenne |
| 12 < SAR ≤ 18 | Alcalinisation forte |
| > 18 | Alcalinisation intense |

(SERVANT et al, 1966 in BENZAHY, 1994)

I.4- Classification des sols salins

Les sols sont classés en fonction de leur degré de salinité, en prenant compte de leur sodicité (KOTURBY AMACHER et al, 1997 in BADACHE, 2005) : Il y a trois catégories des sols salins et sodiques, déterminés par un système de classification établi par le laboratoire américain de la salinité (RICHARD, 1954) (Tab.3):

Tableau n°3 : Classification des sols salins

| Type des sols | CE (dS/m) | SAR |
|------------------|-------------|--------|
| Sols salins | CE > 4dS/m | SAR<13 |
| Sol sal-sodiques | CE > 4 dS/m | SAR>13 |
| Sol sodiques | CE< 4 dS/m | SAR>13 |

I.5- Effet des sels sur le sol et sur les végétaux

Les sols salés sont caractérisés par des propriétés physiques, chimiques et biologiques défavorables à la croissance des végétaux en raison de la présence de sels solubles, et/ou de sodium échangeable en quantité élevé (BADACHE, 2005).

I.5.1- Effet sur les propriétés physiques du sol

RHOADES et al (1992) indiquent que l'accumulation du sodium provoque le gonflement des terres, ce qui aboutit à la séparation des particules d'argiles et de matière organique (le complexe argilo-humique), ce qui provoque une diminution de la perméabilité (**BADACHE, 2005**). Donc, la stabilité structurale d'un sol diminue (mauvaise) dès que le taux de sodium échangeable atteint 12 à 15% (**KELLY, 1948 ; DUTHIL, 1973 in BADACHE, 2005**).

I.5.2- Effet sur les propriétés chimiques du sol

Lorsqu'un sol (contenant des ions Na⁺ sur le complexe argilo-humique) devient humide (par irrigation ou précipitation), le Na⁺ fixé repasse en solution et provoque des réactions qui aboutissent à la libération d'ions OH⁻ qui vont élever le pH du sol (**DJAMAI, 1993**). Si l'élévation du pH est forte (jusqu'à 10), elle perturbe la physiologie des plantes et celle des micro-organismes (**BADACHE, 2005**).

I.5.3- Relation de la salinité et les végétaux

I.5.3.1- Effet de la salinité sur les végétaux

Les sels dissous ont des effets indirects sur les végétaux par leur action sur la structure du sol et la circulation des fluides et ont des effets directs sur la croissance et le développement des plantes (**CALVET, 2003**), provoquant ainsi son flétrissement « sécheresse physiologique » (**DIARRA, 1991**).

La salinité est une contrainte majeure qui affecte la croissance et le développement des plantes. Chez les céréales, l'effet dépressif du sel se manifeste à partir d'un seuil critique de concentration caractéristique de l'espèce ou de la variété (**EPSTEIN et al, 1980 ; KINGSBURY et al, 1984 ; CRAMER et al, 1994 ; BOUNAQBA, 1998**).

La réponse à la salinité se manifeste généralement chez la plupart des plantes cultivées par un effet dépressif sur la croissance et le développement (**YKHLEF, 1993 ; MUNNS et al, 1995 ; CHOUGUI et al, 2004**). Cette réponse varie considérablement en fonction du genre, de l'espèce et même de l'écotype ou de la variété (**EPSTEIN et al, 1980**).

La diminution de la croissance est une réponse à la déshydratation; elle contribue à la conservation des ressources en eau, ce qui permet la survie de la plante (**BINZEL et al, 1988**).

Les végétaux sont capables de supporter le déficit hydrique engendré par le stress salin, en ajustant plus ou moins rapidement leur potentiel osmotique avec celui du milieu extérieur, de

manière à maintenir un gradient de potentiel hydrique entre la plante et le milieu salin (GREENWAY et MUNS, 1980). Une fois que la plante s'est ajustée osmotiquement au milieu salin et que sa turgescence est restaurée, le déficit hydrique n'apparaît plus comme un facteur limitant la croissance sur milieu salin (ZHAO et al, 1991).

La diminution de l'expansion foliaire est soumise à un double contrôle, comprenant les équilibres hydriques et les signaux hormonaux provenant des racines.

Dans le cas de brusques variations environnementales d'humidité, de lumière ou de salinité, les relations hydriques sont les responsables des perturbations de la vitesse d'élongation. Alors que pour des stress hydriques ou salins, dont la durée est de l'ordre de quelques jours, ce sont les signaux hormonaux qui conditionnent le niveau de croissance ; cependant, à ce niveau, durant les périodes de forte transpiration, c'est l'état hydrique qui redevient le facteur limitant, malgré le contrôle exercé par les hormones (MUNNS et al, 2000).

La plante, du fait de la diminution de la croissance de la partie aérienne, doit réguler plus strictement la pénétration des ions à travers les racines pour empêcher une accumulation trop rapide des ions au niveau aérien ; ceci conduit à une accentuation du déficit hydrique (SING et al, 1989).

La diminution de la productivité des plantes en déficit hydrique est due au fait que ces dernières, en réduisant leur croissance, diminuent leurs surfaces foliaires, ce qui a pour conséquence une diminution de la capacité photosynthétique de la plante entière (STEDUTO et al, 2000).

Les halophytes n'utilisent pas la diminution de croissance comme un moyen de survie dans les conditions salines, mais continuent de puiser l'eau dans le sol, et les ions absorbés sont, soit éliminés par excrétion (BINET, 1982), soit dilués au niveau de la plante au cours de la croissance (LEVITT, 1972).

I.5.3.2- Mécanismes d'adaptation des végétaux à la salinité

En effet, selon le degré de salinité dans le milieu, les glycophytes en particulier sont exposées à des modifications de leur comportement morpho-physiologique (BENNACEUR et al, 2001), biochimique (GRENNAN, 2006) et minéral (MARTINEZ et al, 2007). Ainsi, les plantes réagissent à ces variations de la salinité dans le biotope, soit pour disparaître ou déclencher des mécanismes de résistance.

Parmi ces mécanismes, l'ajustement osmotique joue un rôle primordial dans la résistance ou la tolérance de la plante à la contrainte (MUNNS, 2002). En effet, la tolérance, dans le cas

d'un abaissement du potentiel hydrique, s'exprime par un maintien de la turgescence (GARG et al, 2002; MOINUDDIN et al, 2005) grâce au phénomène d'ajustement osmotique. Ce phénomène apparaît aujourd'hui comme un mécanisme majeur d'adaptation aux stress ionique et osmotique qui s'exprime par la capacité d'un végétal à accumuler, au niveau symplasmique et de manière active des ions tels que les K^+ et Na^+ (PARIDA et DAS, 2005; NAVARRO et RUBIO, 2006) et Cl^- (MUNNS et al., 2006; TEAKLE et al, 2007) ou des composés organiques tels les sucres solubles (OTTOW et al, 2005) et certains aminoacides comme la proline, (MORANT-MANCEAU et al, 2004).

Il permet le maintien de nombreuses fonctions physiologiques (photosynthèse, transpiration, croissance ...) (GRENNAN, 2006, MARTINEZ et al, 2007) et il peut intervenir à tous les stades du développement du végétal, (MALASSES, 1996). L'osmorégulation permet une protection des membranes et des systèmes enzymatiques surtout dans les organes jeunes et la proline semble jouer un rôle dans le maintien des pressions cytosol vacuole et de régulation du pH (OTTOW et al, 2005).

Pour lutter contre la contrainte abiotique, les plantes développent plusieurs stratégies adaptatives qui varient en fonction de l'espèce et des conditions du milieu, et la variété tolérante développe plusieurs mécanismes de résistances et pas un seul mécanisme (BOUATROUS et al, 2009).

La résistance d'une plante à une contrainte abiotique peut être définie, du point de vue physiologique, par sa capacité à survivre et à s'accroître et, du point de vue agronomique, par l'obtention d'un rendement plus élevé que celui des plantes sensibles.

a) Adaptations physiologiques : Physiologiquement, l'impact néfaste de la salinité se traduit par la conjonction d'un effet indirect sur le potentiel hydrique se traduisant par une réduction de la disponibilité de l'eau pour la plante et également par la toxicité et les perturbations de la nutrition minérale induites par l'excès des ions Na^+ et Cl^- (LEVIGNERON et al, 1995 ; NIU et al, 1995 ; Al KARAKI, 2000).

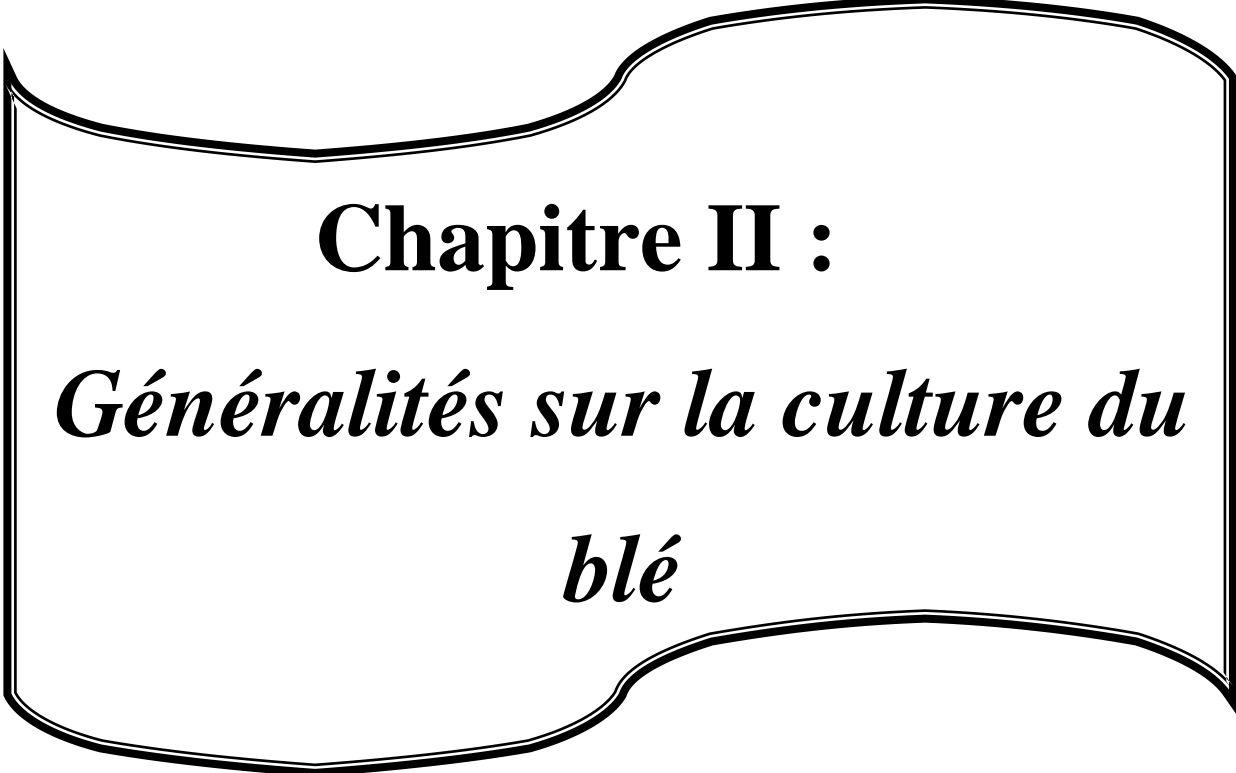
b) Ajustement osmotique : Le stress hydrique ou salin provoque la mise en place d'un état de régulation hydrique de la plante qui se manifeste par la fermeture stomatique et par une régulation du potentiel osmotique (BRISSON et al, 1985). Parmi les osmoregulateurs les plus importants qui s'accumulent chez les céréales en conditions de déficit hydrique, ou stress salin on peut citer les sucres et un acide amine la proline.

Les sucres sont considérés par plusieurs auteurs comme de bons osmoregulateurs (**KAMELI et LOSEL, 1995; KAMELI et al, 1998**) qui peuvent jouer un rôle important dans l'ajustement osmotique et l'adaptation des plantes au stress salin et au stress hydrique (**MORGAN, 1984 ; MORGAN et al, 1998**).

L'accumulation de la proline constitue aussi un véritable mécanisme de tolérance à la salinité et la déficience en eau (**SLAMA et al, 2004**). En effet, la teneur en proline est plus élevée en cas de déficit hydrique et, en particulier, chez les géotypes les plus résistants à la sécheresse (**SALAMA, 2002**). La variété Razzak, qui accumule plus de proline dans ses différents organes et en particulier au niveau de la barbe et de la feuille drapeau en conditions de déficit hydrique, donne le rendement le plus élevé et présente la capacité de remplissage de grains la plus importante (**SALAMA, 2002**). Par ailleurs, la variété ayant le rendement le plus faible et les grains les moins volumineux accumule moins de proline (Duriac). L'existence chez les céréales d'une variation intra-spécifique pour l'accumulation de la proline sous l'effet du déficit hydrique suggère la possibilité d'une sélection, sur la base de ce caractère, des géotypes qui auront une bonne capacité à survivre et un rendement en grains stable en conditions hydriques limitantes (**BERGARECHE et al, 1992**).

- c) **L'Exclusion** : La plante empêche le sel de remonter jusqu'aux feuilles. Une première barrière existe au niveau de l'endoderme, couche interne de cellule de la racine. Cependant, cette barrière peut être interrompue, en particulier lors de l'émergence des ramifications de la racine (**LEVENT TUNA et al, 2007**) ; d'autres mécanismes limitent le passage de sel des racines vers les feuilles mais les gènes qui gouvernent sont encore largement inconnus (**BERTHOMIEU et al, 2003**).

- d) **L'inclusion** : La plante capte le sel, qui parvient aux feuilles, au même titre que l'eau, par le mouvement ascendant de la sève dans les vaisseaux. A l'intérieur des cellules, le sel est alors stocké dans les vacuoles grâce à des systèmes de pompe moléculaire. Les vacuoles sont des compartiments fermés au sein de la cellule. Le sel est ainsi isolé des constituants cellulaires vitaux (**BERTHOMIEU et al, 2003**).



Chapitre II :
Généralités sur la culture du
blé

Chapitre II. Généralités sur la culture du blé

II.1- Classification botanique

Le blé dur (*Triticum durum* Desf.) est une plante annuelle monocotylédone qui appartient à la famille des graminées et la tribu des Triticées dont la classification botanique est la suivante, selon FEILLET (2000) :

- Règne : Plantae
- Sous-règne : Cormophyte
- Embranchement : Spermaphytes
- Sous embranchement : Angiospermes
- Classe : Monocotylédones
- Ordre : Commélini florales
- Sous ordre : Poales
- Famille : Poaceæ (Graminées)
- Sous famille: Ordées.
- Tribu : Triticées
- Genre : *Triticum* sp
- Espèce : *Durum Wheat*

II.2- Description générale

Il s'agit d'une graminée annuelle de hauteur moyenne de 1,20 m. La plante est composée des organes suivants (Fig.7) :

II.2.1- Appareil racinaire

La racine du blé est fibreuse (Fig.1et 2). Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent. La profondeur des racines varie selon le travail du sol ainsi que l'humidité du sol. 50 % du poids total des racines se trouvent entre 0 et 25 cm, 10 % entre 20 et 50 cm, elles peuvent atteindre 1 m à 1,2 m dans un sol bien profond (SOLTNER, 1980).

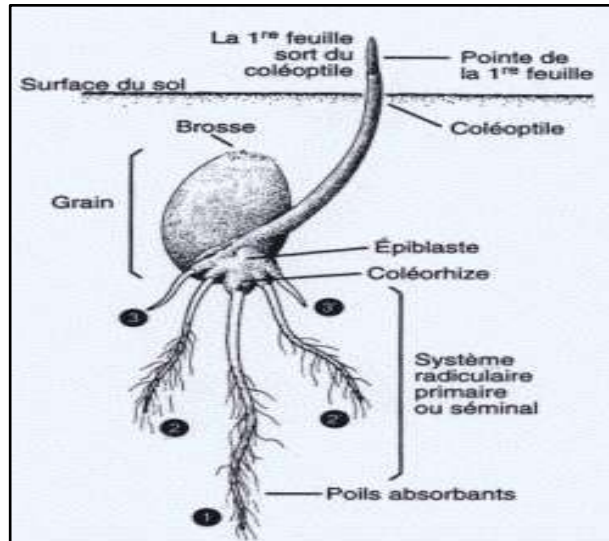


Figure n°1 : Appareil radicaire du Blé
(source net 1)

II.2.2- Appareil aérien

a) **Tige** : Le blé dur possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entre nœuds. Certaines variétés possèdent toutefois des tiges pleines (CLARKE *et al*, 2002). Les talles se forment à partir de bourgeons axillaires aux nœuds à la base de la tige principale. Le nombre de brins ou de talles dépend de la variété, des conditions de croissance et de la densité de plantation. Dans des conditions normales, une plante peut produire en tout trois brins en plus de la tige principale, mais tous ne grènent pas nécessairement (BOZZINI, 1988).

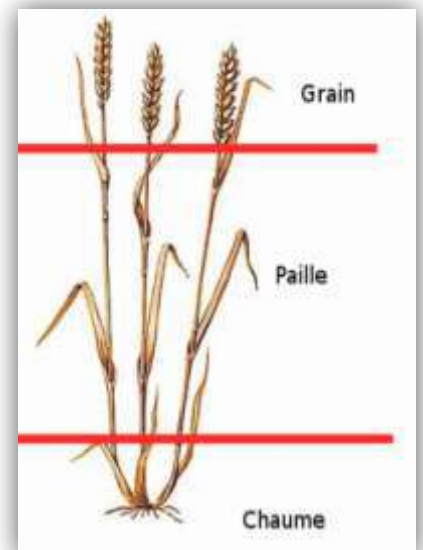


Figure n°3 : Pied du Blé
(source net 3)

En fin de cycle, une partie des tiges est récoltée sous forme de pailles et le reste constitue les chaumes (Fig.3), ils sont soit pâturés par les animaux d'élevage ou mélangés avec le sol comme source de matières organiques et minérale.

b) Feuille : Comme pour d'autres graminées, les feuilles de blé dur se composent d'une base (gaine) entourant la tige (**fig.4**), d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointue. Au point d'attache de la gaine de la feuille se trouve une membrane mince et transparente (ligule) comportant deux petits appendices latéraux (oreillettes). La tige principale et chaque brin portent une inflorescence en épi terminal. Au cours du cycle végétatif du blé, les feuilles prennent un aspect vert jaunâtre, vert foncé ou vert franc. La feuille terminale a un rôle primordial dans la reproduction. Le feuillage du blé dur est plus léger (limbe plus étroit) et plus claire que celui du blé tendre (**SOLTNER, 1988**).

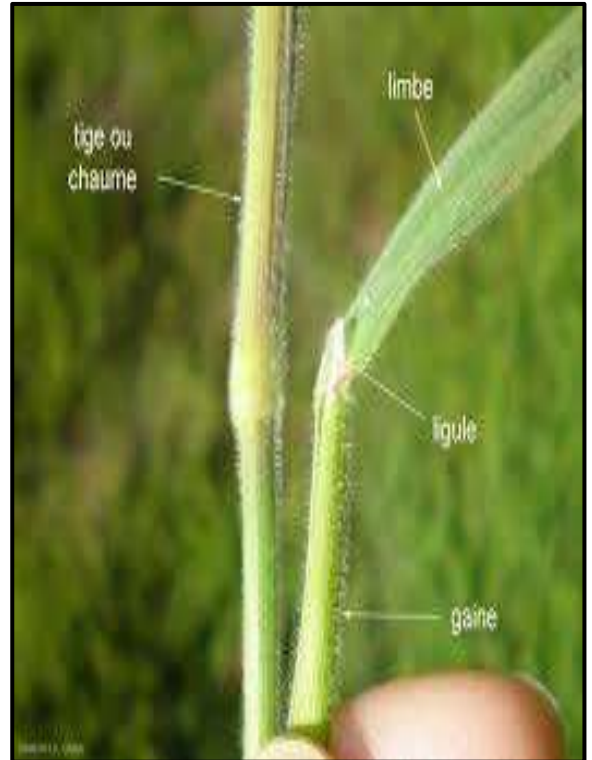


Figure n°4: Feuille du Blé (source net 4)

II.2.3- Appareil reproducteur

L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entre-nœuds (**BOZZINI, 1988**). Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole. Chaque fleur parfaite est enfermée dans des structures semblables à des bractées, soit la glumelle inférieure (lemma ou lemme) et la glumelle supérieure (paléa). Chacune compte trois étamines à anthères biloculaires, ainsi qu'un pistil à deux styles à stigmates plumeux. Chaque fleur peut produire un fruit à une seule graine. A maturité, le grain de pollen fusiforme contient habituellement trois noyaux (**Fig.5**).

L'ensemble des épillets formant un épi à glumes carénées jusqu'à la base et à glumelles inférieures terminées par une longue barbe colorée. Le col d'épi est formé par le dernier entre-nœud qui supporte l'épi, il se termine par une collerette de forme circulaire ou s'insère le premier article du rachis (**ZANE, 1993**).

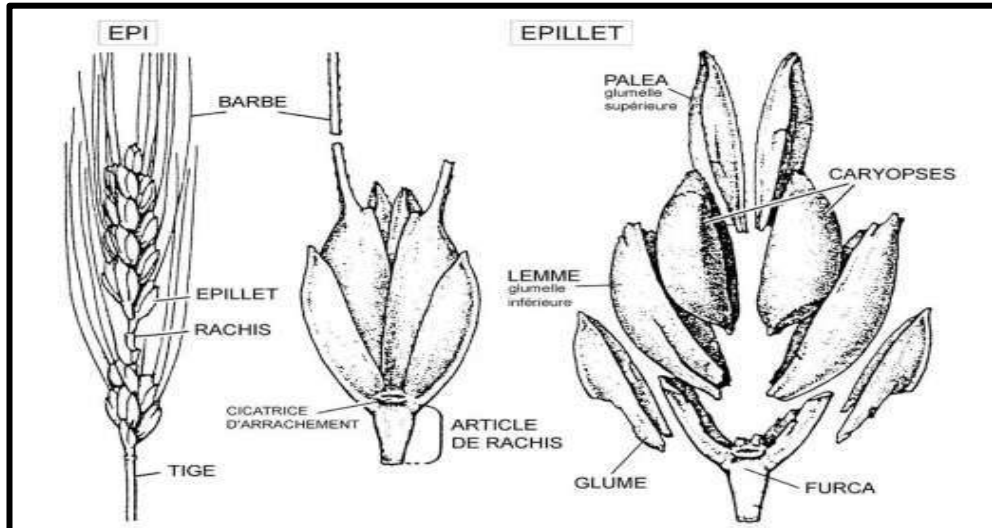


Figure n° 5 : Présentation de l'épi du blé (source net 5)

II.2.4- Graine

Le grain de blé (caryopse) montre une face dorsale (arrière) et une face ventrale (avant), un sommet et une base. La face ventrale est creusée d'un profond sillon qui s'allonge du sommet à la base. Le caryopse est surmonté d'une brosse, l'embryon est situé au bas de la surface dorsale. Le grain comprend quatre parties: l'enveloppe du grain (péricarpe), l'enveloppe du fruit (assise protéique), l'endosperme (albumen), et le germe ou embryon. Le germe est la partie essentielle du fruit permettant la reproduction de la plante: il se développe et devient à son tour une jeune plante (MAACHI, 2005) (Fig.6).

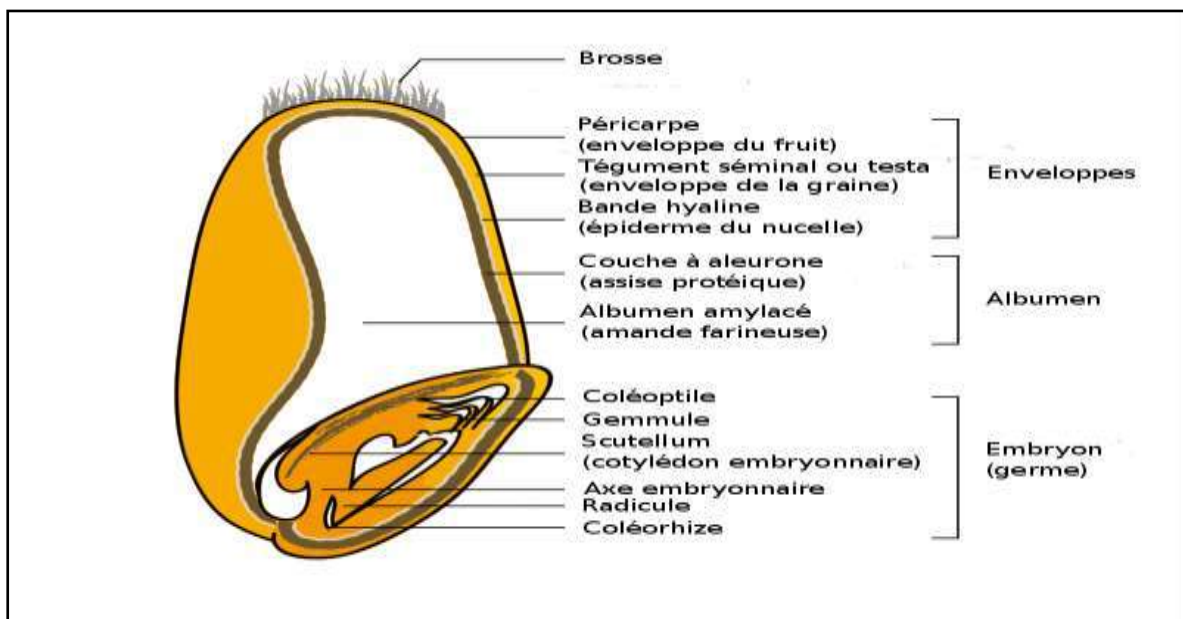


Figure n°6 : Grain de blé (source net 6)

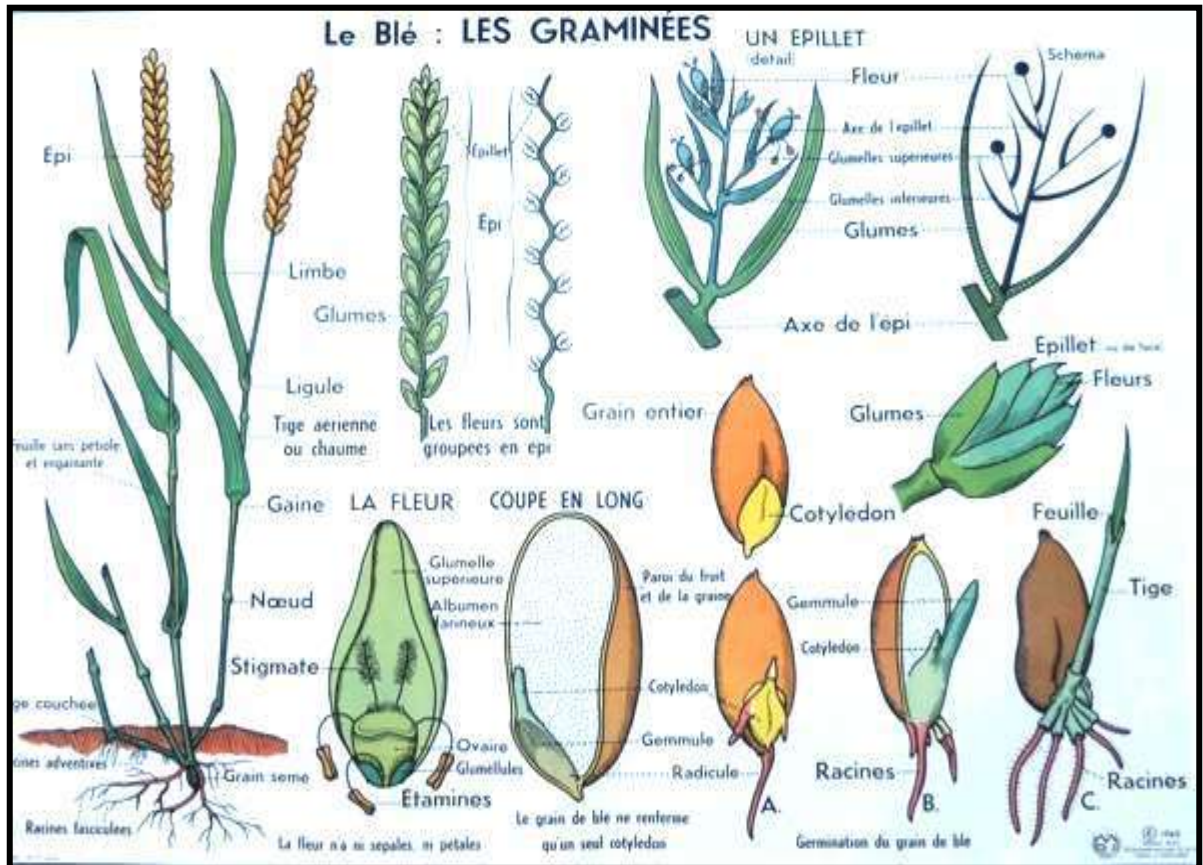


Figure n° 7: Principaux composants du blé (source net 7)

II.3- Cycle végétatif du blé

Dans ce cycle annuel, une série d'étapes séparées par des stades repères, permettent de diviser le cycle évolutif du blé en trois grandes périodes ; une période végétative, une période reproductrice et la période de maturation du grain.

II.3.1- Période végétative :

Elle s'étend de la germination jusqu'à l'ébauche de l'épi, elle est subdivisée en plusieurs phases :

- a) **Phase germination – levée** : La germination commence quand le grain absorbe environ 30 % de son poids d'eau. Les téguments se déchirent, la racine principale, couverte d'une enveloppe appelée « Coleorhize », apparaît, suivie par la sortie de la première feuille qui amorcent la photosynthèse, couverte d'une enveloppe appelée « Coléoptile », à la surface du sol, puis apparaissent d'autres racines et feuilles. La durée de cette phase varie avec la température de 8 à 15 jours (CHABI et al, 1992). Selon (CLEMENT et PRATS, 1970), la durée de la germination varie avec la température; elle est au minimum de 08 à 10 jours.

- b) Phase levée – tallage :** La production de talles commence à l'issue du développement de la troisième feuille (**MOULE, 1971**). On peut distinguer pendant cette phase à travers la coléoptile, un filament ou rhizome terminé par un renflement qui va se gonfler de plus en plus pour former le plateau de tallage qui se forme presque au niveau de la surface du sol. Le plateau de tallage s'épaissit et des racines secondaires se développent très vite. Des nouvelles feuilles apparaissent et à chacune correspond l'apparition d'une talle. La place des épillets fait par un simple étranglement sur la partie supérieure du végétal. (**CLEMENT et PRATS, 1970**). La durée de cette période varie de 31 à 89 jours pour des températures moyennes de 09 à 32°C respectivement (**MEKLIICHE, 1983**).
- c) Phase tallage – montaison :** Elle est caractérisée par la formation de talles et l'initiation florale qui se traduit par l'apparition de la future ébauche de l'épi ; tout déficit hydrique durant cette période se traduit par une diminution du nombre de grains par épi (**BERTIN, PREVEL et al, 1984**).

