

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة خميس مليانة

Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

]Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre

Département des sciences agronomique



Mémoire de fin d'étude

En vue de l'obtention d'un diplôme de Master

**Domaine :** Sciences de la Nature et de la Vie

**Filière :** Science agronomique

**Spécialité :** Production végétale

**Impact de l'humidité du sol sur la production des  
céréales dans la région semi arides, cas de la plaine du  
Haut Cheliff**

*Présenté par*

*Ms. Kari oussama*

*Ms .Arbane Soltan*

*Devant les jurys :*

*Président : Mr. LAKHDAR EZINE Djilali*

*(U.D.B Khemis Miliana)*

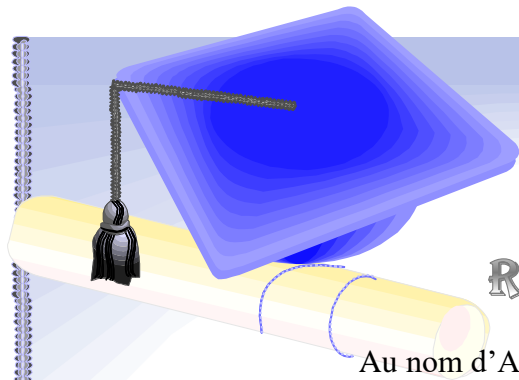
*Promoteur : Mr. KELKOULI Mokhtar*

*(U.D.B Khemis Miliana)*

*Examineur : M<sup>elle</sup> CHEBAB Hadjer*

*(U.D.B Khemis Miliana)*

*Année universitaire : 2021/2022*



## REMERCIEMENTS

Au nom d'ALLAH, le Clément et le Miséricordieux.

A travers ce mémoire de master, nous tenons à remercier

Toutes les personnes qui ont eu contribué

De près ou de loin à construire ce travail,

et à nous former dès notre tendre enfance.

Nous aimerons d'abord exprimer nos gratitude à

Notre encadreur

Dr. Kelkouli. M enseignant à l'université

de Djilali Bounaama de Khemis-Miliana

Pour avoir accepté de bon gré de participer à ce mémoire,

Ainsi que pour ses efforts fournis,

Pour ses conseils judicieux

Prodigués et pour sa patience et sa persévérance

Dans notre suivi,

Malgré ses charges intenses.

Comme nous remercions Mr. Lakhdar Ezzine Djilali et Melle. Chebab Hadjer d'avoir accepté de juger ce travail.



.... Dédicaces :

\*\*

**Nous remercions  
Nos très chers parents, qui ont toujours été là  
pour nous.**

**Nous remercions nos soeurs et nos frères pour leurs  
encouragements**

\*\*\*

**Un grand merci  
également à nos professeurs de l'université DJILALI  
Bounaama,**

**Qui nous ont fourni les outils nécessaires à la  
réussite de nos études universitaires.**

\*\*

**Enfin, nous remercions nos amis qui ont toujours  
été là pour nous.**

**Leur soutien inconditionnel et leurs  
encouragements ont été d'une grande aide.**

**À tous ces intervenants,**

**Nous présentons nos remerciements, notre  
respect et notre gratitude.**

\*\*\*

***OUSSAMA***

---

## Résumé

Les statistiques prévoient une augmentation de la température moyenne et une diminution des précipitations en été, ce qui entraîne une augmentation de la demande en eau. Quels sont les effets possibles de ces changements sur la culture des céréales, en particulier dans la région d'Ain Defla, Dans le champ expérimental de l'Université Djilali Bounaama ? connue pour son climat semi-aride Khemis Miliana, nous avons mené une étude sur deux types de céréales (orge et blé tendre), où les traitements ont reçu trois pourcentages d'eau différents pour réduire le déficit hydrique à l'hectare. Et du blé tendre à raison de 46 quintaux/hectare

**Les mots clés :** Changements climatiques, irrigation, le rendement, semi-aride et céréales

---

## Abstract

Statistics predict an increase in average temperature and a decrease in precipitation in summer, which leads to an increase in water demand. What are the possible effects of these changes on the cultivation of cereals, especially in the region of Ain Defla, known for its semi-arid climate?

In the experimental field of the Djilali Bounaama Khemis Miliana University, we conducted a study on two types of cereals (barley and common wheat), where the treatments received three different percentages of water to reduce the water deficit per hectare. . And soft wheat at the rate of 46 quintals/hectar

**Keywords:** climate change, adaptation, yield, semi-arid.The cereals.

---

## المخلص

تتنبأ الاحصائيات بزيادة في متوسطة درجة الحرارة , وانخفاض في هطول الامطار في الصيف ما يؤدي الى زيادة الطلب على المياه. فما هي الآثار المحتملة لهذه التغيرات على زراعة الحبوب وخاصة في منطقة عين الدفلى المعروفة بمناخها شبه الجاف؟

في المجال التجريبي لجامعة جيلالي بونعامة خميس مليانة اجرينا دراسة على نوعين من الحبوب (الشعير والقمح اللين) حيث تلقت العلاجات ثلاث نسب متفاوتة من المياه لتخفيف العجز المائي. وبحسب النتائج المتحصل عليها فإن تغير المناخ قد أثر على المحصول حيث كان محصول الشعير يقدر بـ 39 قنطار /هكتار. والقمح اللين بمعدل 46 قنطار /هكتار..

وبحسب النتائج التي تم الحصول عليها فإن تغير المناخ يؤثر على محصول الحبوب ونلاحظ أن غلة الشعير والقمح الطري كانت الجان مقارنة بالسنوات السابقة..

**الكلمات المفتاحية:** تغير المناخ ، التكيف ، المحصول ، شبه جاف . الحبوب .

---

# LISTE DES FIGURES

<b>REMERCIEMENTS</b> .....	2
Nous remercions.....	3
Un grand merci.....	3
Enfin, nous remercions nos amis qui ont toujours été là pour nous.....	3
Abstract	4
المخلص	4
<b>LISTE DES ABREVIATIONS</b> .....	11
1. Situation	1
1.1. Situation dans le monde .....	1
<b>1.2. En Algérie</b> .....	<b>1</b>
2. Importances agronomiques et socio-économiques .....	3
3.1. Classification	4
4. Biologie des céréales .....	4
4.1. Cycle de développement de blé .....	5
➤ <b>4.1.1. Période végétative</b> .....	<b>5</b>
4.1.1.1. Phase de germination.....	5
<b>4.1.1.2. Phase de levée</b> .....	<b>5</b>
<b>4.1.1.3. Tallage</b> .....	<b>5</b>
➤ 4.1.2. Période reproductrice.....	5
<b>4.1.2. 1. Phase montaison-gonflement</b> .....	<b>5</b>
<b>4.1.2. 2.Phase d'épiaison-floraison</b> .....	<b>5</b>
<b>4.1.2. 3. Phase floraison-fécondation</b> .....	<b>5</b>
4.1.3.1 Phase maturation laiteux.....	6
Maturité physiologique Avant d'atteindre ce stade, le grain passe par un certain nombre d'étapes (figure 3) quand le grain renferme un pourcentage d'humidité d'environ 40 % , on dit que le grain est à maturité physiologique et à partir de cela commence la déshydratation jusqu'à atteindre 13 % qui représente la maturité complète. La période qui sépare la maturité physiologique et la maturité complète est appelée palier hydrique ( M.Karrou et <i>al.</i> , 2001 ) .....	6
<b>4.1.3.1.2 .Phase maturation pâteux.</b> .....	<b>6</b>
<b>4.1.3.1.3 Phase maturation complète</b> .....	<b>6</b>
5.1.1. Eau	7
5.1.2 .Température	8
5.1.3. Lumière.	8
5.2. Exigences édaphique. ....	8
5.2.1. Sol	8
5.2.2. Les éléments fertilisants .....	9
1.7. 2. Stress hydrique .....	12
1.7.3. Contraintes techniques .....	13

# LISTE DES FIGURES

<b>2.1.1 Climat en Algérie .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.2. Climat de la wilaya d'Ain Defla .....</b>	<b>17</b>
a- Les Rouille.....	40
1- Les Rouille Jaune ( <i>Puccinia striiformis</i> ).....	40
2. Rouille brune ( <i>Puccinia recondita</i> f.sp. <i>tritici</i> ).....	41
c-Helminthosporioses.....	41
<b>➤ 2-Maladies causant des symptômes sur les épis .....</b>	<b>41</b>
a-Charbon nu ( <i>Ustilago tritici</i> ) .....	41
b-Caries ( <i>Tilletia caries</i> ; <i>Tilletia foetida</i> ) .....	42
<b>PARTIE EXPERIMENTALE .....</b>	<b>43</b>
4.1. Matériels et méthodes.....	44
4.1.1. Présentation du périmètre du Haut Chélif .....	44
4.1.1.1. Situation géographique .....	44
4.1.1.2. Caractéristiques édaphiques .....	45
4.1.1.4. Caractéristiques climatiques .....	45
47	
<i>Figure 16: Diagramme Ombrothermique Gaussen sur 30 ans, 1987 à 2018 .....</i>	<i>47</i>
4.1.2. Protocole expérimental .....	47
4.1.1.2. Analyse du sol .....	48
4.2. Faculté germinative et PMG.....	49
4.3. Dispositif expérimental.....	53
5.2.1. Evaluation du coefficient de tallage .....	79
5.2.1.1. Représentation des résultats.....	79
5.2.1.2. Analyses statistiques .....	79
<b>5.2.1.2.1. Analyse de variance.....</b>	<b>79</b>
5.2.2. Evaluation de Nombre d'épi par mètre carré.....	80
5.2.2.1. Présentation des résultats .....	80
5.2.2.2. Analyses de variance.....	80
5.2.3.2. Comparaison des moyennes.....	81
5.2.3. Evaluation de nombre d'épillet par épi .....	82
5.2.3.1. Présentation des résultats .....	82
5.2.3.1. Analyses statistiques .....	82
5.2.3.1.1. Analyse de variance .....	82
5.2.4. Evaluation de Nombre du grain par épi.....	84
5.2.4.1. Représentation des résultats.....	84
5.2.5. Evaluation de la hauteur de la tige.....	85
5.2.5.1. Présentation des résultats .....	85
5.2.6. Evaluation du poids total <i>de plante</i> .....	87
5.2.6.1. Présentation des résultats .....	87
5.2.6.2. Analyses statistiques .....	87
5.2.6.2.1. Analyse de variance du poids total .....	87
5.2.7. Evaluation du Poids de Mille Grains (PMG) .....	88
5.2.2.1. Présentation des résultats .....	89
5.2.3.1. Analyses statistiques .....	89
5.2.3.1.1. Analyse de variance de PMG.....	89

## LISTE DES FIGURES

5.2.8. Evaluation de rendement en qx/h .....	90
5.2.8.1. Représentation des résultats.....	90
5.2.8.1. Analyses statistiques .....	91
5.2.8.1.1. Analyse de variance .....	91
<i>Figure 1 Production de céréales en Algérie durant les deux périodes 2000-2009</i> .....	2
<i>Figure 2 la production, l'utilisation et les stocks mondiaux des céréales durant les 10 dernières années</i> .....	3
<i>Figure 3 : Cycle végétatif d'une céréale (Henry et DeBuyserd ,2000).</i> .....	7
<i>Figure 4 : Localisation des zones céréalières en Algérie.(Belaid, 1986)</i> .....	11
<i>Figure 5 :Schéma simplifié de la caractérisation du climat en Ain defla (ITGC, 2018).</i> .....	17
<i>Figure 6 : Histogramme de variations des températures moyennes mensuelles (1978-2007).</i>	19
<i>Figure 7 : Répartition moyenne mensuelle des précipitations (ONM, 2018).</i> .....	20
<i>Figure 8 : Variation de la vitesse moyenne du vent en m/s (1981-2000).</i> .....	27
<i>Figure 9 : Descriptif du changement climatique par l'IPCC (IPCC, 2007).</i> .....	29
<i>Figure 10 : Changements dans la température, le niveau de la mer et la couverture neigeuse de l'hémisphère nord (IPCC, 2007).</i> .....	31
<i>Figure 11 : cycle et la phénologie du blé dans le cas du semi dynamique à Bordj Bou Arreridj</i> .....	36
<i>Figure 12 : Les Rouille Jaune sur feuille de blé.</i> .....	40
<i>Figure 13 : Situation géographique du Haut Chélif</i> .....	44
<i>Figure 14 : Pluviométrie annuelle de 1987 - 2018 (Source : ITGC Khemis Miliana, 2018)</i> _	46
<i>Figure 15 : Diagramme Ombrothermique Gaussen sur 30 ans, 1987 à 2018</i> .....	47
<i>Figure 16 : Faculté germinative de blé Tendre</i> .....	51
<i>Figure 17: Faculté germinative de l'orge 19/12/2021</i> .....	52
<i>Figure 18: : Le semis Photo original .2022</i> .....	56
<i>Figure 19 : Irrigation manuelle photo original 2022</i> .....	58
<i>Figure 20 : Nombre d'épi /m2</i> .....	68
<i>Figure 21 : Nombre d'épillets /épi</i> .....	70
<i>Figure 22 : Nombre des grains/épi.</i> .....	71
<i>Figure 23 : Hauteur de la tige cm</i> .....	73
<i>Figure 24 : Poids frais (kg)</i> .....	74
<i>Figure 25: Poids de milles grains (PMG)g</i> .....	76
<i>Figure 26 : Rendement Qx/ha</i> .....	78

## **LISTE DES FIGURES**

<i>Figure 27 : variation de l'index de tallage</i>	80
<i>Figure 28 : variation du nombre d'épi par mètre carré</i>	82
<i>Figure 29 : variation du nombre d'épillet par épi</i>	83
<i>Figure 30 : variation du nombre des grains par épi</i>	85
<i>Figure 31 : variation de hauteur de la tige en cm.</i>	87
<i>Figure 32 : variation du poids total</i>	88
<i>Figure 33 : variation de PMG</i>	90
<i>Figure 34 : variation de rendement</i>	92



# LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1: Selon (Feillet, 2000) Classification des céréales.....	4
Tableau 2 : Evolution de la superficie, de la production et du rendement de blé dur durant la période 1989-2021 de la wilaya Ain Defla (DSA, 2021). .....	15
Tableau 3 Les températures moyennes annuelles calculées à partir des mesures portant sur la Période de 10 ans d'observation (2007-2017).....	22
Tableau 4 : Relations existantes entre la pluviométrie, la production et le rendement des cultures céréalières à différentes péri.....	23
Tableau 5 4Nombres de jours de sirocco sur une période de 33 ans (1975-2008). .....	26
Tableau 6 Pluviométries moyennes mensuelle de la période 1987 – 2018.....	45
Tableau 7 Température moyenne mensuelle de la période 1987 – 2018.....	46
Tableau 8 : Précipitation 2021/2022 et pluie normale à Khemis Miliana .....	48
Tableau 9 : Précipitation de la température 2021/2022.....	48
Tableau 10 : Granulométrie de sol .....	49
Tableau 11 : Résultats des analyses chimiques du sol. ....	49
Tableau 12 : Dose de semis des lignées étudiées en fonction du poids de 1000 grains et de la faculté germinative. ....	50
13 : Les caractéristiques des variétés (Blé Tendre et l'orge).....	57
Tableau 14 : Dates, doses et stades d'irrigation .....	59
Tableau 15 : Représente les résultats de la densité apparente .....	60
Tableau 16 Résumé des dates de chaque stade phénologique .....	61
Tableau 17 : Les valeurs moyennes de l'index de tallage (Nombre de talle/plante) .....	64
Tableau 18 : Analyse de variance de l'index de tallage .....	65
Tableau 19 Classification selon le test Newman- keuls .....	65
Tableau 20 Valeurs moyennes du nombre d'épi /m <sup>2</sup> .....	67
Tableau 21 : Analyse de variance nombre d'épi /m <sup>2</sup> .....	67
Tableau 22 Classification selon le test Newman- Keuls -au seuil .....	68
Tableau 23 Valeurs moyennes du nombre d'épi /m <sup>2</sup> .....	69
Tableau 24 Analyse de variance du Nombre d'épillets /épi .....	69
Tableau 25: Valeurs moyennes du Nombre des grains/épi.....	70
Tableau 26 : Analyse de variance du nombre des grains/épi .....	71
Tableau 27 : Valeurs moyennes de. Hauteur de la tige .....	72
Tableau 28 Analyse de variance de Hauteur de la tige .....	72