II.3.2- Période reproductrice : Elle s'étend de la montaison à la fécondation :

- a) Phase de la montaison – Gonflement :** Elle se manifeste à partir du stade épi à 1 cm, c'est la fin du tallage herbacé. La tige principale ainsi que les talles les plus âgées commencent à s'allonger suite à l'élongation des entre-nœuds, auparavant emplies sous l'épi (**BELAID, 1996**). Il est suivi du stade 1 à 2 nœuds, ici les nœuds sont aisément repérables sur la tige. Pendant cette phase de croissance active, les besoins en éléments nutritifs notamment en azote sont accrus. (**MRIZEK, 1992**). La durée de cette phase est très peu variable; elle est de 29 à 30 jours, quelque soient les circonstances précédentes de la vie de la plante (**CLEMENT et PRATS, 1970**). Elle se termine au moment de la différenciation des stigmates des fleurs, visible seulement à la loupe. (**SOLTNER, 2012**).
- b) Phase de l'épiaison – floraison :** Cette phase est atteinte quand 50% des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille (**GATE ,1995**). La vitesse de croissance de la plante est maximale. Cette phase correspond à l'élaboration d'une grande quantité de la matière sèche, à l'organisation détaillée des épillets et à la fécondation, la durée de cette phase est d'environ 32 jours.
- c) Phase floraison - fécondation :** C'est au cours de cette période que s'achève la formation des organes floraux et que s'effectue la fécondation. Elle est déterminée par la sortie des

étamines hors des épillets, la fécondation est accomplie lorsque les anthères sortent des glumelles. Le nombre de fleurs fécondées dépend de la nutrition azotée et d'une évapotranspiration pas trop élevée (SOLTNER, 1988). La floraison suivie de la fécondation marque la fin de la période critique essentielle de nutrition.

II.3.3- Période de formation et de maturation du grain:

Pendant cette phase, il n'y a plus de croissance des feuilles et des tiges; l'activité photosynthétique de la plante est entièrement consacrée à l'accumulation de réserves (GATE et GIBAN, 2003). Elle est caractérisée par le grossissement du grain, l'accumulation de l'amidon et les pertes de l'humidité des graines qui marque la fin de la maturation (SOLTNER, 2012). Cette phase de maturation dure en moyenne 45 jours. Les grains vont progressivement se remplir et passer par différents stades tels que :

- a. **Grain laiteux:** Ce stade est caractérisé par la migration des substances de réserve vers le grain et la formation des enveloppes. Le grain est de couleur vert clair, d'un contenu laiteux et atteint sa dimension définitive (le grain contient encore 50% d'humidité).
- b. **Grain pâteux:** Durant cette phase les réserves migrent depuis les parties vertes jusqu'aux grains. La teneur en amidon augmente et le taux d'humidité diminue. Quand le blé est mûr le végétal est sec et les graines des épis sont chargées de réserves. C'est pendant ce second stade de la formation du grain que se situe le palier hydrique, phase de grande sensibilité à l'échaudage des grains durant laquelle la quantité d'eau contenue dans le grain est constante. Le grain difficilement écrasable entre les doigts. Et sa couleur verte a presque disparu (le grain a une couleur jaune-verte).
- c. **Maturité complète :** Après le stade pâteux, le grain mûrit, se déshydrate. il prend une couleur jaune durcit et devient brillant. Ce stade est sensible aux conditions climatiques et aux conditions de récolte. (teneur en humidité atteint environ 20%).

La durée moyenne du Cycle de développement du blé est de 200 jours qui correspond globalement à 6 mois et demi, avec un semis de mi-novembre et une récolte au du mois de Mai (Tab.4).

Tableau n° 4 : Durée des différents stades de la croissance du blé

| Différents stades | Germination Levée. | Tallage | Montaison | épiaison | Floraison | formation du grain |
|------------------------------|--------------------|---------|-----------|----------|-----------|--------------------|
| Durée approximative en jours | 20 | 60 | 30 | 30 | 15 | 45 |

Source : (Louness., 2011).

II.4- Exigences de la culture du blé

II.4.1- Exigences écologiques

II.4.1.1- Exigences climatiques

a) **Température** : À chaque phase du cycle végétatif du blé, la température reste un facteur qui conditionne la physiologie de la plante. Une température supérieure à 0°C (le zéro de végétation) est exigée pour la germination cependant l'optimum de croissance se situe entre 20 et 26°C. L'aptitude à la montaison est aussi déterminée par les températures et la durée du jour (ZANE, 1993). Un abaissement de la température pendant l'hiver est nécessaire à certaines variétés dite d'hiver, cette exigence conditionne la montaison et la mise à fleur (CLEMENT ET PRATS, 1970).

Les exigences globales en température sont assez importantes et varient entre 1800 et 2400 °C selon les variétés. De même la température agit sur la vitesse de croissance, elle ne modifie pas les potentialités génétiques de croissance ; c'est la somme de température qui agit dans l'expression de ces potentialités. Chaque stade de développement du blé nécessite des températures particulières (BELAID, 1986).

b) **Lumière** : La lumière est le facteur qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé. En effet, un bon tallage est garanti, si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclairement (SOLTNER, 1990). Une certaine durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la floraison et le développement des plantes.

c) **Pluviométrie**: La quantité d'eau évaporée par la plante pour l'élaboration d'un gramme de matière sèche est appelée coefficient de transpiration. Ce coefficient est d'autant plus élevé que l'évaporation est intense, donc le climat chaud et sec, l'humidité du sol est forte et que la solution du sol est pauvre car la fumure, en concentrant la solution, économise l'eau absorbée et diminue donc le coefficient de transpiration (SOLTNER, 1979).

II.4.1.2- Exigence édaphique

Le blé exige un sol bien préparé, meulé et stable, résistant à la dégradation par les pluies d'hiver pour éviter l'asphyxie de la culture et permettre une bonne nitrification au printemps. Sur une profondeur de 12 à 15 cm pour les terres battantes (limoneuses en générale) ou 20 à

25 cm pour les autres terres et une richesse suffisante en colloïdes, afin d'assurer la bonne nutrition nécessaire aux bons rendements (**SOLTNER, 1990**).

Du point de vue caractéristique chimique, les blés durs sont sensibles au calcaire et à la salinité ; un pH de 6,5 à 7,5 semble indiqué puisqu'il favorise l'assimilation de l'azote. Un pH est très bas diminue l'assimilation ce qui entrave la croissance et en particulier celle des racines (**F.N.I.E, 1989**).

I.2.4.1.3- Exigence hydrique

L'eau constitue le véhiculeur des éléments nutritifs et avec lequel s'effectuent les différentes réactions métaboliques, ce qui le rend par conséquent indispensable pour le développement et la croissance de la plante.

Le blé exige une humidité permanente durant tout le cycle de développement, l'eau est demandée en quantité variable. Les besoins en eau sont estimés à environ 800 mm (**SOLTNER, 1988**). En zone aride, les besoins sont plus importants au vu des conditions climatiques défavorables.

C'est de la phase épi 1 cm à la floraison que le besoins en eau sont les plus importants. La période critique en eau se situe 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (**LOUE, 1982**).

II.4.2- Exigences culturales

II.4.2.1- Préparation du sol

Comme déjà signalé, le blé nécessite un sol bien préparé et ameubli sur une profondeur de 12 à 15 cm pour les terres patentes (limoneuse en générale) ou 20 à 25 cm pour les autres terres. Le sol doit être légèrement motteux et suffisamment tassé en profondeur, une structure fine en surface pour permettre un semis régulier et peu profond. (**ANONYME, 1993**).

II.4.2.2- Semis

D'après **SOLTNER (1979)**, la date de semi est un facteur limitant vis à vis du rendement, c'est pourquoi la date propre à chaque région doit être respectée sérieusement pour éviter les méfaits climatiques; il peut commencer dès la fin d'octobre avec un écartement entre les lignes de 15 à 25 cm et une profondeur de semis de 2,5 à 3 cm. La dose de semis varie entre 200 à 225 Kg /ha en fonction des paramètres climatiques, la grosseur des grains, la faculté germinatif et la fertilité du sol.

Selon **KARROU (2003)**, la profondeur de semis au semoir peut varier de 1,5 à 7,5 cm, selon les conditions de sol. Cependant, on peut amoindrir cet écart de profondeur en utilisant des dispositifs tasseurs, qui retiennent la semence au fond de la raie. Le nivellement du terrain et des vitesses de semis plus lentes aidera à amoindrir l'écart de profondeur. Le rendement des céréales est considérablement influencé par la variabilité de la profondeur du semis.

II.4.2.3- Fertilisation

Les cultures annuelles telles que les blés craignent la carence en phosphore (P) et en Potassium (K) quand elles sont jeunes car leurs racines n'exploitent qu'une faible partie du sol. L'engrais doit donc être apporté en début de cycle et au plus près des jeunes racines.

La fertilisation azote-phosphorique est très importante dans les régions sahariennes dont les sols sont squelettiques, cette fertilisation, sera en fonction des potentialités des variétés (**REMY et VIAU, 1980**). Le fractionnement de l'azote est une nécessité du fait de la grande mobilité de cet élément.

a) Azote : C'est un élément très important pour le développement de céréaliculture (**VIAUX, 1980**), estime qu'il faut 3Kg d'azote pour produire 1 quintal de blé dur. Jusqu'au début de la montaison, les besoins sont assez modestes 40 à 45 Kg /ha puis jusqu'à la floraison tout l'azote est absorbé, il faut que la plante ait dès le début de la montaison tout l'azote nécessaire à son développement (**REMY et VIAU, 1980**).

Les besoins en azote de la culture lors du gonflement et à la floraison sont en effet extrêmement importants; c'est à ce moment que la matière végétale augmente le plus vite et que se détermine le nombre d'épis (**GRIGNAC, 1984**). A la récolte, plus de 75 % de l'azote total de la plante se trouve dans les grains.

b) Phosphore : Il favorise le développement des racines, sa présence dans le sol en quantités suffisantes est signe d'augmentation de rendement. Il intervient dans la plupart des processus physiologique (photosynthèse ...etc.) et favorise la croissance, la précocité, et la résistance au froid (**LAROUSSE AGRICOLE, 2002**). Les besoins théoriques en phosphore sont estimés à environ 120kg de P₂O₅/ha (**ANONYME, 1987**).

c) Potassium : Le potassium est un élément important des cellules végétales. Il influence aussi l'assimilation de l'eau par les racines en plus de jouer un rôle dans la respiration et la




photosynthèse. Les besoins en potassium des céréales peuvent être supérieurs à la quantité contenue à la récolte 30 à 50 kg de K₂O de plus/ha (BALAID, 1987).



II.5- Maladies et les ennemis de culture :

Selon SOLTNER (1980) ; les principales maladies auquel est exposé le blé dur sont les Suivantes (tab5) :

II.5.1- Principales maladies du blé

Tableau n°5 : Principales maladies du blé

| Maladies | Définition | Figure |
|--|---|--|
| Piétin verse | C'est un champignon qui s'installe en l'automne et apparaît au printemps, quant le temps de l'incubation se produise. On observe des taches ocellées en médaillons, la base de chaume peut jaunir et être complètement détruite. Il y a deux souches : <i>Tapesia Yallundae</i> et <i>Tapesia Acuformis</i> . |  |
| Oïdium (<i>Erysiphe graminis</i>) | L'oïdium est un champignon qui attaque les feuilles, les tiges et les épis, il se développe grâce à une hygrométrie élevée et à des températures douces. La maladie cause généralement le manque de talles à partir de la montaison sur toutes la plante d'ou perte de rendement (jusqu'a 20 %) |  |
| Fusariose | Elle est due à un champignon forme qui infecte les grains, les semis et les plants adultes. Il existe deux types de souches ; <i>Fusarium roseum</i> se trouvera sur les épis et <i>Microdochium nivale</i> se situera sur les feuilles. |  |

| | | |
|--------------------------|---|--|
| <p>Rouilles</p> | <p>Ce sont des petites pustules dispersées jaunes ou brunes qui apparaissent sur les faces supérieures des feuilles. La rouille jaune due à <i>Puccinia striiformis</i>, elle se caractérise par des pustules jaunes oranges disposée en lignes à la face supérieure des limbes ; La rouille brune due à <i>Puccinia triticana</i> et la rouille noire due à <i>Puccinia graminis</i>. Elles agissent négativement sur le bon déroulement de la photosynthèse.</p> |  |
| <p>Septoriose</p> | <p><i>Septoria tritici</i> affecte les feuilles et rarement les épis, on observe des plaques aqueuses, qui prennent rapidement une apparence brune et nécrotique au début décembre, ainsi que tout au long de l'hiver sur les étages foliaires inférieurs.</p> <p><i>Septoriano durum</i> affecte les plantules, les feuilles, les épis et les tiges, elle peut se propager par les graines et contaminer les semis, et se manifester par la présence de zones vert foncé mouillées sur la coléoptile, qui devient nécrosé. Elle peut provoquer de gros dégâts.</p> |  |

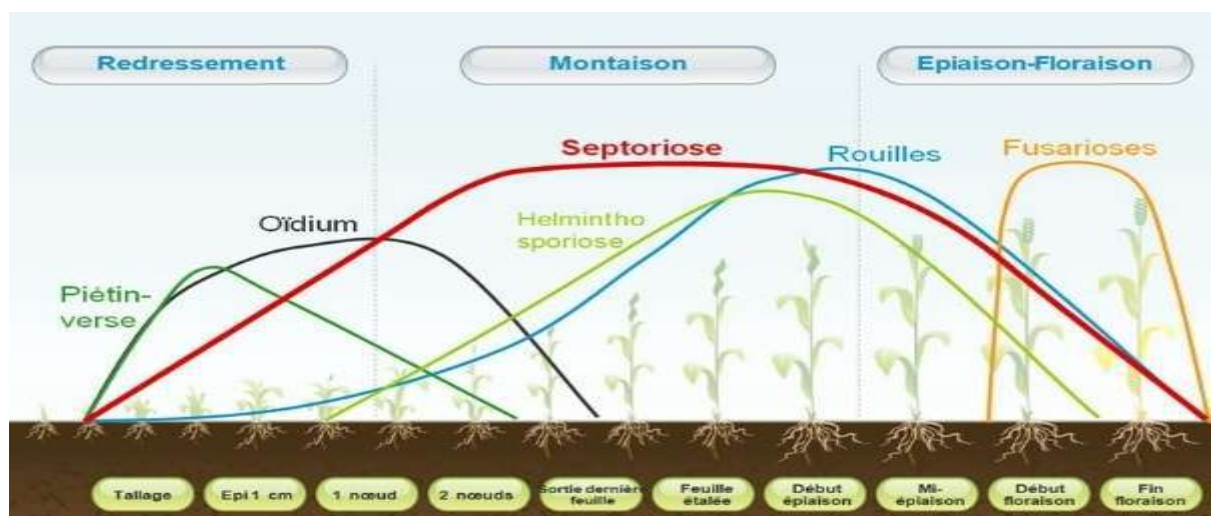


Figure n°8 : Modèles de développement de différentes maladies durant tout le Cycle végétatif du blé. (Anonyme, 2011)

II.5.2- Ravageurs

Peuvent attaquer le blé et lui provoquer des dégâts considérables, ces ravageurs sont : les pucerons, les taupins, les vers blancs et les moineaux.

II.5.3- Mauvaises herbes

Ce sont les plantes adventices qui exercent une concurrence avec les plantes cultivées. Elles peuvent être nuisibles par compétition pour les éléments nutritifs, l'eau, la lumière et l'air. D'après (AUBERTOT et GUICHARD *et al*, 2011), les mauvaises herbes concurrencent les céréales pour l'alimentation hydrique et minérale et affectent le rendement, Les catégories de moyens de protection contre les bio-agresseurs sont ; la lutte chimique qui est le moyen de lutte le plus utilisé aujourd'hui, la lutte physique, la lutte biologique, le contrôle cultural et le contrôle génétique.

Les principales mauvaises herbes rencontrées en Algérie sont : la folle-avoine, le Phalaris, Raygras et le brome etc. Elles sont soit des monocotylédones ou des dicotylédones. Ce paramètre est utilisé pour le traitement sélectif des mauvaises herbes.

II.6- Accidents physiologiques

- **Verse** Causée généralement par le vent fort, sachant qu'est-il très difficile de protéger les cultures sous pivot, le rendement en bordure se trouve particulièrement touché (HOUCHITI, 2000).
- **Echaudage** : Il constitue également un accident qui agit directement sur le niveau de rendement : il se manifeste par un faible remplissage des grains conséquent de conditions de températures élevées pendant la période de transfert des réserves vers les organes de réserve et une grande sécheresse (ANONYME, 1993).
- **Excès de froid** : Des gelées tardives, coïncident généralement avec la période de tallage, influent négativement sur la croissance des plantes (HOUCHITI, 2000).
- **Excès d'humidité** : Provoque le jaunissement du blé qui traduit un développement chétif fréquemment observé à la sortie d'hiver, il engendre aussi le développement des maladies cryptogamique et gêne la nutrition minérale des plantes (GRIGNAC, 1965).



Chapitre III :

*Présentation de la région
d'étude*

Chapitre III : Présentation de la région d'étude

III.1- Situation géographique

La région de Ouargla est située au sud-est de l'Algérie, à environ 800 Km de la capitale Alger. Elle se situe au fond d'une large cuvette de la vallée de l'Oued M'ya. Elle est limitée au nord par la région d'El Hajira, au Sud et au Sud- Est par Hassi Messaoud, à l'Ouest par la wilaya de Ghardaïa. Elle comporte six communes regroupées en trois daïeras, et couvre une superficie de 18.289 km² (Fig.9). La ville de Ouargla, chef lieu de la wilaya, est située à une altitude de 164 mètres, ses coordonnées géographiques sont : 31° 58' de latitude Nord et 5° 20' de longitude Est (CDARS, 2018).

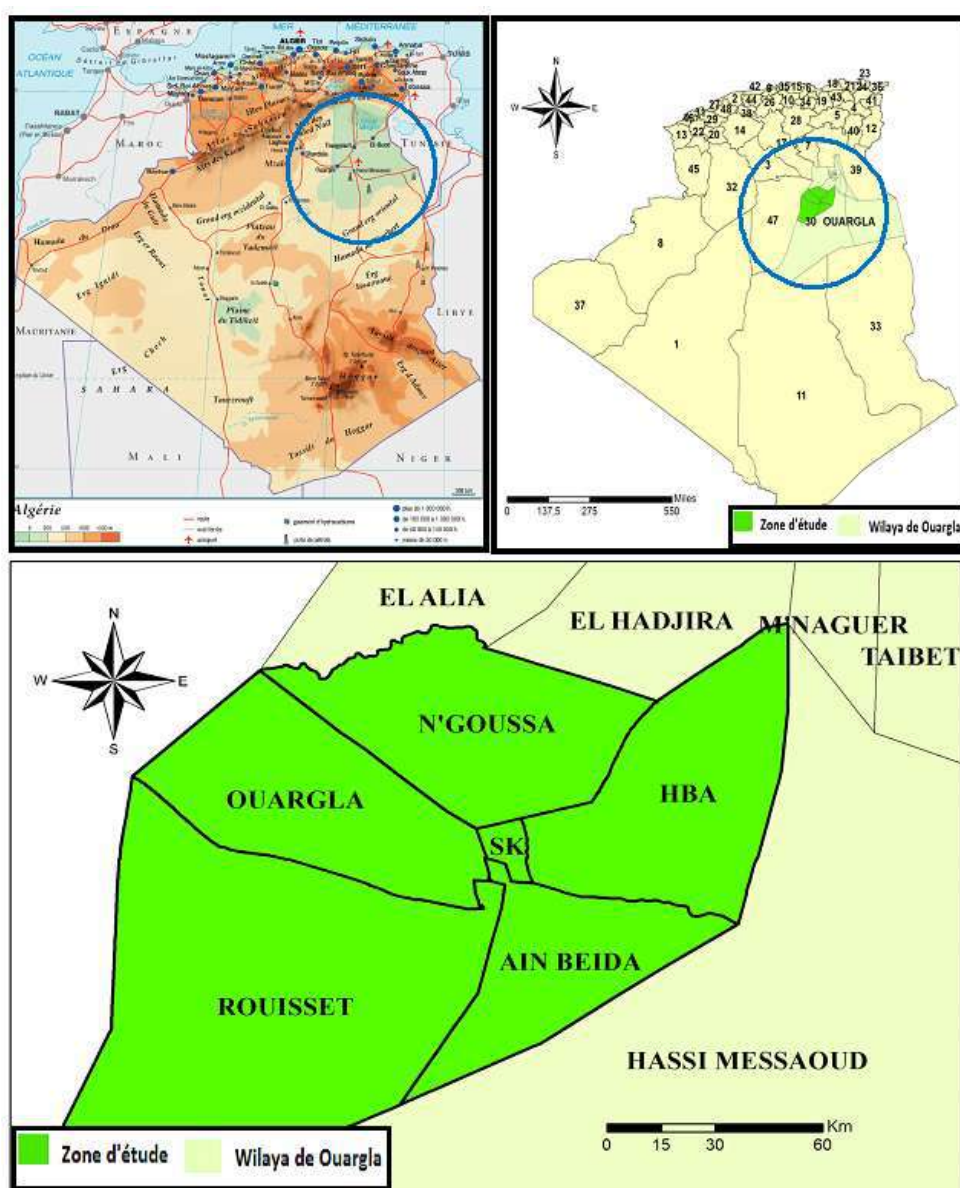


Figure n°9 : Présentation de la région d'étude(CDARS, 2018).

III.2- Conditions climatiques

III.2.1- Facteurs climatiques période (2009-2018)

Le climat de la région de Ouargla est un climat chaud et aride caractérisé par de fortes températures, un déficit hydrique, des faibles précipitations et surtout par l'importance de l'évaporation, une humidité de l'air très faible, des vents forts et fréquents en printemps surtout et une période sèche durant presque toute l'année. Les données météorologiques de la région de Ouargla sont indiquées dans le tableau suivant (**tab.6**). Ces données représentent les moyennes enregistrées au cours de la période 2009-2018. (**O.N.M, 2019**).

Tableau n° 6: Données climatiques de la région d'Ouargla (période 2009-2018).

| Paramètres climatiques | | | | | | | | |
|------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------------|--------------|------------------|------------|--------------------|
| Mois | Température (°C) | | | Précipitation(MM) | Humidité (%) | Evaporation (mm) | Vent m/s | Insolation (Heure) |
| | TMax | Tmin | Tmoy | | | | | |
| Janvier | 19.5 | 5.2 | 12.4 | 8.8 | 55.3 | 97.9 | 8.2 | 248.4 |
| Février | 21.2 | 7.0 | 14.1 | 4.1 | 48.0 | 120.7 | 9.2 | 237.4 |
| Mars | 25.7 | 10.7 | 18.2 | 5.6 | 42.3 | 180.6 | 9.7 | 266.8 |
| Avril | 30.8 | 15.4 | 23.1 | 1.5 | 36.2 | 231.3 | 10.3 | 285.3 |
| Mai | 35.3 | 20.0 | 27.7 | 2.3 | 30.7 | 302.6 | 10.6 | 316.3 |
| Juin | 40.4 | 24.8 | 32.6 | 0.8 | 27.0 | 366.9 | 10.0 | 229.3 |
| juillet | 44.0 | 28.1 | 36.1 | 0.4 | 22.9 | 447.2 | 8.9 | 317.5 |
| Aout | 42.4 | 27.3 | 34.8 | 0.5 | 26.8 | 388.0 | 8.9 | 341.4 |
| septembre | 38.1 | 23.5 | 30.8 | 5.4 | 35.7 | 266.8 | 9.1 | 268.1 |
| octobre | 31.8 | 17.1 | 24.5 | 4.7 | 41.5 | 207.6 | 7.9 | 270.7 |
| novembre | 24.6 | 10.5 | 17.5 | 3.1 | 51.2 | 124.5 | 7.3 | 248.2 |
| Décembre | 19.8 | 5.9 | 12.8 | 3.7 | 58.1 | 86.2 | 6.9 | 239.0 |
| | | | | | | | | |
| Moyenne | 31.1 | 16.3 | 23.7 | / | 39.6 | / | 8.9 | 272.4 |
| Cumule | / | / | / | 40.8 | / | 2820.2 | / | / |

T moy. : Température moyenne. Tmax : Température maximale.
Tmin : Température minimale

Source :
(ONM, 2019)

a) **La température** : Dans la région d'Ouargla l'hiver est trop froid, comportant d'importants risques de gelée, avec un été très chaud. L'analyse des valeurs du tableau ci-dessus montre que les températures maximales moyennes sont enregistrées au cours de la période estivale, avec un maximum en Juillet 44°C, tandis que les valeurs de la température minimale moyenne sont enregistrées au cours de la période hivernale où le minimum est en janvier avec 5.2°C, et une température moyenne annuelle de 23.7°C. Le nombre de mois dont la température dépasse les 30 C° est de juin à Septembre mois suivant les années.la présence de gelées peut être observé durant les mois de décembre, janvier et février.

- b) Les précipitations :** D'une façon générale, les pluies sont très rares et irrégulières, suivant les saisons et les années dans la région d'étude. Le mois de Janvier est le plus pluvieux (8.8 mm) alors que Juillet et Août sont les mois les plus sec (0,4 mm). Ces précipitations sont de type orageux caractérisées par une forte intensité engendrant d'importantes crues qui ne persistent que quelques minutes. Les données pluviométriques pour cette décennie montrent le cumul annuel de 40.8 mm.
- c) Humidité relative de l'air :** Pour la région d'Ouargla, l'humidité relative de l'air est très faible. La moyenne de l'humidité la plus élevée est enregistrée au mois de décembre avec 58,1 % et le taux le plus faible est au mois de Juillet avec 22.9 % et une moyenne annuelle de 39.6%. En général, l'humidité est comprise entre 20 et 30% pendant l'été et s'élève à 50 et 60% en hiver.
- d) Evaporation :** La wilaya de Ouargla est caractérisée par une évaporation très importante. Son Intensité étant fortement renforcée par les vents, notamment par ceux qui sont chauds (**TOUTAIN, 1979**). Elle atteint un cumul annuel de 2820,2 mm avec un maximum de 447,2 mm au mois de Juillet et un minimum de 86,2 mm au mois de Décembre. Donc l'évaporation est très variable suivant les années, les mois et aussi les semaines (**O.N.M., 2019**).
- e) Vents :** Dans la région de Ouargla les vents soufflent du Nord-Est et du Sud, les vents les plus fréquents en hiver sont les vents d'Ouest, tandis qu'au printemps les vents du Nord-Est et de l'Ouest dominant, en été ils soufflent du Nord-Est et en automne du Nord-Est et Sud-Ouest (**DUBIEF, 1963 IN KORICHI, 2007**). Une lecture des données climatiques pour la période (2009-2018), permet de faire sortir que la moyenne annuelle de vitesse de vent dans la région d'Ouargla est de 8.9 m/s. Cette vitesse varie d'une saison à l'autre. En effet, elle est plus faible en hiver, surtout au mois de décembre, avec 6.9 m/s. La vitesse du vent la plus élevée est enregistrée au mois de mai, avec 10.6 m/s. Les effets du vent sont partout sensibles et se traduisent par le transport et l'accumulation du sable, le façonnement des dunes, la corrosion et le polissage des roches et surtout l'accentuation de l'évaporation et la déchirure des tissus des végétaux (**MONOD, 1992**).

f) **Durée d'insolation** : En raison du peu de nébulosité de l'atmosphère, les déserts reçoivent une quantité de lumière solaire relativement très forte. Le nombre d'heures annuels de soleil est de 3000 à 3500 heures (Les durées d'insolation sont évidemment très importantes au Sahara (de 9 à 10 heures par jour)). Cette forte luminosité est un facteur favorable pour l'assimilation chlorophyllienne, mais elle a en revanche un effet desséchant car elle augmente la température.

L'ensoleillement est considérable à Ouargla, car l'atmosphère présente une grande pureté durant toute l'année (**TOUTAIN, 1979**), avec 138 jours en moyenne de l'année où le ciel est totalement clair. La durée moyenne annuelle de l'insolation est de 272.4heures/mois, avec un maximum de 341.4 heures en aout et un minimum de 239 heures au mois de décembre.

III.2.2- Synthèse climatique

a) **Climagramme pluviothermique d'Emberger** : Il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude, il est représenté

- En abscisse : par le moyen des minima du mois le plus froid.
- En ordonnée : par le quotient pluviothermique d'**Emberger**. (Q2)

Nous avons utilisés la formule de **Stewart (1969)** adoptée pour l'Algérie et le Maroc, qui se présente comme suit :

$$Q^2 = 3.43 P/M-m$$

- **Q²** : Quotient pluviothermique d'Emberger
- **3.43** : Coefficient de **Stewart** établie pour l'Algérie et Maroc.
- **P** : Pluviométrie moyenne annuelle exprimée en (mm).
- **M** : Température moyenne maximale du mois le plus chaud exprimé en °C.
- **m** : Température minimale du mois le plus froids exprimé en °C.

D'après la figure (**Fig.10**), le quotient pluviométrique d'EMBERGER calculé pour la région d'étude pour la période 2009- 2018 est de 5.90 (P= 40.8 mm ; M=36.1C° ; m=12,4 C°) ; ce qui permet de la classée dans l'étage bioclimatique Saharien, à hiver doux.

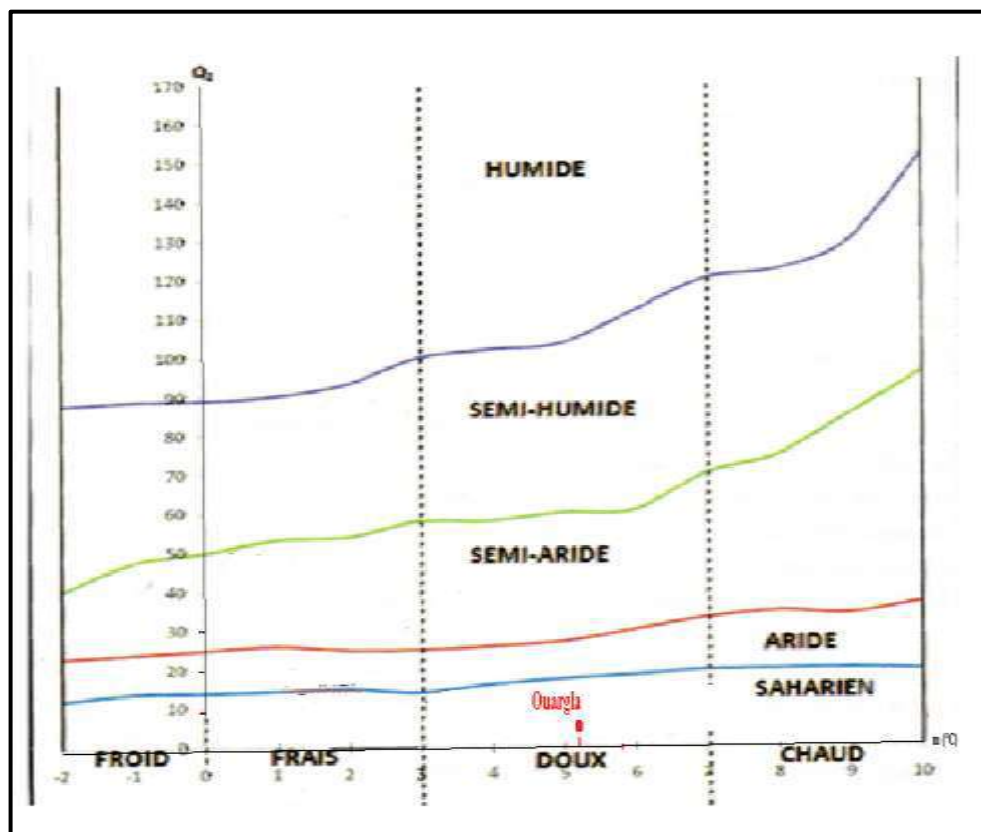


Figure n°10 : Climagramme d'EMBERGER de la région d'Ouargla (période 2009-2018).

b) Diagramme Ombrothermique de GAUSSEN et BAGNOULS

Ce diagramme, permet de suivre les variations saisonnières de la réserve hydrique. Il est représenté :

- En abscisse par les mois d'années.
- En ordonnées à gauche par les précipitations en mm.
- En ordonnées à droite par les températures moyennes en C°.
- Une échelle de $P = 2T$.