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 29 : Valeurs moyennes du poids frais (kg/m <sup>2</sup> ).....	73
Tableau 30 : Analyse de variance de Poids frais (kg) .....	74
Tableau 31 : Valeurs moyennes de PMG.....	75
Tableau 32 : Analyse de variance de poids de milles grains (PMG) g.....	75
Tableau 33 Valeurs moyennes du rendement Qx/ha.....	76
Tableau 34 Analyse de variance de Rendement Qx/ha .....	77
Tableau 35 test Newman- keuls.....	77
Tableau 36 : Valeurs moyennes de l'index de tallage.....	79
Tableau 37 : Analyse de variance de l'index de tallage .....	79
Tableau 38 : Valeurs moyennes de Nombre d'épi par mètre cari .....	80
Tableau 39 : Analyse de variance de Nombre d'épi par mètre carré.....	81
Tableau 40 : Classification selon le test Newman- keuls.....	81
Tableau 41 : Valeurs moyennes de Nombre d'épillet par épi.....	82
Tableau 42 : Analyse de variance de nombre d'épillet par épi .....	83
Tableau 43 : Valeurs moyennes de nombre du grain par épi .....	84
Tableau 44 : Analyse de variance de grain par épi .....	84
Tableau 45 : Les valeurs moyennes de la hauteur de la tige obtenue sont indiquées.....	85
Tableau 46 : Analyse de variance de la hauteur de la tige.....	86
Tableau 47 : Classification des moyennes de nombre la hauteur de la tige cm selon le test de NEWMAN-KEULS .....	86
Tableau 48 : Valeurs moyennes du poids total .....	87
Tableau 49 : Analyse de variance du poids total .....	88
Tableau 50 : Valeurs moyennes de PMG vous parlez de PMG et vous dites les valeurs du rendement. ....	89
Tableau 51: Analyse de variation de PMG.....	89
Tableau 52: Classification des moyennes de nombre d'épi par mètre cari selon le test de NEWMAN-KEULS .....	89
Tableau 53 : Valeurs moyennes de rendement en qx/h.....	90
<b>Tableau 54 : Analyse de variance de rendement en qx/h .....</b>	<b>91</b>
Tableau 55: Classification des moyennes de nombre d'épi par mètre cari selon le test de NEWMAN-KEULS .....	91

## LISTE DES ABBREVIATIONS

---

<b>ANRH</b>	: Agence national des ressources hydraulique
<b>DSA</b>	: Direction des services agricoles.
<b>FAO</b>	: Food and Agricultural Organisation.
<b>HP</b>	: Hauteur de plant
<b>ITGC</b>	: Institut Technique des Grandes Cultures.
<b>LCE</b>	: Longueur de col de l'ép
<b>LE</b>	: Longueur d'épi
<b>NE/E</b>	: Nombre d'épillet par épi
<b>NE/m<sup>2</sup></b>	: Nombre d'épis par mètre carré.
<b>NG/E</b>	: Nombre de grains par épi.
<b>NG/m<sup>2</sup></b>	: Nombre de grains par mètre carré
<b>NP/m<sup>2</sup></b>	: Nombre de plantes par mètre carré
<b>PE</b>	: Précocité à l'épiaison
<b>PMG</b>	: Poids de mille grains.
<b>AC</b>	: agriculture de conservation
<b>CV</b>	: coefficient de variation
<b>Da</b>	: densité apparente
<b>GES</b>	: gaz à effet de serre
<b>Ha</b>	: hectare
<b>I.T.A</b>	: institut de technologie agricole
<b>Ns</b>	: non significatif
<b>Q</b>	: quintaux

<b>Hcr</b>	: humidité à la capacité de rétention.
<b>Da</b>	: la densité apparente.
<b>Hp</b>	: humidité pondérale
<b>Da</b>	: Densité apparente
<b>Ps</b>	: Poids du sol sec.
<b>Vt</b>	: Volume du sol
<b>TNK</b>	: test Newman- Keuls
<b>P</b>	: probabilité
<b>T</b>	: traitement
<b>Pt</b>	: poids total
<b>N</b>	: Azote
<b>P</b>	: phosphore
<b>K</b>	: Potassium
<b>TMm</b>	: Température <i>moyenne mensuelle</i>

## Introduction

L'impact des changements climatiques sur l'agriculture a fait l'objet de plusieurs études récentes telles que celles de Mendelson et al. ; (1994) et de Kurukulasurya et al. (2006).

Dans les régions où le climat est favorable, une augmentation modérée des températures offre des conditions nouvelles de cultures et de croissance des récoltes. Passé un certain seuil, le manque de ressources en eau et de croissance des récoltes. (**Gimet ; 2007**).

L'agriculture est sensible aux variations climatiques. Des températures plus élevées diminuent les rendements des cultures tout en entraînant une prolifération des mauvaises herbes et des parasites. La modification des régimes de précipitations augmente la probabilité de mauvaises récoltes à court terme et d'une baisse de la production à long terme. Bien que certaines régions du monde puissent enregistrer une amélioration de quelques-unes de leurs cultures, le changement climatique aura généralement des impacts négatifs sur l'agriculture et menacera la sécurité alimentaire au niveau mondial (**Gerard et al. ; 2009**).

Les céréales sont les plantes les plus cultivées au monde par la superficie et par le volume récolté (**Pastre, 1993**). Elles comptent parmi les cultures vivrières à importance économique mondiale vu qu'elles constituent la première source d'alimentation de la population dans le monde. Elles tiennent la première place quant à l'occupation des surfaces agricoles (**Kellil, 2010**). 70 % de ces terres agricoles mondiales sont emblavées en céréales (Riley et al. ,2009).

Selon la **FAO** (Food and Agricultural Organisation) (2020-2021), la production mondiale de céréales en 2020 ont été relevées de 17 millions de tonnes par rapport aux estimations précédentes datant de février et s'établissent à présent à 2,761 milliard de tonnes, soit une hausse de 7,5 millions de tonnes apportée aux estimations concernent la production mondiale du blé.

En Algérie, le développement de la céréaliculture revêt un caractère stratégique. Dans le programme de développement des productions agricoles, la priorité est orientée essentiellement vers l'intensification des céréales vu leur importance socioéconomique. La céréaliculture est pratiquée essentiellement dans les zones semi-arides où elle occupe une superficie moyenne de trois millions d'hectares. En 2020, la production céréalière totale tournée autour des 40 millions de quintaux. Faisant de l'Algérie un des plus

importants pays importateurs de céréales (Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural, 2013).

Les changements climatiques deviennent au fil du temps des contraintes pour le développement et la croissance des plantes dans leur milieu, notamment dans les zones semi-arides et arides.



**PREMIÈRE PARTIE :**  
**ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

# Chapitre01 : Généralité sur les céréales

## 1. Situation

### 1.1. Situation dans le monde

La culture des céréales représente un secteur économique important, la situation de la céréaliculture est liée à l'évolution des superficies, des productions et par conséquent des rendements obtenus (FAO, 2020).

La production mondiale des céréales atteint un niveau record, qui dépasse les 2,5 milliards de tonnes avec une surface cultivée autour de 691 millions d'hectares, soit plus de 14 % de la surface agricole mondiale, parmi ces céréales, les blés sont les céréales les plus cultivées au monde (USDA, 2013).

Occupant la deuxième place mondiale après le maïs, soit 29% de la production mondiale. Les besoins de consommation des populations ne cessent de s'aggraver au risque de ne pas atteindre le niveau de sécurité alimentaire.

Les dernières prévisions de la FAO concernant les échanges mondiaux de céréales en 2021-2022 ont été légèrement relevés depuis juin et s'établissent à présent au niveau record de 472 millions de tonnes, soit une hausse de 0,8% par rapport au volume de 2020-2021(FAO, 2021).

### 1.2. En Algérie

La culture des céréales toujours semble-t-il occupe en Algérie une superficie territoriale importante par rapport aux autres spéculations agricoles qui est estimé à 6 millions d'hectares, soit la superficie totale des céréales, chaque année 3 à 3,5 millions d'hectares sont emblavés, le reste étant consacrée à la jachère. Quant à la production, elle reste faible, ceci ne couvre pas les besoins estimés à 100 millions de quintaux pour l'an 2000 (Feliachi K, 2002 ; Ben Belkacem K, 2003).

La céréaliculture Algérienne est essentiellement le blé dur, le blé tendre et l'orge, la production des céréales occupe environ 80% de la superficie agricole utile (SAU) du pays (Djermoun, 2009).

Les besoins de l'Algérie en céréales sont estimés à environ 8 millions de tonnes par an, Ces besoins ne cessent de croître au fil des années (OAIC, 2013).En relations avec le



marché mondial, les produits céréaliers représentent plus de 40% de la valeur des importations algérienne des produits alimentaires qui occupent le premier rang (Djermoun, 2009).

Les besoins de l'Algérie en céréales sont estimés à environ 8 millions de tonnes par an, Ces besoins ne cessent de croître au fil des années (OAIC, 2013). En relations avec le marché mondial, les produits céréaliers représentent plus de 40% de la valeur des importations algérienne des produits alimentaires qui occupent le premier rang (Djermoun, 2009).

Le graphique suivant représente l'évolution de production des principales céréales en Algérie Durant les deux périodes 2000-2009 et 2010- 2017.

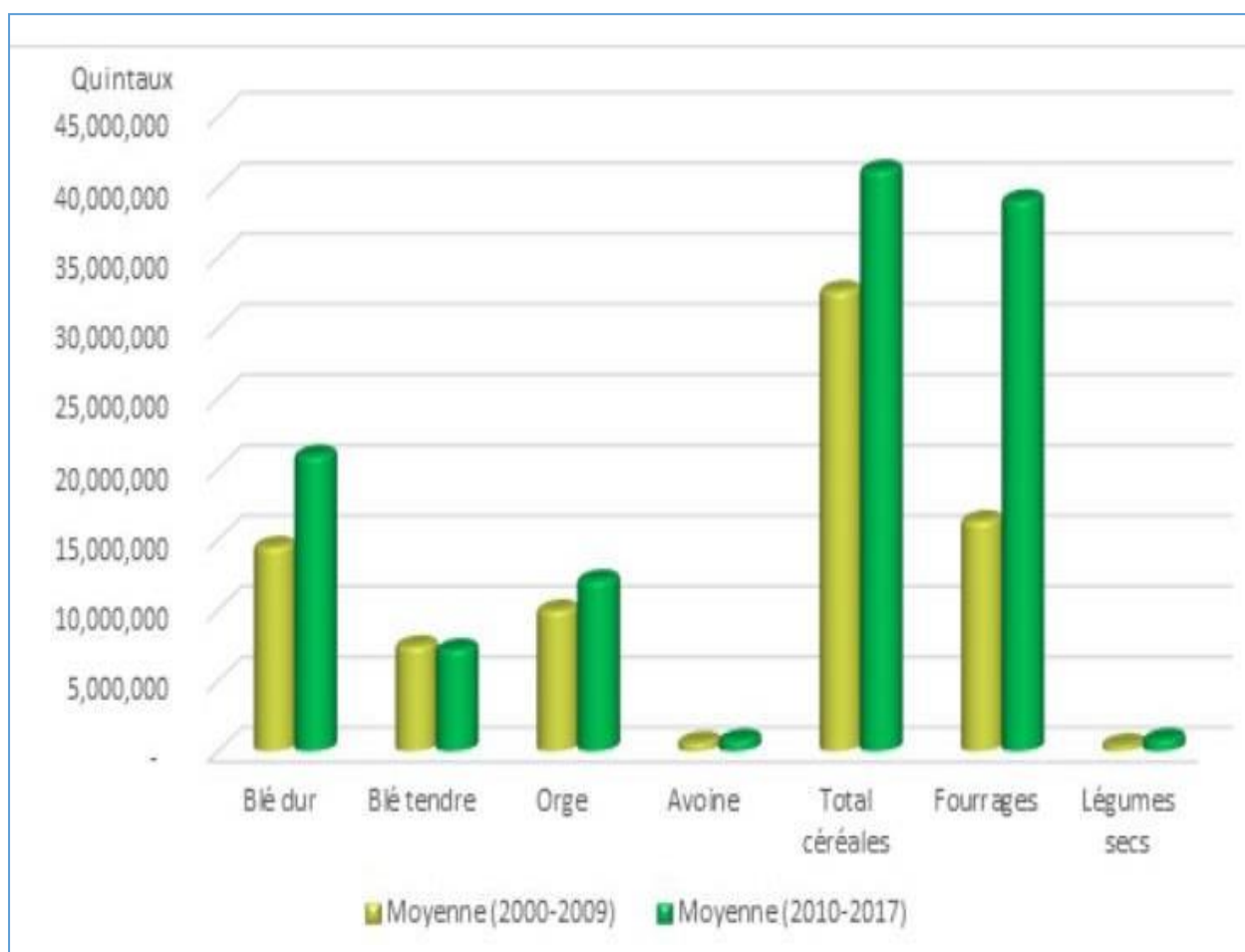


Figure1 Production de céréales en Algérie durant les deux périodes 2000-2009

## 2. Importances agronomiques et socio-économiques

Les céréales constituent la plus importante source d'alimentation au monde. Environ 70% des terres destinées pour les cultures vivrières sont consacrées aux cultures céréalières (Riley *et al.*, 2009).

Le blé vient en tête des productions céréalières et représente environ un tiers du total mondial, l'orge est classé le quatrième après le blé, il est produit à 60 % en Europe (Simon *et al.*, 1989).

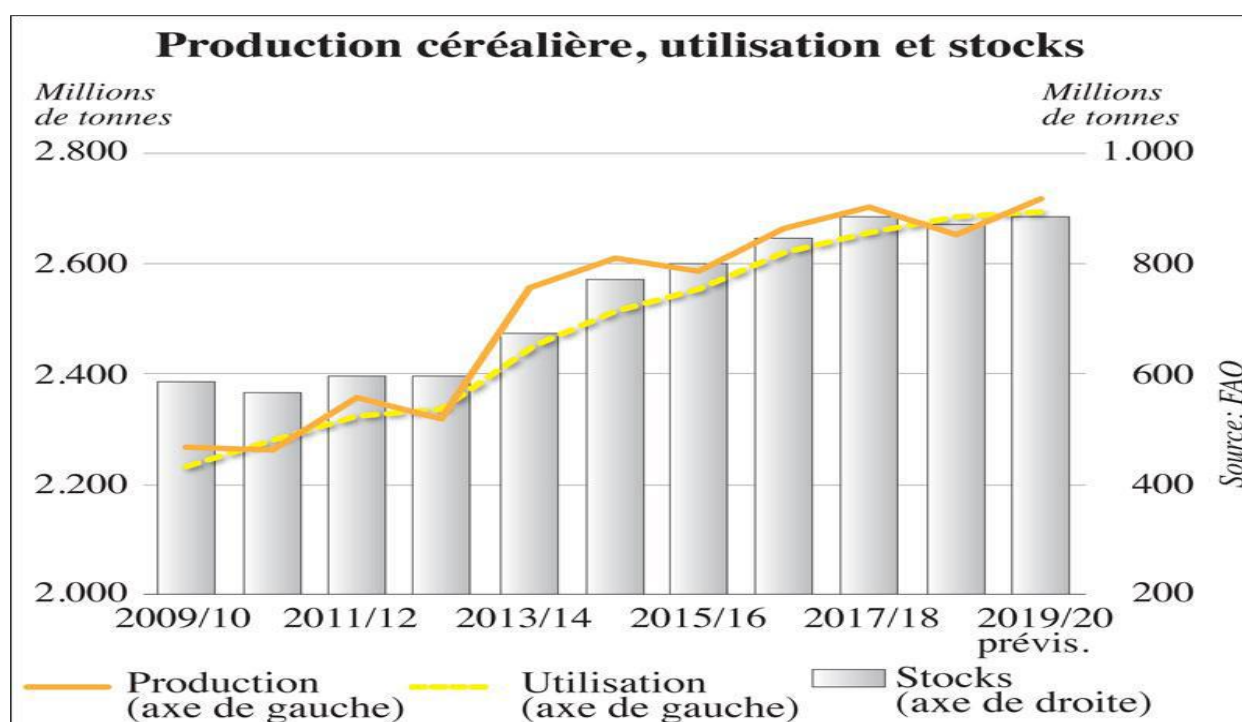


Figure 2 la production, l'utilisation et les stocks mondiaux des céréales durant les 10 dernières années

FAO, 2020

En Algérie, la céréaliculture revêt un intérêt agro-alimentaire et socio-économique important. Les céréales d'automne (blé dur, blé tendre et orge) ont une importance stratégique dans la nutrition humaine et l'alimentation animale. Les céréales et leurs dérivées fournissent plus de 60% de l'apport calorifique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire. La consommation des produits céréaliers avoisine les 205 kg /habitant /an (Chehat, 2007).

De fait, l'Algérie est l'un des plus grands pays consommateurs de céréales au monde et figure ainsi parmi les plus grands pays importateurs de blés au monde. Elle fait partie, depuis le milieu de la décennie 2000, d'un cercle restreint composé de 6 pays dont les

importations sont supérieures à 5 millions de tonnes/an. Elle est le troisième importateur au monde de blé tendre et le premier importateur mondial de blé dur (50 % des échanges mondiaux).

En 2017, le ratio de dépendance de l'Algérie aux importations de céréales est de 72,2 %, ce qui signifie que plus de 70 % des besoins en céréales sont couverts par les importations. Concernant le blé, la couverture des besoins nationaux en blé tendre est assurée à 78 % par les importations et à près de 45 % pour le blé dur.

Selon la **FAO, 2004**, actuellement, seul les variétés de blé tendre et blé dur ont une importance commerciale internationale, car elles sont adaptées à leurs milieu et fournissent l'essentiel des programmes de cultures céréalières.

### **3. Etude botanique**

#### **3.1. Classification**

**Tableau 1: Selon (Feillet, 2000) Classification des céréales**

	<b>Blé Dur</b>	<b>Blé Tendre</b>	<b>Orge</b>
<b>Règne</b>	Plantae	Plantae	Plantae
<b>Division</b>	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta
<b>Classe</b>	Liliopsida	Liliopsida	Liliopsida
<b>S/Classe</b>	Commelinidae	Commelinidae	Commelinidae
<b>Ordre</b>	Cyperales	Poales	Poale
<b>Famille</b>	Poaceae	Poaceae ex Graminée	Poaceae ex Graminée
<b>S/ Famille</b>	Pooideae	Triticeae	Hordeoideae
<b>Genre</b>	<i>Triticum</i>	<i>Triticum</i>	Hordeum
<b>Espèce</b>	<i>Triticumdurum</i>	<i>Triticumaestivum</i>	Hordeumvulgare

### **4. Biologie des céréales**

Biologie de blé qu'elle soit vivace ou annuelle, toutes les graminées ont un rythme de végétation et de fructification annuel. Au cours de ses différents stades de croissance, le blé présente des exigences variables en eau et en matières minérales (Gate et al., 1997 in Nadjem, 2012).

## **4.1. Cycle de développement de blé**

### **➤ 4.1.1. Période végétative**

La durée de cette période s'étale du semis jusqu'au début de montaison, elle est caractérisé par trois phases :

#### **4.1.1.1. Phase de germination**

La germination exige certaines conditions de milieu comme l'hydratation du grain qui doit être au moins de 30 %, avec la présence d'O<sub>2</sub> libre et une température de 2 °c. Au cours de cette étape, il y a gonflement du grain par absorption d'eau puis à la base du grain (place du germe) il se dégage la première feuille, les premières racines (séminal) et une tige portant les premières feuilles (Clément, 1971).

#### **4.1.1.2. Phase de levée**

La levée commence quand la plantule sort de la terre et que la première feuille pointe au grand jour son limbe (Henry et al, 2000) .

#### **4.1.1.3. Tallage**

Le tallage vient après la levée, et continue jusqu'à l'apparition du premier nœud. Au cours de cette phase, il y a ramification de la tige et apparition de nouvelles racines appelées adventives, de nouvelles feuilles sur chaque tige (Henry et al, 2000).

### **➤ 4.1.2. Période reproductrice**

#### **4.1.2. 1. Phase montaison-gonflement**

L'allongement des talles s'accélère et les talles qui n'ont pas montés régressent et finissent par mourir, au cours de cette période de reproduction.

#### **4.1.2. 2.Phase d'épiaison-floraison**

Cette phase est atteinte quand 50 % des épis sont à moitié sortis de la gaine de la dernière feuille, elle correspond au maximum de la croissance de la plante qui aura élaboré les trois quarts de la matière sèche totale et dépend étroitement de la nutrition minérale et de la transpiration qui influencent le nombre final de grains par épi (Gate, 1995).

#### **4.1.2. 3. Phase floraison-fécondation**

Cette phase se caractérise par la formation des organes floraux. La floraison correspond à la sortie des étamines, lorsque les anthères sortent les glumelles. Cette phase correspond au début de la formation des grains.

### ➤ **4.1.3. Période de maturation**

C'est la période de formation et de dessiccation du grain, on peut diviser pratiquement en trois phases :

#### **4.1.3.1 Phase maturation laiteux.**

Maturité physiologique Avant d'atteindre ce stade, le grain passe par un certain nombre d'étapes (figure 3) quand le grain renferme un pourcentage d'humidité d'environ 40 % , on dit que le grain est à maturité physiologique et à partir de cela commence la déshydratation jusqu'à atteindre 13 % qui représente la maturité complète. La période qui sépare la maturité physiologique et la maturité complète est appelée palier hydrique ( **M.Karrou et al., 2001** ).

##### **4.1.3.1.2 .Phase maturation pâteux.**

Du stade laiteux au stade grain pâteux, la croissance et le remplissage des grains sont intenses (figure 3) . Au stade grain pâteux le grain atteint environ 45 % de son poids d'eau ( **M.Karrou et al . , 2001** ) .

##### **4.1.3.1.3 Phase maturation complète**

A ce stade, les épis sont de couleur jaune et la migration de matière sèche vers les grains s'arrête complètement. Ainsi, le remplissage des grains est achevé et les poids sec du grain atteint sa valeur maximale ( **M.Karrou et al . , 2001** ).

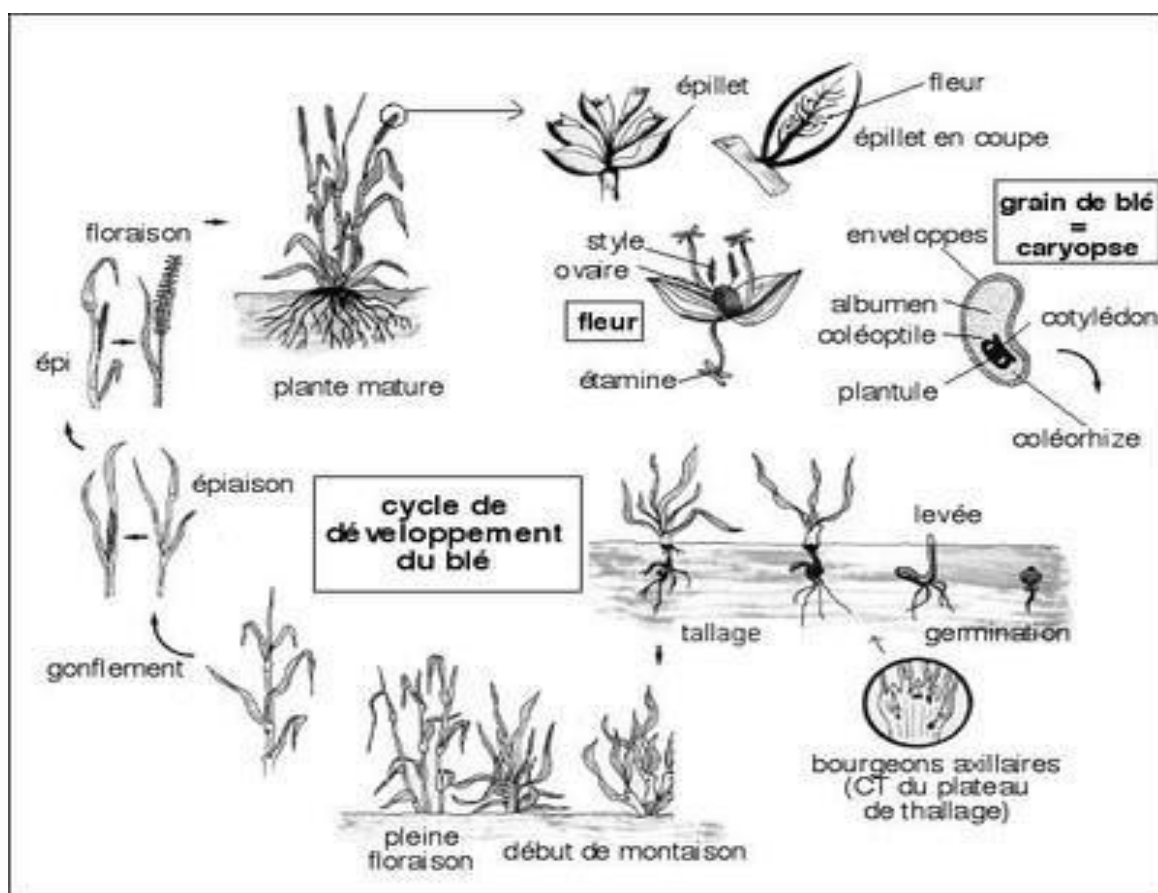


Figure 3 : Cycle végétatif d'une céréale (Henry et DeBuyserd ,2000).

## 5. Exigences du blé

### 5.1. Exigences Climatiques

#### 5.1.1. Eau

L'eau constitue le véhicule 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 550 et 600 mm par an (Soltner, 2000).

Les besoins en eau correspondant au bon rendement sont de l'ordre de 450 à 650 mm, bien répartie selon le climat et la longueur du cycle végétatif (Kelkouli M, 2008).

D'après (Slotner,1998), il existe trois périodes critiques du développement qui nécessitent des quantités importantes d'eau : levée, différenciation des pièces florales (finde

tallage à début montaison) et remplissage des grains est primordial pour obtenir un meilleur poids de mille grains, par conséquent un bon rendement.

Les résultats d'une étude soulignent clairement l'effet pénalisant du manque d'eau sur la physiologie de la plante et les composantes du rendement. L'étude montre qu'un déficit hydrique survenant au stade jeune tallage réduit surtout la croissance en hauteur et le nombre d'épis par unité de surface. Par contre, lorsque ce déficit survient aux stades gonflement ou anthèse, il réduit plutôt le poids des grains et le rendement en grain.

### **5.1.2 .Température**

Le blé est moins sensible à la température durant sa phase végétative par rapport à sa phase reproductive. (Entezet Fowler, 1988) De plus, Le zéro de germination du blé est de 0°C. (Simon et al., 1989).

D'après (J.Prats, 1971) température de 150°C entre le semis et la levée, 500°C entre la levée et le tallage, 850°C entre la montaison et la floraison ensuite 850°C entre la floraison et la maturité ce qui donne une somme totale de tout le cycle est de 2350°C.

### **5.1.3. Lumière.**

La lumière Pour une même variété de blé dur la durée de la période végétative est végétative réduite (Moule, 1980) Selon (Simon, 1989) pour avoir un bon peuplement, il faut garantir pour le blé un éclairage optimal assurant une densité de semis adéquate.

La lumière est un paramètre climatique indispensable qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé. Selon Soltner (1988) ; le bon tallage est garanti, si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclairage.

## **5.2. Exigences édaphique.**

### **5.2.1. Sol**

Les textures idéales sont limoneuses, argilo-siliceuses et argilo-calcaire riches en éléments fertilisants stable et à pH approchant de la neutralité (Prats, 1971). Il est important que l'enracinement soit abondant et actif et que l'eau et divers éléments minéraux arrivent en contact du système racinaire, donc le sol doit être assez profond bien ameubli et de bonne structure pour conserver l'humidité en fin du cycle (Soltner, 1998).

Le sol agit par l'intermédiaire de ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Il intervient par sa composition en éléments minéraux, en matière organique et par sa structure, et jouent un rôle important dans la nutrition du végétal, déterminant ainsi l'espérance du rendement en grain. La plante, par son système racinaire en croissance, se comporte comme un ensemble de capteurs souterrains répartis spatialement jouant le rôle de surface d'échange avec le sol, et d'un système de transport de l'eau jusqu'au collet, à la surface du sol (**Oliosio, 2006**).

### 5.2.2. Les éléments fertilisants

Les besoins du blé en éléments fertilisants sont compris entre 2.8 et 3.2 kg d'azote, 1 et 1.6 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 3 et 4.8 kg de K<sub>2</sub>O par quintal de production (grain + paille) (**Benaouda et Karrou, 1994**).

### La fertilisation

La fertilisation est raisonnée sur le principe de la restitution au sol des quantités d'éléments (N P K) fertilisants prélevés par les récoltes. Le blé a besoin de ces trois éléments essentiels et le rôle de chaque élément sur le plan de blé est le suivant

- **Azote** C'est un facteur déterminant du rendement il permet la multiplication et l'élongation des feuilles et des tiges. Il a comme rôle d'augmentation de la masse végétative. C'est un élément très important pour le développement du blé (**Viaux, 1980**)
- **Potassium (K)** Il régule les fonctions vitales de la croissance végétale. Il est nécessaire à l'efficacité de la fumure azotée. Il permet une économie d'eau dans le tissu de la plante. Il assure une meilleure résistance contre la verse et contre les maladies. Les besoins en potassium des céréales peuvent être supérieurs à la quantité contenue à la récolte 30 à 50 kg de K/ha (**Balaid, 1987 in Ouanzar, 2012**).
- **Le phosphore** Il favorise le développement des racines, sa présence dans le sol en quantités suffisantes est signe d'augmentation de rendement. Les besoins théorique en phosphore sont estimés à environ 120Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (**Balaid, 1987 in Ouanzar, 2012**).



## 1.6. Zones de culture et contraintes de production

Evolution de la culture céréalière au niveau national :

La céréaliculture, d'une manière générale, est pratiquée dans la moitié des exploitations agricoles, qui sont au nombre de 588 621 en 2001. Il est aussi possible de préciser les limites des zones géographiques où la céréaliculture domine. A cet effet, on distingue trois zones céréalières en fonction des quantités de pluie reçues au cours de l'année et des quantités de céréales produites (**Chehat, 2005**).

### **A) Une zone à hautes potentialités (Z1)**

on y trouve une pluviométrie moyenne supérieure à 500 mm/an, avec des rendements moyens de 20qx/ha (plaines de l'Algérois et Mitidja, bassin des Issers, vallées de la Soummam et de l'Oued El Kébir, vallée de la Seybouse...). Cette zone couvre une SAU de 400 000 ha dont moins de 20% sont consacrés aux céréales.

### **B) Une zone à moyennes potentialités (Z2)**

Caractérisée par une pluviométrie supérieure comprise entre 400 et 500 mm/an, mais sujette à des crises climatiques élevées, les rendements peuvent varier de 5 à 15qx/ha (coteaux de Tlemcen, vallées du Chélif, massif de Médéa...). La zone englobe une SAU de 1 600 000 ha dont moins de la moitié est réservée aux céréales.

**C). potentialités (Z3)** : caractérisée par un climat semi-aride et située dans les hauts plateaux de l'Est et de l'Ouest et dans le Sud du Massif des Aurès. La moyenne des précipitations est inférieure à 350 mm par an. Ici, les rendements en grains sont le plus souvent inférieurs à 8qx/ha. La SAU de la zone atteint 4,5 millions d'ha dont près de la moitié est emblavée (Figure 4).

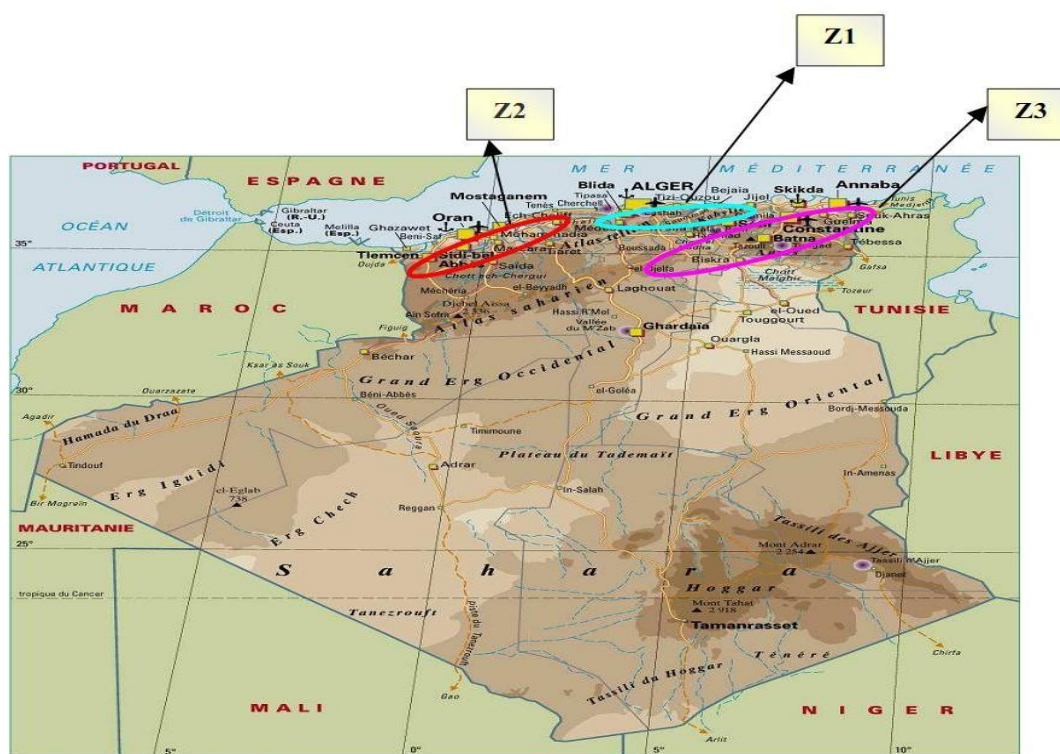


Figure 4 : Localisation des zones céréalières en Algérie.(Belaid, 1986)

## 1.7. Contraintes de production

En zones semi-arides la culture de blé est confrontée à plusieurs contraintes d'ordre biotiques et surtout abiotiques qui limitent fortement le potentiel de production (Annichiarico et al., 2005, 2006).