Selon la définition de GAUSSEN, une période sèche est une période pendant la quelle les précipitations totales du mois sont inférieures ou égales au double de la température du même mois. Ce diagramme montre que pour la région de Ouargla, la période sèche s'étal sur toute l'année (**Fig.11**).

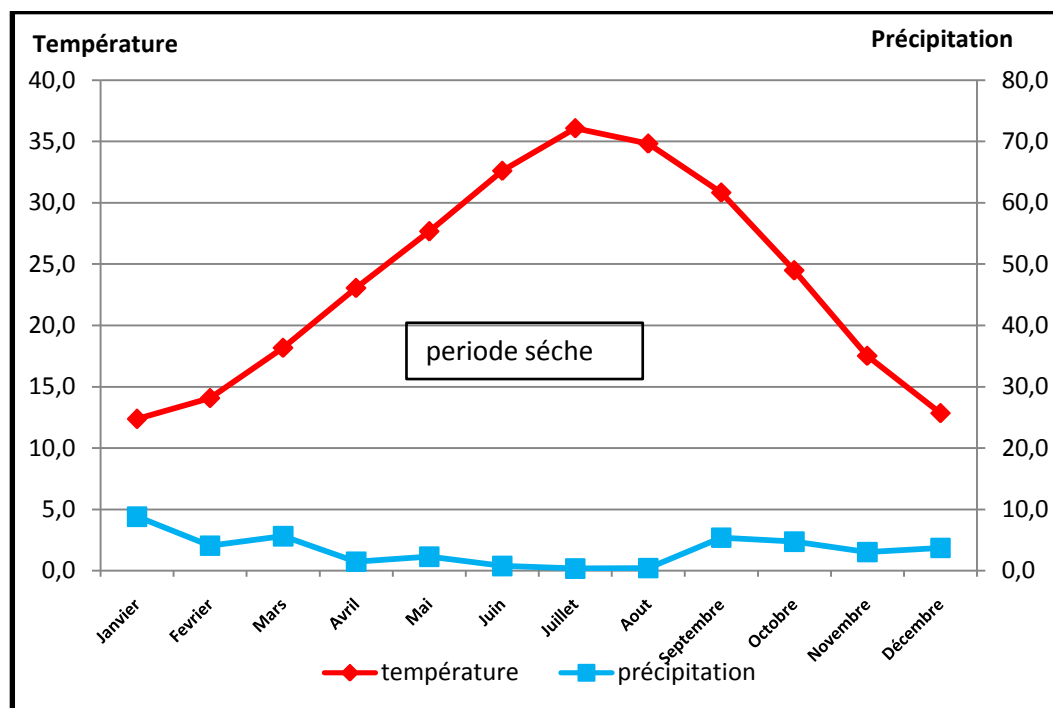


Figure n°11 : Diagramme ombrothermique de la région d'Ouargla (période 2009-2018)

III.2.3- Donnée climatique de la campagne 2018-2019

Durant tout le cycle végétatif de la culture de blé, la température a varié entre 9.8°C et 24.4°C soit respectivement des températures de début et de fin de cycle de culture. Une pluie assez conséquente au mois de mars et des évaporations importantes en fin de cycle ce qui, conjugué à la température, peut poser des problèmes d'échaudage (Tab.7).

Tableau n°7 : Données climatiques de la région d'Ouargla la campagne (2018-2019)

| Mois | Température (°C) | | | Précipitation (MM) | Humidité (%) | Evaporation (mm) | Vent (m/s) | Insolation (Heure) |
|----------|------------------|------|------|--------------------|--------------|------------------|------------|--------------------|
| | Tmax | Tmin | Tmoy | | | | | |
| Novembre | 24.6 | 10.5 | 17.5 | 3.1 | 51.2 | 124.5 | 7.3 | 248.2 |
| Décembre | 19.8 | 5.9 | 12.8 | 3.7 | 58.1 | 86.2 | 6.9 | 239.0 |
| Janvier | 18.7 | 3.8 | 11.3 | 1 | 44 | 113 | 22 | 256 |
| Février | 19.4 | 4.7 | 12.1 | 0 | 43 | 132 | 15 | 226 |
| Mars | 24.4 | 9.2 | 16.8 | 17.3 | 37 | 202 | 22 | 245 |
| Avril | 30.5 | 15.4 | 23 | 0 | 28 | 283 | 21 | 304 |
| Mai | 33.8 | 19.2 | 26.5 | 3.6 | 26 | 328 | 20 | 320 |
| Moyenne | 24.4 | 9.8 | 17.1 | / | 41.04 | / | 16.31 | 262.6 |
| cumule | / | / | / | 28.7 | / | 1268.7 | / | / |

T moy. : Température moyenne. Tmax : Température maximale.

Tmin : Température minimale

ONM, 2019

III.3- Ressources en eaux

Malgré les faibles précipitations la région d'Ouargla possède des ressources hydriques souterraines très importantes présentées par :

III.3.1- La nappe phréatique :

Nappe dite libre, cette nappe est contenue dans les sables alluviaux de la vallée, elle se localise principalement dans la vallée d'Oued Righ et la cuvette de Ouargla. . Cette nappe s'écoule du Sud vers le Nord suivant la pente de la vallée, sa profondeur varie de 1m à 8m suivant les saisons et les endroits. Les analyses des eaux de la nappe phréatique montrent qu'elles sont très salées, avec une conductivité électrique de l'ordre de 5 à 10 ds/m et parfois elle dépasse les 20 ds/m, elle n'est pas exploitée à cause ses eaux salées. La température de cette nappe varie généralement entre 15°C ET 20°C (**ROUVILLOIS BRIGOL, 1975**).

III.3.2- La nappe du Miopliocène :

Elle appartient à l'aquifère du complexe terminal, elle s'écoule du sud au sud-Ouest vers le Nord, Nord-Est en direction du chott MELGHIG. La température de ses eaux est de l'ordre de 23 à 25 °C avec une salinité variant de 1,89 à 4,60 g/l pour une profondeur de 60 à 200 m ; son exploitation est très ancienne et elle est la plus exploitée à Ouargla (**ROUVILLOIS – BRIGOL 1975**).

III.3.3- La nappe du sénonien :

Est une nappe mal connue ; son exploitation est négligeable à cause de faible rendement de ses puits, ses eaux en surface atteignent une température d'environ 30°C et sa profondeur d'exploitation varie entre 140 à 200m (**ROUVILLOIS, 1975**)

III.3.4- Le Continental Intercalaire (nappe albienne)

Cette nappe est contenue dans les argiles sableuses et les grès du continental intercalaire. Elle est située entre 800 et 1700 m de profondeur avec un écoulement général du sud vers le Nord, elle couvre une superficie de 600 000 km². Les eaux de l'albienne sont beaucoup plus chaudes avec une température de l'ordre de 56 °C et une faible teneur en sels variant entre 1,7 à 2 g/l. (**ROUVILLOIS - BRIGOL, 1975 ; ANRH, 2011**).

III.4- Type de sol

La wilaya de Ouargla est caractérisée par des sols légers à prédominance sableuse et à structure particulière. Ils sont caractérisés par un faible taux de matière organique, un pH alcalin, une activité biologique faible, une forte salinité à cause de la remontée capillaire des

eaux de la nappe phréatique ainsi qu'une faible micro porosité avec une bonne aération (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1973).

L'étude de **HAMDI-AÏSSA (2001)** réalisée avec la télédétection et la prospection sur terrain a montré que les sols dans la cuvette de Ouargla sont à prédominance salsodique, hydrohalomorphe et minéraux bruts.

Les études de sols dans la cuvette de Ouargla de **DUTI (1971)** et les cartes pédologiques établies par **HAMDI-AÏSSA (2001)** montrent que les sols de la cuvette présentent des encroûtements et croûtes gypseuses à gypso-calcaires de nappes.

III.5- Céréaliculture sous pivot à Ouargla

III.5.1- Présentation générale du pivot

Le pivot est constitué par une conduite d'eau soutenue par des supports métalliques équipés de roues appelées "tours mobiles" (**Fig.12**). La partie de la machine comprise entre deux tours mobiles s'appelle travée, chaque tour est dotée d'un moteur électrique dont la mise en marche provoque la rotation des roues. Celles-ci tournent perpendiculairement à la rampe et l'ensemble décrit un cercle.

La conduite d'eau est constituée de plusieurs éléments de tuyaux assemblés par des joints serrés par vis et écrous. Elle est articulée au droit des tours mobiles et supporte les organes d'arrosages. Elle doit présenter une rigidité et une résistance à la corrosion. Son diamètre est choisi de façon à permettre l'alimentation en eau des organes d'arrosages à la pression nécessaire (**ROLLAND, 1981**).

La conduite peut mesurer entre 100 et 500 m et peut irriguer jusqu'à 100 ha. Au Sahara algérien, ils existent des pivots d'irrigation de 10, 15, 20, 25, 30 et 50 ha. Le choix entre cette gamme de pivots reste fonction de plusieurs paramètres, dont les plus importants sont le financement et le débit du forage.

Il faut noter que la pluviométrie nécessaire pour apporter une dose homogène à chaque rotation, croît au fur et à mesure que l'on s'éloigne du centre. En extrémité de rampe, la pluviométrie maximale peut atteindre 80 à 100 mm/h, ce qui est incompatible avec la perméabilité de la plupart des sols (**SAIYOURI et al, 2012**).

Le système d'irrigation par pivot fonctionne grâce à la programmation et le contrôle d'une armoire de commande. La programmation de fonctionnement du système est déterminée en précision au moment de la conception de l'appareil. Un ajustement à partir de l'armoire de

commande de pivot sur de vitesse de rotation, les arrêts et redémarrages des moteurs, permet un arrosage précis à la culture (BEKKAIR et DRENIMI MAHAMAT, 1995).

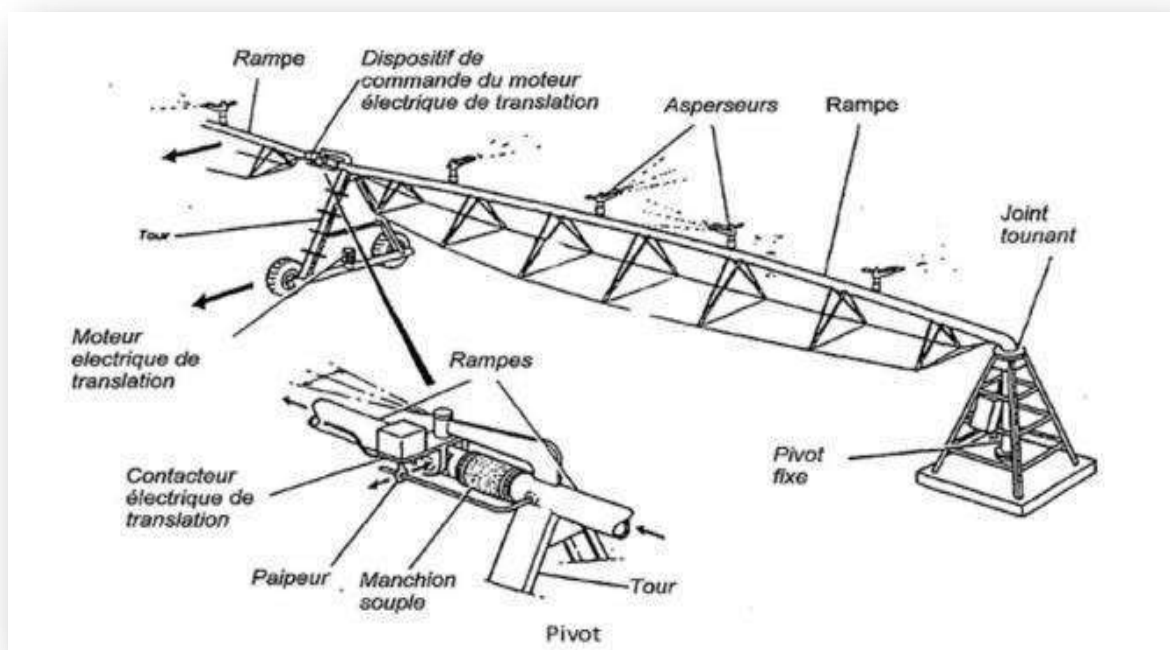


Figure n°12: les composantes de pivot

Source : MGHEZZI CHAA, 2009.

III.5.2- Avantages et inconvénient des techniques d'irrigation par pivot

Le système d'irrigation d'aspersion par rampe pivotante ou pivot dispose des avantages et des inconvénients, à savoir principalement :

❖ **Avantage:**

- Économie d'eau.
- Besoins en main d'œuvre généralement faible.
- Possibilité d'arroser tous les types de sol.
- Possibilité de contrôle précis des doses appliquées.
- Une bonne efficacité d'arrosage à la parcelle.
- Le matériel gêne rarement les façons culturales (constitué de structures mobiles, adaptables à tous les cas particuliers).

❖ **Inconvénients :**

- Exige un certain niveau de compétence de la part de l'agriculteur.
- Dépense énergétique élevée.
- Difficultés d'utilisation et efficacité réduite en régions ventées.

- Mauvaise adaptation aux sols « battants ».
- Possibilités réduites pour l'arrosage avec des eaux résiduaires.
- Déplacement du matériel difficile dans les zones à cultures hautes (**SAIYOURI et al, 2012**).

III.5.3- Historique de la céréaliculture sous pivot

Selon (**MGHEZZICHAA, 2009**) l'utilisation du système d'irrigation pivot a débuté en 1949 aux Etats-Unis et a connu par la suite un développement considérable dans de nombreux pays tel que l'Arabie Saoudite, l'Egypte et le Brésil. Le pivot a continué à progresser dans d'autres pays du monde tel que l'Ukraine où il y avait en 1981 plus de 2000 centres pivots qui irriguaient 100.000 ha. D'importants projets d'irrigation sont réalisés avec des systèmes pivot dans plusieurs pays du monde, tels que le CANADA, les pays d'Amérique latine, les pays du Golf et l'Afrique du Nord, en Lybie, en Arabie saoudite et en Algérie (**ROLLAND, 1981**).

En Algérie, il a été adopté dans les vastes régions sahariennes dans le cadre du programme de mise en valeur des terres destinées à la culture des céréales. Dans wilaya de Ouargla, le système d'irrigation par pivot a été introduit en 1986 par la coopérative des céréales et des légumes secs (CCLS), au niveau de la zone de Ain Zecar, environs 20km au sud-Est de la commune de Ouargla. L'exploitation créée couvre une superficie de 50 ha, avec un seul pivot d'irrigation. L'année suivante, en 1987, un autre projet a été réalisé par la société américaine Western Agri Management International (W.A.M.I) pour la réalisation des deux fermes pilotes, dans les zones de Gassi Touil et de Fejet El-Baguel, au sud de la commune de Hassi Messaoud. Ce grand projet s'inscrit dans le cadre de la mise en valeur agricole des régions sahariennes et couvre une superficie de 2080 hectares (**DAOUD et HALITIM, 1994**).

Le nombre de pivots a évolué et les superficies emblavées ont connu une extension remarquable. Le nombre de pivots est passé à 54 pivots en 1994 dont, 78 % étaient fonctionnels et couvrant 1660 ha de superficie (**CHAOUCHE, 2008**).

En fait, ce type de culture a été contraint à de nombreuses perturbations sur le plan technique et sociologique, qui ont fini par un arrêt de fonctionnement et un abandon de plusieurs pivots. La superficie totale et le nombre de pivots fonctionnels, ont connu une régression remarquable (**CHAOUCHE, 2008**).

En effet, l'option céréaliculture sous pivot au sud algérien, considérée comme une alternative au développement de la céréaliculture en Algérie, a été remise en cause par la baisse de rendements après une vingtaine d'années de son lancement (**HOUICHITI, 2000**).

A partir des données présentées dans le tableau et le graphe ci dessous, il est observé, l'évolution globale de la production en fonction de surface cultivée (**DSA.2018**).

Depuis le lancement de la céréaliculture sous centre pivot dans cette wilaya jusqu'à nos jours nous remarquons de grandes variations des niveaux de rendements qui demeurent, en général faibles pour une culture de céréales en intensif. Il peut indiquer un désintéressement des agriculteurs à cette céréaliculture sous centre pivot.

On remarque qu'il ya une perturbation de la production des céréales à Ouargla ainsi de la superficie cultivée depuis les premiers années 1987 jusqu' à l'année 2000 sauf l'année 1990 qu'il ya une augmentation remarquable de la production

Une chute progressive des surfaces mises en cultures en parallèle avec la production durant la période allant de 2001 jusqu'à 2008. Par exception de l'année 2003 par rapport à l'année 2002, là où on observe une amélioration qui reste aussi en situation de dégradation par rapport à l'année 2001.

Une tendance d'amélioration progressive à partir de l'année 2008 jusqu'à 2017 de la production agricole en parallèle avec l'augmentation des superficies mises en cultures. Cette progression est explicable selon les structures concernées (**DSA, CDARS**) par les efforts de l'Etat employés dans le cadre de l'extension par mise en valeur de terres agricoles, le renforcement hydro-agricoles des périmètres existants et la subvention financière pour l'acquisition des moyens et facteurs de production, ainsi que le programme de perfectionnement de l'encadrement technique et d'appui technique des agriculteurs (**Fig.13**).

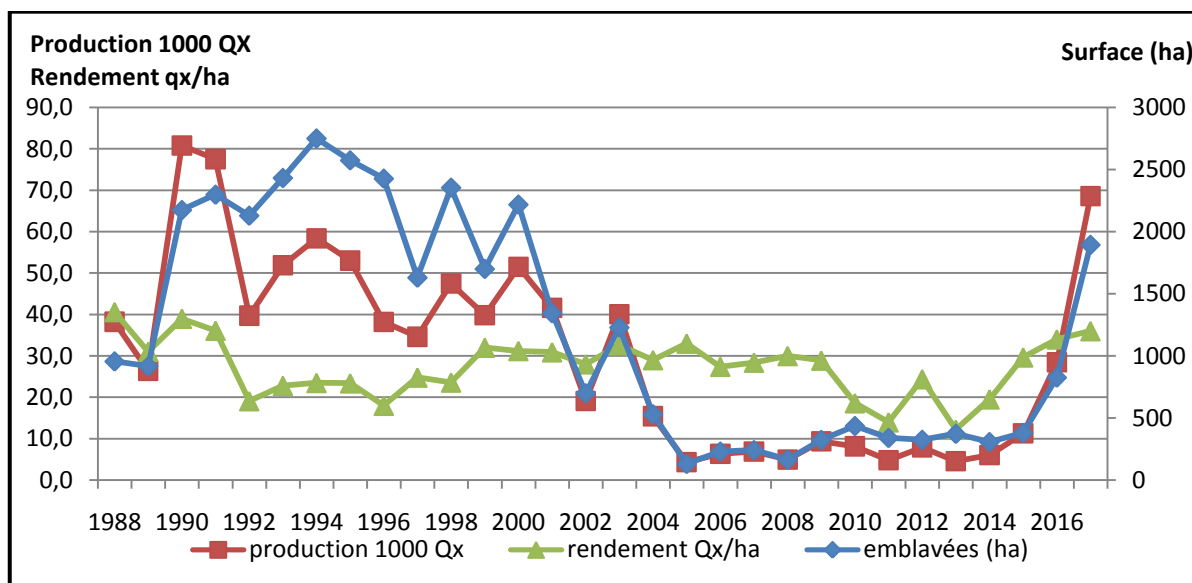
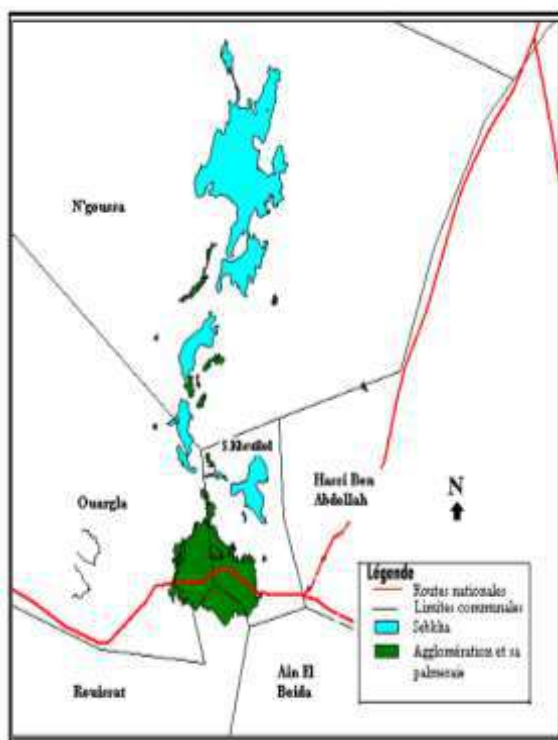


Figure n°13: Evolution de la superficie et la production des céréales sous pivot dans la wilaya de Ouargla (DSA.2017)

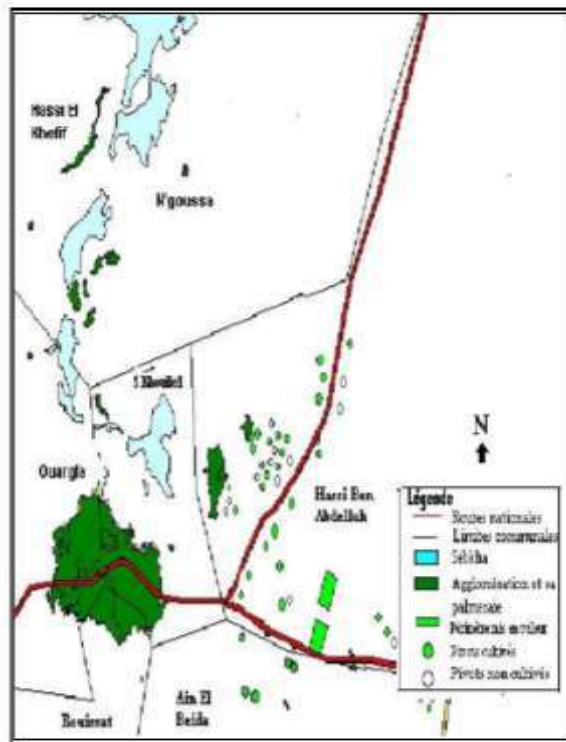
III.5.4- Evolution de la répartition spatiale des pivots de la région de Ouargla

La répartition spatio-temporelle des pivots dans la région de Ouargla, est présentée ci-dessous sur la base des travaux de (CHAOUCHÉ, 2018). Ces cartes nous permettent d'identifier clairement la localisation (Fig.14) :

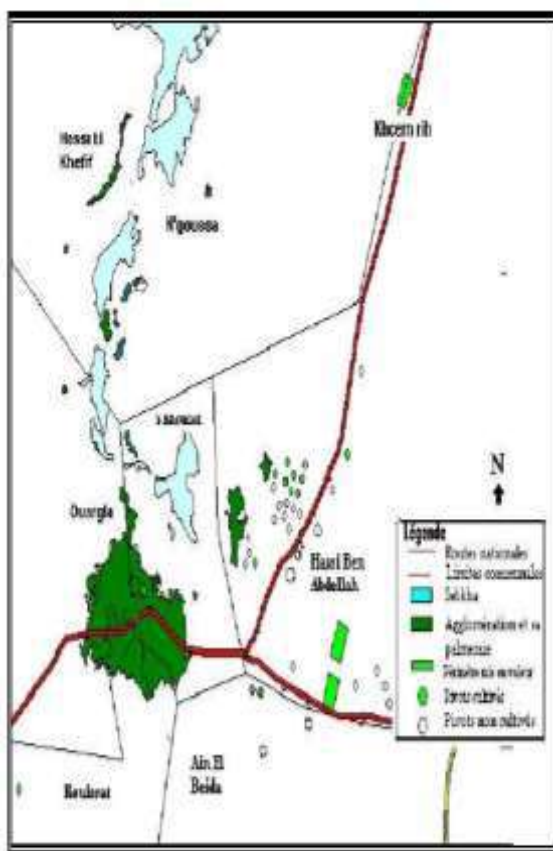
- les anciens pivots en cours d'exploitation ;
- les pivots délaissés pour diverses raisons;
- les pivots nouvellement introduits.



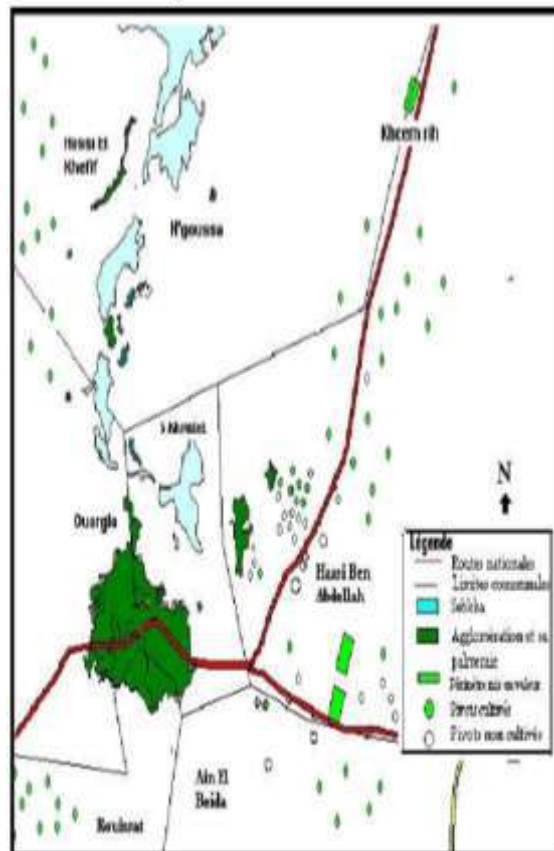
Carte de l'espace agricole à Ouargla au début du siècle écoulé



Carte de l'espace agricole à Ouargla au début des années 90



Carte de l'espace agricole à Ouargla en 2011



Carte de l'espace agricole à Ouargla en 2016

Figure n°14: Carte de répartition spatiale des pivots à Ouargla (Source : CHAUCHE, 2018)

Partie 2

Expérimentation



Chapitre IV :

Matériel et Méthodes

Chapitre IV. Matériel et Méthodes

IV.1- Présentation du site d'étude

Notre essai a été réalisé au niveau de la ferme AGRO-DIV (ex- ERIAD) qui a été créée en 1991 dans la commune de Hassi Ben Abdallah, à une distance d'environ 25 Km du siège de la wilaya. C'est une exploitation Etatique qui appartenait au début au de groupe ERIAD-Sétif, après la déclaration déficitaire de cette structure, il y'a eu un changement du statut puisque elle appartienne aujourd'hui au groupe AGRO-DIV (sous tutelle de la direction du commerce et d'industrie). Elle couvre une superficie totale de 1675 ha, avec une superficie exploitable sous pivot pour la production céréalière estimée de 488 ha. Elle compte 16 centres pivots (numéroté de 1 à 16), parmi les quels on trouve 12 pivots de 30 ha et 4 pivots de 32 ha, avec 16 forages miopliocènes et un forage albien exploité en collectivité avec le périmètre de mise en valeur de Hassi Ben Abdallah « el khalidj ». Ce dernier forage est destiné à l'irrigation de la palmeraie (48 hectares) et les cultures sous serres.

Les rendements obtenus lors de la précédente campagne agricole (2016-2017) sont de l'ordre de 17 Qx/ha pour le blé dur. Les problèmes rencontrés sont d'ordre technique et économique en relation principalement avec la disponibilité des moyens et facteurs de production et la maîtrise de l'itinéraire technique.

Concernant la perte de fertilité des sols par salinisation, l'aridité du climat (les températures élevées en fin du cycle et les vents violents), ainsi que le niveau de maîtrise de la gestion des irrigations sous pivot, sont les facteurs principaux qui peuvent induire à ce phénomène. En réalité, les études qui ont été réalisées au niveaux de cette exploitation, indique que l'exploitation est caractérisée par une salinité du sol élevée avec risque d'une salinisation plus poussée sous l'effet de l'irrigation.

IV.2 - Choix de parcelle d'étude

Afin d'avoir une idée plus claire et plus précise sur la situation de la salinité des sols sous pivot, et l'effet de la salinité des sols sur les céréales, le choix a été porté sur 02 centres pivots. Il s'agit du pivot n°6 et n°7 (**Fig.15**), lesquels sont composés de 6 travées et couvrant une surface de 30 ha chacun, avec un débit moyen pour chaque forage de 30 l/s. la nappe exploitée et le miopliocène caractérisée généralement par une eau légèrement salée d'environ 4g/l de sels.