Parmi les stress abiotiques qui caractérisent ces milieux de culture figure les stress, hydrique et thermique qui sont considérés comme les facteurs les plus importants limitant la production de cette espèce (Chaves et al., 2002).

En plus les aléas climatique, l'instabilité de la production est également imputée à d'autre facteur comme ou en citant, l'itinéraire technique qui n'est pas toujours ce qu'il devrait être, en termes de dates de semis, de densités de semis, de fertilisation et de désherbage (Djenane, 1998).

En milieux variables la plante est le plus souvent soumise à une série de contraintes de nature abiotique qui réduisent sa capacité de reproduction (Djekoun et Ykhlef, 1996).

Les plus importantes de ces contraintes sont le manque d'eau et les hautes températures de fin de cycle. Les stress hydriques et thermiques sont des phénomènes complexes de par la variation de leur intensité et durée. Ils endommagent irréversiblement, selon le stade végétatif, la fonction ou le développement d'une partie ou de la totalité d'une plante (Fellahi et al., 2017).

### **1.7.1 .Stress thermique**

La température est un important facteur qui détermine le rythme de développement et donc la durée des phases végétatives de la plante (Hannachi, 2013).

Les besoins en températures pour tout le cycle du blé tendre varient entre 1900 et 2400 °C jours (Jamieson et al., 2000).

La température moyenne optimale pour la croissance et le développement du blé se situe entre 15 et 18 °C. 20°C étant la température optimale pour le remplissage des grains. Des températures au-dessous et au-dessus de ces seuils sont largement présentes dans les environnements où la culture de blé est pratiquée (Fellahi, 2017).

### **1.7. 2. Stress hydrique**

La céréaliculture algérienne est de type pluvial et est soumise à de fortes contraintes abiotiques (Makhlouf et al., 2012 ; Belagrouz, 2013).

Le déficit hydrique constitue le principal facteur limitant (Badrani, 2004 ; Chennafi et al., 2006),

Non seulement par le manque de précipitations, mais aussi par la mauvaise répartition spatiotemporelle des pluies pendant l'année. En agriculture, la sécheresse est définie comme un déficit marqué et soutenu des précipitations qui réduit significativement les produits agricoles (Labdelli, 2012).

L'Algérie représente l'une des zones de diversité génétique les plus riches, où l'on peut recenser une grande variété de milieux agro-écologiques ; néanmoins la caractéristique aléatoire des précipitations annuelles et les sécheresses imprévisibles et sévères viennent souvent aggraver la situation (Abdelguerfi, 1994)

Le stress hydrique se traduit chez la plante par une série de modifications qui touchent les caractères morphologiques, physiologiques et biochimiques, à partir du moment où les besoins en eau de la plante sont supérieurs aux quantités disponibles.

Il s'exprime en premier lieu au niveau des feuilles, et s'étend par la suite vers la tige et les racines (**Hacini, 2014**).

L'effet du stress dépend de son degré, sa durée, le stade de développement de la plante, le génotype et son interaction avec l'environnement (**Foudili et Gasmi, 2017**).

Un déficit hydrique au stade montaison réduit la vitesse de croissance des cellules de la tige (**Benderradji, 2013**) et provoque une diminution du nombre de talles fertiles dont la conséquence est une réduction du nombre de grains / m<sup>2</sup> (**Loucif et Mahmoudi, 2018**).

Au stade floraison, la sécheresse réduit le nombre de fleurs fertiles par épillet (**Debaeke et al.,1996**). Au cours du remplissage des grains, le manque d'eau a pour conséquence une réduction de la taille des grains (échaudage), réduisant ainsi le rendement final (**Gate et al., 1993**).

### **1.7.3. Contraintes techniques**

Selon (Allaoui,2005, Amrani M ,2006 ; Hamadache M; 2013;AIC;2018 ) il y a Plusieurs facteurs peuvent être en cause

- ✓ Le travail du sol retardé par la sécheresse automnale.
- ✓ L'absence de l'analyse du sol.
- ✓ Le travail du sol et standardisée avec l'utilisation d'outils non adaptés au sol.
- ✓ Le travail du sol retardé par la sécheresse automnale.
- ✓ Le semis effectué souvent au-delà des délais techniques requis, fréquemment à la volée.
- ✓ Les doses des semis appliquées souvent excessives (avoisnant les 200 Kg /ha). Le faible niveau d'utilisation des engrais, particulièrement pour la fertilisation azotée.
- ✓ Le faible niveau d'utilisation des engrais, particulièrement pour la fertilisation azotée.
- ✓ Le faible recours à l'irrigation pour la sécurisation de la production. L'absence de choix variétale et de l'identification des variétés selon des potentialités locales et les risques climatiques de la zone .
- ✓ L'absence de traitement de semences autoproduites.

- ✓ L'application non raisonnée des fertilisants, l'application tardive de désherbage et l'absence des traitements phytosanitaires.
- ✓ La faible mécanisation.
- ✓ La protection des cultures contre les insectes ravageurs et les maladies cryptogamiques insuffisantes.
- ✓ Les pertes importantes à la récolte.

### **1.8. Productions et rendements dans la zone du Haut Cheliff**

La wilaya d'Ain-Defla (**Haut Cheliff**) s'étend sur une superficie de 4544,28 km<sup>2</sup>. Elle recouvre une superficie agricole totale (SAT) de 235 611 ha soit 51.8% de la superficie totale de la wilaya. La superficie agricole utile (SAU) est de l'ordre de 181 676 ha soit 77.1% de la SAT. Elle était de 170 384 ha en 1998 soit une augmentation absolue de 11 292 ha de 1998 à 2011

D'après les statistiques agricoles au niveau de la wilaya, les céréales occupent la plupart de la superficie agricole et représentent 41 % de cette superficie. Dans la wilaya d'Ain Defla le blé dur est considéré comme le principal produit céréalier, avec une production.

**Tableau 2 : Evolution de la superficie, de la production et du rendement de blé dur durant la période 1989-2021 de la wilaya Ain Defla (DSA, 2021).**

Campagnes	Blé dur		Blé tendre		Orge	
	Production (Qx)	Rendement (Qx/ha)	Production (Qx)	Rendement (Qx/ha)	Production (Qx)	Rendement (Qx/ha)
1989-1990	60371	9	23851	8	41391	7
1990-1991	318070	13	138000	15	366000	14
1991-1992	387900	13	193300	15	398700	15
1992-1993	190000	8	35000	11	45000	3
1993-1994	75000	14	16000	13	800	5
1994-1995	625000	12	132000	12	200000	12
1995-1996	924656	16	263404	18	468094	18
1996-1997	146560	6	21400	7	58810	7
1997-1998	480821	11	233150	16	263296	12
1998-1999	480000	10	230500	13	285960	13
1999-2000	141400	9	50000	8	54300	8
2000-2001	512520	9	262870	17	354490	17
2001-2002	600000	12	160000	11	210280	16
2002-2003	1067570	20	290550	22	246780	19
2003-2004	660000	13	180000	13	203000	14
2004-2005	468714	10	148200	11	199540	11
2005-2006	643084	14	177775	14	239085	12
2006-2007	1028320	20	285120	22	352220	18
2007-2008	630450	13	173400	12	222460	11
2008-2009	1246000	23	289150	25	359845	20
2009-2010	859255	16	86532	19	257536	14
2010-2011	1203855	22	108824	23	295537	18
2011-2012	1561966	27	147773	29	329267	19
2012-2013	1397000	24	127000	25	325000	18
2013-2014	686500	15	32000	13	170500	13
2014-2015	1 000 981	18	41 954	19	208 236	12
2015-2016	1 026 300	23	47 220	22	214 000	14
2016-2017	1150000	21	36000	18	263000	16
2017-2018	1527458	28	54000	31	354035	21
2018-2019	1642400	29	52600	30	332500	20
2019-2020	1063320	24	32361	23	141348	12
2020-2021	433834	13	17409	16	62794	8

# **CHAPITRE 02 : CLIMAT ET PRODUCTION DES CÉRÉALES**

## **2.1.Généralité sur le climat**

Le climat est l'état physique de l'atmosphère en un lieu et à un moment donnée. Correspond à la distribution statistique des conditions de l'atmosphère terrestre dans une région donnée pendant une période de temps donné. La météorologie désigne la prévision du climat à venir à court terme et dans des zones ponctuelles. Le climat est une ressource naturelle qui affecte une bonne partie des activités humaines telles que la production agricole, la consommation d'énergie et l'utilisation de certaines ressources telle que l'eau (ONM, 1992).

Et défini aussi Est l'ensemble des phénomènes météorologiques (température, pression atmosphérique, vents, précipitation) qui caractérisent l'état moyen de l'atmosphère et son évolution en un lieu donné. Les climats dans le globe terrestre ont été classifiés selon plusieurs méthodes. Entre autres celle reposant sur les considérations du confort thermique de l'homme, et qui réduit les climats de base à quatre (Nouibet, 1997)

- Climats arides,
- chauds et humides.
- Climat méditerranéen.
- Climat tempéré.
- Climat froid.

L'évolution du climat est marquée par des changements importants au niveau planétaire. Parmi ces changements, on note la variation de la température et de la pluviométrie. La fin du siècle passé a connu une augmentation de température de l'ordre de 0.2° C par décade (Hansen et al, 2006).

Ces changements ont été liés en grande partie aux activités humaines dont l'émission de gaz à effet de serres (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'évolution du climat, (GIEC 2007).

### **2.1.1Climat en Algérie**

L'Algérie, se caractérise au nord par un climat typiquement méditerranéen (MATE, 2010), avec des étés chauds et secs, des hivers doux et humides (400 mm à 1 000 mm de pluie par an). Sur les Hauts Plateaux et dans l'Atlas saharien, par des précipitations peu abondantes

(200 mm à 400 mm par an). Enfin, par des précipitations inférieures à 130 mm/an, et une amplitude thermique très importante (de 49 °c le jour à moins de 10 °c la nuit) en région Saharienne. (Encarta,2003).

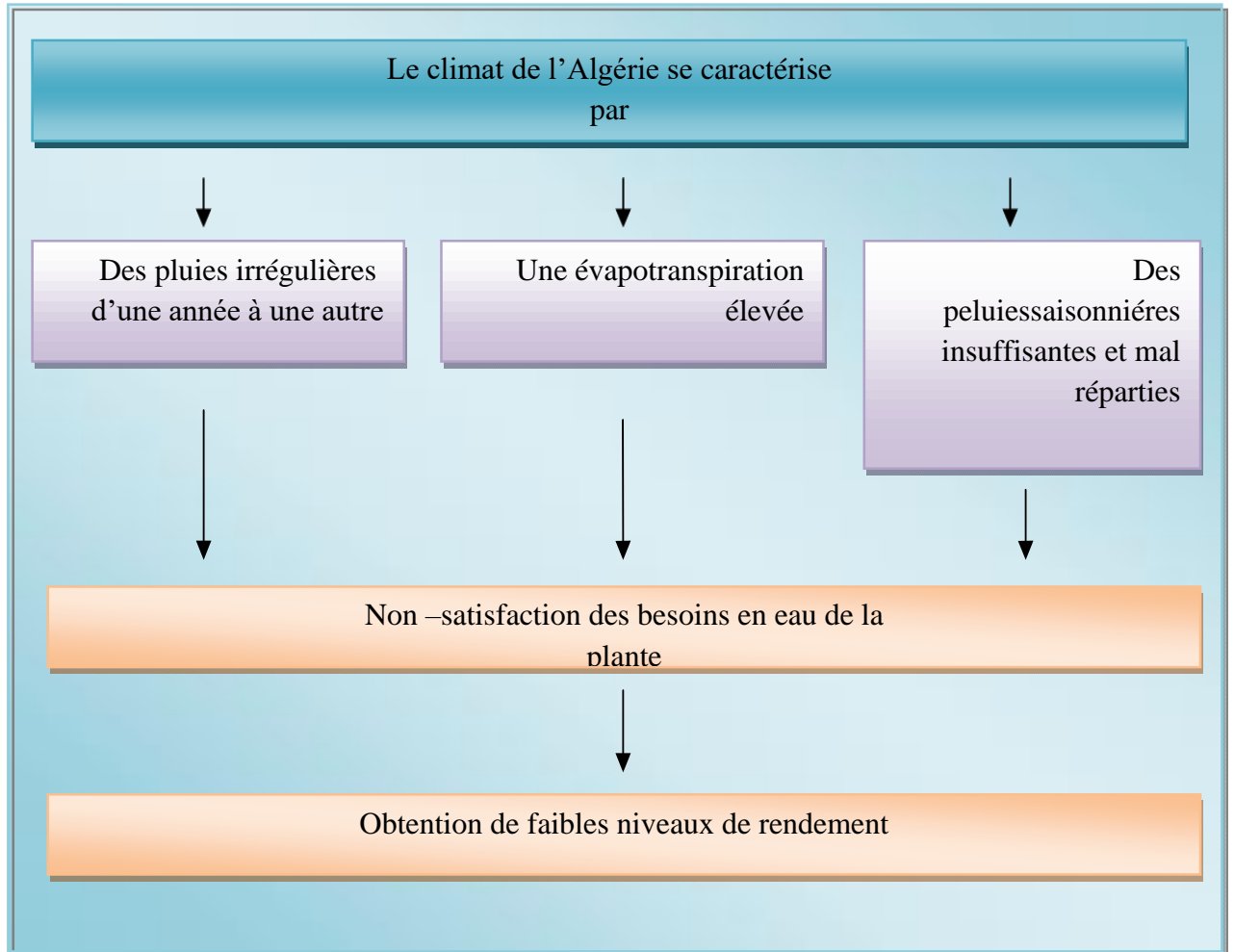


Figure 5 :Schéma simplifié de la caractérisation du climat en Ain defla (ITGC, 2018).

ITGC, 2018

### 2.1.2. Climat de la wilaya d'Ain Defla

Bien que la wilaya d'Ain-Defla ne se trouve à vol d'oiseau qu'à 12 Km de la mer, au Nord de Tacheta Zoug agha, elle se caractérise cependant par un climat continental caractérisé par toute sa rigueur (DSA ,2018).



### 2.1.2.1. Les éléments du climat

Les éléments principaux qui interviennent directement dans l'étude d'un climat sont essentiellement :

- La température de l'air dont l'amplitude thermique est un indice caractéristique aussi bien pour l'année que le mois et la journée (Revue semestrielle, 2015).
- Les précipitations elles désignent tous corps liquides ou solides qui tombent du ciel (neige, pluie, grêle,...etc) (Revue semestrielle, 2015).
- Le vent qui intervient dans la dispersion des fragments de thalles et des spores mais favorise aussi la dessiccation des thalles (Site1).
- Humidité il' agit d'un élément important du cycle hydrologique contrôlant entre autre l'évaporation du sol et la transpiration du couvert végétal (Site1).
- La lumière qui module l'activité des photosymbiotes (synthèse de polyols, etc.) et des mycosymbiotes (fabrication de substances pour optimiser la photosynthèse) (Site1).

La précipitation, la température, la vitesse du vent ,la durée d'insolation,...sont des facteurs climatiques qui jouent un rôle déterminant dans le développement des cultures et l'estimation du potentiel de leur rendement (**Bouazzaet al., 2002**). Ces paramètres sont facilement mesurables par les stations météorologiques équipées de l'ensemble des instruments de mesures.

L'analyse climatique est basée sur les données de la station météorologique de l'ONM de Chleff pour la période qui s'étale de 1978 à 2007 pour les précipitations et la température; la période s'étalant de 1981 à 2000 est considérée pour la durée d'insolation et la vitesse du vent.

#### a. LA température

Est un facteur très important en interaction avec les autres facteurs météorologiques tels que la précipitation, l'humidité et l'évapotranspiration, qui interviennent dans tous les stades de développement de la culture du blé. L'augmentation de la température entraîne une augmentation des besoins en eau d'une culture, et elle gêne souvent les capacités photosynthétiques des cultures qui affectent les rendements.

Les températures moyennes mensuelles, entre novembre et avril, sont inférieures à la moyenne annuelle qui est de 19,7°C par contre supérieure à celle du mois de mai à octobre.

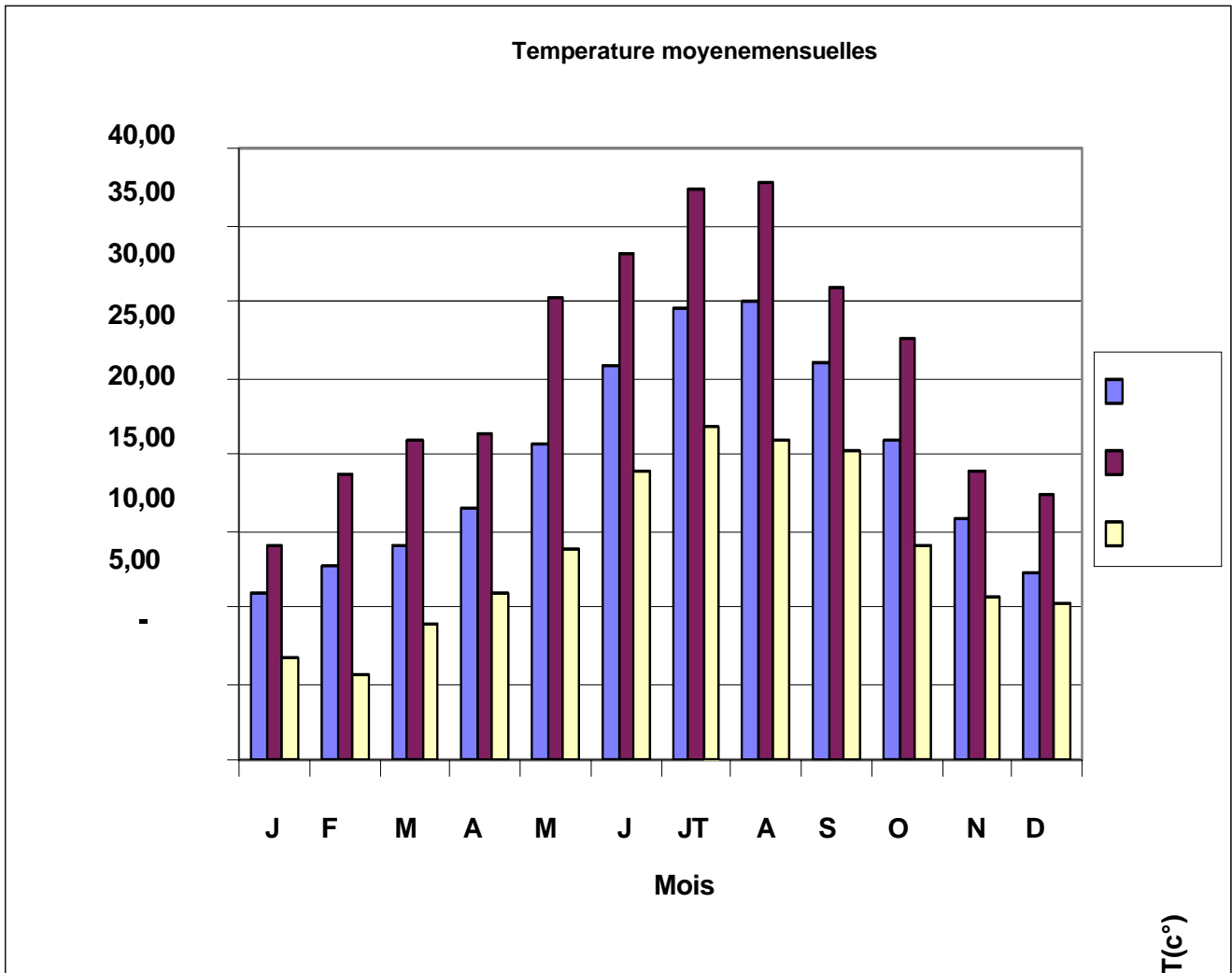


Figure 6 : Histogramme de variations des températures moyennes mensuelles (1978-2007).

La figure 6, montre que les maxima d'été atteints les 38°C au mois d'août. Par ailleurs, les minima d'hiver sont de l'ordre de 5,5 au mois de février. Il en résulte, que l'amplitude thermique est grande et non constante au cours de l'année, elle varie entre 7,09°C en décembre et 17°C en août, divisant ainsi l'année en deux saisons : une froide et une autre chaude.

La température est un facteur très important en interaction avec les autres facteurs météorologiques tels que la précipitation, l'humidité et l'évapotranspiration, qui interviennent dans tous les stades de développement de la culture du blé. L'augmentation de la température

entraîne une augmentation des besoins en eau d'une culture, et elle gêne souvent les capacités photosynthétiques des cultures qui affectent les rendements.

### b. Précipitations

La précipitation est l'un des facteurs qui influencé sur la croissance et le développement du blé

Dont la variabilité du rendement dépend généralement de la variabilité des pluies

La répartition annuelle des précipitations

La région d'Ain Defla est caractérisé par une pluviométrie annuelle très variable, elle de 627.1 mm en 2009 et de 326.7 mm en 20

#### La répartition mensuelle des précipitations

La pluviosité mensuelle est nettement variable, la distribution des précipitations mensuelles est irrégulière sur toute l'année (figure 7)

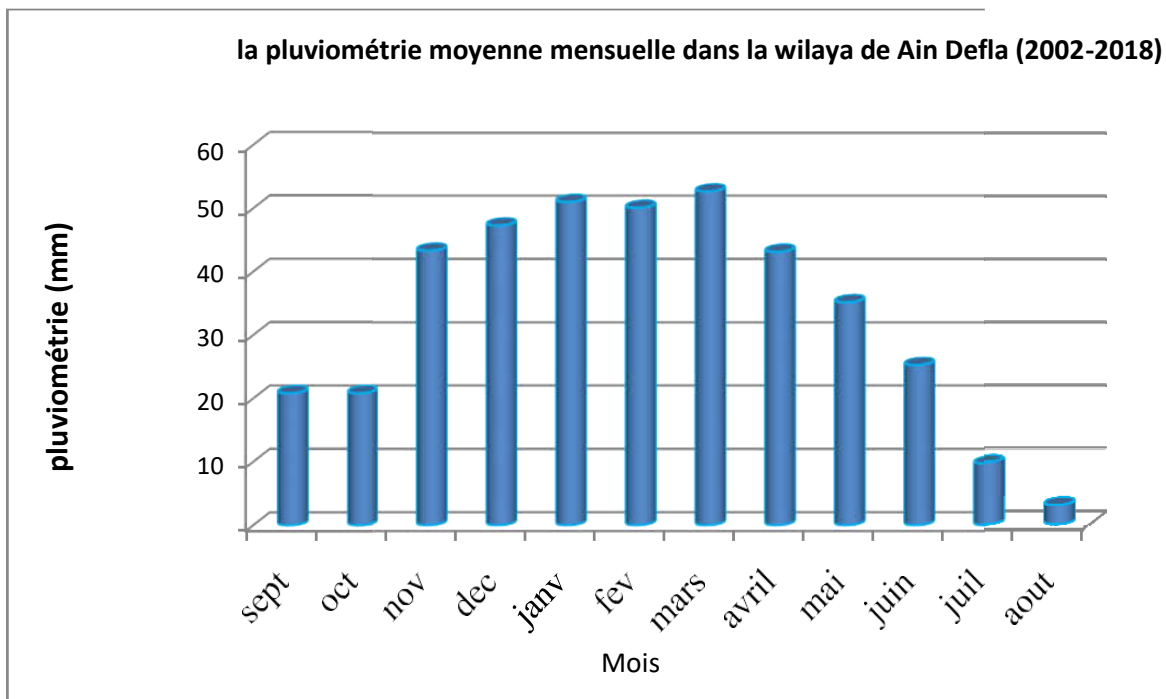


Figure 7 : Répartition moyenne mensuelle des précipitations (ONM, 2018).

D'après la figure ci-dessus en remarque qu'il Ya une fluctuation dans la distribution moyenne.

Mensuelle des précipitations, dont les mois les plus pluvieuses sont ceux des mois de Janvier, Février et Mars avec une moyenne mensuelle de l'ordre de 51.03, 50.11 et 52mm /mois successivement, alors que les mois les plus secs sont ceux des mois de juillet et août avec une moyenne mensuelle comprise entre 9.73 et 2.99 mm/mois

### **2.2. Facteurs climatiques influençant la production des blés et orge (céréales)**

De nombreux facteurs climatiques affectent la production de blé et d'orge, à mesure que le rendement et la qualité diminuent

#### **2.2.1. La température**

Pour une bonne germination, le blé dur, généralement, a besoin d'un minimum température de 3 à 5 °C, alors que sa température optimale de développement se situe entre 16 et 25 °C. Au-delà de 32 °C, les dommages sont irréversibles et pouvant aller jusqu'à la destruction de la plante (*Haddad, 2010 ; Wardlaw et Moncur, 1995 ; Belhassen et al., 1995*)

- Aux hauts plateaux, les basses températures qui coïncident avec le stade floraison (gelées printanières) provoquent la coulure des fleurs et affectent le rendement de la culture.
- Les hautes températures sèches (vents chauds), coïncidant avec le stade de remplissage des grains, provoquent l'échaudage, affectant ainsi le rendement et la qualité du grain (Haddad, 2010).

Le blé correspond à un temps modérément froid lors des premières phases de croissance, ainsi qu'à des températures modérées lors des phases de maturité. Le blé a la capacité de germer à basse température, et la germination est lente, et plus la température est élevée, plus les plantes apparaissent rapidement à la surface de la terre (*Arham, 2002*).

L'effet de températures inappropriées varie au cours des phases de croissance, et la période allant de la ramification à l'expulsion des épis est considérée comme l'une des périodes critiques de la vie de la plante.

Selon (*Lamonarca, 1985*), Ce sont les températures extrêmes qui ont une influence notable sur la végétation, sauf exception des courtes. A ce propos. Les températures basses assurent la levée de dormances des bourgeons floraux (températures inférieures à 7.2 C°), par contre les températures élevées interviennent et la formation des fruits.

Les températures moyennes annuelles calculées à partir des mesures portant sur la Période de 10 ans d'observation (2007-2017) sont représentées dans le tableau n°3

**Tableau 3 Les températures moyennes annuelles calculées à partir des mesures portant sur la Période de 10 ans d'observation (2007-2017)**

Années	T (°C)
2007-2008	18
2008-2009	18.6
2009-2010	18.1
2010-2011	18.6
2011-2012	18.8
2012-2013	17.7
2013-2014	19.1
2014-2015	19.3
2015-2016	19.1
2016-2017	19.6

(Source : *www.Tutiempo.Net*)

L'année la plus chaude est enregistrée entre (2013 - 2017), durant laquelle la hauteur température a atteint 19.6 C°, tandis que la période la moins chaude a été marquée entre (2012-2013) avec seulement 17.7 C°.

### 2.2.2. Pluviométrie

L'évolution des productions et des rendements du BD, du BT, de l'OR et de l'AV, est expliquée partiellement par les pluies annuelles, d'une période à l'autre (tableau 6). Ces périodes représentent des pluies relativement humides (période 1), stationnaires (période 2) et déficitaires (période 3) (Smadhi et Zella 2009).

Les droites de régressions illustrées par les graphiques, montrent des pentes d'équations faibles qui relèvent une valorisation efficiente des pluies périodiques. La période (1936-1960) relativement favorable à la céréaliculture, explique très faiblement toute la période de déficit des cultures. Les relations ressorties ne dépassent pas 1% à 8% pour les productions, elles évoluent entre 5% et 6% pour les rendements. Le constat relatif à la période (1960-1985) montre des productions et des rendements qui sont expliqués par les pluies annuelles, entre 4% et 18% (production) et de 1% et 10% (rendements). Enfin, au cours de la troisième période l'accroissement des productions épousent en s'amplifiant celui des pluies. L'amélioration des rendements de 84% (BD), 83% (BT), 10% (OR) et 26% (AV) au cours de la dernière décennie, vient annuler l'effet péjoratif des sécheresses. Il semble bien se confirmer que l'amélioration des productions des cultures céréalières [1] reste, est le plus souvent tributaire de celle des pluies annuelles, même si ces résultats rappellent encore une fois, le poids que jouent d'autres influences climatiques et d'ordre technique.

**Tableau 4 : Relations existantes entre la pluviométrie, la production et le rendement des cultures céréalières à différentes périodes**

Périodes	Cultures	Production-pluie		Rendement-pluie	
		Equation	R2 (%)	Equation	R2 (%)
(1936-1960)	BD	$y = 12828x + 449390$	8	$y = 0,006x + 2,3976$	5
	BT	$y = 252,98x + 3E+06$	0,5	$y = 0,0003x + 6,7534$	0,07
	OR	$y = 11640x + 598378$	1,7	$y = -0,0257x + 21,663$	7
	Av	$y = -6,7766x + 66977$	5,3	$y = 0,0006x + 7,3251$	5
(1960-1985)	BD	$y = -14553x + 2E+07$	12	$y = -0,0087x + 10,943$	10
	BT	$y = -31396x + 2E+07$	0,5	$y = 0,0007x + 6,7008$	6
	OR	$y = -31396x + 2E+07$	11	$y = -0,0248x + 20,511$	9
	Av	$y = -31396x + 2E+07$	18	$y = 0,0008x + 7,2466$	11
(1985-2011)	BD	$y = 56051x - 2E+07$	46	$y = 0,0703x - 22,045$	33
	BT	$y = 45551x - 1E+07$	33	$y = 0,0493x - 13,248$	44
	OR	$y = 10150x + 2E+06$	16	$y = 0,0267x - 5,1155$	13
	Av	$y = 2038,1x - 366607$	15	$y = 0,0403x - 11,598$	34

En Algérie quel que soit la zone cultivée, la pluviométrie est un facteur prédominant qui conditionne fortement les récoltes (**Feliachi, 2000**). Selon la même source, les grandes cultures sont essentiellement conduites sous régime pluvial, notamment les céréales qui occupent principalement la zone semi-aride. Cependant, seulement un tiers de ces emblavures se situent dans l'étage bioclimatique recevant une pluviométrie moyenne supérieure à 450 mm/an. En fait, le climat de l'Algérie se caractérise par l'insuffisance des précipitations et leur irrégularité dans l'espace et dans le temps et aussi par des pluies torrentielles ou des averses de forte intensité, qui sont très fréquentes en automne au moment où la couverture végétale est faible (Arabi et Roose, 1989). Dans cette partie nous avons fait des tests de corrélations pour estimer l'effet de un paramètre de l'environnement (la précipitation) sur les rendements des céréales (blé dur, blé tendre, orge et avoine). Dans cette partie nous avons étudié les relations entre les rendements des céréales et un paramètre de l'environnement (la précipitation).

### 2.2.3. L'eau

Les besoins en eau du blé dur sont plus importants entre les stades de développement montaison et remplissage des grains. Le blé dur se développe dans les zones à pluviométrie comprise entre 400 et 600mm pour une croissance sans stress hydrique. Une bonne répartition de cette pluviométrie tout au long du cycle, serait de 350 mm du semis au stade gonflement et 150 mm de ce dernier à la maturité physiologique (**Anonyme, 2006**).

Le déficit hydrique, lorsqu'il est combiné aux fortes températures, provoque une diminution du poids moyen du grain, suite à l'altération de la vitesse et de la durée de remplissage (**Benbelkacem et Kellou, 2001**).

### 2.2.4. La lumière

La lumière entraîne une augmentation de la capacité des plants de blé à se ramifier et une augmentation de la quantité de matière sèche, et il a été constaté que la quantité de matière sèche des pailles, des gaines, des lames et des épis diminue avec l'augmentation de l'intensité de l'ombrage.

La capacité des plantes de blé à absorber des éléments tels que l'azote et le phosphore diminue lorsque les plantes sont ombragées, et la durée de lumière à laquelle les plantes de blé sont exposées affecte la durée de la période nécessaire à la floraison.

### 2.2.4. Humidité

L'eau et le sol sont des facteurs importants pour maintenir une production garantie et continue de blé, et la propriété de rétention d'eau du sol dépend de la détermination du type de sol adapté à la culture, qui représente l'un des déterminants de la productivité (**Abdellaoui et al., 2011**).

La croissance du blé nécessite une humidité constante à tous les stades de sa croissance, car l'eau est l'un des déterminants de la croissance des plants de blé (**Soltner, 1988**).

Et les besoins en eau du blé augmentent dans les zones sèches en raison des conditions climatiques peu propices à la croissance et source de stress.

## 2.3. Impact sur la quantité et la qualité des rendements

D'après les travaux effectués dans le cadre de l'IPCC (3ème rapport), les résultats des simulations effectuées avec différents modèles de culture permettent de conclure : des augmentations relatives des rendements prévues principalement en Europe du Nord ; par exemple pour la culture de blé, +2 à 9% en 2020, +8 à +25% en 2050 et +10 à 30% d'ici 2080, tandis que une réduction générales des rendements est prévues dans le Sud de l'Europe, par exemple, les légumineuses (-30% à 5%) et le tournesol (-12% à 3%) (**Nadjlaoui, 2010**).

L'Algérie anticipe des réductions moyennes des rendements de 5,7 % à près de 14 %. Le changement climatique touchera également les légumes dont les rendements diminueraient de 10 à 30 % à l'horizon 2030. Outre la quantité, les rendements peuvent être affectés en termes de qualité du produit final surtout en modifiant la teneur en azote des productions et donc la teneur en protéines (**Nadjlaoui, 2010**). Godard (2005), a signalé que la baisse du rapport protéines/énergie des fourrages entraîne une moindre sensibilité en protéines microbiennes pour les ruminants. Pour les arbres fruitiers et la vigne, l'avancée généralisée de la phénologie peut comporter des risques de gel au moment de la floraison, et de qualité moindre en raison d'une précocité des stades sensibles (**Seguin, 2007**). Pour la pomme de



terre, des températures relativement élevées en début de cycle nuiraient à la qualité de la tubérisation (Delécolle et al., 1999)

## 2.4. Les Accidents climatiques

### 2.4.1. Le sirocco

Le sirocco est fréquent dans la zone d'étude, il se manifeste de Septembre. Le nombre de jours moyen de siroco est de 8,21. Il peut causer des dégâts importants aux cultures en faisant augmenter la température, l'évapotranspiration potentielle et accélérer le dessèchement du sol en surface.