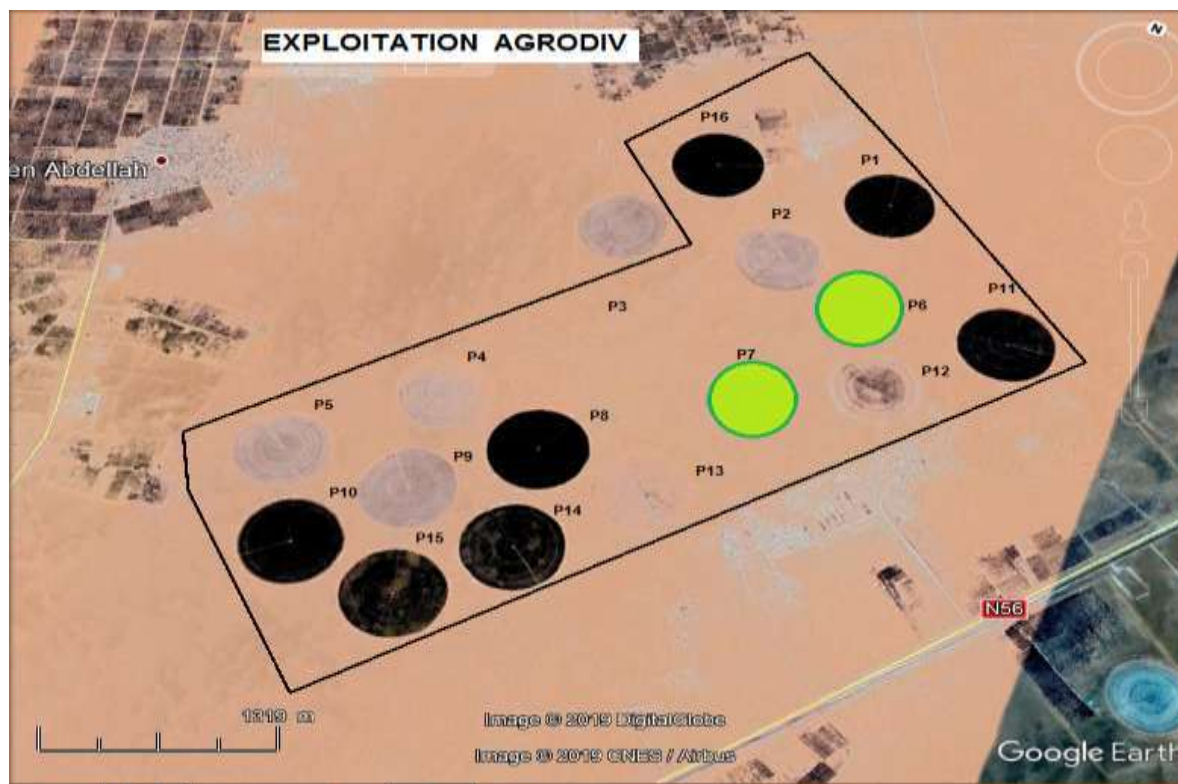


Figure n°15: Présentation de site d'étude

IV.3- Présentation du matériel végétal

Pour nos essais, la plante utilisée est le blé dur (*Triticum durum*), variété Simeto, elle est d'origine Italienne, caractérisée par un rendement élevé, un poids de 1000 graines (PMG) élevé, une qualité semoulière très bonne et une teneur en protéines de 15,80 %. C'est une variété alternative, qui résulte d'un croisement entre deux variétés *Capeit* x *Valnova*. (CNCC, 2015). Elle est résistante à la verse et productive. Elle est caractérisée par une bonne faculté germinative (98%) et un poids de 1000 grains de 54,8 g (CRPV, 2004).

Le tableau suivant (tab.8) présente les caractéristiques morphologiques culturales et qualitatives de la variété expérimentées.

Tableau n° 8: Caractéristiques de la variété Simeto

| Caractéristiques | Variété « Siméto » |
|---|--|
| Caractéristique morphologiques : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Compacité de l'épi ➤ Couleur de l'épi ➤ Longueur d'épi à l'exclusion des barbes ➤ Forme de grain ➤ Longueur des barbes par rapport à l'épi ➤ Couleur des barbes ➤ Hauteur de la plante à la maturité ➤ Premier épillet visible sur 50% des plantes ➤ Longueur des barbes par rapport à l'épi | Moyenne Blanc Court Demi-allonge Plus longue Noire 80-90 cm Précoce Plus longue |
| Caractéristiques culturales : <ul style="list-style-type: none"> ➤ Alternative ➤ Résistance : <ul style="list-style-type: none"> • Au froid • à la sécheresse • à la maladie : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Rouille jaune ✓ Rouille brune ✓ Oïdium ✓ Septoriose ➤ Conditions techniques <ul style="list-style-type: none"> • Date de semis • Dose de semis Kg/ha ➤ Fertilisation U/ha <ul style="list-style-type: none"> • N • P • K | Printemps Peu sensible Sensible Assez résistant Moyennement sensible modérément sensible modérément sensible Nov/déc <u>130/150</u> pour le nord 46 46 46 |
| Caractéristiques qualitatives : Rendement PMG Métadinage Qualité sommelière Teneur en protéines | Elevé Elevé résistante très bonne 15.80% |

(Source : CNCC, 2015)

IV.4- Dispositif expérimental :

Pour le choix du dispositif expérimental, il est pris en considération ce qui suit :

- L'expérience est répétée dans deux unités d'expérimentation à savoir pivot 6 et pivot 7.
- L'itinéraire technique de l'exploitation sera appliqué de la même manière pour les deux pivots qui se localisent dans le même site avec les mêmes conditions climatiques.
- Le développement de la culture est hétérogène sur tout le pivot.

IV.4.1- Choix d'unité expérimental

Le dispositif expérimental adopté est en blocs comme suit :

- 6 zones circulaires qui sont délimitées par les travées, puisque on considère que, la surface couverte par chaque travée de pivot comme est étant une zone (Z1, Z2, Z3, Z4, Z5 et Z6). Cette classification est adoptée du fait que la position de la parcelle dans le pivot en allant du centre vers l'extérieur peut avoir des influences sur la productivité de la parcelle en relation avec la salinité du sol.
- Chaque pivot est partagé en 4 parties et à l'intérieur de chaque partie le bloc est sélectionné. Ce dernier est une surface d'échantillonnage et d'observation allongée de 20 m de largeur est de 300 m de longueur (rayon du pivot) et comportant les 06 zones successives. Les blocs considérés comme répétitions, sont nommés B1, B2, B3 et B4. Chaque deux bloc successif forment un angle de 90°.
- A l'intérieur de chaque Bloc et chaque zone, une parcelle élémentaire de 1 m², bien délimitée, a été choisie aléatoirement, pour le suivie du développement de la plante.
- L'essai comporte donc 24 parcelles élémentaires, nommées selon le numéro du bloc et le numéro de la zone (**Tab.9 et Fig.16**).

Tableau n°9: Dispositif expérimental

| Blocs Zones | Bloc 1 | Bloc 2 | Bloc 3 | Bloc 4 |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Zone 1 | B1 Z1 | B2 Z1 | B3 Z1 | B4 Z1 |
| Zone 2 | B1 Z2 | B2 Z2 | B3 Z2 | B4 Z2 |
| Zone 3 | B1 Z3 | B2 Z3 | B3 Z3 | B4 Z3 |
| Zone 4 | B1 Z4 | B2 Z4 | B3 Z4 | B4 Z4 |
| Zone 5 | B1 Z5 | B2 Z5 | B3 Z5 | B4 Z5 |
| Zone 6 | B1 Z6 | B2 Z6 | B3 Z6 | B4 Z6 |

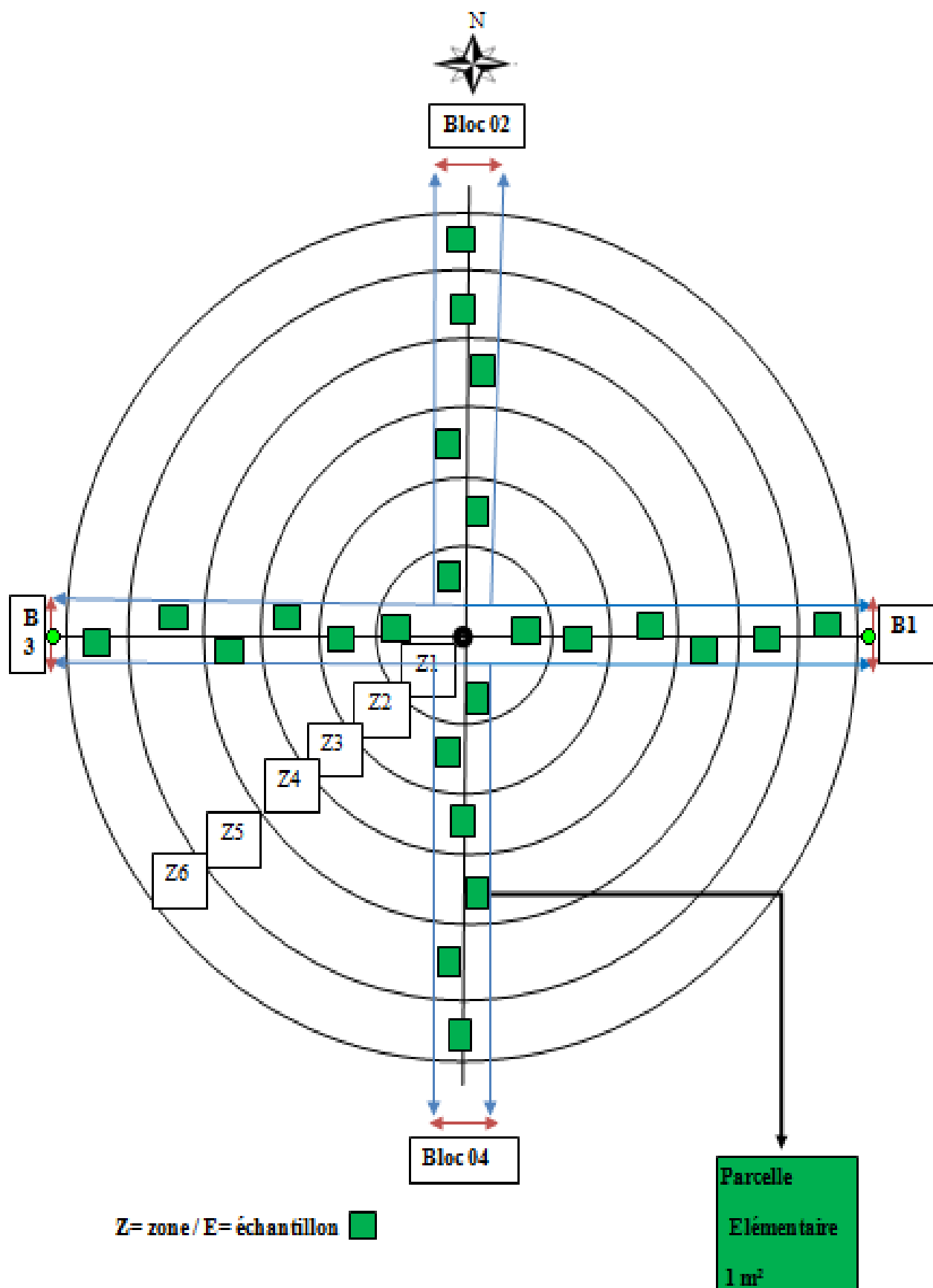


Figure n°16: Dispositif expérimentale

IV.5.- Echantillonnage et choix de paramètres d'étude

IV.5.1- Etude du sol

❖ échantillonnage du sol

Pour la majorité des analyse, les échantillons du sol sont prélevés avec une tarière de 120 cm sur des profondeurs différents soit 0-20 cm ; 20-40 cm ; 40-60 cm ; 60-80 cm (Fig. 0). Les prélèvements sont réalisés au cours du cycle végétatif et aux principaux stades phénologiques du blé. On a effectuée deux prélèvements pour caractériser le sol des parcelles expérimentales, le premier concernant la phase 3 feuilles de culture, le deuxième est au stade épiaison.

Puisque, il existe 04 profondeurs, 4 blocs et 6 zones, le nombre total des échantillons est de 96 pour chaque pivot et chaque phase. Ces échantillons sont utilisés pour la mesure de la conductivité électrique, le pH, et le résidu sec.

❖ Choix de paramètres et méthodes d'analyse

Les analyses de nos échantillons ont été effectuées au niveaux du laboratoire de la faculté des sciences de la nature et de la vie de l'université Kasdi Merbah – Ouargla. Les méthodes utilisées varient selon les paramètres étudiées :

- a) **Mesure du pH:** Il est mesuré dans l'extrait aqueux sol/eau de 1/5, à l'aide d'un pH-mètre étalonné avec des solutions tampons de pH connu. elle permet d'estimer le degré d'alcalinité des sols.
- b) **Conductivité électrique (CE) :** Elle a été déterminée par le conductimètre sur une suspension (un extrait aqueux) avec un rapport de sol/eau de 1/5 à une température de 25°C. Elle est exprimée en déci-siemens par mètre (dS/m) à 25 C° ou en milli-siemens par centimètre (mS/cm).
- c) **Analyse granulométrique:** Elle est réalisée par la méthode de tamisage, elle a pour but la détermination de la texture du sol.

IV.5.2- Analyse de l'eau

Les eaux des 2 forages d'irrigation sont prélevées et analysées au laboratoire. Les analyses d'eaux ont porté sur la conductivité électrique, le résidu sec à 105° C, le pH, les cations et les anions. Ces derniers sont utilisés pour déterminer le faciès chimique et la qualité des eaux, avec le calcul de SAR et de l'ESP. Les mêmes méthodes déjà signalées sont utilisées pour l'analyse des échantillons de l'eau au laboratoire.

IV.5.3- Etude du végétal

Pour chaque parcelle élémentaire, il est procédé au suivi du développement des plantes, aux principaux stades phénologiques du blé du stade levée jusqu'au stade maturité et la récolte du grain. L'étude a porté sur le suivi des caractères physiologiques et morphologiques suivants :

- 1) **Taux de la levée** : qui correspond au nombre de plantes levés par mètre carré.
- 2) **Nombre des talles par m²** : c'est le compte manuel du nombre de tous les talles pour chaque mètre carré. Le nombre moyen des talles par plante sera déduit de ces deux premiers paramètres.
- 3) **Hauteur de la plante** : Elle est mesurée depuis le stade 3 feuilles jusqu'à la maturité.
- 4) **Hauteur de la tige du plant** : La hauteur de la tige est mesurée depuis le sol jusqu'à la base de l'épi au stade plein épiaison.
- 5) **Longueur de l'épi** : La longueur de l'épi est mesurée depuis sa base jusqu'à l'extrémité.
- 6) **Nombre de grains par épi** : On a calculé le nombre de grains par épi chez 10 épis pris aléatoirement sur chaque parcelle ; puis calculer la moyenne pour chaque bloc.
- 7) **Nombre d'épis par mètre carré** : Le nombre d'épis par mètre carré a été déterminé au stade de maturation pour chaque parcelle élémentaire.
- 8) **Poids de mille grains (PMG)**: Le poids de 1000 grains est réalisé après la récolte à l'aide d'une balance de précision pour toutes les parcelles.
- 9) **Rendement biologique** : Le rendement biologique est déterminé à l'aide de la relation suivante :

$$\text{Rendement biologique} = \text{Nombre d'épis par mètre carré} \times \text{Nombre des grains par épi} \times \text{PMG}/1000.$$

Le rendement est exprimé en g / m² puis reporté en Qx/ha.

- 10) **Rendement réel** : Après la récolte, les grains récupérés sont nettoyés et triés, puis pesés pour avoir la quantité récoltée en g/m². Le calcul du rendement est basé sur le calcul du poids des grains par mètre carré puis rapporté à l'hectare.

11) Caractères biométriques de la graine

- **Longueur du grain** : Mesure chez 10 grains pour chaque parcelle choisis au hasard.
- **Largueur du grain** : Mesure chez 10 grains pour chaque parcelle choisis au hasard.

Toutes ces mesures (hauteur de la plante, hauteur de la tige du plant, , longueur de l'épi, et le nombre de grains par épi) ont été effectuées sur 10 plants choisis aléatoirement pour chaque parcelle

12) Test de germination des graines

Le test à été effectué le 11 décembre 2018 au niveau de laboratoire de la faculté SNV. L'expérimentation se déroule dans les conditions de laboratoire

- **Préparation des solutions salines** : on prend une quantité du chlorure de sodium (Na Cl) ; on pesant à l'aide d'un balance des quantités : 2 g - 4 g - 6 g - 8 g de sel (Na Cl) après on mettre chaque quantité dans un bécher de 1000 ml contient de l'eau distillé puis on mélange les solutions à l'aide d'un agitateur magnétique.
- **Dilution de l'eau de javel à 20%** : on prend un bécher de 100 ml, on mettre 20 ml de l'eau de javel et on les complété avec l'eau distillé jusqu'a 100 ml.
- **Les étapes** :
 - On prend 375 graines de blé dur variété « siméto » et les désinfecté avec l'hypochlorite de sodium (eau de javel diluée à 20%) pendant 5 min.
 - On laver les graines à l'eau courante et laisser imbiber pendant une heure dans l'eau distillé.
 - On les mettre dans des boites de pétri contenant du papier filtre (dans chaque boite on met 25 graines du blé)
 - Pour chaque quantité de solution d'eau (2 g – 4 g – 6 g – 8 g) on a 3 répétitions. On considère les boites imbibié à l'eau distillé comme un témoin avec 3 répétitions, donc on a 15 boites de pétri.
 - On imbibe les boites et les mettre à germination dans l'obscurité (à T°= 25 °C) pendant 7 jours.
- **Calcule** : Le pourcentage de germination est exprimé par le pourcentage des graines germées par rapport au nombre total des graines par boîte pétrie selon l'équation suivant :

$$G = (N / N0) \times 100$$

D'où :

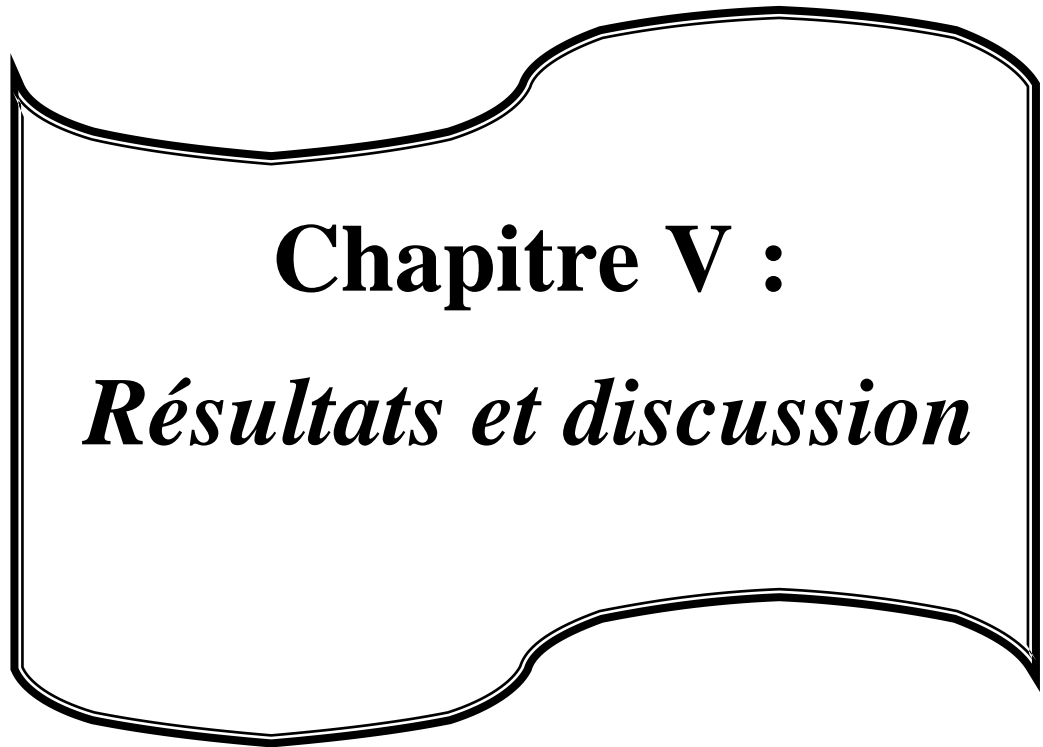
N: le nombre de grains germés en 7 jours.

N0 : le nombre de graines utilisées pour chaque essai

IV.6- Outils et méthodes de traitement des données

Pour mieux analyser et interpréter les résultats il est procédé :

- au traitement statistique des données, qui est réalisé sous le logiciel **EXCEL** (moyenne, maximum, minimum des valeurs et corrélation avec présentation graphiques etc.) ;
- à l'utilisation d'un certain nombre d'indicateurs qui peuvent nous permettre de caractériser la nature des sols. Il s'agit de :
 - ❖ L'échelle du pH ;
 - ❖ L'échelle de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait 1/5 ;
 - ❖ L'échelle granulométrique de la texture du sol et le triangle de texture ;
- à l'analyse et interprétation des caractéristiques des eaux d'irrigation. par l'utilisation du logiciel **DIAGRAMME** pour établissement des diagrammes principaux (PIPER, RIVERSIDE, BERKALOFF...).



Chapitre V :
Résultats et discussion

Chapitre V : Résultats et discussion

V.1 – Itinéraire technique

- a) **Précédent cultural:** Notre parcelle expérimentale a eu comme précédent cultural l'orge pour le pivot 06 et le blé tendre pour le pivot 07 (Avant 06 ans).
- b) **Pré irrigation:** la pré irrigation a débuté le 10/11/2018 et a duré une semaine dans le but d'assurer une bonne humidification du sol qui facilite le travail des équipements lors de la préparation du sol pour le semis et pour établir au niveau du sol des conditions hydriques optimales pour une germination rapide et satisfaisante notamment par le lessivage des sels de surface.
- c) **Travail du sol:** il a été effectué le 19/11/2018, il a consisté en un passage de cover-croop et un passage de la herse ; le passage du rouleau fut réalisé après l'apport du TSP. Ces travaux permettent de préparer le lit de semence, d'ameublir le sol en profondeur, d'éliminer les repousses du précédent cultural, de faciliter le lessivage des sels et d'incorporer la fumure de fond.
- d) **Semis:** il a été réalisé le 25-26-27/11/2018 concerne le pivot 07, et 1-2-3/12/2018 pour le pivot 06 ; à l'aide d'un semoir en ligne avec un écartement de 15 cm et une profondeur de 3 cm pour une dose de semis de l'ordre de 2,2 Quintaux par hectare.
- e) **Fertilisation :** La fertilisation consiste à apporter les fertilisants aux plantes sous formes d'engrais simples ou composés ces engrais doivent satisfaire les besoins de blé en complétant normalement les fournitures du sol qui sont pas connus. Les fertilisants utilisés sont :
- **Le SUPER 45 :** est l'un des engrais de fond les plus utilisés, il s'agit d'un Superphosphate Triple (TSP) dont le principal avantage est la solubilité dans l'eau du Phosphore (+ de 95 %). Il contient :
- 46 % (dont 44 % de P₂O₅ soluble eau) ;
 - 24 % de CaO ;

- 4,5 % de SO₃.

Le phosphore est un des éléments majeurs indispensables à la croissance des végétaux. C'est un élément peu présent à l'état naturel dans le sol. La quantité utilisée est de 4 Qx/ha de TSP. Elle correspond à 177 kg/ha de P₂O₅ ce qui largement supérieure aux besoins théorique déjà signalés de 120 kg/ha.

- **Engrais azoté :** L'azote joue un rôle primordial dans le métabolisme des plantes. C'est le constituant numéro un des protéines, composants essentiels de la matière vivante. Il s'agit donc d'un facteur de croissance. L'apport d'azote est due en fractionnement soit 1/3 de la dose total au semi plus 2/3 au stade montaison épiaison. La quantité utilisée est de 186 kg/ha d'urée 46%.

- f) Irrigation :** l'apport de l'eau sur la totalité de la surface a été fait selon le programme établi par la ferme selon le (tab.10). Avec une vitesse du pivot de 70 % et une dose de 6 mm du stade levée au stade début montaison. Et une vitesse du pivot de 50% et une dose de 10 mm du stade montaison à la maturité.
- Au cours du cycle végétatif de la culture, il y a eu des arrêts d'irrigation dus à des pannes techniques du système pivot en plus des coupures d'électricité et des arrêts dus à la manifestation de vents de sable violents.

Tableau n°10: Quantité d'eau (mm) par stade de culture

| Stade | Dose (mm) | Pivot 6 | | Pivot 7 | |
|----------------|-----------|--------------|---------------------|--------------|---------------------|
| | | Durée (Jour) | Quantité d'eau (mm) | Durée (Jour) | Quantité d'eau (mm) |
| Semi-Levée | 6 mm | 18 | 42 | 18 | 56 |
| Tallage | | 50 | 161 | 48 | 112 |
| Montaison | 10 mm | 35 | 168 | 33 | 115 |
| Epiaison | | 20 | 170 | 23 | 180 |
| Maturation | | 42 | 190 | 45 | 200 |
| Durée du cycle | | 165 jours | 731 mm | 167 jours | 663 mm |

A ce niveau, il faut signaler que la quantité d'eau d'irrigation dans le pivot 6 est plus important par rapport au pivot 7. Cette différence est particulièrement marqué dans la période tallage et montaison.

- g) **La récolte** : l'arrêt de l'irrigation a eu lieu le 29/04/2019 pour une récolte réalisée le 11/05/2019 soit 15 jours après à l'aide d'une moissonneuse-batteuse (fig.17)



Figure n°17: moissonneuse-batteuse à station ERIAD

V.2- Etude des caractéristiques des eaux de forages

V.2.1- Présentation des résultats

L'eau d'irrigation est pompée à partir de la nappe du miopliocène qui se trouve à une profondeur de 130 m. Les résultats d'analyses d'eau des deux forages utilisés pour l'irrigation de deux pivots sont représentés dans le tableau ci-dessous (Tab.11)

Tableau n°11: Caractéristiques de l'eau d'irrigation

| Paramètre | | Eau d'irrigation | |
|--------------------|-------|------------------|-----------|
| | | PIVOT N°6 | PIVOT N°7 |
| | | (F6) | (F7) |
| pH | | 7.88 | 7,82 |
| CE à 25°C(ds/m) | | 4.960 | 5,240 |
| Résidus sec (g/l) | | 3.980 | 4.662 |
| Anions (méq/l) | Cl- | 28,70 | 31,52 |
| | SO4-2 | 23,94 | 16,40 |
| | CO3-- | 5,49 | 5,59 |
| | NO3- | 0,48 | 1,60 |
| Somme des anions | | 58,62 | 55,11 |
| Cations (méq/l) | Na+ | 23,27 | 24,14 |
| | K+ | 0,58 | 0,60 |
| | Ca+2 | 11,35 | 11,55 |
| | Mg+2 | 17,07 | 15,59 |
| Somme des cations | | 52,28 | 51,88 |
| Cations-anions | | -6,34 | -3,23 |
| Cations+anions | | 110,90 | 106,99 |

| Balance ionique | -5,71 | -3,02 |
|-----------------|-------|-------|
| S.A.R | 6,17 | 6,55 |
| E.S.P% | 7,27 | 7,75 |
| Na% | 44,5 | 46,5 |

V.2.2- Interprétation de l'analyse de l'eau

Selon les résultats obtenus on déduit que :

- L'eau d'irrigation des deux pivots est alcaline par rapport aux valeurs du pH (7.88 et 7.82 respectivement).
- La salinité des eaux d'irrigation à partir de la conductivité électrique, indique que la salinité des eaux du pivot 6 est très fortement salée (4.96 ms/cm) et celle du pivot 7 est excessivement salée (5.24 ms/cm).
- Autrement dit, l'eau d'irrigation dans le pivot 6 est moins chargée en sels par rapport à celle du pivot 7 avec les valeurs respectivement de l'ordre de 3.98 et 4.66 g/l.
- La présentation des données des feux forages par l'utilisation du diagramme de BERKALOFF, nous permet de déduire que la composition chimique de deux forages est presque identique, avec une différence sur la quantité des sulfates et du nitrate, malgré qu'il s'agit des forages qui exploitent la même nappe dans la même exploitation agricole. La distance entre les deux forages est d'environ 1200 m (fig.18).
- D'après le diagramme de piper les eaux sont de faciès chlorurés et sulfatées calciques et magnésiennes. il n'ya pas de dominance du sodium puisque son pourcentage ne dépasse pas 50% (fig.19).
- Selon le diagramme RIVERSIDE, l'eau d'irrigation du pivot 6 appartient à la classe C4S2 et l'eau du pivot 7 appartient à la classe C5S3. cela signifie que le pouvoir alcalinisant de ce dernier forage est plus important du premier (fig.20).
- Selon **DURAND (1983)**, il s'agit d'une eau qui peut provoquer l'apparition d'une alcalinité dangereuse pour la plupart des sols mais elle peut être utilisée sur des sols très perméables avec un bon drainage, elle doit être appliquée en excès pour assurer un fort lessivage des sels. pour les cultures, il faut utilisées les espèces et variétés tolérantes aux sels.