.Selon (Baldy1974) le sirocco constitue un phénomène extrêmement sérieux, avec souvent une durée de plus de 8 jours/an. Son effet sur les céréales est particulièrement néfaste, il réduit fortement le poids du grain qui prend des contours anguleux (grains échaudés).

**Tableau 5 4Nombres de jours de sirocco sur une période de 33 ans (1975-2008).**

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
Nombres de jours	0,47	0,07	0	0	0	0	0,1	1,37	1	1,1	2,2	1,9

Source Station météorologique d'el khemis(ITGC, 2008).

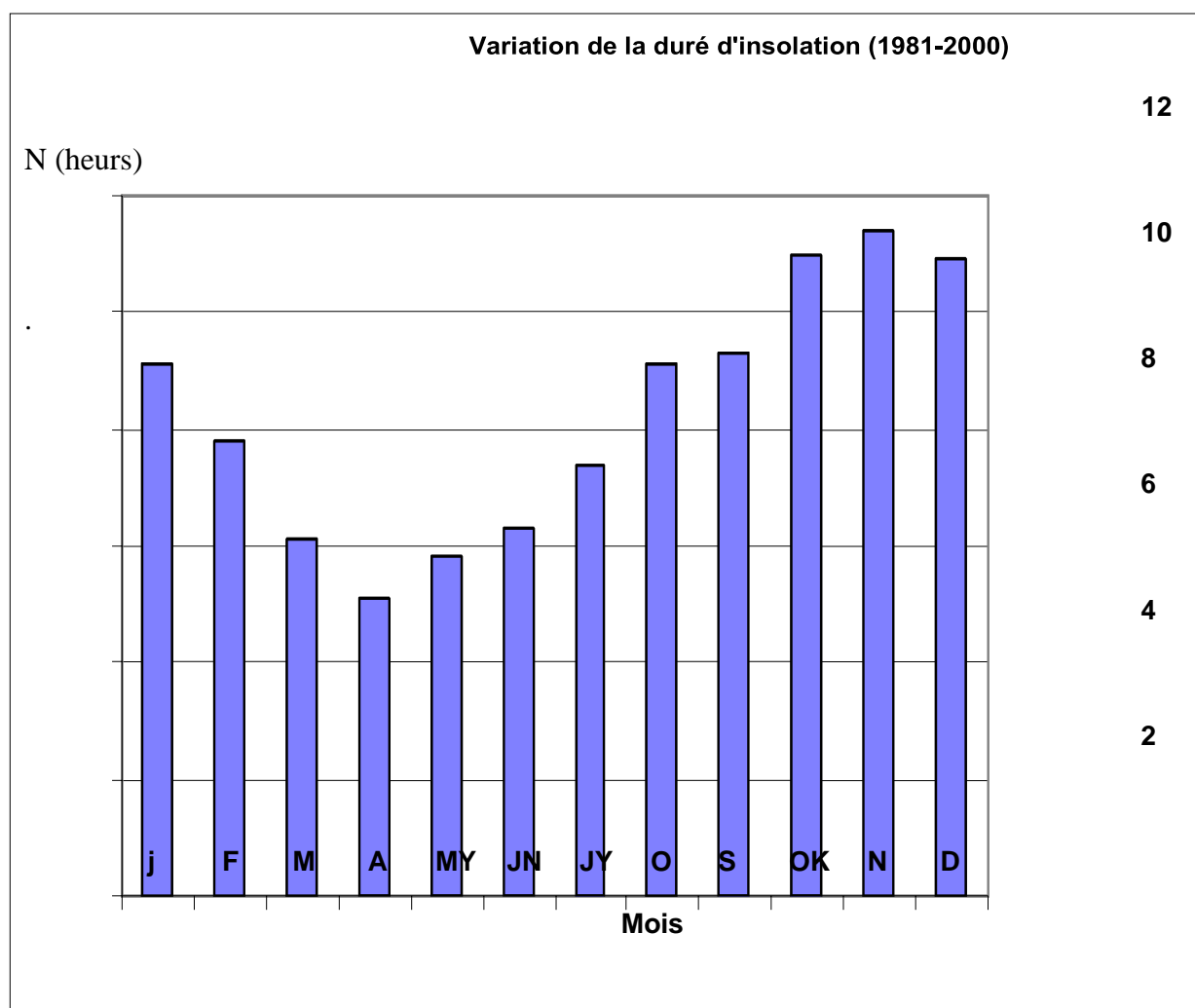
### 2.4.2. Vent

Lorsque le vent souffle et que l'humidité relative est faible, il assèche l'air. Le sol durcit, se craquelle et prend son humidité d'autant plus vite qu'il n'est pas meuble et aéré ; l'évaporation augmente. Son action sur les feuilles est moins visible, mais intervient en accélérant le phénomène de transpiration foliaire (Claude Faurie et al., 2011).

Le vent a un rôle important à l'échelle microclimatique car il influe sur d'autres paramètres telles que la température, l'humidité de l'air et l'évapotranspiration.

Dans notre région d'étude, les vents dominants sont des vents ouest. Durant la période estivale, la région reçoit des vents sud à caractères secs et chauds, c'est le sirocco qui souffle en été et accélère l'évapotranspiration.

La figure ci-dessous expose les valeurs moyennes mensuelles de la vitesse du vent sur une période de 20 ans. L'analyse de ces valeurs montre que la vitesse moyenne du vent enregistrée au cours de ces deux décennies est de 2.4 m/s, soit 3 m/s en mois de juillet et 1,9 m/s en mois de janvier. Ces valeurs montrent que notre région d'étude présente des vents faibles ou modérés n'ayant aucune incidence sur le développement de la culture



**Figure 8 : Variation de la vitesse moyenne du vent en m/s (1981-2000).**

### 2.4.3. Les gelées

Sont particulièrement préjudiciables pendant trois phases la période de l'implantation et plus particulièrement la levée, la période d'émission des feuilles et talles herbacées et enfin la phase d'élongation de la tige (**Gate, 1995**). Les gelées sont à craindre pendant la formation de l'épi, et pour les cultivars précoces, un an sur deux pendant la phase floraison-début stade grain laiteux (**Baldy, 1974**). Au stade épiaison, ces gelées détruisent tout ou en partie l'épi en quelques heures. Le gel pendant la montaison peut engendrer des pertes de rendement considérables. Il marque son effet sur le nombre de grains par épi (**Gate, 1995**)

### 2.4.4. les basses températures

Le degré de sensibilité de la céréale au froid est très variable dans le temps et

Fonction des stades végétatifs. Les basses températures hivernales entravent la croissance, en début du cycle, des génotypes sensibles et sont nécessaires pour la satisfaction des besoins des variétés vernales (**Bouzerzour et al., 1995**). Lorsqu'elles se présentent tardivement au printemps, leur Chapitre -I- Revue bibliographique 17 avènement coïncide avec le stade méiose, elles détruisent alors les grains de pollen et les ovaires (**Abbassenne, et al., 1997**).

Pendant la phase de montaison, les effets des basses températures, dans la plage des  $-5^{\circ}\text{C}$  à  $+3^{\circ}\text{C}$  se manifestent par des limitations de la croissance et la destruction des jeunes feuilles et des talles, dans les cas sévères. (**Sutka 1994**) montre, à partir de l'analyse d'un croisement diallèle de blé tendre, que le contrôle génétique de la tolérance au froid est de nature additive. Les résultats de l'analyse de substitution chromosomique montrent qu'au moins 10 chromosomes interviennent dans le contrôle de la tolérance au froid et que les chromosomes 5D et 5A sont les plus actifs (**Sutka 1994**). (**Mekhlouf et al., 2001**) notent une grande variabilité de réponses des génotypes de blé dur vis à vis de cette contrainte..

### 3.1. Changements climatiques

#### 3.1.1. Définition du changement climatique

Selon la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC), le changement climatique est un changement du climat attribué directement ou indirectement à toute activité humaine qui modifie la composition de l'atmosphère globale et qui s'ajoute à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes de temps comparables. D'après le GIEC (Groupe Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat), le terme "changement climatique" se réfère à tout changement du climat, qu'il soit d'origine naturelle ou dû aux activités humaines (GIEC, 2001).

(Figure 9)

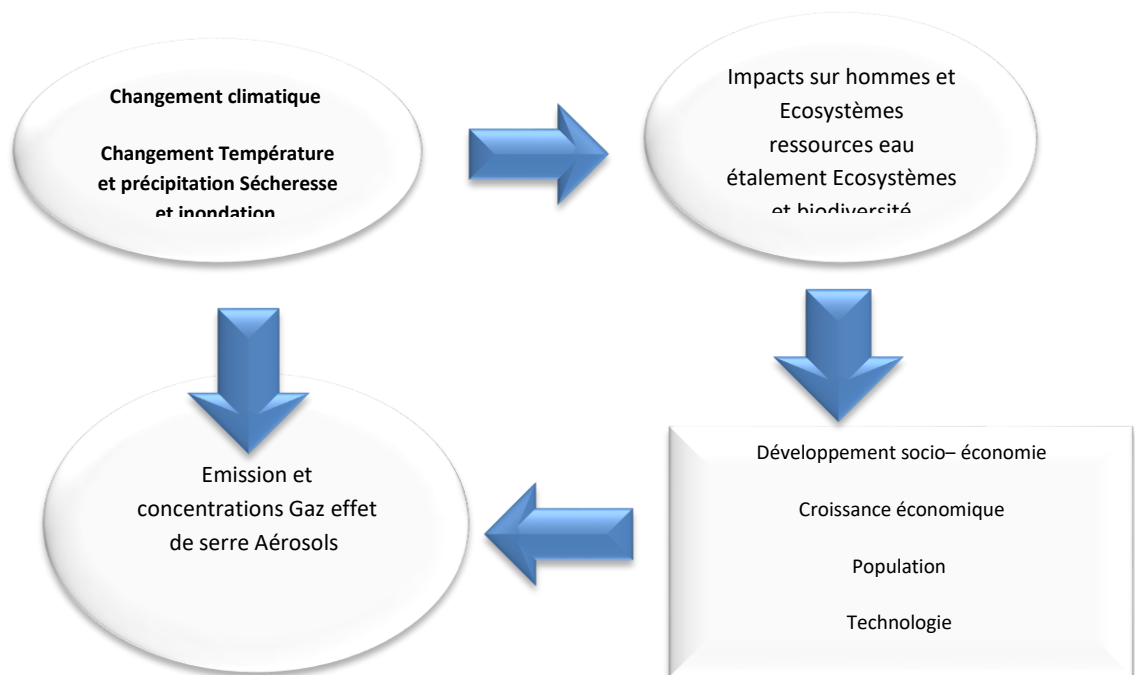


Figure 9 : Descriptif du changement climatique par l'IPCC (IPCC, 2007).

Parmi les activités humaines qui participent à cette boucle de rétroaction, l'agriculture intervient par les mécanismes suivants : Les mécanismes d'influence de l'agriculture sur le

## Chapitre 03 : Influence de changement climatique sur les céréales

climat qui appartiennent à deux grandes catégories : les processus biogéochimiques et les processus biophysiques. Selon (FAO ,2011), Le changement climatique aura un impact majeur sur les disponibilités en eau pour l'agriculture et sur la productivité des cultures au cours des prochaines décennies. Il s'agit notamment de la réduction du débit des rivières et du rechargement en eau des aquifères en région Méditerranée et dans les zones semi-arides des Amériques, d'Australie et d'Afrique australe, régions qui souffrent déjà de stress hydrique.

### 3.1.2. L'ampleur des changements climatiques

Durant les trente dernières années, un changement climatique a été constaté au niveau planétaire. Ce changement s'est traduit par une augmentation de la température moyenne.

Au cours des trente dernières années, le changement climatique a été observé au niveau planétaire. Ce changement a entraîné une augmentation de la température moyenne, fluctuations plus importantes des précipitations et incidence accrue de conditions défavorables.

Les extrêmes tels que les inondations, les sécheresses, les cyclones, les tsunamis, etc. qui entraînent la destruction des cultures agricoles et des dommages au secteur végétal (GIEC, 2007).

#### 3.1.2.1. Dans le monde

À l'échelle globale, les statistiques montrent qu'au cours du 20ème siècle, la terre s'est réchauffée de 0,76°C (Aoul, 2007).

#### 3.1.2.2. En Algérie

Vu la spécificité aride et semi-aride de son climat, l'Algérie caractérisée par une grande diversité d'écosystèmes, ressentira davantage les effets des changements climatiques : le dérèglement actuel du cycle « évaporation-pluie » conduit à envisager des événements extrêmes telles que les sécheresses prolongées ou les inondations catastrophiques, ce qui constitue une réelle menace sur l'ensemble de ses écosystèmes et de ses ressources naturelles (Yahyaoui, 2008).

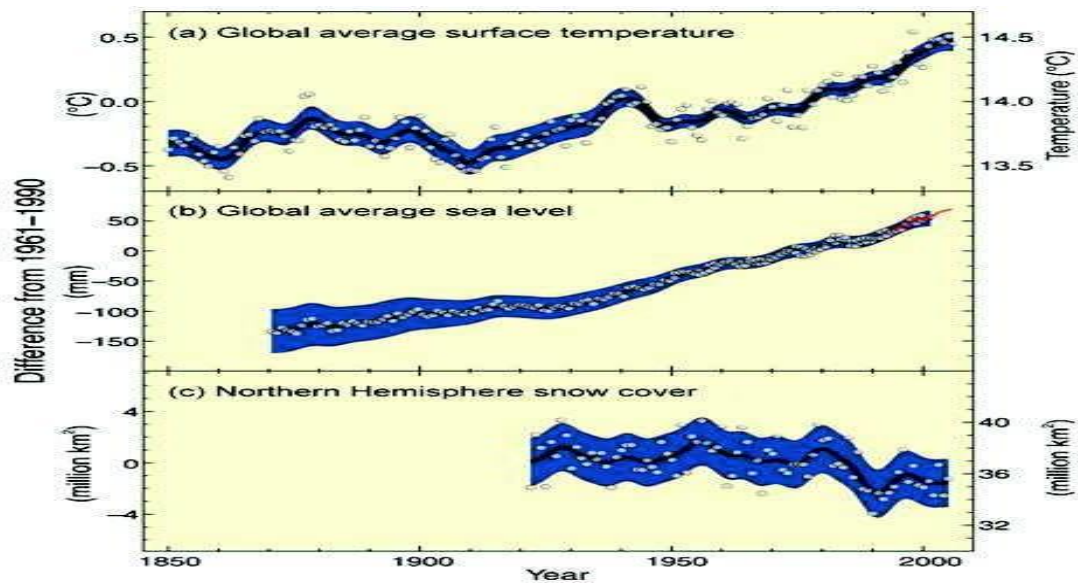
Les projections à l'horizon 2020 et 2050 indiquent que les températures continueront à croître et pourraient augmenter de 3°C (Abdelguerfi et Ramdane, 2003). Ainsi, qu'une fluctuation de la pluviométrie avec une tendance à la baisse, de l'ordre de 5 à 10 % sur le court terme Par contre sur le long terme, on peut envisager une diminution de la pluviométrie qui varie entre 10 à 30% d'ici 2050 (Philippe, 2007).

➤ **3.2. Paramètres climatiques touchés par le changement**

**3.2.1 .Température**

Le quatrième rapport d'évaluation du changement climatique (IPCC, 2007) indique que la température du globe a augmenté de près de  $0.74 \pm 0.18$  °C durant la période 1906-2005, et mentionne que cette augmentation est due principalement à l'augmentation de la concentration de l'air en gaz à effet de serre (**Fig. 10**). Au cours des 50 dernières années un réchauffement de l'ordre de  $0.13$ °C par décennie a été observé et la période 1995-2006 comprend les 12 années les plus chaudes (**IPCC,2007**).