- Enfin, la nappe phréatique dans la zone d'étude est très profonde, il n'y a pas de signe de remonté de nappe phréatique ou de mauvais drainage. En plus, les céréales et surtout le blé a une tolérance jusqu'à 6 à 8 g/l

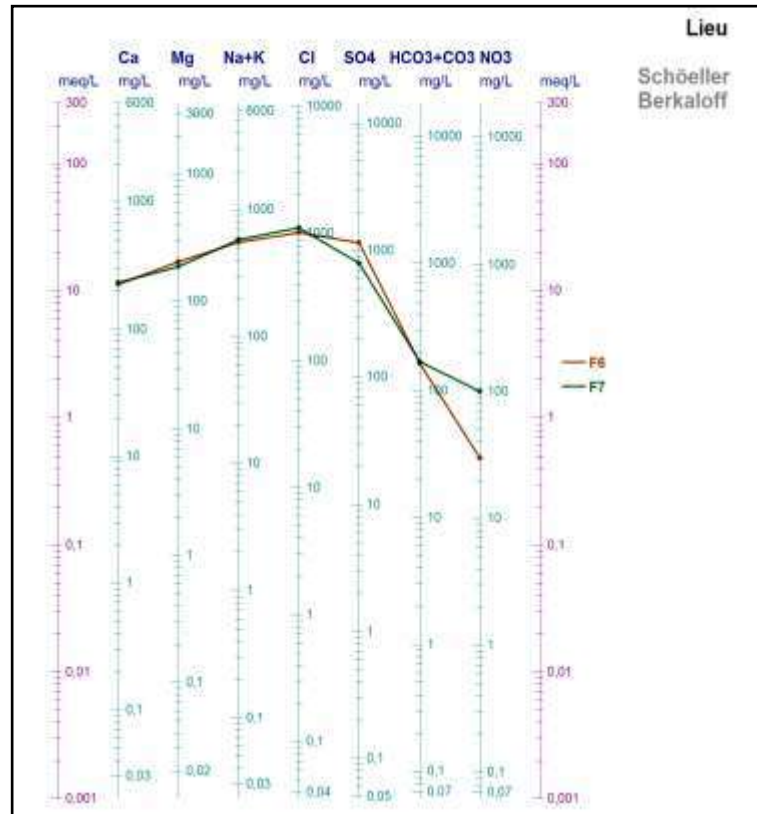


Figure n°18 : Diagramme de BERKALOFF des forages d'étude

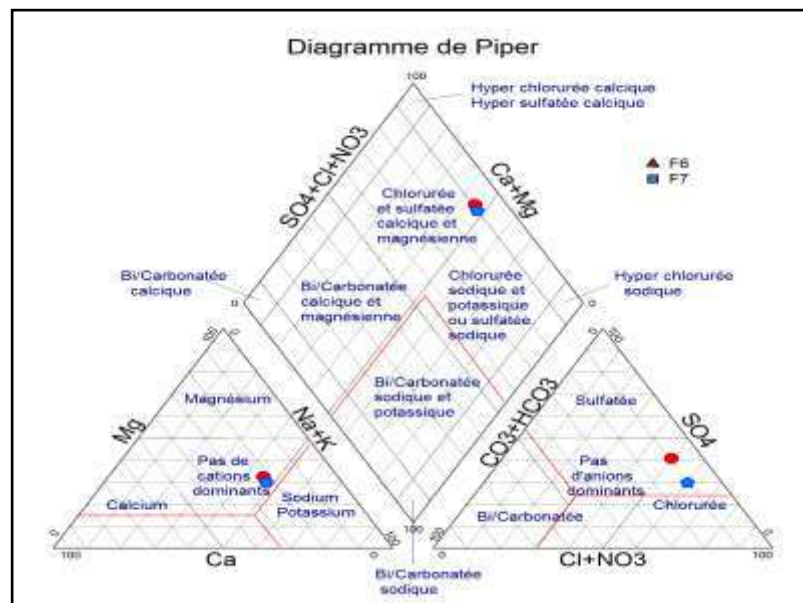


Figure n°19 : Diagramme de PIPER des forages d'étude

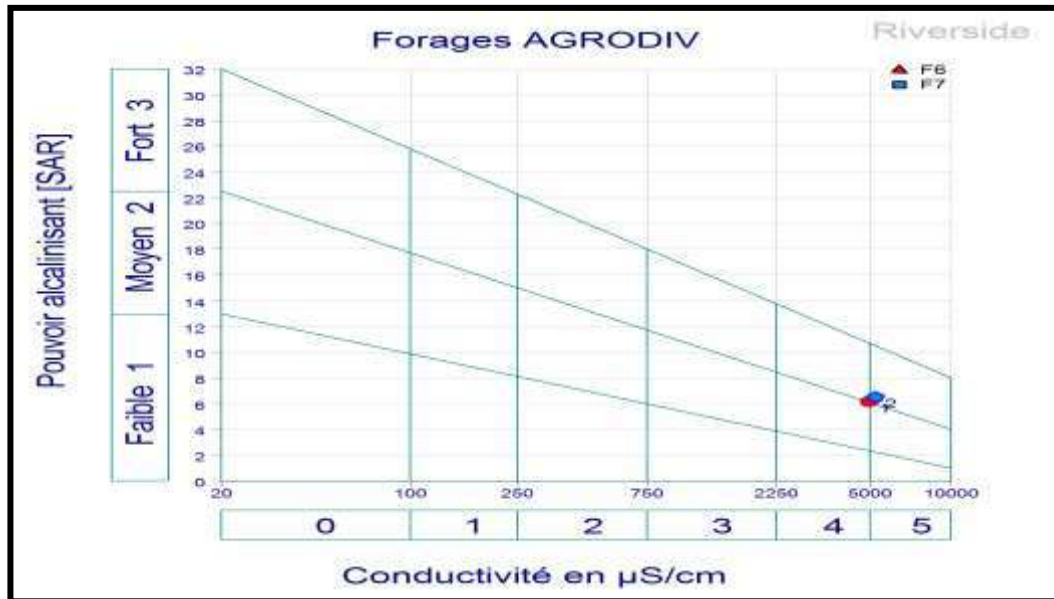


Figure n° 20: Classification des eaux d'irrigation dans le site d'étude (Diagramme de RIVERSIDE)

V.3- Etude des caractéristiques du sol

V.3.1- Importance des éléments grossiers dans le sol

❖ Approche globale

- La zone d'étude se caractérise par un sol de type reg caractérisé par la présence des éléments grossiers (plus que 2 mm de diamètre) sous forme des cailloux et du gravier.
- Le taux des éléments grossiers varié de 2.57% à 37.96% avec une moyenne de 12.93% pour le pivot 6 et de 6.0% à 38.9% avec une moyenne de 16.2% pour le pivot 7. On remarque que les taux enregistrés sont supérieurs dans le pivot 7 par rapport au pivot 6 (Tab.12).

Tableau n°12: Taux des éléments grossiers dans le sol des deux pivots

| Taux des éléments grossiers | Pivot 6 | Pivot 7 |
|-----------------------------|---------|---------|
| MIN | 2.57 | 6 |
| Qaurtile1 (25%) | 7.22 | 10.13 |
| MOYENNE | 12.93 | 16.2 |
| MEDIANE (50%) | 11.65 | 14.1 |
| Quartile 3 (75%) | 15.59 | 19.32 |
| MAX | 37.96 | 38.9 |
| Ecartype | 7.53 | 7.8 |



Figure n°21: Eléments grossiers à la surface du sol de l'exploitation AGRODIV

❖ Approche par profondeur

Le tableau suivant (tab.13) présente la variation du taux des éléments grossiers selon la profondeur.

Tableau n°13: Taux des éléments grossiers selon la profondeur

| Profondeur cm | PIVOT 6 | | | PIVOT 7 | | |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | Minimum | Moyenne | Maximum | Minimum | Moyenne | Maximum |
| 20 | 3.67 | 10.92 | 37.96 | 6,04 | 13,48 | 30,89 |
| 40 | 2.57 | 12.51 | 27.82 | 7,95 | 15,52 | 38,87 |
| 60 | 3.33 | 13.99 | 37.41 | 6,89 | 18,54 | 36,25 |
| 80 | 3.82 | 14.31 | 32.25 | 7,69 | 17,07 | 35,61 |
| Globale | 2.57 | 12.93 | 37.96 | 6,04 | 16,15 | 38,87 |

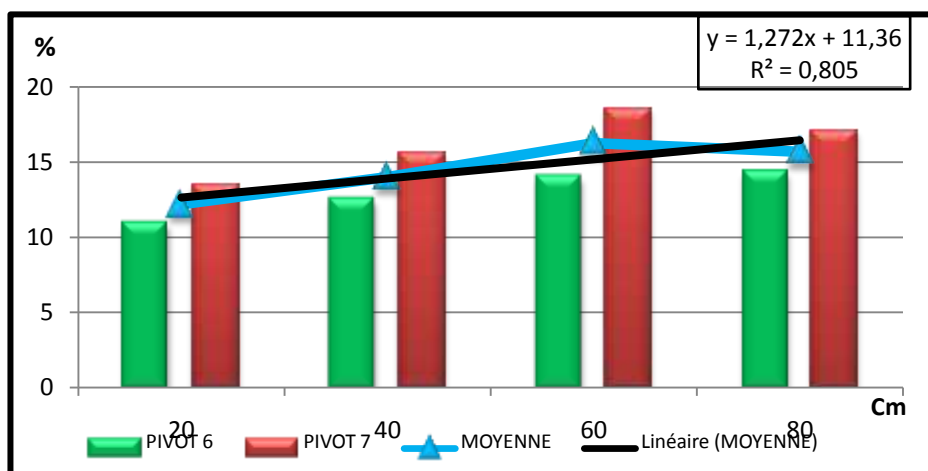


Figure n°22 : Taux des éléments grossiers selon la profondeur des deux pivots

Selon la figure (fig.28) on remarque que :

- le taux moyen des éléments grossiers augmente progressivement du haut vers le bas avec la profondeur.
- la courbe de tendance établie pour la moyenne globale des valeurs de deux pivots, met en évidence cette relation positive avec un coefficient de corrélation très élevée qui est de 0,897. Cela signifie que la relation est fortement significative
- l'irrigation progressive du sol permet une altération hydrique, dont l'effet est plus accentué avec le travail du sol dans les couches superficielles.

❖ Approche par zone

La figure suivante (fig.23) présente la variation du taux des éléments grossiers selon les zones

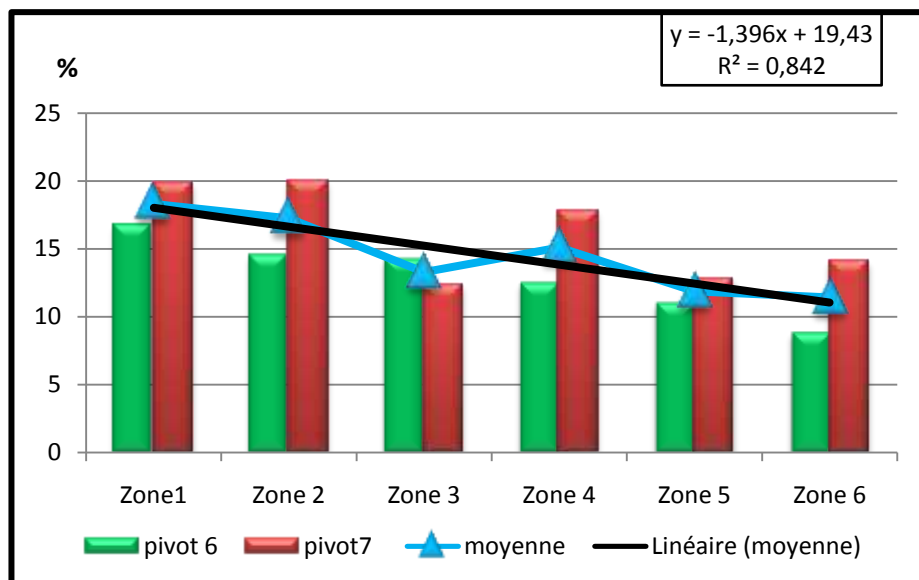


Figure n°23: Taux des éléments grossiers supérieurs à 2 mm dans le sol des deux pivots selon les zones

De cela on remarque que :

- la dominance globale du taux moyen pour toutes les zones du pivot 7 par rapport au pivot 6 sauf pour le cas de la zone 3.
- pour le pivot 7 on observe que le taux est plus faible dans la zone Z3 et Z5 par rapport aux autres zones.
- le taux des éléments grossiers varie d'une zone à une autre, avec une réduction progressive en allant du centre pivot vers l'extrémité surtout pour le pivot 6.

- la courbe de tendance de la moyenne de deux pivots, marque le sens négatif de la progression avec un coefficient de corrélation de 0.918 qui traduit une relation très fortement significative.
- la diminution du taux des éléments grossiers surtout dans la zone périphérique des pivots est due à l'effet des vents qui transportent les particules de sol puisque les dernières zones sont beaucoup plus affectées par des vents par rapport aux zones centrales.
- En fin, la présence des éléments grossiers a pour conséquence l'augmentation de la perméabilité, et le lessivage probable des sels.

V.3.2- Texture du sol :

❖ Approche globale

Le tableau suivant (tab.14) présente les résultats de la granulométrie du sol de deux pivots.

Tableau n°14: granulométrie du sol

| Classe granulométrique | | Pivot 6 | Pivot 7 |
|------------------------|---------------|---------|---------|
| Sable Très Grossier | 2à 1 mm | 9.81 | 14.96 |
| Sable Grossier | 1à 0,2 mm | 57.01 | 62.58 |
| T/SG | | 66.82% | 77,54% |
| Sable fin | 0.125 à 0,1mm | 10.71 | 13.44 |
| Sable très Fin | 0.1 à 0.045mm | 16.36 | 4,12 |
| T/SF | | 27.07% | 17.56% |
| T/sable | | 93.89% | 95.1% |
| Limon et Argile | < 0.045 mm | 5.02 | 3,73 |

On remarque que :

- Le taux moyen de sable dépasse 95 % pour le pivot 7; et dépasse 93% pour le pivot 6.
- La dominance de sable grossier avec une moyenne avoisinante 77.54% pour le pivot 7 et une moyenne de 66.82% pour le pivot 6.
- La texture est sableuse pour la totalité des échantillons des deux pivots sauf pour un cas (B4Z6) de pivot 7 qui présente 82,05% de sable et 17.17% de limon et argile ce qui caractérise une texture sablo-limoneuse.

❖ **Approche selon la profondeur :** La figure suivant (fig.24) présente les résultats de la granulométrie du sol de deux pivots selon les profondeurs. On remarque :

- pour le pivot 7 que le taux du sable grossier augmente avec la profondeur, alors que le taux du sable fin diminue avec la profondeur. Cela confirme que l'altération des éléments sous l'effet de l'irrigation et le travail du sol est plus accentuée dans les 2 couches superficielles.
- La même chose pour le pivot 6 on remarque une augmentation de taux des éléments grossiers avec la profondeur Mais le sable fin dans la profondeur 60-80 est plus élevé.

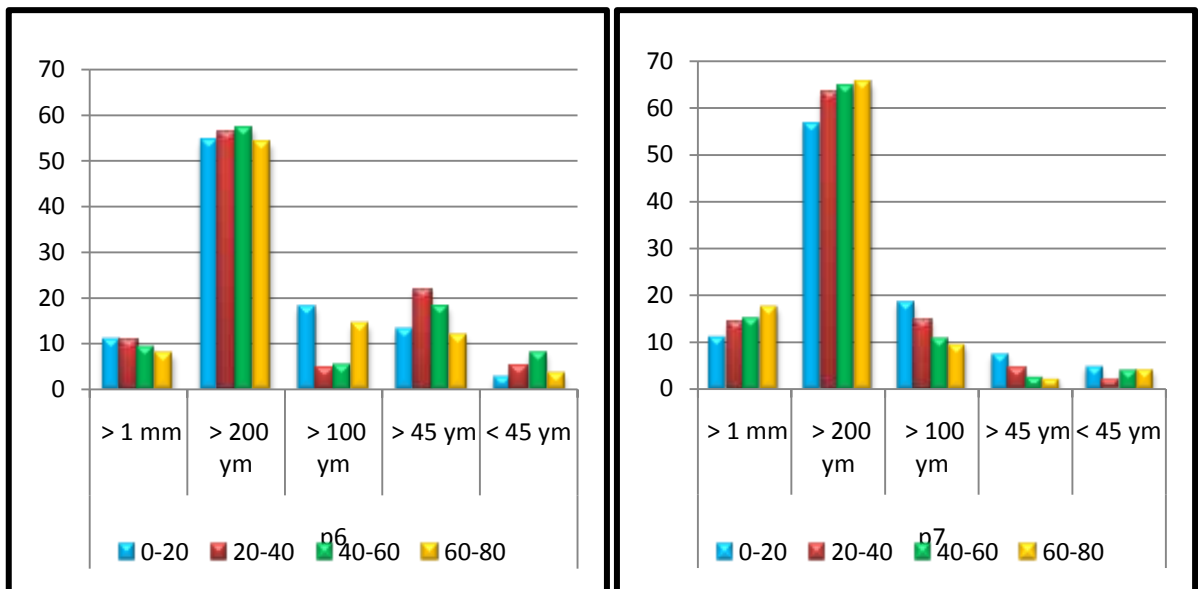


Figure n°24 : Valeurs moyennes de la granulométrie selon la profondeur du pivot 6 et 7

❖ Approche selon la zone

La figure suivant (fig.25) présente les résultats de la granulométrie du sol de deux pivots selon les zones.

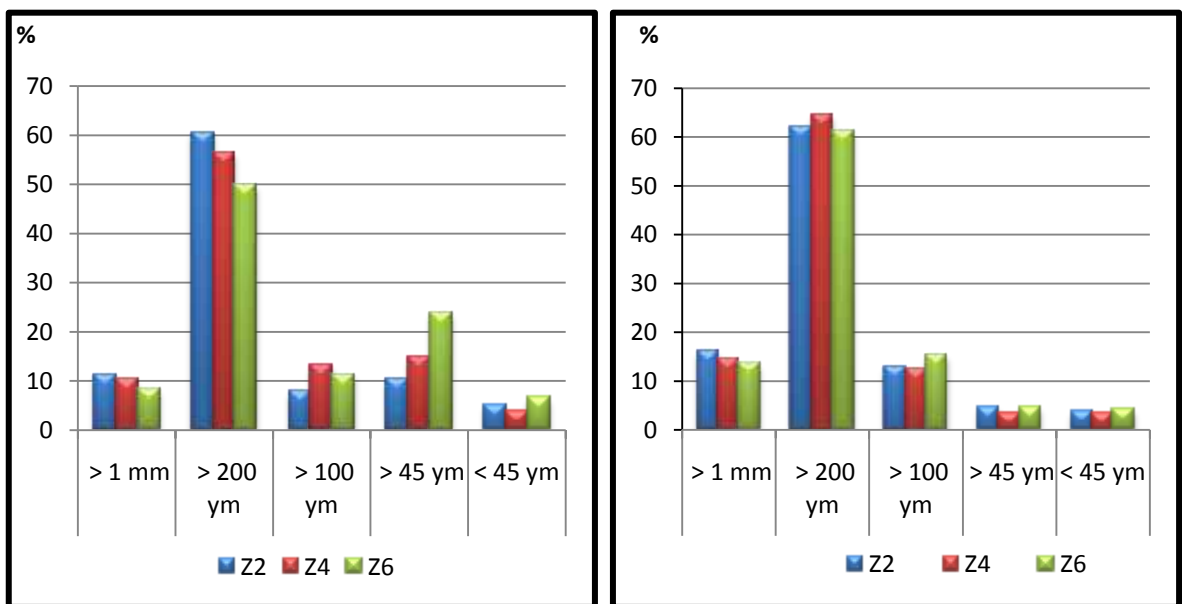


Figure n°25: Valeurs moyennes de la granulométrie selon les zones

On remarque que:

- pour le pivot 6, le taux du sable grossier diminue selon les zones de centre du pivot vers l'extérieur, alors que le taux du sable fin augmente selon les zones. Cela confirme que zone périphérique sont beaucoup plus affectées par des vents par rapport aux zones centrales.
- mais pour le pivot 7, le taux du sable grossier est presque le même dans tous les zones avec une valeur élevée au niveau de zone Z4. de même pour le sable fin avec une dominance de la zone Z6.

V.3.3-Evolution du pH du sol

Le pH a été mesuré durant 2 stades à savoir ; le stade 3 feuilles (stade1) et le stade épiaison (stade 2).

❖ Approche globale :

Les résultats du pH de l'extrait aqueux de rapport sol/eau de 1/5 à deux stades sont présentés ci-dessous (Tab.15 et Fig.26).

Tableau n°15 : pH du sol des deux pivots à deux stades

| pH | Pivot 6 | | Pivot 7 | |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|
| | pH1 (Stade1) | pH 2 (Stade2) | pH1 (Stade1) | pH 2 (Stade2) |
| MIN | 7.10 | 6.95 | 6.4 | 7.38 |
| Qaurtile1 (25%) | 7.40 | 7.42 | 7.20 | 7.55 |
| MOYENNE | 7.55 | 7.53 | 7.47 | 7.66 |
| MEDIANE (50%) | 7.50 | 7.52 | 7.45 | 7.62 |
| Quartile 3 (75%) | 7.70 | 7.67 | 7.73 | 7.73 |
| MAX | 8.00 | 7.95 | 8.40 | 8.15 |
| Ecartype | 0.19 | 0.20 | 0.38 | 0.16 |

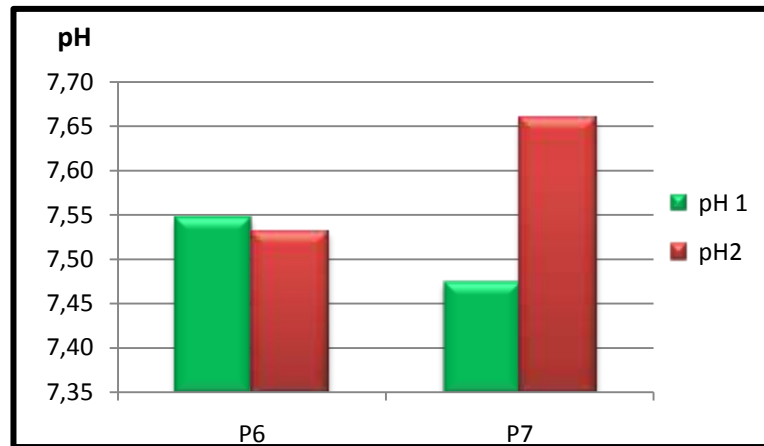


Figure n°26 : Variation du pH du sol dans les deux stades des deux pivots

On observe que :

- Le pH du sol des deux stades dans les deux pivots selon la classification de MATHIEU et PIELTAIN (2003) est légèrement alcalin avec des valeurs comprises entre 6,95 et 8,0 et une moyenne de $7,55 \pm 0,19$ pour le pivot 6 et des valeurs comprises entre 6,4 et 8,4 et une moyenne de $7,66 \pm 0,16$ pour le pivot 7.
- La valeur moyenne du pH du pivot 6 est plus stable que le pH du pivot 7, malgré que la différence de pH moyen entre les deux stades, ne soit que de 0,2 unité pour ce dernier pivot.

❖ Approche selon la profondeur

Selon la figure (Fig.27) on remarque que :

- Au stade 3 feuilles, le pH du pivot 6 est plus important dans toutes les profondeurs par rapport au pivot 7.
- Au niveau de pivot 7, on observe une augmentation du pH au stade épiaison par rapport au stade 3 feuilles de la même manière pour toutes les profondeurs.
- contrairement à cela, le pH du pivot 6 a subi une réduction remarquable dans les deux premières couches avec une stabilité dans la troisième couche et une augmentation dans la dernière couche par rapport à l'état initiale. Cela peut être en relation avec les doses d'irrigation plus importantes pour le pivot 6 et la qualité plus chargée pour le pivot 7.

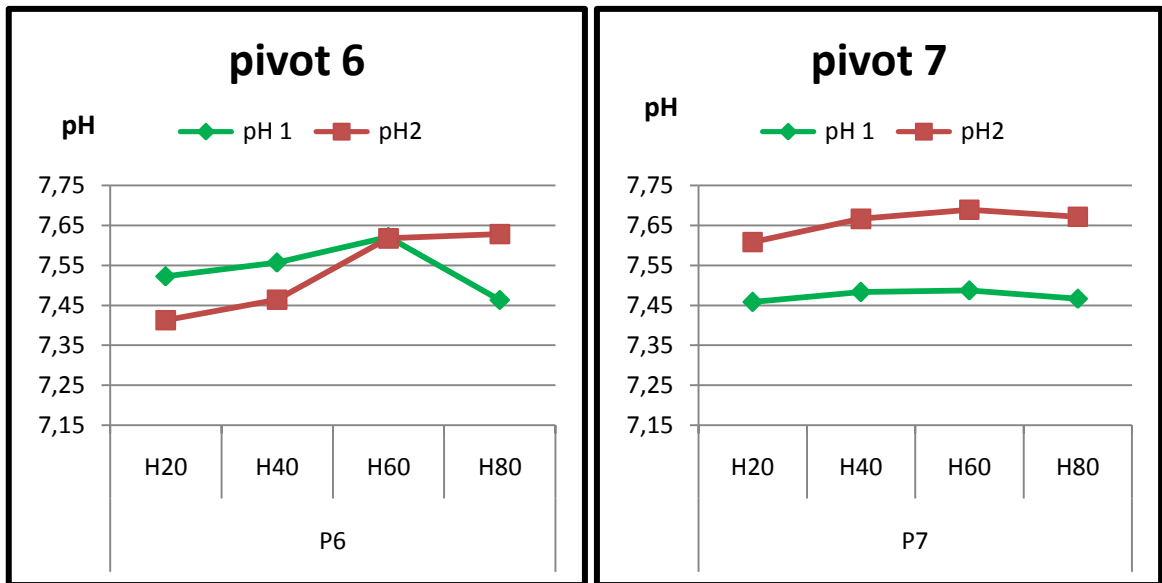


Figure n°27 : Evolution du pH aux deux stades selon les profondeurs de deux pivots

❖ Approche par zone

Malgré que les différences entre les valeurs enregistrées ne sont pas très importantes, néanmoins, la comparaison des valeurs moyennes par zone de deux pivots nous permettent de déduire que le pH a une tendance de réduction progressive, on allant du centre pivot vers l'extrémité (fig.28 et fig.29). Cette relation est significative puisque le coefficient de corrélation est de 0.552 et 0.571 respectivement pour les deux phases.

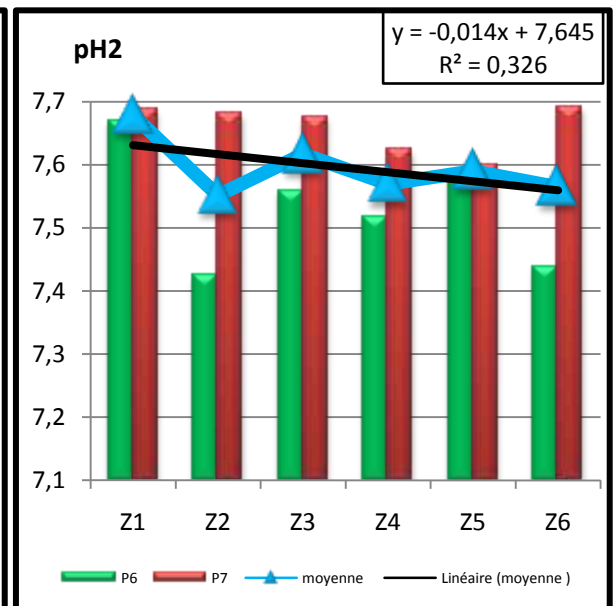
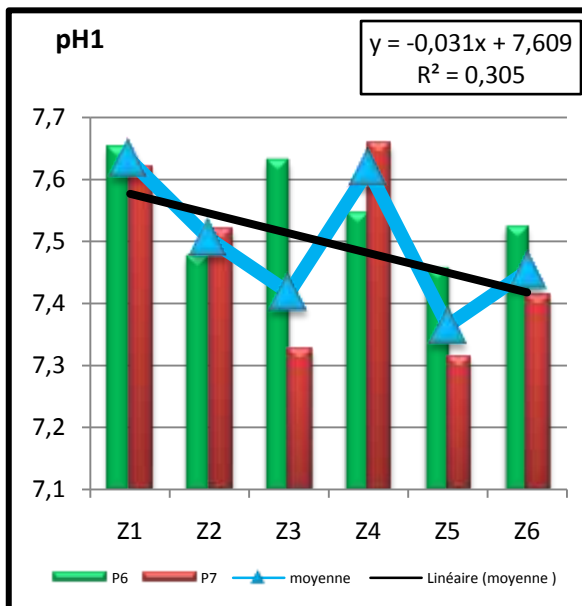


Figure n°28 : Evolution du pH 1 selon les zones

Figure n°29 : Evolution du pH2 selon les zones

V.3.4- Evolution de la conductivité électrique du sol

Les résultats de la conductivité électrique de l'extrait aqueux de rapport sol/eau de 1/5 à différentes stades sont présentés ci-dessous.

❖ **Approche globale**

La conductivité électrique moyenne du sol des deux stades dans les deux pivots selon la classification de MATHIEU et PIELTAIN (2009) est salée avec des valeurs comprises entre 0.29 et 3.73 et une moyenne de $1.37 \pm 0,73$ pour le pivot 6 et des valeurs comprises entre 0.22 et 4.42 et une moyenne de 1.65 ± 0.94 pour le pivot 7.

- **Au stade 3 feuilles :** la C.E varie de 0,29 à 3.73 ms /cm avec un écartype de 0.76 dans le pivot 6 et de 0.33 à 4.42 ms/cm avec un écartype de 0.94 dans le pivot 7.
- **Au stade épiaison :** la C.E varie de 0,30 à 3.29 ms /cm avec un écartype de 0.73 dans le pivot 6 et 0.22 à 3.73 ms/cm avec un écartype de 0.80 dans le pivot 7.
- Les valeurs les plus élevées sont observées pour le pivot 7, qui malgré la réduction de la conductivité au deuxième stade, ses valeurs restent toujours dominantes.

Tableau n°16: Conductivité électrique du sol des deux pivots à deux stades

| CE 25 °C en mS/cm | Pivot 6 | | Pivot 7 | |
|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Stade1 | Stade2 | Stade1 | Stade2 |
| MIN | 0.29 | 0.30 | 0.33 | 0.22 |
| Qaurtile1 (25%) | 0.74 | 0.86 | 0.97 | 0.79 |
| MOYENNE | <u>1.35</u> | <u>1.37</u> | <u>1.65</u> | <u>1.50</u> |
| MEDIANE (50%) | 1.23 | 1.18 | 1.43 | 1.31 |
| Quartile 3 (75%) | 1.73 | 1.71 | 2.42 | 2.15 |
| MAX | 3.73 | 3.29 | 4.42 | 3.73 |
| Ecartype | 0.76 | 0.73 | 0.94 | 0.80 |

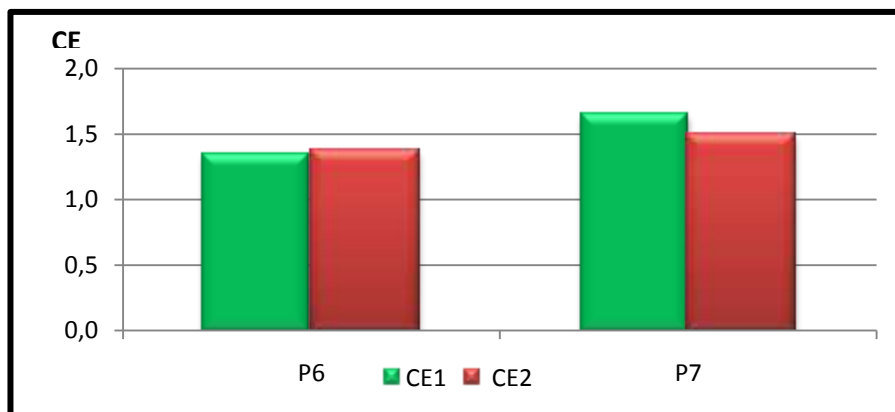


Figure n°30 : Variation de la CE du sol dans les deux stades des deux pivots

❖ **Approche par profondeur** : A ce niveau, il s'agit de présenter les profils salins des deux pivots durant les deux stades.

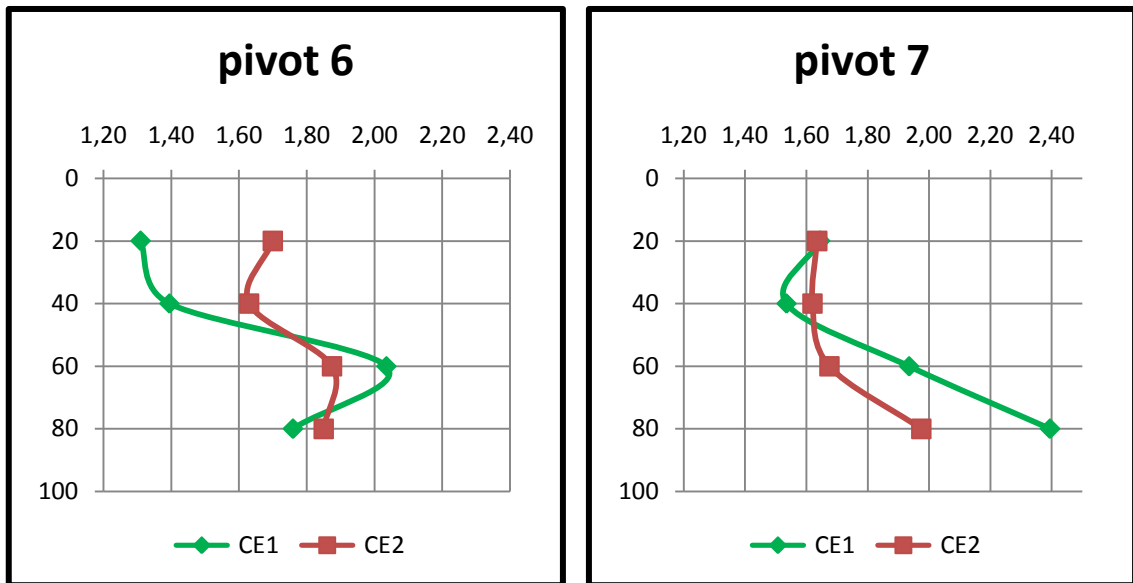


Figure n°31: Evolution de la CE aux deux stades selon les profondeurs dans le pivot 6 et 7

- Selon la figure (fig.31); le profil salin du pivot 7 aux deux stades est de type descendant caractérisés par un maximum en profondeur.
- Au stade épiaison, la dynamique des sels dans les profondeurs des pivots est très variable.
- il y' a une augmentation de la salinité dans les deux premières couches pour les deux pivots, la source de salinité provient des eaux d'irrigation et des engrais. au même temps il y a une réduction de la salinité d'un stade à un autre, pour les deux dernières couches concernant le pivot 7 et uniquement pour la troisième couche pour le pivot6.