Certaines recherches ont même mentionné que durant cette dernière période, l'échauffement dans l'hémisphère nord a atteint plus du double de celui dans l'hémisphère sud (**Jones et Moberg, 2003**). La température minimale a augmenté presque partout dans le monde et les températures maximale et moyenne ont augmenté en Asie (**Gruza et al., 1999**), en Australie et Nouvelle Zélande, en Europe (**Beniston, 1997**), en Amérique du Nord



**Figure 10 : Changements dans la température, le niveau de la mer et la couverture neigeuse de l'hémisphère nord (IPCC, 2007).**

Pour le facteur température, ses effets seraient différents sur les plantes selon leur distribution géographique. Ainsi, pour les zones arides et semi-arides, les moyennes de température et des extrêmes des maxima, seront plus importantes et supérieures aux températures moyennes du reste de la planète (Labelle et al. 2008). En effet, la fréquence des

## Chapitre 03 : Influence de changement climatique sur les céréales

jours au cours desquels la température dépasserait 30 °C serait élevée (**Giannakopoulos et al. 2009; Rosenzweig et al, 2002**). Ce réchauffement raccourcirait les cycles de culture, principalement les céréales, provoquerait une anticipation importante de la floraison, entraverait les capacités photosynthétiques provoquant ainsi de forts risques d'échaudage et de faibles rendements (**Chakrabarti et al. 2012; Lehmann et al., 2013**). Le problème peut s'aggraver lorsque aux grandes chaleurs s'ajoutent le risque de manque d'eau (stress hydrique), ce qui affectera les rendements moyens (en quantité et en variabilité). En effet, dans les zones arides et semi-arides, l'élévation de

Température est accompagnée d'une augmentation de l'évapotranspiration (**Polley et al. 2008**) et d'un déficit hydrique (**Schroter et al. 2005**) conduisant à une baisse de la photosynthèse (**Nösberger et al. 2000**).

### 3.2.2. Eau

Le facteur eau est au cœur du débat sur les principaux impacts attendus du changement climatique sur l'environnement naturel en zones arides (**El-Quosy, 2009**). En effet, ces zones seront particulièrement affectées par les sécheresses, qui seront plus fréquentes, plus intenses et plus durables, particulièrement en été (**Elrafy, 2009**). De plus, les précipitations y seront diminuées (28% de diminution pour le cas de la Tunisie en 2030), les pluies torrentielles seront plus fréquentes et le recours à l'irrigation sera le seul palliatif pour combattre le manque à gagner (**Hulme et al. 2001**). Dans ce contexte, IPCC (2007) prévoit que les rendements de l'agriculture pluviale dans les régions arides seraient diminués de 50% vers l'an 2020. Aussi, les revenus agricoles baisseraient d'environ 90% en 2100 (**Boko et al. 2012**). D'autre part, la raréfaction des eaux de bonne qualité avec la diminution des précipitations et l'augmentation de l'évapotranspiration et la montée du niveau marin font que les eaux et les sols ont tendance à la salinisation (**Abou-Hadid, 2006**). Cette nouvelle contrainte (salinisation) aura des répercussions négatives sur l'agriculture.

### 3.2.3. Précipitations

Depuis le second rapport d'évaluation de (**IPCC, 1996**), des centaines d'études ont été réalisées à l'échelle globale et régionale dont certaines révèlent des changements significatifs dans les précipitations, aussi bien en quantité qu'en distribution (**Altava-Ortiz, 2011**).

Une tendance à l'augmentation des précipitations a été mentionnée en Amérique du Nord (**U.S. National Assessment, 2000**), Argentine (**Viglizzo et al., 1995**), Australie et Nouvelle

## Chapitre 03 : Influence de changement climatique sur les céréales

Zélande (**Plummer et al., 1999**). Une tendance à la décroissance des précipitations a été trouvée en Fédération Russe (**Gruza et al., 1999**), en Turquie (**Türke, 1996**), en Afrique (**Hess et al., 1995; Mason, 1996**) et en Chine (**Zhai et al., 1999**). Les changements concernant les précipitations varient entre le nord et le sud de l'Europe (**Moonen et al., 2002**).

Au cours du dernier siècle les deux hémisphères du globe ont connu une diminution dans l'enneigement et dans la couverture glaciaire ainsi qu'une élévation décennale du niveau de la mer de l'ordre de 1.8 cm, qui atteint plus récemment 3.1cm/décade (**IPCC, 2007**). En termes d'évènement extrême, les sécheresses sont devenues plus fréquentes et plus longues en durée, les évènements relatifs aux pluies intenses sont devenus plus courants, les canicules et jours chauds sont devenus plus fréquents et plus intenses alors que la fréquence des événements froids a régressé (**Vincent et al., 2005; Alexander et al., 2006; Caesar et al., 2006; Haylock et al., 2005; Tebaldi et al., 2006, Marengo et Camargo., 2007, Marengo et al., 2009**).

### ➤ **3. Incidences du changement climatiques sur la production du blé et orge**

#### **3.3.1. Physiologie (rendements et ses composantes)**

Les systèmes agricoles sont intimement liés au climat. Ils sont d'une part affectés par la dérive de son état moyen et par sa variabilité, et sont d'autre part des contributeurs nets à la composition chimique de l'atmosphère et influencent le cycle énergétique du climat. D'une manière générale, le changement climatique est susceptible d'avoir un impact direct sur les cultures, par des changements dans leur environnement de croissance, mais aussi indirectement à travers des changements dans la dissémination des maladies et ravageurs des plantes, dans la fertilité des sols et dans la biodiversité agricole.

Les menaces liées à la variabilité climatique et à la dégradation de l'environnement sont de nature à porter atteinte à la sécurité environnementale et alimentaire. En effet, une des conséquences du changement climatique est son impact actuel et futur sur l'agriculture (**Mozny et al., 2009**).

Ainsi, l'accroissement de la teneur en gaz carbonique et autres gaz à effet de serre dans l'atmosphère, l'élévation de la température, la modification des régimes pluviométriques, et donc des différents termes du bilan hydrique (évaporation, drainage, ruissellement), l'évolution de la couverture nuageuse, et donc du bilan radiatif sont autant de composantes dont il faut prévoir les modifications et quantifier les conséquences. En ce sens, le



## Chapitre 03 : Influence de changement climatique sur les céréales

changement climatique va fortement intensifier et accélérer des problèmes existants plus qu'il ne va en créer de nouveaux (**Downing et al., 1997**).

En effet, on estime que certains phénomènes climatiques peuvent expliquer entre 15% et 35% de la variation globale du rendement chez le blé, les oléagineux et les céréales secondaires (**Howden et al., 2007**).

Dans ce sens, **Challinor et al. (2014)** auraient prévu des diminutions du rendement de blé de 45% et 15% respectivement dans les régions tropicales et dans les zones tempérées. Les effets du changement climatique seraient plus perceptibles dans les zones arides et semi-arides qui sont qualifiées comme étant les zones les plus vulnérables aux changements climatiques (**Giorgi, 2006**).

En effet, le modèle MAGICC (**Hulme et al. 2000**) et le **Plan Bleu 2008**), centrés sur la région du Maghreb dont fait partie la Tunisie, estiment un réchauffement de l'ordre de 1°C entre 2000 et 2020 et une perturbation des régimes pluviométriques avec une tendance à la baisse, de l'ordre de 5 à 10 %. A plus températures de 2°C peut engendrer une diminution de la production mondiale de céréales de 5%.

Cet impact est découlé dans la région MENA où cette production peut se réduire de 15% à 35% selon l'augmentation des gaz à effet de serre. En outre, le secteur céréalier est le plus grand utilisateur d'eau et devant l'aggravation de l'effet néfaste des changements climatiques, des mesures d'adaptations doivent obligatoirement s'inscrire dans un processus de développement durable. (**Dowing et al., 1997**) affirment qu'il est clair que le changement climatique aura un impact néfaste si rien n'est fait et les problèmes existants vont s'accroître.

Les changements climatiques réduisent la productivité de la céréaliculture; • L'augmentation de la température et la baisse des précipitations affectent les rendements des céréales; • Les producteurs des céréales disposent d'une faible capacité d'adaptation de la production face au phénomène du changement climatique. Comme le démontre la carte agricole et climatique, la Tunisie est à dominance semi-aride à aride et elle est soumise à un climat résultant des influences maritimes au Nord (**Ben Rejebet al., 1997**).

### ➤ 3.3.2 Cycle de culture et phénologie

Cycle de culture et phénologie, dans le cas du semis dynamique, la date de semis avance fortement dans le climat futur en comparaison avec celle du climat actuel, et a lieu le

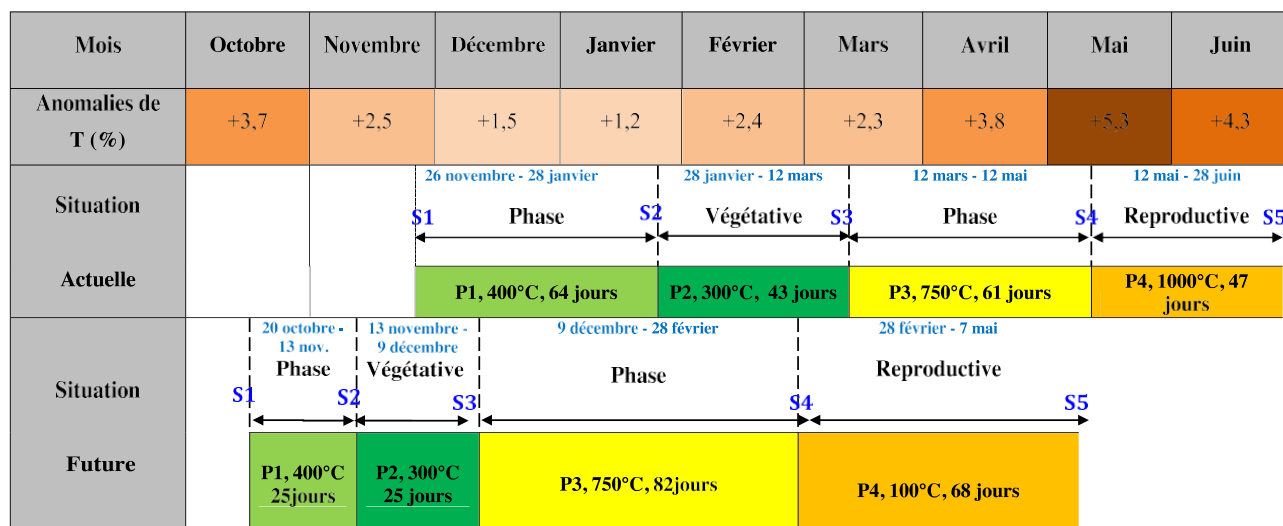
### Chapitre 03 : Influence de changement climatique sur les céréales

20 octobre au lieu du 26 novembre : le semis est plus précoce de 37 jours. La date de récolte avance aussi du 28 juin au 7 mai, soit de 52 jours en moyenne, et le cycle du blé dur passe ainsi de 214 à 199 jours, accusant un raccourcissement de 15 jours. La phase végétative, qui dure en moyenne 107 jours dans la situation actuelle, est réduite à seulement 50 jours dans le scénario futur. Le raccourcissement calculé sur cette phase est de 57 jours et concerne plus son début P1 (39 jours), que sa fin P2 (18 jours). La phase végétative, qui se réalisait pratiquement en hiver dans le climat actuel, se déplace complètement vers l'automne dans le scénario futur et est accélérée sous le double effet du déplacement saisonnier, avantageux thermiquement, et du réchauffement climatique, qui est plus important au début de la phase qu'à sa fin ( $+3,7$  °C en septembre et octobre contre  $+2,5$  °C en novembre). À l'inverse, la phase reproductive est plus longue de 41 jours dans le scénario futur en comparaison avec la situation actuelle (149 jours contre 108 jours). Cette phase se déroulait du 12 mars au 28 juin dans la situation actuelle, mais avance vers la période 9 décembre–7 mai dans la situation future. L'augmentation future des températures saisonnières ne sera pas suffisante pour compenser le déplacement de cette phase de croissance vers une période plus fraîche de l'année, et est incapable d'assurer à elle seule l'accomplissement de la phase pendant la même durée que dans la situation actuelle : un allongement sera nécessaire pour pouvoir compléter l'accumulation de la somme de températures requise (Fig. 11). Dans le cas du semis prescrit, la date de semis (1er novembre) ne change pas entre la situation actuelle et le scénario futur. La récolte se produit le 17 mai au lieu du 17 juin, et la longueur moyenne du cycle du blé dur passe de 228 à 197 jours, soit un raccourcissement de 31 jours. La phase végétative s'achève 31 jours à l'avance dans le climat futur en comparaison avec la situation actuelle, et le raccourcissement

Semis avance fortement dans le climat futur en comparaison avec celle du climat actuel, et a lieu le 20 octobre au lieu du 26 novembre : le semis est plus précoce de 37 jours à Bordj Bou Arreridj. La date de récolte avance aussi du 28 juin au 7 mai, soit de 52 jours en moyenne, et le cycle du blé dur passe ainsi de 214 à 199 jours, accusant un raccourcissement de 15 jours

Changement futur après le changement climatique dans le cycle et la phénologie du blé dur dans le cas du semis dynamique à Bordj Bou Arreridj (S1:semis;S2) : début tallage ;S3: débutmontaison;S4: floraison;D5:récolte;P1P2=phasevégétative;P3P4=phasereproductive).

## Chapitre 03 : Influence de changement climatique sur les céréales



**Figure11 : cycle et la phénologie du blé dans le cas du semi dynamique à Bordj Bou Arreridj**

Elles vont de simples perturbations météorologiques et écologiques à des impacts plus sérieux et plus déterminants pour l'avenir de l'humanité et qui concernent sa sécurité alimentaire et sa survie (Kurukulasuriya et Rosenthal (2003). En effet, on estime que certains phénomènes climatiques peuvent expliquer entre 15% et 35% de la variation globale du rendement chez le blé, les oléagineux et les céréales secondaires (Howden et al., 2007). Dans ce sens, Challinor et al. (2014) auraient prévu des diminutions du rendement de blé de 45% et 15% respectivement dans les régions tropicales et dans les zones tempérées.

### 3.3.3. Zones de cultures les plus touchées par les variations climatiques

Les effets du changement climatiques seraient plus perceptibles dans les zones arides et semi-arides qui sont qualifiées comme étant les zones les plus vulnérables aux changements climatiques (Giorgi, 2006). En effet, le modèle MAGICC (Hulme et al. 2000) et le Plan Bleu (2008), centrés sur la région du Maghreb dont fait partie l'Algérie, estiment un réchauffement de l'ordre de 1°C entre 2000 et 2020 et une perturbation des régimes pluviométriques avec une tendance à la baisse, de l'ordre de 5 à 10 %. A plus long terme, la température pourrait augmenter de 3°C d'ici 2050 et dépasser les 5°C en 2100, alors que les précipitations diminueraient de 10 à 30 % d'ici 2050 et de 20 à de 50 % en 2100. Des changements dans les moyennes, mêmes faibles, impliquent une augmentation de la fréquence des extrêmes climatiques (Katz et Brown, 1992). Les risques principaux

### Chapitre 03 : Influence de changement climatique sur les céréales

concernent alors une probable augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses et de la concentration des épisodes pluvieux sur un faible nombre de jours faisant ainsi peser des risques considérables sur l'agriculture (**Dias de Oliveira et al., 2013**). D'après le Houérou (1992), le processus de changement climatique se traduira par un déplacement vers le nord des étages bioclimatiques méditerranéens, conduisant en Afrique du Nord à une remontée des zones arides et désertiques. Tous les modèles prévoient une baisse des rendements agricoles au Maghreb (**Rozenzweig et Tubiello, 2007**). Au Maroc, le modèle Cropwat appliqué aux cultures de céréales hivernales et pluviales (**Bouazza et al. 2002**) montre des rendements en baisse de 10 % en année normale à près de 50 % en année sèche d'ici 2020. Avec une fréquence des sécheresses d'une année sur trois à l'horizon 2020, la production nationale accuserait une baisse de 30 %. De son côté, l'Algérie anticipe des réductions moyennes des rendements de 5,7 % à près de 14 %. Le changement climatique touchera également les légumes dont les rendements diminueraient de 10 à 30 % en Algérie, à près de 40 % au Maroc à l'horizon 2030 (Moriondo et Bindi, 2006).

D'après le (Houérou,1992), le processus de changement climatique se traduira par un déplacement vers le nord des étages bioclimatiques méditerranéens, conduisant en Afrique du Nord à une remontée des zones arides et désertiques. Tous les modèles prévoient une baisse des rendements agricoles au Maghreb (Rozenzweig et Tubiello, 2007). Au Maroc, le modèle Cropwat appliqué aux cultures de céréales hivernales et pluviales (**Bouazza et al. 2002**) montre des rendements en baisse de 10 % en année normale à près de 50 % en année sèche d'ici 2020. Avec une fréquence des sécheresses d'une année sur trois à l'horizon 2020, la production nationale accuserait une baisse de 30 %. De son côté, l'Algérie anticipe des réductions moyennes des rendements de 5,7 % à près de 14 %. Le changement climatique touchera également les légumes dont les rendements diminueraient de 10 à 30 % en Algérie, à près de 40 % au Maroc à l'horizon 2030 (Moriondo et Bindi, 2006). Pour l'agriculture, les incidences du changement climatique sur l'écophysiologie et le potentiel de production des cultures dépendent essentiellement de trois composantes (le taux de CO<sub>2</sub>, la température et l'eau) et de leurs interactions sans toutefois prédire lequel de ces trois facteurs serait le plus déterminant ou le plus dominant pour l'agriculture (Houghton, 2010).