❖ **Approche par zone**

L'évolution de la conductivité électrique aux deux stades des deux pivots selon les zones est présentée dans la figure (fig.32 et fig.33)

- Cette figure indique une augmentation de CE selon les zones des deux pivots aux deux stades avec une corrélation plus significative pour la phase 3 feuilles.
- Par contre, la zone Z5 enregistre une valeur élevée de CE aux deux stades pour le pivot 7 et au stade 3 feuilles pour le pivot 6, ce dernier pivot enregistre une valeur élevée de CE au stade épiaison dans la zone Z3.

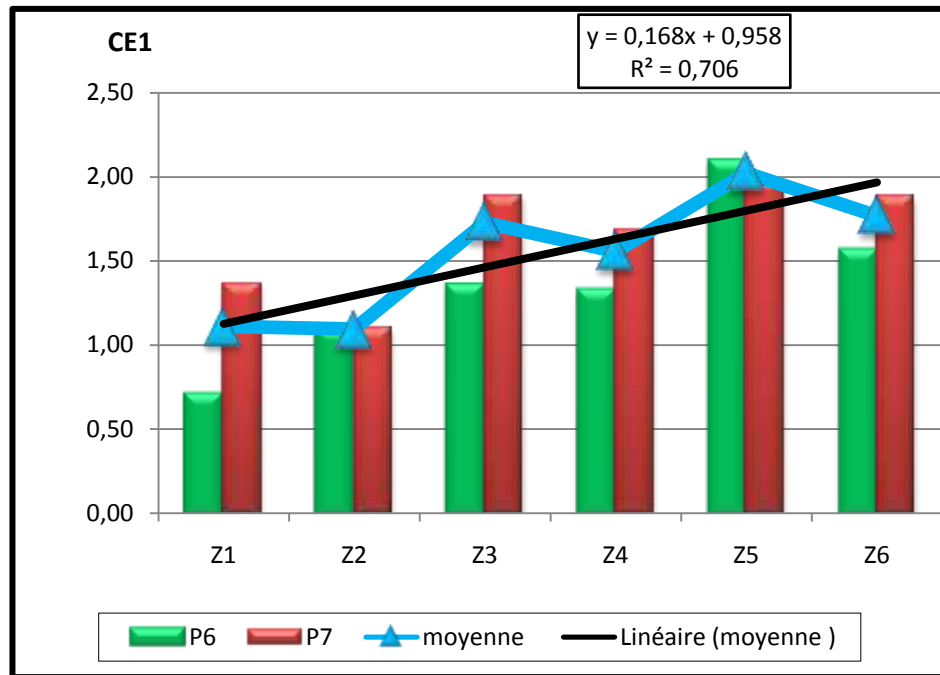


Figure n°32: Evolution de la CE au stade 3 feuilles selon les zones dans le pivot 6 et 7

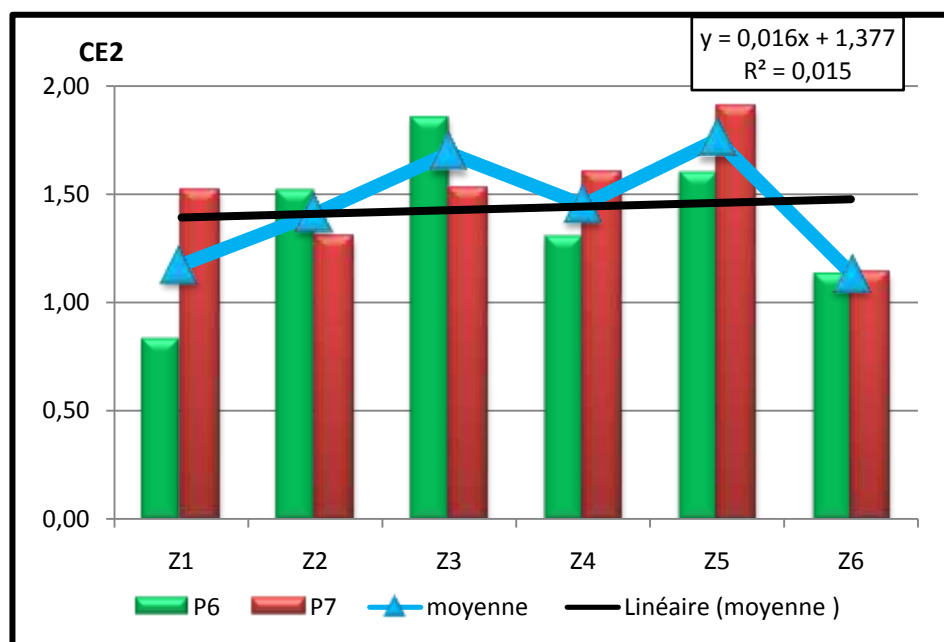


Figure n°33: Evolution de la CE au stade épiaison selon les zones dans le pivot 6 et 7

V.4- Evolution du développement de la plante

V.4.1- Poids des graines et la dose de semis

Selon le poids de 1000 graines qui est de 46.37 g et la dose de semis, le nombre de graines semées par m² sera en moyenne de 474.44. Ce nombre sera utilisé comme référence pour la comparaison des taux de levée (tab.17).

Tableau n°17: Poids des graines et dose de semis

| Désignation | Quantité | Unité |
|--|----------|------------------------|
| densité de semis/ha | 220 | Kg/ha |
| densité de semis/m ² | 22 | g/m ² |
| poids moyen de 1000 graines | 46.37 | Gramme |
| nombre estimé des graines/m ² | 474.44 | Graines/m ² |

V.4.2- Taux de germination des graines au laboratoire

A fin d’avoir une idée globale sur la tolérance de cette variété à la salinité, il a été procédé à l’étude du taux de germination des graines au laboratoire avec utilisation de différents concentration du sel. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessus.

Tableau n°18: Faculté germinative des graines testées au laboratoire

| Milieu de culture | Taux de graines germées pendant 7 jours (11/12/2018-18/12/2018) | | | | |
|------------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | Eau distillé | 2 g de Na Cl | 4 g de Na Cl | 6 g de Na Cl | 8 g de Na Cl |
| Faculté germinatif (%) | 93,3 | 88 | 84 | 84 | 82,7 |

La faculté germinative varie de 93.3 à 82.7 %, elle est inférieure aux normes internationales, celle-ci doit être égale ou supérieure à 98%. Le taux de germination est plus important pour l'eau distillé (93.33%) par rapport aux milieux salés. On observe que lorsque la dose de sel (Na Cl) est augmente la faculté germinative des graines est diminué. Cette différence du pourcentage de germination s’explique par le fait que les sels possèdent un rôle dans la germination par l’inhibition du développement des graines. La présence du sel a influencé négativement sur la situation avec un coefficient de corrélation très significative.

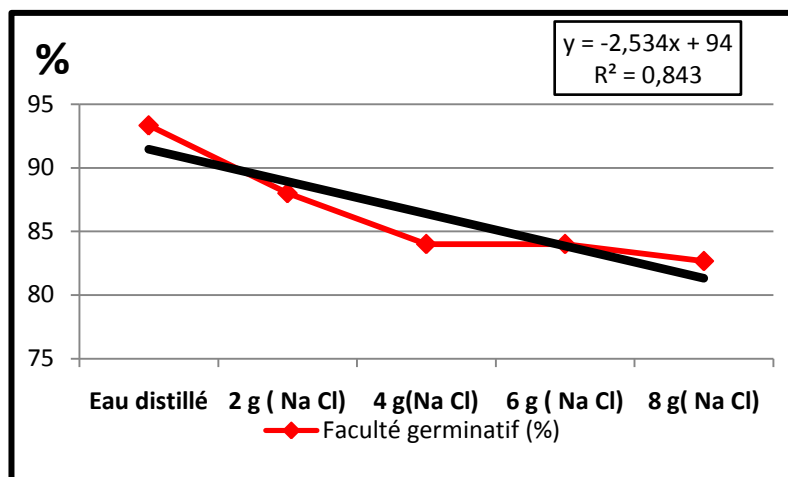


Figure n°34: Taux de germination des graines sous stress salin au laboratoire

V.4.3- Taux de la levée des graines semées sous pivot

Le comptage systématique des plantes du blé a été effectué 15 jours après le semis au niveau des parcelles élémentaires déterminées préalablement par le protocole expérimental, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau (tab.19).

❖ Approche globale

La moyenne de taux de levée des graines semée sous pivot est de 83% pour le pivot 6 et de 85.08% pour le pivot 7, cela correspond à la faculté germinative des graines au laboratoire qui est de 88% sous stress de 2g/l de Na Cl et de 84% sous stress de 4 à 6g/l de Na Cl.

Tableau n°19: le taux de levée par rapport à la dose calculée (474.44 graines/m²)

| Valeur | Pivot 6 | | Pivot 7 | |
|------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
| | plantes levées | Taux de levée % | plantes levées | Taux de levée% |
| Minimum | 310,0 | 65,34 | 284,0 | 59.86 |
| Quartile 1 | 348,5 | 73.45 | 365,0 | 76.93 |
| Médiane | 380,0 | 80.09 | 401,5 | 84.62 |
| Moyenne | 393,8 | <u>83.00</u> | 403,7 | <u>85.08</u> |
| Quartile 3 | 421,3 | 88.79 | 456,8 | 96.28 |
| Maximum | 526,0 | 110.86 | 506,0 | 106.65 |
| Etendue | 216,0 | 45.52 | 222 | 46.79 |
| Ecartype | 58.2 | 12.26 | 60.5 | 12.75 |

❖ **Approche par zone**

Selon la figure (fig.35) ; les résultats obtenus indiquent des différences de taux de levée entre les zones de deux pivot ;

- Cette dernière est plus importante dans les zones intérieures Z3 et Z4 comparé avec les zones centrales Z1 et Z2 et les zones extérieures Z5 et Z6 dans le pivot 6, mais pour le pivot 7 le taux de levée est important dans les zones centrales Z1 et Z2 que les autres zones.
- L'étude statistique montre un effet significatif dans le sens zone; le coefficient de corrélation est de 0.51

La différenciation entre les deux pivots selon les blocs et les zones dues essentiellement à :

- La profondeur irrégulière du semis du fait d'un lit de semence motteux engendrant un enfouissement irrégulier de la semence.
- Le nombre de ligne irrégulière aussi dans les parcelles élémentaires au pivot.
- Le retard de semis qui a exposé les plantules de blé au début de leur cycle à des conditions climatiques très dures.
- L'hétérogénéité entre les parcelles d'études.

Selon **BUCKMAN (1990)**, la densité de la culture est fonction du nombre de grains semés et de la survie des plantes.

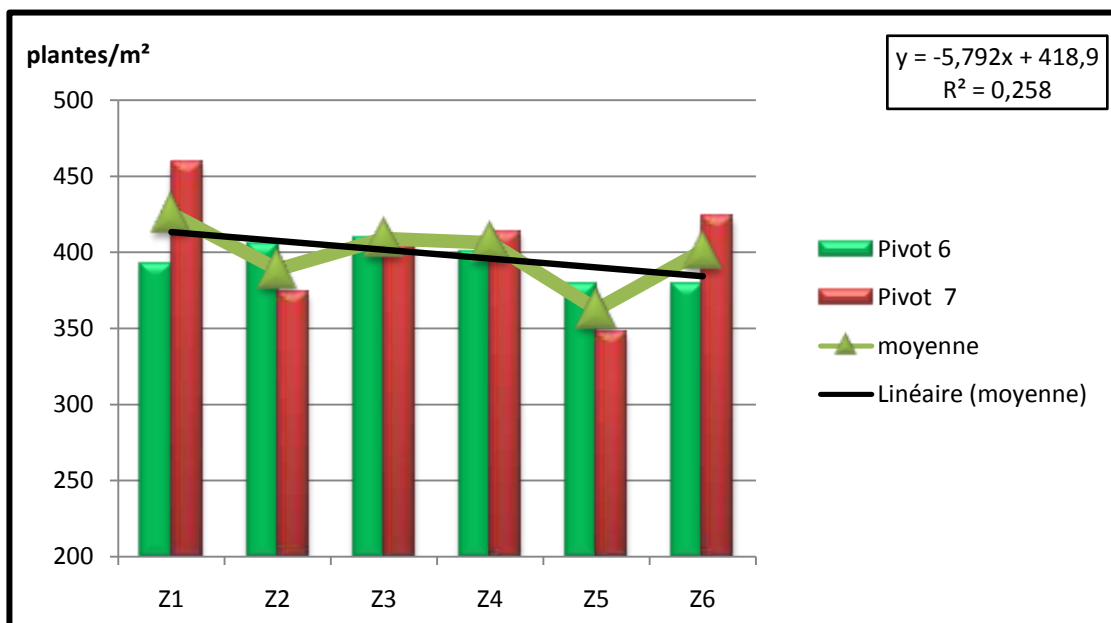


Figure n°35: nombre de plantes levées par mètre carrée selon les zones



Figure n°36: Développement de la plante au stade levé

V.4.4- Nombre de talle par m²:

Ce paramètre est très important à la végétation, les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant (tab.20).

❖ Approche globale

Le nombre moyen des talles est de 905.3 talles/ m² dans le pivot 6 et de 841.33 dans le pivot 7. En relation surtout avec l'importante du taux de la levée pour ce dernier. En réalité le nombre des talles par plante est plus important pour le pivot 6.

Selon (HERNE et al, 1989 in DJIDI, 1995) l'importance du tallage est en fonction de la variété, de la fertilité du sol, de la densité de semis et de sa profondeur.

Tableau n°20: Taux de tallages

| Valeur | Pivot 6 | | Pivot 7 | |
|------------|------------|-----------------|------------|-----------------|
| | Nb thalles | Taux de tallage | Nbr talles | Taux de tallage |
| Minimum | 624,0 | 2.01 | 547,0 | 1.92 |
| Quartile 1 | 796,5 | 2.28 | 702,8 | 1.92 |
| Médiane | 880,5 | 2.31 | 800,0 | 1.99 |
| Moyenne | 905,3 | <u>2.29</u> | 841,3 | <u>2.08</u> |
| Quartile 3 | 1004,5 | 2.38 | 915,8 | 8.00 |
| Maximum | 1369,0 | 2.60 | 1189,0 | 2.34 |
| Etendue | 745 | 3.44 | 642 | 2.89 |
| Ecartype | 174.9 | 3.00 | 173.7 | 2.87 |

❖ Approche par zone

La synthèse des résultats par zone sont ci-dessous présentées (fig.37).

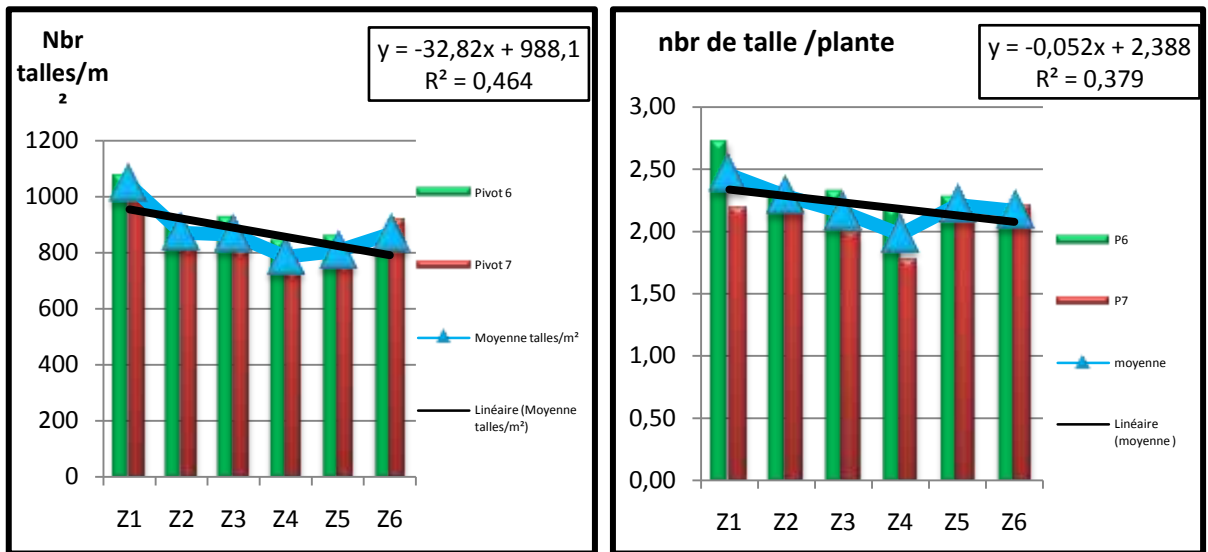


Figure n°37: le nombre de talle et le coefficient de tallage des deux pivots

- Le nombre des talles pour les deux pivots selon les zones est marche en rythme parallèlement avec une diminution des talles de la zone (Z1) jusqu'à la zone (Z6), mais au niveau du pivot 7 il ya une petit augmentation dans la zone Z6.
- L'effet des zones sur le nombre des talles par m2 et par plante, est mis en évidence par les courbes de tendance qui marquent de relation signification avec des coefficients de corrélation d'environ 0.68 et 0.61 respectivement pour les deux cas.



Figure n°38: plantes au stade tallage

V.4.5- Hauteur de la plante durant le cycle végétative

❖ Approche globale

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure (fig.39)

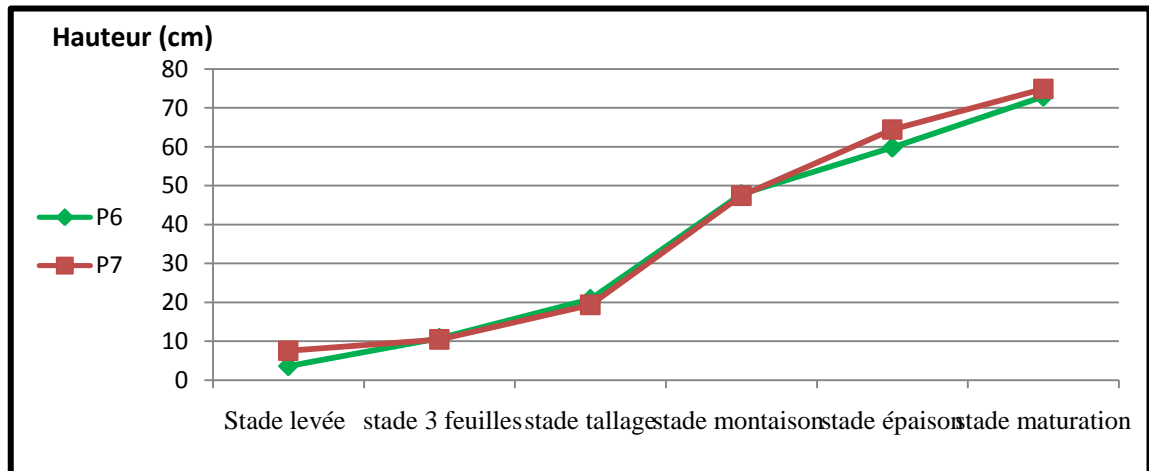


Figure n°39: Evolution de la hauteur de la plante durant le cycle végétative de la plante

- L'évolution de la hauteur des plantes durant le cycle végétative est en générale acceptable grâce à l'augmentation continue de stade levée de (3cm) jusqu'au stade maturation de (75 cm). On rappelle que la hauteur théorique de la plante est estimée à 80-90 cm.
- Les différences observées entre les deux pivots marque la dominance du pivot 7 durant tout le cycle sauf dans le stade 3 feuilles et le stade tallage là où on remarque l'importance de la hauteur moyenne du pivot 6. Là où la dose d'irrigation est plus importante pour ce pivot.

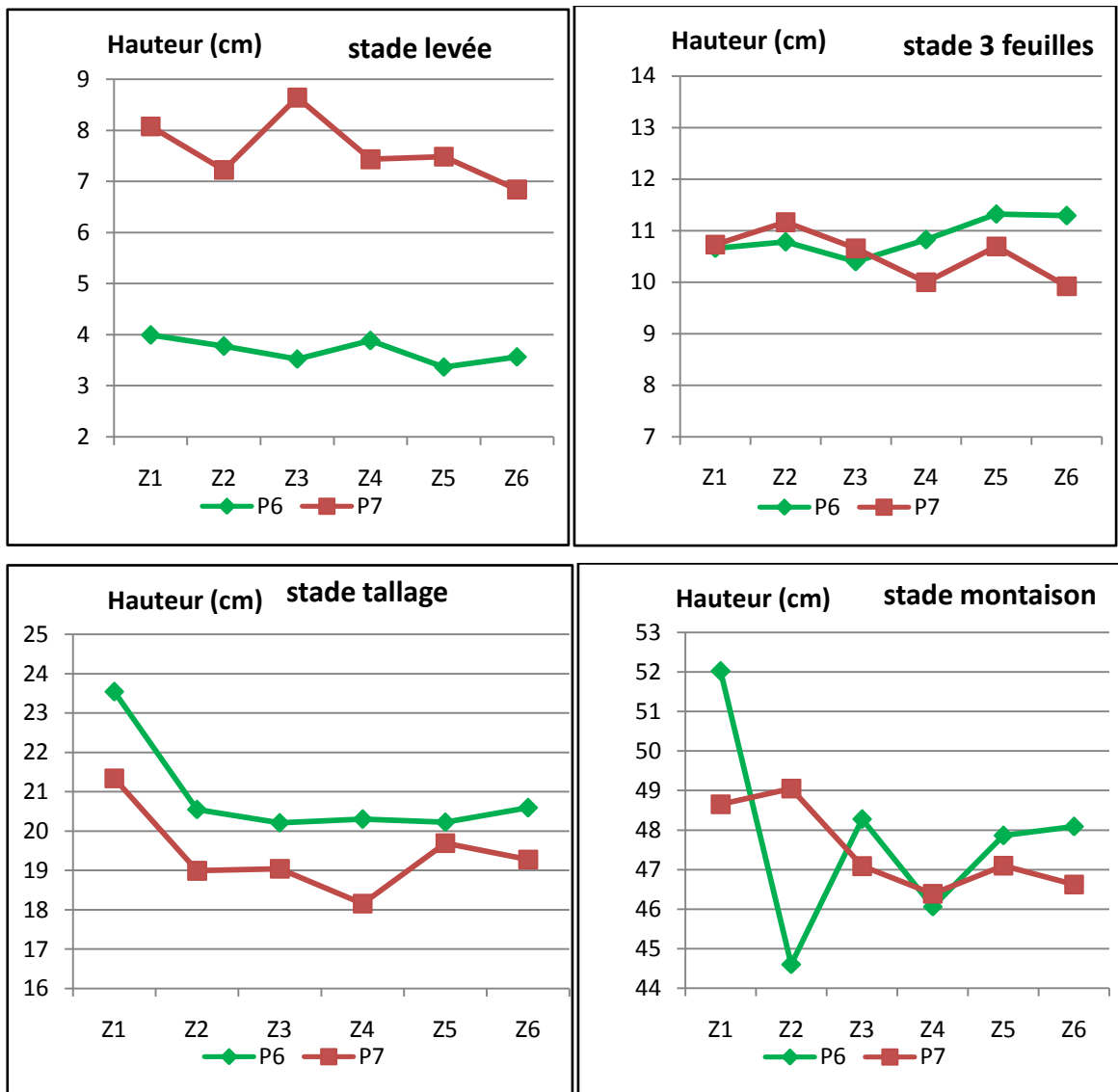
❖ Approche par zone

Les valeurs moyennes de la hauteur de la plante sont présentées ci-dessous.

De ces graphes ci-dessous (fig.40) on remarque :

- Au stade levée, la hauteur des plantes de pivot 7 est plus élevée que celle de pivot 6 et après au stade 3 feuilles, on observe qu'il y a une reprise de pivot 6 mais il reste toujours inférieur à pivot 7 sauf dans les zones Z4, Z5 et Z6.
- Au stade tallage on remarque que les valeurs de la hauteur de plante de pivot 6 dépassent les valeurs de la hauteur de pivots 7 pour toutes les zones.
- Mais au stade montaison il y a une perturbation au niveau de pivot 6 et surtout dans la zone 2 qui enregistre une valeur plus faible.

- Au stade épiaison la hauteur de la plante de pivot 7 enregistre une faible valeur au niveau de la zone Z4 et pour le pivot 6 la zone Z2 reste toujours la zone la plus faible. Avec une dominance totale de pivot 7.
- Au stade maturation on remarque que l'évolution la hauteur de la plante des deux pivots selon les zones est presque de la même manière, avec un faible niveau dans la zone Z2 et Z4 pour les deux pivots et une faible valeur dans le pivot 6 au niveau de la zone Z6, par contre le pivot 7 marque une valeur importante au niveau de cette zone (Z6). A ce dernier stade, la hauteur du pivot 7 reste la plus élevée que le pivot 6.



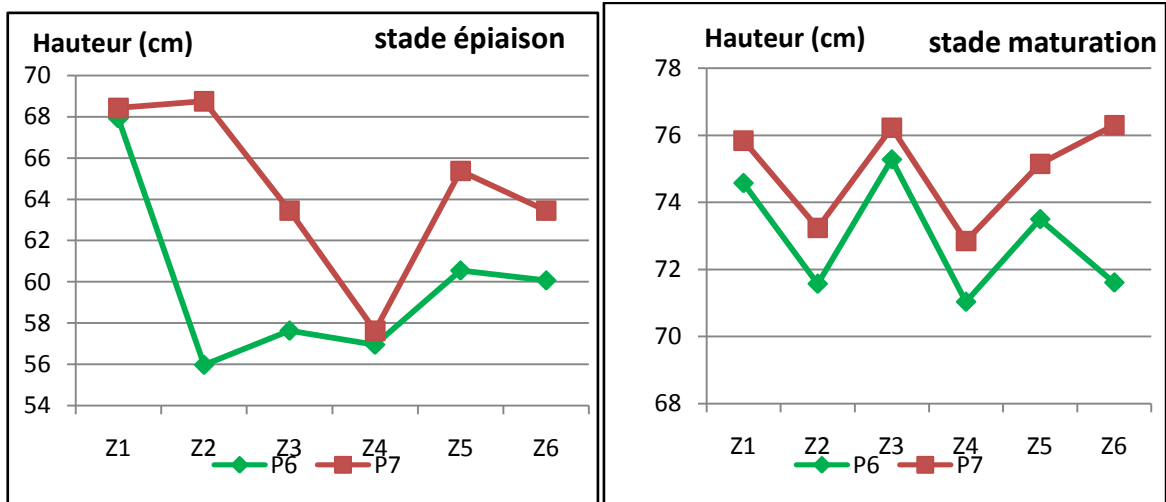


Figure n°40: Evolution de la hauteur de la plante selon les zones et les stades

V.4.6-Hauteur de la tige de la plante

Les résultats obtenus sont représentée ci-dessous.

❖ Approche globale

On remarque une certaine différence en ce qui concerne la hauteur des tiges entre les deux pivots, la hauteur moyenne pour le pivot 6 est de 54.9 cm, et pour le pivot 7 est de 56.4 cm (tab.21). Il y'a toujours la dominance dans le développement végétatif de la plante dans le pivot7.

Tableau n°21 : Hauteur de tige de la plante

| Hauteur tige (cm) | Pivot 6 | Pivot 7 |
|-------------------|-------------|-------------|
| Minimum | 41.9 | 46.3 |
| Quartile 1 | 51.4 | 54.4 |
| Médiane | 56.7 | 56.4 |
| Moyenne | 54.9 | 56.4 |
| Quartile 3 | 57.8 | 59.3 |
| Maximum | 61.3 | 64.4 |
| Ecartype | 4.6 | 4.5 |

❖ Approche par zone

De la même manière il y a toujours la dominance globale du pivot 7 par rapport au pivot6, sauf pour certaines zones comme le cas de la zone(Z1) et la zone(Z5) (fig.41). La courbe de tendance de la valeur moyenne de deux pivots marque une réduction progressive de la hauteur de la tige on allant du centre pivot vers l'extrémité avec un coefficient de corrélation de 0.896 qui marque une relation très significative.

En effet, plusieurs travaux conduits sur le blé dur indiqueraient que la réduction de l'accroissement des tiges serait une stratégie d'adaptation à la contrainte saline (BEN NACEUR *et al*, 1999).

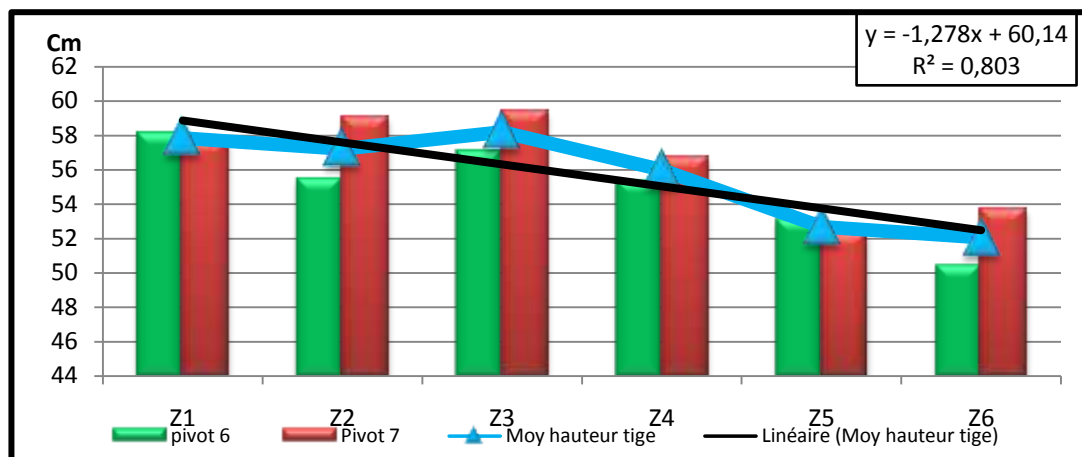


Figure n°41 : Hauteur de tige de la plante selon les zones des deux pivots

V.4.7-Longueur de l'épi

La longueur de l'épi est une composante essentielle dans la formation de rendement final, car elle influe sur le nombre des graines par épis. Les résultats obtenus sont mentionnée dans le tableau ci-dessous (tab.22).

❖ Approche globale

La longueur de l'épi a enregistré des valeurs comprises entre 4.4 et 8,1 et une moyenne de 6+0.7 pour le pivot 6 et des valeurs de 4.9 à 7 avec une moyenne de 5.9± 0,5 pour le pivot 7.

Tableau n°22: Longueur de l'épi

| Longueur de l'épi (cm) | Pivot 6 | Pivot 7 |
|------------------------|---------|---------|
| Minimum | 4.4 | 4.9 |
| Quartile 1 | 5.5 | 5.7 |
| Médiane | 6.1 | 6.0 |
| Moyenne | 6 | 5.9 |
| Quartile 3 | 6.3 | 6.3 |
| Maximum | 8.1 | 7.0 |
| Ecartype | 0.7 | 0.5 |

❖ **Approche par zone**

Les résultats par zone sont présentés ci-dessous (fig.42).

On remarque que :

- La longueur de l'épi varie d'une zone à une autre selon les deux pivots, elle plus importante pour le pivot 7 dans les zones centrales (Z1, Z2 et Z3) par rapport au pivot 6. Contrairement à cela, le pivot 6 enregistre les valeurs plus élevées dans les zones périphériques qui couvrent normalement plus de superficie (Z4, Z5 et Z6.).
- C'est ainsi qu'on ne retrouve pas une tendance linière de régression de la valeur moyenne de la longueur de l'épi selon la zone. En réalité, ce paramètre augmente avec la zone pour le deux pivot à partir de la zone 2 pour le pivot6 et la zone 3 pour le pivot 7 jusqu'à la zone 6.

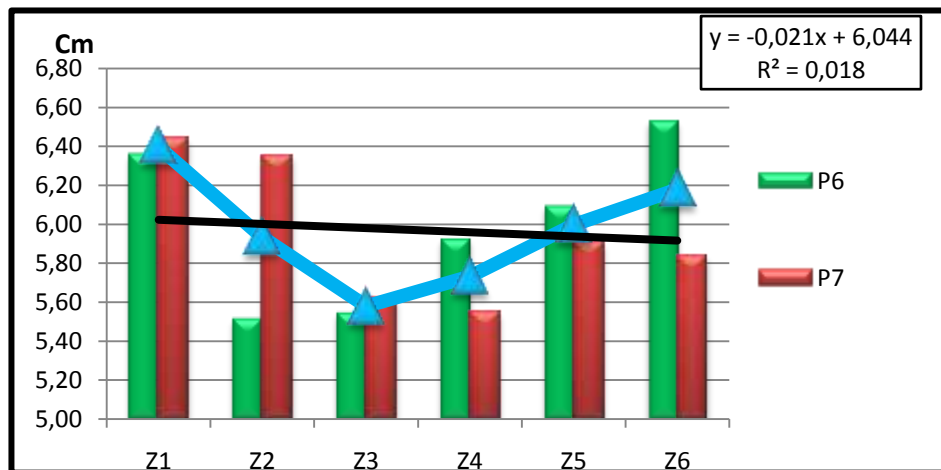


Figure n°42: Longueur de l'épi des deux pivots selon les zones

V.4. 8- Nombre de grains /épi

❖ **Approche globale**

Le nombre des graines par épis est une caractéristique variétale très influencée par le nombre d'épis/m² (COUVREUR, 1981), il agit directement sur le nombre de grains par m²; ce dernier est essentiellement très intéressant dans le rendement réel du blé, les résultats sont enregistré au niveau du tableau ci- dessous (tab.23).

Tableau n°23: Nombre des graines par épi

| nombre de graine par épi | Pivot 6 | Pivot 7 |
|--------------------------|---------|---------|
| Minimum | 22.1 | 22.7 |
| Quartile 1 | 29.6 | 33.0 |
| Médiane | 34.3 | 35.8 |
| Moyenne | 33.2 | 35.6 |
| Quartile 3 | 36.8 | 39.4 |
| Maximum | 41.3 | 44.5 |
| Ecartype | 5.6 | 5.4 |

A ce niveau, on remarque la dominance du pivot 7 par rapport au pivot6. La médiane du pivot 7 dépasse la moyenne du pivot 6. Cette dernière se rapproche au premier quartile du pivot7.

❖ Approche par zone

Les résultats par zone sont présentés ci-dessous (fig.43).

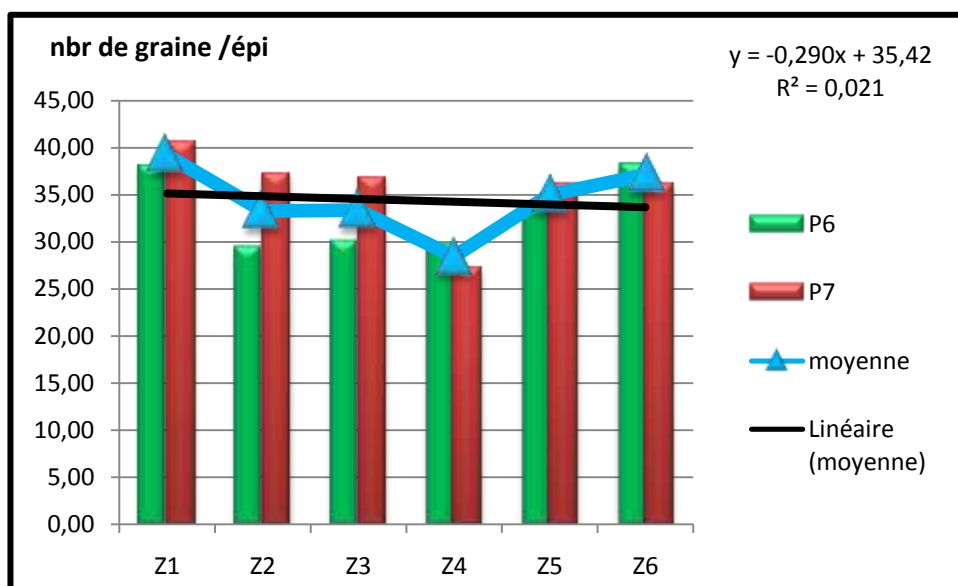


Figure n°43: nombre de graine par épi des deux pivots selon les zones

Les résultats obtenus des nombres des grains par épis montre que le nombre le plus important est enregistrée au niveau de Z1 et Z6 pour les deux pivots avec une moyennement de 33.17 grains/ épis pour le pivot 6 et de 35.64 grains / épis pour le pivot 7.

La zone Z4 a des valeurs faibles pour les deux pivots.

L'étude statistique ne montre aucun effet signification dans le sens localisation par zone; le coefficient de corrélation pour la moyenne de deux pivots est de 0.135. AUBKEY, (1986) note que le nombre de grains augmente pour les faibles coefficients d'épiaison.

V.4. 9- Nombre d'épi par m²

Ce paramètre aussi est un composant très essentiel dans la formation du rendement final, puisqu'il détermine le nombre de grain/m². Les résultats obtenus sont présentés ci-dessous.

❖ Approche globale

Le tableau qui suit (tab.24), montre clairement que le nombre d'épie dans le pivot 6 est plus important que celle du pivot 7, avec une moyenne de 419.7 pour le premier contre 386.4 pour le second.

Tableau n°24: Nombre d'épi par mètre carré

| nombre d'épi par mètre carré | Pivot 6 | Pivot 7 |
|------------------------------|--------------|--------------|
| Minimum | 302.0 | 262.0 |
| Quartile 1 | 372.3 | 341.5 |
| Médiane | 412.0 | 374.5 |
| Moyenne | <u>419.7</u> | <u>386.4</u> |
| Quartile 3 | 480.3 | 410.3 |
| Maximum | 543.0 | 581.0 |
| Ecartype | 71.9 | 82.0 |

❖ Approche par zone

Selon les résultats de la figure n°44 on déduit que :

- le nombre d'épis par mètre carré est plus important pour le pivot 6 sur la majorité des zones, à l'exception de la première et dernière zone là où la dominance est enregistré pour le pivot 7.
- globalement, la valeur moyenne de deux pivots marque une réduction progressive du nombre ses épies par m² on allant du centre pivot vers l'extrémité. le coefficient de corrélation est de 0.829 indique une relation très significative.

D'après **BALAI** (1986), le rendement de peuplement épi est influencé par la dose et date de semis, le PMG, la qualité de la semence, les caractéristiques du lit de semence et les conditions climatiques avant et après semis.

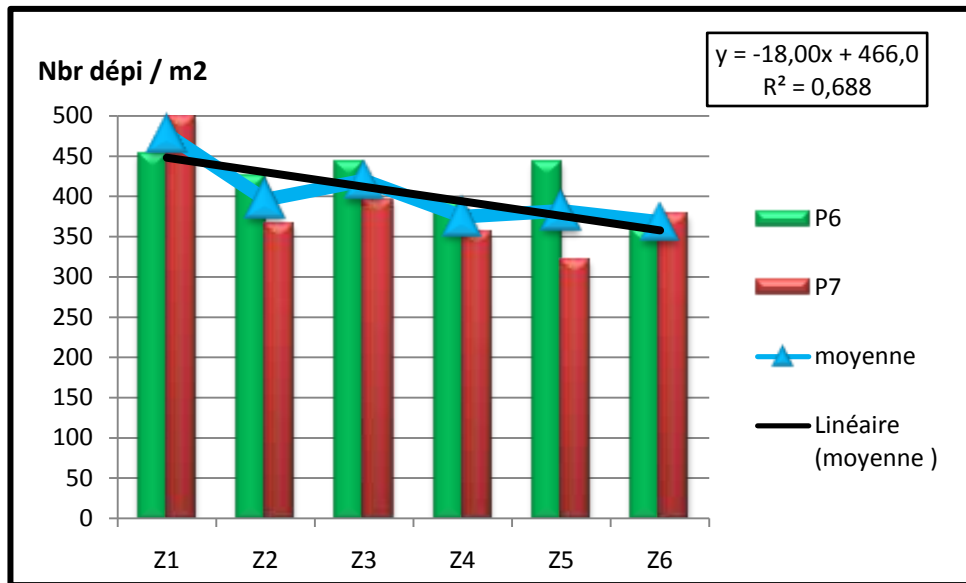


Figure n°44 : Nombre d'épis par mètre carré selon les zones



Figure n°45: Développement de la plante au stade épisaison

V.4.10 -Poids de 1000 grains

Le poids de 1000 grains est la dernière variable qui a influence significativement sur le rendement, Cette variable est aussi une caractéristique variétale, les résultats obtenus sont enregistrée ci-dessous.

❖ **Approche globale**

Le poids de 1000 graines est important pour le pivot 7, il varie dans ce cas entre 41.9 et 58.2 avec une moyenne de 49.7. Pour le pivot 6 les valeurs sont plus faibles avec un minimum de 25.2.

Rappelons à ce niveau que les doses d'irrigations ont été plus faibles pour le pivot6 dans la période critique de gonflement et maturation. Mais les deux pivots ont été tombés en panne dans cette période.

Selon **SOLTNER (1990)**, le poids de 1000 grains varie avec la durée de la phase floraison-maturité. C'est la quantité nutritive et la quantité d'eau prélevée pendant cette phase qui détermine ce poids. Et aussi les conditions de nutrition minérale (**LOUE, 1982**), et les conditions climatiques influent également sur ce paramètre (**GATE, 1996**).

En comparant ces résultats avec le poids de la semence utilisée, l'on note une diminution d'environ de 2g due certainement aux conditions culturales (fertilisation et irrigation essentiellement).

Tableau n°25 : Poids de milles grains

| Poids de milles graines | Pivot 6 | Pivot 7 |
|-------------------------|--------------------|--------------------|
| Minimum | 25.2 | 41.9 |
| Quartile 1 | 43.3 | 46.4 |
| Médiane | 49.0 | 50.1 |
| Moyenne | <u>47.2</u> | <u>49.7</u> |
| Quartile 3 | 52.1 | 52.7 |
| Maximum | 57.5 | 58.2 |
| Ecartype | 7.3 | 4.4 |

❖ **Approche par zone**

Selon la figure n°46 ; les résultats indiquent que le pivot 6 marque une dominance dans la zone (Z1) et la zone (Z2) alors que le pivot 7 marque la dominance dans les autres zones (Zone 3 à zone 6). En réalité, il n'a pas de relation claire entre ce paramètre et la zone. Il y'a une fluctuation des poids moyens d'une zone à une autre. Mais la courbe de tendance de la moyenne de deux pivots, enregistre une valeur de coefficient de corrélation de 0.537, ce qui signifie qu'il y a une relation négative avec la zone.

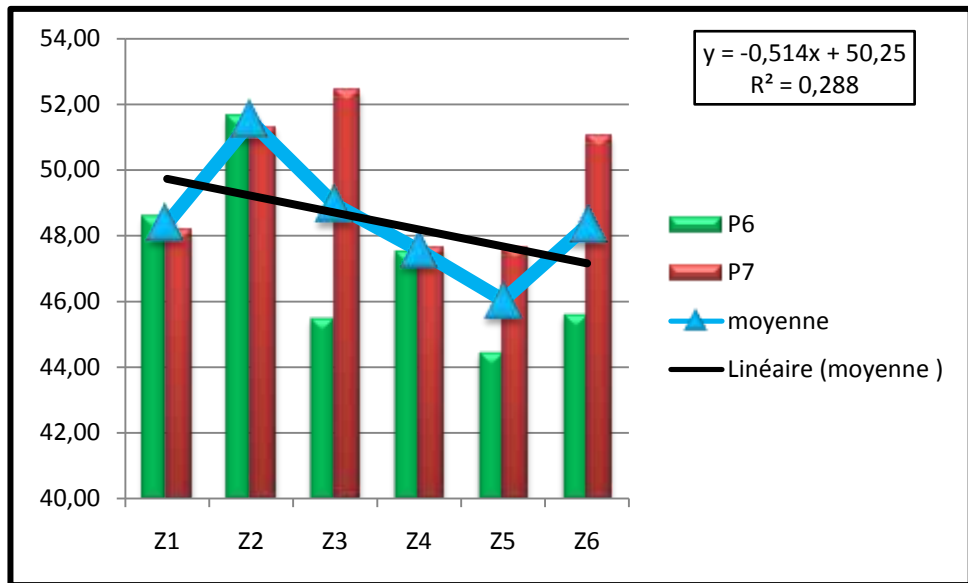


Figure n°46: poids de milles graine selon les zones

V.4.11- Longueur et largeur du grain

La longueur et la largeur moyenne des graines montrent il n'y a pas de différences entre les deux pivots. En générale, la longueur varie de 0.7 à 0.9 cm avec une moyenne de 0.8, alors que la largeur varie de 0.2 à 0.4 avec une moyenne de 0.3 cm (tab.26). Il n'y pas aussi des différences par zones pour les deux pivots. Pour les graines, le critère qui peut avoir une influence c'est le poids de la graine et le nombre de graines à collecter par m². Ce dernier est en relation avec le nombre d'épaves par m² et le nombre de graines par épave.

Tableau n°26: Longueur et largeur de la graine (cm)

| Pivot | Longueur du grain | | Largeur du grain | |
|------------|-------------------|---------|------------------|---------|
| | Pivot 6 | Pivot 7 | Pivot 6 | Pivot 7 |
| Minimum | 0.7 | 0.7 | 0.3 | 0.2 |
| Quartile 1 | 0.8 | 0.8 | 0.3 | 0.3 |
| Médiane | 0.8 | 0.8 | 0.3 | 0.3 |
| Moyenne | 0.8 | 0.8 | 0.3 | 0.3 |
| Quartile 3 | 0.8 | 0.8 | 0.4 | 0.3 |
| Maximum | 0.9 | 0.9 | 0.4 | 0.4 |
| Ecartype | 0 | 0 | 0 | 0 |

V.4.12 - Estimation du rendement théorique

Le rendement théorique est le produit des trois paramètres: nombre d'épis/m², nombre de grains/épi et le poids la graine. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-dessous (fig.47).

Ces résultats montrent que, le rendement théorique dans le pivot 6 et 7 varie respectivement entre 54.78 à 83.24 pour le pivot 6 et de 46.65 à 96.67 pour le pivot 7. Soit une moyenne de l'ordre de 65.48 Qx/ha et de 69.56 Qx/ha respectivement pour le pivot 6 et 7.

La dominance de cette valeur pour le pivot 7 est enregistrée dans la majorité des zones (Z1, Z2 Z3 et Z6). Sauf pour la zone 4 dans les résultats pratiquement le plus faible par rapport à l'ensemble.

D'une autre manière, il ya toujours une tendance de régression du rendement avec la zone. Le coefficient de corrélation est de 0.686. Ce qui signifie une relation significative.

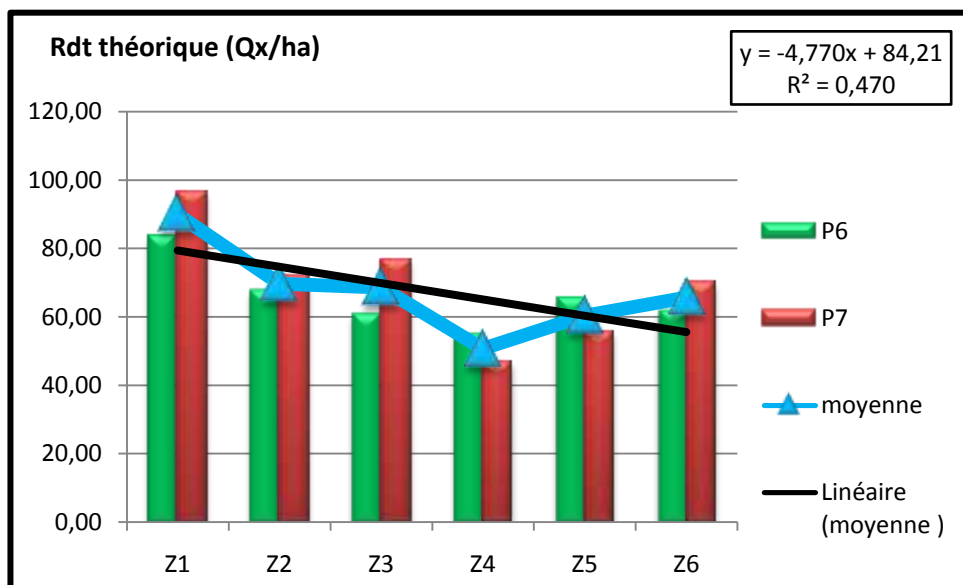


Figure n°47: rendements théorique des deux pivots selon les zones

V.4.13-Rendement réel

A fin d'aboutir à une approche plus fine des rendements, il a été procédé à la collecte des graines de chaque unité d'observation. Et la mesure du poids qui correspond au rendement par m².

Tableau n°27: Rendement réel des deux pivots selon les zones

| poinds de graines/ m2 (QX/ha) | Z1 | Z2 | Z3 | Z4 | Z5 | Z6 | moyenne |
|-------------------------------------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Pivot 6 | 41.88 | 28.43 | 27.73 | 29.98 | 32.70 | 30.58 | 31.88 |
| Pivot 7 | 45.86 | 36.28 | 34.28 | 23.17 | 25.20 | 30.51 | 32.55 |
| Moyenne | 43.87 | 32.35 | 31 | 26.57 | 28.95 | 30.55 | 32.22 |

Par rapport au rendement moyen théorique, la différence est très importante et elle est due essentiellement au nombre des épis utilisés pour la détermination du nombre moyen des grains par m². Ce nombre est probablement insuffisant pour être représentatif de la diversité observée au sein de l'unité d'observation.

En fin, il faut signaler que le rendement globale de chaque pivot est influencé par plusieurs facteurs qui sont parfois observés dans le pivot, mais hors l'unité d'observation. Il s'agit de :

- L'infestation des pivots par les mauvaises herbes face à une absence de désherbage chimique.
- L'apport non maîtrisé de l'eau à la parcelle dû aux vents forts et les vents de sables saisonniers ainsi que les pannes techniques successives du pivot.
- L'effet de bordure où les pivots n'arrivent pas à irriguer convenablement les couronnes extérieures.
- les dégâts causés par les moineaux, les rats et même les fourmis.

D'une façon générale, la tolérance au sel n'est pas constante pour une même espèce ou génotypes. Elle peut changer en fonction de l'espèce, du génotype, de l'âge et de l'état physiologique de l'organe. A titre d'exemple, l'orge et le blé sont particulièrement résistants à la salinité après la germination (ELMEKKAOUI, 1990).

V.5- Synthèse des résultats

A fin d'avoir une vision globale sur les résultats obtenus, il a été procédé à une synthèse qui est présenté dans le tableau qui suit.

Tableau n°28 : Synthèse des résultats

| | Paramètre | Pivot 6 | | Pivot 7 | |
|--------|---|---------------|------|---------------|-------------|
| sol | Conductivité électrique | 1.35 | 1.37 | <u>1.65</u> | <u>1.50</u> |
| | pH | 7.55 | 7.53 | 7.47 | <u>7.66</u> |
| | Granulométrie | 93.89 | | <u>95.1</u> | |
| eau | Conductivité électrique | 4.96 | | <u>5.24</u> | |
| | pH | <u>7.88</u> | | 7.82 | |
| | Résidu sec | 3.98 | | <u>4.66</u> | |
| | SAR | 6.17 | | <u>6.55</u> | |
| | ESP | 7.27 | | <u>7.75</u> | |
| Plante | Nombre plante/m ² | 393,75 | | <u>403,67</u> | |
| | le nombre de talle par m ² | <u>905,3</u> | | 841.3 | |
| | Evolution de la hauteur de la plante (cm) | 72.93 | | <u>74.93</u> | |
| | Hauteur de la tige de la plante (cm) | 54.9 | | <u>56.5</u> | |
| | Longueur de l'épi (cm) | <u>5.99</u> | | 5.95 | |
| | Nombre de grains par épi | 33.17 | | <u>35.64</u> | |
| | Nombre d'épi par m ² | <u>419.71</u> | | 386.42 | |
| | Poids de 1000 grains (g) | 47.22 | | <u>49.68</u> | |
| | Longueur du grain (cm) | 0.32 | | 0.32 | |
| | Estimation du rendement théorique (qx/ha) | 65.48 | | <u>69.56</u> | |
| | rendement réel qx/ha | 31.88 | | <u>32.55</u> | |



Conclusion

Conclusion

La salinisation des sols constitue un problème majeur en Algérie. De ce fait, l'utilisation de variétés tolérantes à des seuils élevés de salinité constitue une solution durable pour l'extension de la céréaliculture en irrigué, et plus particulièrement dans les régions à climat semi-aride.

Notre travail a visé l'étude de salinité du sol et de l'eau et leur influence sur la croissance du blé dur (*triticum durum*). Cette étude a été réalisée dans l'exploitation de l'AGRODIV à vocation céréalière, qui se localise dans la commune de Hassi ben Abdellah.

Deux pivots ont été sélectionnés pour le suivi du développement de la culture (blé dur variété Siméto), selon l'itinéraire appliqué sans modification. Des parcelles élémentaires sont identifiées pour les mesures biométriques du végétale, l'échantillonnage du sol a été réalisé à proximité des ces parcelles, les eaux d'irrigation ont fait aussi l'objet d'analyse.

Les résultats montrent que les eaux d'irrigation appliquées sont très fortement salées au pivot6, et excessivement salins au niveau de pivot7. D'après le diagramme de piper les eaux sont de fasciés chlorurés et sulfatés calciques et magnésiennes. Il n'ya pas de dominance du sodium puisque son pourcentage ne dépasse pas 50%.

Selon le diagramme RIVERSIDE, l'eau d'irrigation du pivot 6 appartient à la classe C4S2 et l'eau du pivot 7 appartient à la classe C5S3. Cela signifie que le pouvoir alcalinisant de ce dernier forage est plus important du premier. Cette eau peut provoquer l'apparition d'une alcalinité progressive du sol, mais elle peut être utilisée, pour des espèces et des variétés tolérantes aux sels et sur des sols très perméables avec un bon drainage,

Enfin, la nappe phréatique dans la zone d'étude est très profonde, il n'y a pas de signe de remonté de nappe phréatique ou de mauvais drainage. En plus, les céréales et surtout le blé a une tolérance jusqu'à 6 à 8 g/l.

Suivant les données obtenues, il se démontre que le sol des deux pivots est salé caractérisé par une texture sableuse et un pH basique. Le profil salin des deux pivots aux deux stades est de type descendant caractérisés par un maximum en profondeur. Cette augmentation est due à l'accumulation des sels dans les horizons profonds du sol.

Le suivi du développement de la culture, montre que les principaux paramètres biométriques mesurés sur la plante sont plus importants dans le pivot 7 par rapport au pivot 6, à l'exception du nombre des talles/m² et du nombre des épis/m². Ces derniers sont liés entre eux et favorisés par le manque de compétition lors de la phase tallage puisque le taux de levée été plus faible.

Le développement végétatif du blé du pivot 7 est le meilleur, par rapport au pivot 6, malgré que la salinité de l'eau et celle du sol sont importantes pour le pivot 7. Cela peut avoir une explication en relation avec la gestion des irrigations. En réalité les excès d'eaux d'irrigation accentués avec l'importance des fuites d'eau dans le pivot 6 ont provoqué un lessivage des sels vers le bas hors la zone de nutrition de la culture. On parlant des sels, il s'agit aussi des engrais surtout azotés qui seront drainés sans être exploités par la plante.

Concernant les différences observées entre les deux pivots qui concernent surtout la dimension de la feuille étandard et le poids de 1000 graines, où on remarque toujours la dominance du pivot7, ces différences sont explicables probablement par la réduction des doses d'irrigation dans le pivot 6 par rapport au pivot 7 et les pannes successives enregistrées au période critiques.

Ainsi, il est logique que les meilleurs rendements soient enregistrés dans le pivot 7. Mais les calculs théoriques sur les paramètres mesurés donnent des résultats plus grandes par rapport à la réalité. A ce titre, il faut signaler que le rendement global de chaque pivot est influencé par plusieurs facteurs qui sont parfois observés dans le pivot, mais hors l'unité d'observation. Il s'agit des effets de bordures, des dégâts localisés causés par les fourmis et les rats et la propagation des mauvaises herbes avec absence de désherbage.

Les rendements obtenues qui avoisinent 32 qx/ha, peuvent être améliorés pour atteindre les objectifs moyens prévus par la DSA de Ouargla qui sont de 35 Qx/ha.

Enfin, on peut conclure que la salinité dans les deux pivots ne dépasse pas le seuil de tolérance du blé (6 à 8 ms/cm). Et la gestion des irrigations reste parmi les facteurs clé de la réussite. Ainsi il est proposé de reprendre ce travail avec la prise en charge des paramètres en relation avec la vitesse d'infiltration des eaux, la réserve utile du sol, les besoins et les doses d'irrigation, ainsi que les indicateurs de stress hydrique et salin, notamment la proline ou autre.



Référence bibliographique

Références bibliographiques

- 1) **AL KARAKI G.N. & R.B. CLARK, 1998.** Growth, mineral acquisition, and water use by mycorrhizal wheat grown under water stress. *J. Plant Nutr.*, 21, 263-267.
- 2) **ANTIPOLIS, (2003) ;** *Les menaces sur les sols dans les pays méditerranéens.* PNEU, N°2. P 44-45. 80p. ISBN : 2-912081-13-0.
- 3) **ATTALAH S, 2000:** Evaluation de la performance de l'irrigation par pivot dans une région Saharienne (cas de Ouargla), Thèse, Mag., INA, El-Harrach, 54 p.
- 4) **AUBERT, G. 1983:** *Observation sur les caractéristiques, la dénomination et la classification des sols salés ou sal sodiques.* Cah. ORSTOM Ser. Péd., Vol. XX N°1, pp73-78.
- 5) **AUBERTOT J et GUICHARD L , ARVALIS L, MISCHLER P, OMON B, PETIT M, PLEYBER E, REAU R, SEILER A., 2011.** Guide pratique pour la conception de systèmes de culture plus économes en produits phytosanitaires, 116p.
- 6) **BADACHE A., 2005:** Etude experimental de l'influence des sels solubles sur le comportement d'atriplex d'atriplexhalimus l. Magister en sciences Agronomiques. Option pédosphère. I.N.R.A. EL Harrach. A lger. Hydraulique dans les milieux arides. Université Ouargla.
- 7) **BAIZE D., 2000,** Guide des analyses courantes en pédologie, 2^{ème} édition, revue et augmentée, I.N.R.A, Paris, 257p.
- 8) **BAKHTI, 2005.** Contribution à l'étude des interrelations sol- végétation dans une zone humide (Chott El-Honda-W. de M' Sila). Mémoire d'ingénieur. Dép. Agro. Univ. Batna. p 94.
- 9) **BARBOUCHI M, 2013,** *caractérisation de la salinité des sols à l'aide de l'imagerie radar satellitaire : cas de la Tunisie et du Maroc.* (inrs-ete) 490, rue de la Couronne Québec, ISBN : 978-2-89146-803-9.
- 10) **BEKKAIR A, DRENIMI MAHAMAT, 1995.** Etude de la production d'une variété de blé tendre en zone saharienne, Mémoire ing. I.n.f.s.a.s. Ouargla.47p.
- 11) **BELAID D, 1986:** Aspect de la céréaliculture Algérienne, Ed.O.P.U, 217 p.
- 12) **BELAID D, 1987:** Etude de la fertilisation azotée et phosphatée d'une variété de blé dur (HEDBA) en condition de déficit hydrique. Thèse. Mag. INA, El HARRACH, 109 p.

- 13) **BELAID D, 1996.**Aspects de la céréaliculture algérienne. INES. D'agronomie. Batna. P187.
- 14) **BENACEUR M., C. RAHMOUN, H. SDIRI, M. MEDAHI, M. SELMI, 2001** Effet du stress salin sur la germination, la croissance et la production de grains de blé. *Sécheresse*, 12 (3): 167-174.
- 15) **BENNACEUR M et al, 1999** : l'amélioration variétale et les autres actions contribuant à la sécurité alimentaire en Tunisie, en matière de céréales .*Sécheresse*, vol 10 (1999), pp.27-33
- 16) **BENZAHI Y., 1994** : Contribution à l'étude de la dynamique des sels dans un sol irrigué sous palmeraie. Mémoire Ingénieur A gronomie. Université de Ouargla. 106p.
- 17) **BERGARECHE C, LLUSIA J, FEBRERO A, BORT J, ARAUS JL, 1993.** Effect of water stress on proline and nitrate content of barley relationships with osmotal potential, carbon isotope ratio and grain yield. Colloque Diversité génétique et amélioration variétale, Montpellier (France), 15-17 décembre 1992. Les colloques, n°64. Paris : *Inra* éditions
- 18) **BERTHOMIEU P , CONEJERO G , NUBLAT A , BRACKENBURY WJ , LAMBERT C , SAVIO C , UOZUMI N , OIKI S , YAMADA K , CELLIER F , GOSTI F , SIMONNEAU T , ESSAH PA , TESTER M , VERY AA,SENTENAC H , CASSE F, 2000** . Functional analysis of AtHKT1 in Arabidopsis shows that Na (+) recirculation by the phloem is crucial for salt tolerance, *EMBO J.* 22 (9): 2004-14.
- 19) **BINET.P, 1982.** Production primaire et accumulation des bioelements au niveau d'une population pure d'*Atriplex hastata* L. des rives de l'estuaire de la seine, *Oecol. Plant* 317 (1982) 219–230.
- 20) **BINZEL M.L., F.D. HESS, R. BRESSAN, P.M. HASEGAWA, 1988.** Intracellular compartmentation of ions in salt adapted tobacco cells, *Plant Physiol.* 86 (1988) 607–614.
- 21) **BOUAMMAR B, 2015.** La question de développement de la céréaliculture dans les régions sahariennes, 4ème Work shop sur l'agriculture saharienne, la céréaliculture dans les zones arides, Ouargla, 1à Mars, 12p.
- 22) **BOUATROUS Y, YKHLEF N, ELHAM AHMED ABBAS ABD ELHADY, 2009.** Production of Haploid durum wheat plants by pollination of wheat with barley (*Triticum durum* Desf × *Hodeum bulbosum* L.) and maize (*Triticum durum* Desf × *Zea mays* L.), *Egypt.J of Appl Sc.*, 24 (2A) 2009: 48-55.

- 23) **BOUNAQBA, S, 1998.** Analyse des déterminants de la tolérance à NaCl chez le blé tendre, le triticale et l'orge. Utilisation de la fluorescence chlorophyllienne dans le diagnostic de l'état fonctionnel du photosystème II. Doctorat de Biologie, Faculté des Sciences de Tunis, Univ. Tunis II.
- 24) **BOUTLLI, 2012.** Salinité des eaux et des sols au niveau de la Sebkhha de Bamendil, caractérisation et conséquences sur l'environnement. Magister en hydraulique .Option : Aménagement hydraulique dans les milieux arides. Université, Ouargla.
- 25) **BOZZINI A, 1988.** Origin, distribution, and production of durum wheat in the world.
- 26) **BRESSAN R.A., N.K. SINGH, A.K. HANDA, A. KONOWICZ, P.M HASEGAWA, 1985.** Stable and unstable tolerance to NaCl in cultured tobacco cells, in: M. Freeling (Ed.), UCLA Symposium on plant genetics, *A.R. Liss, New York*,1985, pp. 755–779.
- 27) **BUCKMAN O, 1990 :** Agriculture et fertilisation, Ed Norsk hydro a.s, 258 p.
- 28) **CALVET R, 2003.** Le sol : propriétés et fonctions. Édition France Agricole.511 p
- 29) **CDARS, 2018 :** Commissariat au Développement de l'Agriculture des Régions sahariennes. Banque de données cartographiques du CDARS. 2018.
- 30) **CHABI H, DEROUICHE M, KAFI M ET KHILASSI E, 1992.** Estimation du taux d'utilisation du potentiel de production des terres à blé dur dans le Nord de la wilaya de Sétif. Thèse d'Ingénieura. INA El-Harrach 317.
- 31) **CHAOUICHE S, 2006.** Développement agricole durable au Sahara. nouvelles technologies et mutations socio-économiques : cas de la région de Ouargla. Thèse de doctorat université Aix Marseille p389.
- 32) **CHOUGUI SAIDA, YKHLEF NADIA, DJEKOUNABDELHAMID, 2004.** Interaction iron-sainity, 1-relation of photosynthese /K⁺ (Roots) with other morphological, physiological, and biochemical aspect of tomato (*Lycopersicum esculentum* mill) *Arab.uni.j.Sci.Ain Shms. Cairo*, 12 (2), 481-497, 2004
- 33) **CLARKE J.M, NORVELL W.A, CLARKE F.R. ET BUCKLEY T.W. (2002).** Concentration of cadmium and other elements in the grain of near-isogenic durumlines. *Can. J. Plant Sci. /Revue canadienne de phytotechnie*, 82: 27-33.
- 34) **CLEMENT G ET PRATS J, 1970 .**Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. 351p.
- 35) **COUVREUR F., 1981:** La culture du blé se raisonne. Cultivar juin, pp 39-41.

- 36) **CRAMER, G.R., ALBERICO, G.J. ET SCHMIDT, C, 1994.** Salt tolerance is not associated with the sodium accumulation of two maize hybrids. *Aust. J. Plant Physiol.*, 21: 675-692.
- 37) **DAOUD. Y, 1993.** Contribution a l'étude des sols des plaines du Chélif. Le phénomène de salinisation, conséquence sur les propriétés physique des sols argileux. *Thèse Doct, Es, Sci ,Ina Alger*
- 38) **DIARRA L, 1991 ;** contribution a l'étude de la résistance de quelques espèces fourragères aux phénomènes de salinisation –alcalinisation. Mémoire d'ingénieur, ministère de l'éducation nationale du Mali. Sciences appliquées DIIPR de katibougou .spécialité agriculture.63 p.
- 39) **DJAMAI R, (1993) ;** contribution à l'étude de la salinité des sols et des eaux du la Felzara (Annaba). Thèse Magister, I.N.A., Alger, 78p.
- 40) **DJIDI Khamis W, 1995:** Etude du comportement de quelques variétés de blé dur (var. *Triticum durum* DESF) en région aride: cas de Ouargla, Thèse., Ing., Agro. Saha., ITAS, Ouargla, 80 p.
- 41) **DURAND J.H, 1983.** Les sols irrigables. Etude pédologique. Impr. Boudin, Paris, 339 p.
- 42) **DUTIL P, 1971 -** Contribution à l'étude des sols et des paléosols du Sahara. Thèse Doct. Es Sci. Naturelles, Univ. Strasbourg, Strasbourg, 346 p.
- 43) **EPSTEIN E, NORLYN, J.D, RUCH, D.W, KINGSBURY, R.W, CUNNIGHAM, A.F. ET WRONA, A.F, 1980.** Saline culture of crops: A genetic approach. *Science*, 210: 399-404.
- 44) **F. N. I. E ,1989:** Fédération national de l'industrie des engrais la fertilisation.
- 45) **FAO, 2017.** Organisation des nations unies pour l'agriculture et l'alimentation. Cadre programmation par pays Algérie.
- 46) **FEILLET P, 2000.** Le grain de blé. Composition, utilisation. Ed, INRA, paris, 308p.
- 47) **FOURCROY, 1995.-** Les plantes faces au stress salin. *Cah. Agric.*, 4, 263-273.
- 48) **GARG, J.KIM, T.OWENS, A. RANWALA, Y.CHOI, V. KOCHIAN AND R.J.WU, 2002.** Trehalose accumulationin rice plants confer high tolerance levels to different abiotic stresses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 99: p15898-15903.
- 49) **GATE P et GIBAN M, 2003.** Stades du blé. Ed. ITCF. Paris. 68p.
- 50) **GATE P, 1995.** Ecophysiologie du blé. Ed. Lavoisier. Paris. 429p.
- 51) **GREENWAY H. R. MUNS, 1980.** Mechanisms of salt tolerance in non halophytes, *Ann. Rev. Plant Physiol.* 31 (1980) 149–190.

- 52) **GRENNAN A.K, 2006.** High Impact Abiotic Stress in Rice. An “Omic” *Approach; Plant Physiology*, April 2006, Vol. 140, p 1139–1141
- 53) **GRIGNAC P, 1977:** Le blé dur morphologie succinité, *Annales de L'INA El-Harrach*, Vol: VIII n°2, Alger, pp 83-87.
- 54) **GUCHER G et BRUDIN S ,1974** géologie, géomorphologie et hydrologie des terrains salés. Université de France.230p .In **MISSAOUI Y, 1991.**évolution de la salinité en fonction des doses d'irrigation .mémoire de magistère ITDAS de Biskra.91p.
- 55) **HADDAD S, ABBES K ,2015** étude de l'impact de l'irrigation drainage sur la salinisation des sols à l'exploitation de l université. Mémoire master agronomie. Université Ouargla.42p.
- 56) **HALITIM A, 1985.** Contribution a l'étude des soles sales des zones arides (hautes plaines steppique de l'Algérie), morphologie, distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols, *Thèse doctorat Es. Sci Univ Renne P* 384.
- 57) **HAMDI-AÏSSA B, 2001** - Le fonctionnement actuel et passé de sols du Nord Sahara (Cuvette de Ouargla). Approches micromorphologique, géochimique, minéralogique et organisation spatiale. Thèse Doct. I.N.A. Paris-Grignon, Paris, 315 p.
- 58) **HOUICHITI R, 2000.**Situation des céréalicultures dans les régions de Ouargla et de Ghardaïa bilans et perspectives. Mémoire d'ingénieur- agro, université de Ouargla, 66p.
- 59) **IPTRID, 2006** - Conférence électronique sur la salinisation: Extension de la salinisation et Stratégies de prévention et réhabilitation. Organisée et coordonnée par: IPTRID (Programme International pour la Technologie et la Recherche en Irrigation et Drainage). Hébergée par: FAO (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture). Modérée par: Le projet CISEAU (Centre d'Information Sur l'Eau Agricole et ses Usages).
- 60) **IRD, 2008.***Les dossiers thématiques de l'Institut de recherche pour le développement. Les sols sont fragiles : 1er partie Salinisation et sodisation des sols. 2ème partie La dégradation des sols par salinisation ou alcalisation.*
- 61) **JEAN-LOUIS RATION et EL HASSAN BENABDERRAZIK, 2014 ;** l'Institut de prospective économique du monde méditerranéen (Ipemed).
- 62) **JOËIL A, BERNARD A, ALAIN C, CHARLES-ANTOINE D, FLORENCE J, 2009.** Les filières céréalières " organisation et nouveaux défis " Ouvrage collectif. Quae. Grands-Augustins INRA, Paris 6e.

- 63) **KAMELI A, LOSEL DM, 1995.** Contribution of carbohydrates and other solutes to osmotic adjustment in wheat leaves under water stress. *J Plant Physiol* 1995 ; 145 : 363- 369.
- 64) **KARROU M, 2003.** Conduite du blé au Maroc. INRA Editions. 57 pages.
- 65) **KINGSBURY, R.W, EPSTEIN E, et PEARCY, R.W, 1984.** Physiological responses to salinity in selected lines of wheat. *Plant Physiol.*, 74: 417-423.
- 66) **LAROUSSE AGRICOLE, 2002.** MAZOYER. M. Canada. 767p.
- 67) **LEVENT TUNA A., CENGIZ KAYAB, DAVID HIGGS, BERNARDO MURILLO-AMADOR, SALIH AYDEMIR, ALI R. GIRGIN, 2007.** Silicon improves salinity tolerance in wheat plants, *Environmental and Experimental Botany Elsevier*.121: 1- 7.
- 68) **LEVIGNERON A., F. LOPEZ, G. VANSUYT, P. BERTHMIEU & P.**
- 69) **LEVITT. J, 1972.** Response of plants to environmental stress, *Academic Press, New York and London.*
- 70) **LOUE A, 1982:** Le potassium et les céréales Dossier K2O n°02, pp 1-41.
- 71) **LOUNES.Y, A.GUERFI, 2011.** Contribution l'étude du comportement agronomique de 27 nouvelles variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone sub humide en vue de leur inscription au catalogue officiel national.
- 72) **MAACHI Lilia, 2005.** Etude du comportement d'une céréale à grains sous centre pivot dans la région de Ouargla : évaluation de l'efficience de l'irrigation **Mémoire F.E en Agronomie** Université KasdiMerbah Ouargla 85p.
- 73) **MALASSES L, 1996.** Economie de production et de consommation; Ed *ujas*; p 32-40
- 74) **MARTINEZ JP, H.SILVA, JF.LEDENT AND M.PINTO, 2007.** Effect of drought stress on the osmotic adjustment, cell wall elasticity and cell volume of six cultivars of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) *European journal of agronomy*. Jan., Vol. 26, 1, p. 30-38
- 75) **MATHIEU C et PIELTAIN F, 2009,** analyse chimique des sols : méthodes choisies 2eme édition .Edition Tec Doc Lavoisier.317p
- 76) **MATHIEU C., PIELTAIN F., 2003.** Analyse chimique du sol, Méthodes choisies. Ed. Tec & Doc (France).385p.
- 77) **MEKLICH A, 1983 :** Contribution a l'établissement de la fertilisation azotée de blé d'hiver dans le haut Chéelif, Thèse. Mag. INA, El- HARRACH, 81 p.

- 78) **MERIZEK S, 1992.** Evolution de la biomasse et des composantes du rendement d'une culture de blé(Waha) conduire en sec et en irrigué .Thèse Ingénieura .INA El Harrach. p 10.
- 79) **MERMOUD A, 2006.** *Cours physique du sol. Maitrise de la salinité des sols*, pp1-14
- 80) **MGHEZZI CHAA K, 2009.** Calcul et optimisation d'un mini pivot d'irrigation. Mémoire de magister, option : construction mécanique, université Mohamed khi der, Biskra, 113p.
- 81) **MOINUDDIN A., R.FISCHER, K.SAYRE, M.P.REYNOLDS, 2005.**Osmotic Adjustment+ Wheat in Relation to Grain Yield under Water Deficit Environments.Agro.J.97:1062-1071.
- 82) **MONOD T, 1992.** Le désert. Sécheresse, 3 (1) pp 7-24.
- 83) **MORANT-MANCEAU A, E. PRADIER, G.TREMBLIN, 2004.** Osmotic adjustment, gas exchanges and chlorophyll fluorescence of a hexaploid triticale and its parental species under salt stress. *J. Plant Physiol.* 161. P25–33
- 84) **MORGAN JM, 1984.** Osmoregulation and water in higher plants. Wheat conference 2-9 May, Rabat, Marocco. *Annu Rev Plant Physiol* 1984 ; 35 : 299-319.
- 85) **MUNNS R, 1993.** Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypotheses. *Plant Cell Environ.* 16, p. 15–24.
- 86) **MUNNS R, J.B. PASSIOURA, J. GUO, O. CHAZEN, G.R. CRAMER. 2000.** Water relation and leaf expansion: importance of time scale, *J. Exp. Bot.* 51 (350) (2000) 1495–1504.
- 87) **MUNNS R. 2002.** Comparative physiology of salt and water stress; *Plant, Cell and environment* 25, p239–250
- 88) **NAVARRO A.R, F. RUBIO, 2006.** High-affinity potassium and sodium transport systems in plants *Journal of Experimental Botany*; 57(5):1149-1160
- 89) **NEDJIMI B, (2013);** *Étude de la résistance d'Atriplexhalimussubsp. schweinfurthii aux sels solubles*, Acta BotanicaGallica, 157:4, 787-791, DOI:10.1080/12538078.2010.10516247.Paris, 40 p.
- 90) **OTTOW E., M. BRINKER, E. FRITZ, T. TEICHMANN, W. KAISER, M. BROSCHE, J. KANGASJARVI, X. JIANG, AND A.POLLE, 2005.** Populus euphratica Displays Apoplastic Sodium Accumulation,Osmotic Adjustment by Decreases in Calcium and Soluble Carbohydrates, and Develops Leaf Succulence under Salt Stress 1. *Plant Physiology*, Vol. 139, p. 1762–1772.

- 91) **PARIDA A.K. AND AB.DAS, 2005.** Salt tolerance and salinity effects on plants: *Rev.Ecotocol. nviron. Safety*, 60: 324-349.
- 92) **REMY JC, et VIAUX PH., 1980:** Evolution des engrais azotés dans le sol. Perspectives agricoles spéciales fertilisation, Décembre n°43, pp 5-9.
- 93) **RICHARD LA.,1954.** Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handbook N° 60, Washington. 160p.
- 94) **ROLLAND L, 1981.** Étude du CEMAGREF: la mécanisation de l'irrigation par aspersion, tome 2, n° 481. Bordeaux, pp 65-126.
- 95) **ROUVILLOIS B, 1975:** Le pays de Ouargla (Sahara Algérienne). Ed.Département géographique, paris, pp 318-389.
- 96) **ROUVILLOIS BRIGOLE.M, 1973.** Variations et organisation d'un espace rural au milieu désertique : Le pays de Ouargla (Sahara Algérienne), thèse de doctorat. 273p.
- 97) **SAIYOURI N, BARBISAN N, DE SEVIN H, GABARROT F, LE GAC T, RYSAK Q, ULLMANN C, 2012** Méthode d'irrigation en milieu aride.
- 98) **SING N.K., P.C. LAROSA, D. NELSON, N. IRAKI, N.C. CAPRITA, P.M. HASEGAWA, R.A. BRESSAN, 1989.** Reduced growth rate and change in cell-wall protein of plant cell adapted to Na Cl , in: J.Cherry (Ed.), Biochemical and physiological mechanism associated with environmental stress tolerance in plant, *Springer Verlag, Berli.*
- 99) **SLAMA A, 2002.** Etude comparative de la contribution des différentes parties du plant du blé dur dans la contribution du rendement en grains en irrigue et en conditions de déficit hydrique. *Thèse de doctorat en biologie, faculté des sciences de Tunis.*
- 100) **SLAMA A, BEN SALEM M, ZID, 2004.** La proline est-elle un osmoregulateur chez le blé dur ? Communication aux 15es Journées biologiques, 18-21 mars 2004, *Forum des sciences biologiques, Association tunisienne des sciences biologiques.*
- 101) **SOLTNER D, (1980) ;** Les grandes productions végétales, collections de sévices des techniques agricoles.
- 102) **SOLTNER D, 1979.**Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, 16 éme éd, Paris, 464 p.
- 103) **SOLTNER D, 1988:** Les grandes productions végétales. Les collections sciences et techniques agricoles, Ed. 16éme édition, 464 p.
- 104) **SOLTNER D, 1989,** les bases de la production végétale. Tome I: le sol, 17eme Ed. C.S.T.A, Angers, 468p.in HADDAD S, ABBES K, 2015 études de l'impact de

- l'irrigation drainage sur la salinisation des sols à l'exploitation de l'université. Mémoire master agronomie. Université Ouargla.42p*
- 105) **SOLTNER D, 1990.** Les grandes productions végétales : Céréales, plantes sarclées, prairies. Coll. Sciences et Techniques agricoles. 17^{ème} Ed. 464 pages.
- 106) **SOLTNER D, 2012.** Les bases de la production végétale. Ed. 21. ISBN. Pp: 20 – 45.
- 107) **STEDUTO. P, R. ALBRIZIO, P. GIORIO, G. SORRENTINO ,2000.** Gas exchange response and stomatal and non-stomatal limitations to carbon assimilation of sunflower under salinity 144 (3) (2000) 243–255
- 108) **TEAKLE NL, TJ FLOWERS, D REAL, TD COLMER, 2007.** *Lotus tenuis* tolerates the interactive effects of salinity and waterlogging by 'excluding' Na⁺ and Cl⁻ from the xylem. *Journal of Experimental Botany*, published online on May 17, 2007
- 109) **TOUTAIN G, 1977.** Elément d'agronomie Saharienne. De la recherche au développement. INRAA-GRET, Paris. 276 p.
- 110) **VIEIRA D ; SILVA; J ; PHAM. THI AND ZUILY FODIL. Y, 1990.** Workshop Européen sur la physiologie, la Biochimie et la génétique de la résistance a la sécheresse chez les plantes. *Colloque.Sci. Bot. Fr*, **P 147**
- 111) **VLENTIN C, 1994.** Sécheresse et érosion au sahel *Rev. Sècheresse*, 5, 191-198.
- 112) **YKHLEF N, 1993.** Effet de l'addition de l'azote et du potassium sur la tolérance du poivron doux à l'eau d'irrigation sale. Séminaire Maghrébin sur la protection de la nature, Novembre 1993, ISN Annaba Algérie.
- 113) **YOUCEF A, 2010,** *cartographie de la salinité des sols par induction électromagnétique, cas de la zone est du périmètre irrigué de la Mina*, Magister, sciences agronomiques, option : Pédosphère, ENSA d'El-Harrach – ALGER.
- 114) **ZANE Y, 1993:** Etude du comportement de quelques variétés de blé dur introduites dans les conditions subhumides, Thèse. Ing. INFS (Mostaganem) 89 p.
- 115) **ZHAO K., R. MUNNS, R.W. KING, 1991.** Abscissic acid synthesis in NaCl treated barley, cotton and saltbush, *Aust. J. Plant Physiol.* 18 (1991) 17–24.

Références électroniques

http://grasland.script.univ-paris-diderot.fr/STAT98/stat98_6/stat98_6.htm

<https://www.quick-agro.fr/cereales/maladies/34-pietin-verse.html> consulté le 21/1/2019

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/environnement-ressources/biosecurite/benefices-risques-pgm/protectedsite/projets/ble-plus-resistant-a-l-oidium.html> consulté le 21/1/2019

<http://cereales-ble.blogg.org/viser-la-septoriose-des-le-premier-traitement-du-ble-a117157996> consulté le 20/12/2018

https://www.agro.basf.fr/fr/cultures/ble/maladies_du_ble/rouille_jaune_du_ble.html consulté le 27/2/2019

http://www.fiches.arvalisinfos.fr/fiche_accident/fiches_accidents.php?mode=fa&type_cul=1&type_acc=4&id_acc=49 consulté le 27/3/2019

Source net 1 :

https://www.google.com/search?q=blet_lev2.gif&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0ahUKEwiZ25vC27LjAhUo3OAKHS3UDZ0Q_AUIECgB&biw=1366&bih=658 consulté le 16/2/2019

Source net 3 : <http://www.techniquesdelevage.fr/article-quelles-sont-les-differences-entre-un-foin-et-une-paille-110355181.html> consulté le 1/4/2019

Source net 4 : <http://ephytia.inra.fr/fr/C/11194/Hypp-encyclopedie-en-protection-des-plantes-Poaceae> consulté le 1/4/2019

Source net 5 : <https://fleursauvageyonne.github.io/flsv/poac/Lipoac2.htm> consulté le 18/12/2018

Source net 6 : https://fr.wikipedia.org/wiki/Grain_de_bl%C3%A9 consulté le 28/11/2018



Annexes

Annexes

Annexe I : Tableau n°1 : Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique des eaux d'irrigation (DURAND, 1958 in DAOUED et HALITIM, 1994)

| Conductivité électrique dS/m à 25 °C | Différentes classes d'eaux |
|--------------------------------------|------------------------------|
| $CE < 0,25$ | C1 Eaux faiblement salines |
| $0,25 < CE \leq 0,75$ | C2 Salinité moyenne |
| $0,75 < CE \leq 2,2$ | C3 Salinité forte |
| $2,25 < CE \leq 5$ | C4 Très forte salinité |
| $CE > 5$ | C5 Eaux à salinité excessive |

Annexe II : Tableau n°2: Classes de salinité en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux 1/5 à 25°C° (MATHIEU et PIELTAIN, 2009)

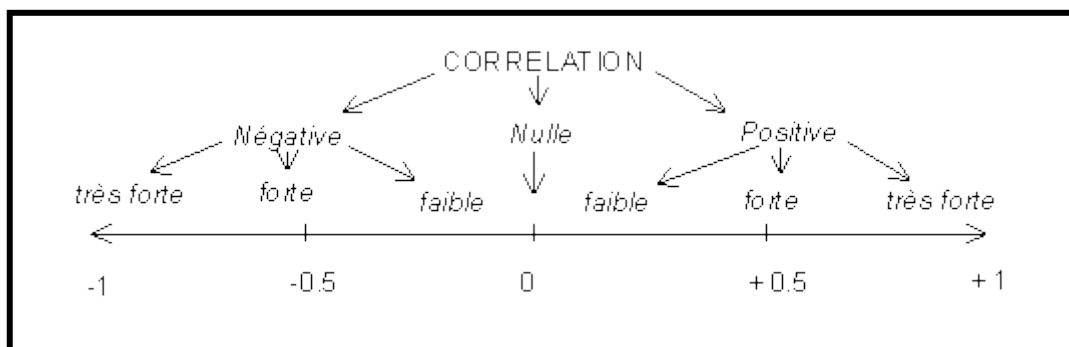
| CE extrait 1/5 à 25°C | Classe de salinité |
|-----------------------|--------------------|
| $CE \leq 0,6$ | Non salé |
| $0,6 < CE \leq 1$ | Légèrement salé |
| $1 < CE \leq 2$ | Salé |
| $2 < CE \leq 4$ | Très salé |
| $CE > 4$ | Extrêmement salé |

Annexe III : Tableau n°3 : Classes de pH dans deux extraits aqueux 1/5 (MATHIEU et PIELTAIN, 2003)

| Extrait 1/5 | |
|--------------|-------------------------|
| Valeur de pH | Classe d'interprétation |
| < 4.5 | Extrêmement acide |
| 4.5 - 5.0 | Très fortement acide |
| 5.1 - 5.5 | Fortement acide |
| 5.6 - 6.0 | Moyennement acide |
| 6.1 - 6.5 | Légèrement acide |
| 6.6 - 7.3 | neutre |
| 7.4 - 7.8 | Légèrement alcalin |
| 7.9 - 8.4 | Moyennement alcalin |
| 8.5 - 9.0 | Fortement alcalin |
| > 9.0 | Très fortement alcalin |

Annexe IV: coefficient de corrélation

Le **signe** de r indique donc le sens de la relation tandis que la valeur absolue de r indique l'**intensité** de la relation c'est-à-dire la capacité à prédire les valeurs de Y en fonctions de celles de X.



Annexe V: les différents problèmes rencontrés au niveau de cette expérimentation.



Figure n°1: une fuite d'eau dans le pivot 6



**Figure n°2 : jaunissement des plantes
A Cause de l'excès d'engrais (pivot 6)**



**figure n°3 : Infestation du brome aux stades
montaison épiaison dans les deux pivots**



Figure n°4 : effet des fourmis dans les deux pivots



Figure n°5: Infestation de différentes mauvaises herbes dans les deux pivots

Etude de l'impact de la salinité du sol sur la croissance du blé dur à Ouargla (cas de Hassi ben abdellah)

Résumé : La salinité des sols constitue un problème majeur en Algérie. Il est un facteur limitant du développement de la céréaliculture dans les régions arides. De ce fait, l'utilisation de variétés tolérantes à des seuils élevés constitue une solution durable pour l'extension de la céréaliculture et plus particulièrement dans les régions à climats semi-aride. Notre travail a été réalisé dans la région de Hassi Ben Abdellah (Ouargla) dans deux pivots (pivot 6 et 7). L'étude consiste à étudier l'influence de la salinité du sol et de l'eau sur la croissance du blé dur (*Triticum durum*), variété Sémito, on basant sur certains caractères morphologiques et de production. Les résultats analytiques montrent que le sol est salé caractérisé par une texture sableuse et un pH basique. Les eaux d'irrigation sont très fortement salées au pivot 6, et excessivement saline au niveau de pivot 7. Elles présentent un danger d'alcalinisation appréciable. Le suivi du développement de la culture, montre que les principaux paramètres biométriques mesurés sur la plante sont plus importants dans le pivot 7 par rapport au pivot 6, à l'exception du nombre des talles/m² et du nombre des épis/m². Le développement végétatif du blé du pivot 7 est le meilleur, par rapport au pivot 6, malgré que la salinité de l'eau et celle du sol, sont importantes pour le pivot 7. Les différences observées entre les deux pivots sont explicables probablement par la réduction des doses d'irrigation dans le pivot 6 par rapport au pivot 7 et les pannes successives enregistrées au période critiques. Enfin, on peut conclure que la salinité dans les deux pivots ne dépasse pas le seuil de tolérance du blé (6 à 8 ms/cm). Et la gestion des irrigations reste parmi les facteurs clé de la réussite.

Les mots clé : salinité, sol, croissance- blé dur, pivot, Ouargla

Study of the effect of soil salinity on the growth of wheat plant in Ouargla (Hassi Bin Abdullah)

Summary: Soil salinity is a major problem in Algeria. It is a limiting factor in grain development in arid regions. As a result, the use of tolerant varieties at high thresholds is a sustainable solution for expanding cereal cultivation, especially in semi-arid climates. Our work was carried out in the Hassi Bin Abdullah area (Ouargla) in two axes (Axes 6 and 7). The study consists of studying the effect of soil and water salinity on the growth of hard wheat, based on some morphological and productive characteristics. Analytical results showed that saline soils are characterized by sandy and acidic pH. High-salinity irrigation water in axis 6, and overly saline in axis 7. They pose a significant risk of alkalinity. The evolution of the plant shows that the main biometric characteristics measured on the plant are greater in axis 7 for axis 6, except for the number of spikes / m². The evolution of wheat for Axis 7 is better, compared to Axis 6, although saline and soil salinity are important for Axis 7. The differences observed between the two axes are likely to be explained by reducing the irrigation doses in Axis 6 for Axis 7 and the consecutive consecutive error In the critical period. Finally, it can be concluded that the salinity in the two axes does not exceed the wheat tolerance threshold (from 6 to 8 ms / cm). Irrigation control remains one of the key factors for success.

Keywords : salinity - soil – growth-solid wheat - axis –Ouargla

دراسة تأثير ملوحة التربة على نمو نبات القمح الصلب في ورقلة (حاسي بن عبد الله)

ملخص : ملوحة التربة مشكلة كبيرة في الجزائر. إنه عامل مقيد في تطوير الحبوب في المناطق القاحلة. ونتيجة لذلك، فإن استخدام الأصناف المتسامحة في العتبات العالية يعد حلاً مستداماً لتوسيع زراعة الحبوب، خاصة في المناخات شبه القاحلة. تم تنفيذ عملنا في منطقة حاسي بن عبد الله (ورقلة) في محورين (المحوران 6 و 7). تتكون الدراسة من دراسة تأثير ملوحة التربة والمياه على نمو القمح القاسي، استناداً إلى بعض الصفات المورفولوجية والإنتاجية. أظهرت النتائج التحليلية أن التربة مالحة تتميز بنسب رملي ودرجة حموضة أساسية. مياه الري عالية الملوحة في المحور 6، ومالحة بشكل مفرط في المحور 7. فهي تشكل خطراً كبيراً من القلووية. تظهر متابعة تطور النبات أن الخصائص البيومترية الرئيسية المقاسة على النبات أكبر في المحور 7 فيما يتعلق بالمحور 6، باستثناء وعدد السنابل / م². يعتبر التطور النباتي لقمح المحور 7 هو الأفضل، مقارنة بالمحور 6، على الرغم من أن ملوحة الماء وملوحة التربة مهمة للمحور 7. من المحتمل أن تكون الاختلافات التي لوحظت بين المحورين قابلة للتفسير بواسطة تخفيض جرعات الري في المحور 6 فيما يتعلق بالمحور 7 والتعطل المتتالي المسجل في الفترة الحرجة. أخيراً، يمكن استنتاج أن الملوحة في المحورين لا تتجاوز عتبة تحمل القمح (من 6 إلى 8 مللي ثانية / سم). وتبقى التحكم في الري أحد العوامل الرئيسية للنجاح.

الكلمات المفتاحية: ملوحة -تربة-تطور - قمح صلب- محور- ورقلة