La diminution des précipitations due au changement climatique affecte fortement la région désertique (sud algérien)

## Chapitre 03 : Influence de changement climatique sur les céréales

L'étude menée par (Hamlaoui-Moulai et al.2013) sur la période 19914-2004 en utilisant 21 stations localisées dans le nord-ouest de l'Algérie, confirme que cette zone est en effet la plus vulnérable en termes de décroissance des précipitations. A l'inverse, cette tendance n'est pas prononcée dans la partie nord-est, telle que le Nord-Est de l'Algérie (Meddi et Talia, 2008), la Tunisie méditerranéenne (Hertig, 2004) et la partie méditerranéenne de la Lybie et de l'Egypte (Hertig,2004).

### ➤ 3.3.4. Stress (adaptation et stabilité)

#### 3.3.4.1. Adaptation de l'agriculture au changement climatique

Les changements climatiques pourraient avoir des impacts autant négatifs que positifs. En général, une augmentation des températures moyennes et un allongement de la saison de croissance devraient occasionner un accroissement potentiel du rendement des cultures. De même, ces modifications devraient rendre possible la production de cultures adaptées à des températures plus élevées (Bélangier, 2002).

La recherche génétique pourrait permettre d'élaborer des plantes résistantes à la sécheresse et aux parasites (INRA F, 2003). Ces changements dans le système agricole sont nécessaires pour le maintien d'une agriculture viable et compétitive (Amphoux et al, 2003). Au niveau des exploitations agricoles, les producteurs peuvent changer leurs modèles culturaux pour pouvoir planter plus tôt ou plus tard, réduisant ainsi leur utilisation de l'eau tout en optimisant l'irrigation. Les rendements et la productivité peuvent être améliorés en adoptant des pratiques de conservation de l'humidité des sols, notamment le labour zéro ou minimum. La plantation de cultures ayant des racines profondes permettrait aux agriculteurs de mieux exploiter l'humidité disponible dans le sol (FAO, 2011).

#### 3.3.4.2. L'adaptation de plante à la sécheresse

L'adaptation se définit comme la capacité d'une plante à croître et à donner des rendements satisfaisants dans des zones sujettes à des stress de périodicités connues (Bensemane, 2004).Plusieurs études ont montré que, lors d'un déficit hydrique, les plantes adoptent des stratégies d'adaptation qui diffèrent d'une espèce à une autre et qui font intervenir une large combinaison de facteurs morphologiques, physiologiques et phénologiques.

##### 3.3.4.2.1 Adaptations phénologiques

Pour éviter les périodes difficiles pour la croissance et le développement, certaines variétés accomplissent leur cycle de développement avant l'installation de la contrainte

## Chapitre 03 : Influence de changement climatique sur les céréales

hydrique. La précocité constitue donc un important mécanisme d'évitement de la sécheresse de fin de cycle (Slama *et al.*, 2005)

### **3.3.4.2.2 Adaptations morphologiques**

selon la stratégie adaptative de chaque espèce ou variété, par des modifications morphologiques pour augmenter l'absorption d'eau et/ou pour diminuer la transpiration et la compétition entre les organes pour les assimilât. Ces modifications affectent la partie aérienne ou souterraine : réduction de la surface foliaire et du nombre de talles, enroulement des feuilles et/ou meilleur développement du système racinaire (Slama *et al.*, 2005).

### **3.3.5. Valorisation de l'eau (la demande en eau est devenue plus importante)**

Dans l'analyse des impacts attendus des modifications environnementales sur l'efficacité d'utilisation de l'eau par la culture, il importe de prendre en compte les effets liés à l'augmentation du CO<sub>2</sub>, à la température, aux ressources hydriques et leurs interactions (Brisson et levrant, 2010). L'augmentation de la température lors des premiers stades de développement de la culture pourrait favoriser le développement précoce du couvert végétal (Chaudhury *et al.*, 1990) et l'augmentation de l'indice foliaire (Grashoff *et al.*, 1995) contribuant à l'augmentation de l'efficacité d'utilisation de l'eau par la culture (Gedney *et al.*, 2006). Toutefois, l'élévation de la température au-delà de certaines valeurs peut diminuer l'efficacité de l'utilisation de l'eau du blé (Rinaldi, 2009). En outre, l'augmentation de la concentration de CO<sub>2</sub> aurait un effet positif sur l'efficacité d'utilisation de l'eau du blé grâce à l'augmentation de la photosynthèse (Stoddard *et al.*, 2011) et ainsi de la production de grains par unité d'eau transpirée (Fischer *et al.*, 2006). L'efficacité d'utilisation de l'eau du blé pourrait augmenter de 50 à 60% en fonction des conditions hydriques sous une concentration double de CO<sub>2</sub> dans l'air (Dowing *et al.*, 2000). Cependant, une concentration élevée en CO<sub>2</sub> résulte également en une fermeture stomatique partielle (Mott, 1990) reflétée dans la réduction de la conductance au niveau de la feuille (Atkinson *et al.*, 1991). A une concentration en CO<sub>2</sub> double de celle actuelle, la conductance est réduite de 30-40% en fonction de l'espèce végétale (Van De Geijn *et Goudriaan*, 1996). La réduction de la conductance stomatique

serait accompagnée par une diminution de la densité stomatique (Erchidi *et al.*, 2000) même si cette dernière pourrait être modifiée par d'autres facteurs environnementaux (Van

## Chapitre 03 : Influence de changement climatique sur les céréales

**De Geijn et Goudriaan, 1996**). Toutefois, l'augmentation de la densité stomatique pourrait être un des facteurs de résistance au déficit hydrique chez les céréales si elle est accompagnée par une bonne activité physiologique (**Slama et al., 2002**). En effet, une étude menée par Erchidi et al. (2000) a permis de montrer que des variétés de blé dur sont capables de garder une densité de stomates élevée en conditions de stress hydrique sévère. L'augmentation de la densité des stomates, à la suite de la diminution de la conductance stomatique, peut engendrer des stomates de petite taille et à fermeture rapide engendrant la diminution des pertes en eau par transpiration (**Slama et al., 2005**). une transpiration réduite peut provoquer une hausse de la température dans la cavité stomatique et à la surface foliaire (**Kimball et al., 1995**) engendrant l'accélération du vieillissement du feuillage et la diminution de la capacité photosynthétique de la plante (**Ellis et al., 1990**)

### ➤ 3.3.6. Les Maladies

Les maladies des céréales Plusieurs pathogènes et ravageurs menacent la production de céréales

#### a- Les Rouille

##### 1- Les Rouille Jaune (*Puccinia striiformis*)

Les pustules sont sous forme globuleuse et de couleur jaune ou orange, disposées en stries le long des nervures des feuilles d'où le nom de l'espèce. Elles peuvent aussi se développer sur la face inférieure des feuilles et sur les épis et les grains. (**SouhilaAouall et al,2013**).



*Figure 12 : Les Rouille Jaune sur feuille de blé.*

## 2. Rouille brune (*Puccinia recondita* sp. *tritici*)

**Symptômes** : petites pustules circulaires ou ovales de couleur orange ou brune (urédospores), apparaissent sur la face supérieure et parfois sur la face inférieure des feuilles. En fin de saison ces pustules prennent une couleur noire (téleutospores).

Parmi les maladies qui affectent le blé la rouille brune, dont

L'agent pathogène est *Puccinia recondita* Rob

Ex Desm f *sprutici* Eriks et Henn, est préoccupante à 2 titres :

Elle trouve dans cette région au climat tempéré des conditions de maintien dans la sole céréalière qui en font une affection endémique et une menace économique quasiment permanente;

Elle peut, selon le climat printanier, s'exprimer certaines années avec violence et soudaineté de façon explosive et mettre en défaut les programmes de traitements basés sur le stade phénologique du blé. (E Benizri, 1991)

### c-Helminthosporioses

**\*tache auréolée : tache Helminthosporienne (tan spot)**

**Nom scientifique** : *Pyrenophora tritici-repentis*

**Symptômes** : La maladie apparaît sous forme de taches chlorotiques au niveau du limbe des feuilles et des nécroses sont aussi observées sous forme de losanges bordés par des zones chlorotiques. On peut aussi observer au centre des lésions un petit point de couleur brun foncé. Les symptômes peuvent être confondus avec ceux de *S. nodorum*, cependant la présence de petites taches chlorotiques est un critère distinctif des lésions de *P. tritici-repentis*. (Souhila Aouall et al, 2013).

### ➤ 2-Maladies causant des symptômes sur les épis

#### a-Charbon nu (*Ustilago tritici*)

**Symptômes** : sont observables entre la floraison et la maturité. Les épis attaqués sont noirs et apparaissent plus tôt que les épis sains. Les épillets des plantes malades sont transformés en

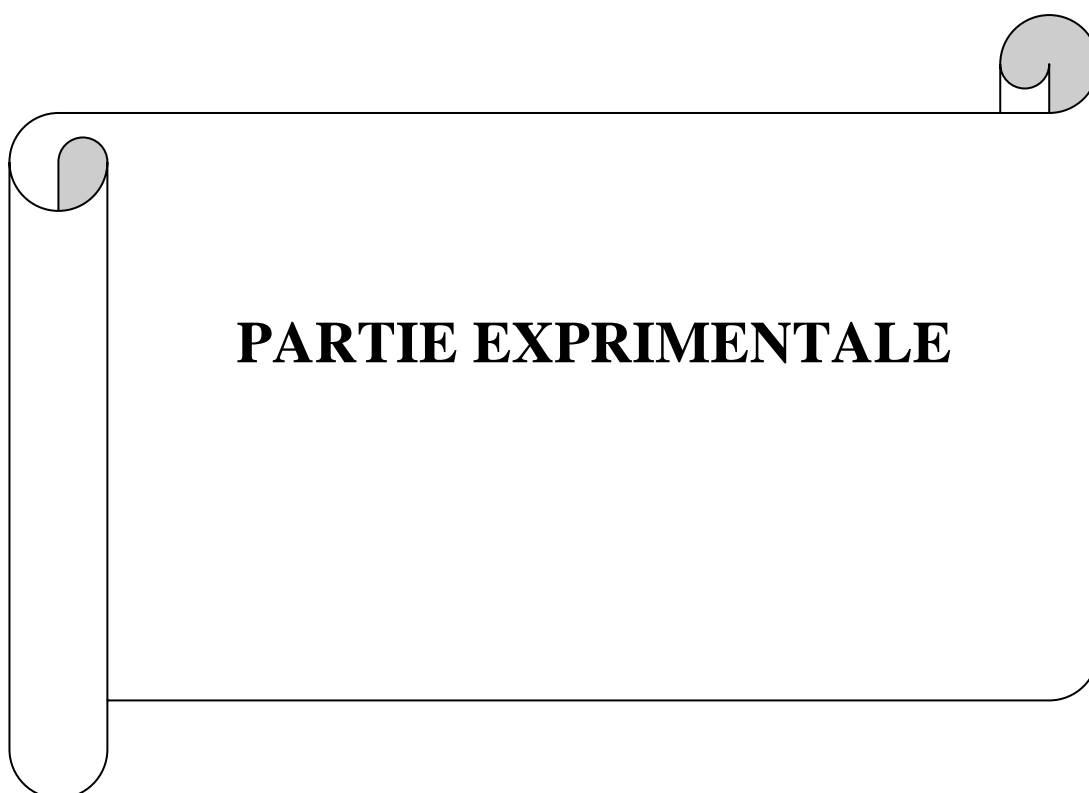


## Chapitre 03 : Influence de changement climatique sur les céréales

amas de spores brun olive foncé à noirs ; les enveloppes de la graine ainsi que leur contenu sont remplacées par une masse de spores noires.(SouhilaAouall *et al*,2013).

### **b-Caries (*Tilletia caries* ; *Tilletia foetida*)**

**Symptômes :** apparaissent au stade de remplissage du grain, le contenu de celui-ci est transformé en une masse poudreuse noire ; les glumes et les glumelles sont épargnées. Parmi les signes indiquant la présence d'épis cariés au niveau d'un champ au moment du remplissage du grain on cite ; la couleur vert foncé des glumes et glumelles, l'écartement des épillets du rachis, les plants infestés sont souvent plus courts que les plants sains et de couleur plus foncée.(SouhilaAouall *et al*,2013).



## Chapitre 04 : Matériels et méthodes

### Objectif de l'essai

- ✓ Objectif de l'essai

L'objectif de notre essai est connaître l'influence de changement climatique sur la culture du céréales par la contrôle l'humidité de sol on a procéder dès irrigations déférent ensuite étudié la résultats du deux espèce déférent

### 4.1. Matériels et méthodes

#### 4.1.1. Présentation du périmètre du Haut Chéloff

##### 4.1.1.1. Situation géographique

Le périmètre du Haut Chéloff est situé à 40 km à vol d'oiseau de la mer, avec une altitude de 289 mètre et une superficie de 37 000 hectares. Ce périmètre est limité par : le massif de l'Ouarsenis au Sud, le massif de Dahra au Nord, le moyen Cheliff à l'Ouest, les piémonts de Djendel à l'Est.

La plaine du Haut Cheliff est divisée en deux plaines séparées par le massif de Doui, la plaine de Khemis-Miliana avec 40 km de long est la plus importante des deux et couvre 27500 hectares, et la plaine d'El-Arma-el-Abadia, plus étroite et ne représente que 11300 hectares (Legoupile, 1972).

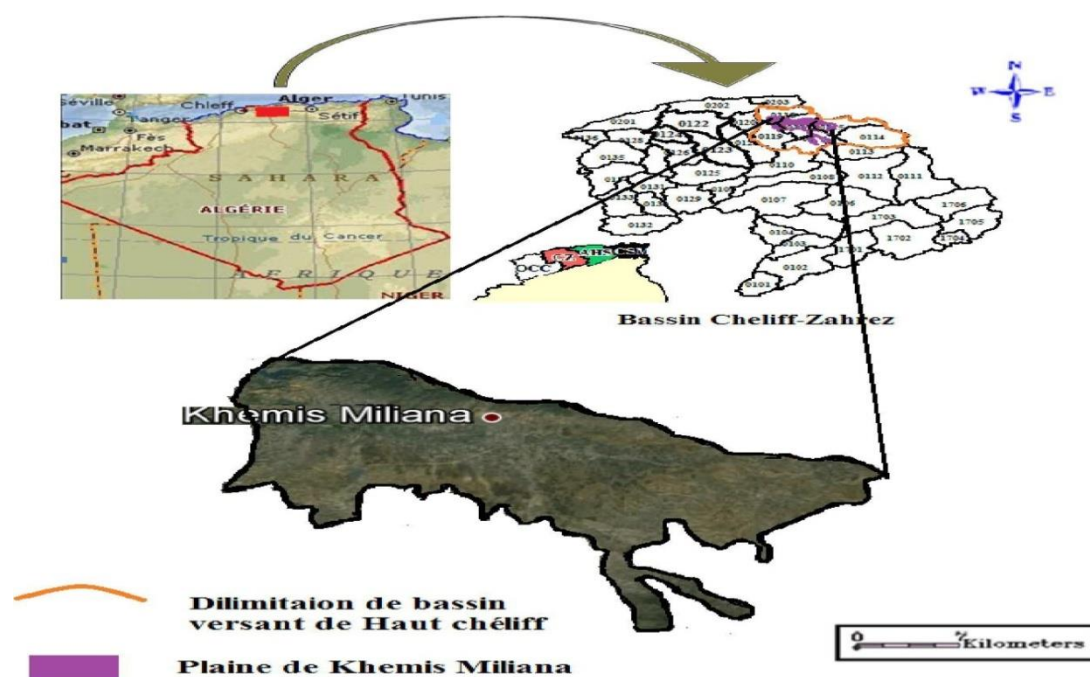


Figure 13 : Situation géographique du Haut Chéloff

Source : Google Earth 2014

#### **4.1.1.2. Caractéristiques édaphiques**

La quasi-totalité des sols du Haut Cheliff, sont des sols alluviaux récents ou colluviaux. Leur caractère physique essentiel est dominé par des éléments fins (80%), ce qui permet de les classer dans les catégories de terres fortes (Legoupil, 1972). Il s'agit de sols lourds, avec une perméabilité faible et une mauvaise stabilité.

#### **4.1.1.3. Ressources en eaux**

Les principaux barrages de Haut Cheliff et de capacités différentes, le plus grand barrage est celui de Ghrib d'une capacité réelle de 175 hm<sup>3</sup>, Deurdeur 105.12 hm<sup>3</sup>, Harraza 76.65 hm<sup>3</sup>, Sidi M'Hamed Ben Taiba, 75 hm<sup>3</sup>

#### **4.1.1.4. Caractéristiques climatiques**

En générale, le climat du Haut Cheliff est de type méditerranéen avec un caractère de continentalité marqué par : un été chaud et sec, un hiver froid et assez pluvieux, un printemps écourté (avril-mai), un automne très bref en octobre (Legoupil, 1972). Cependant, les dernières décennies la pluviométrie moyenne est d'environ de 400 mm c'est-à-dire une diminution d'environ 100 mm par rapport à Seltzer (473 mm, moyenne sur 50 ans).

#### **4.1.1.15. Régime pluviométrique :**

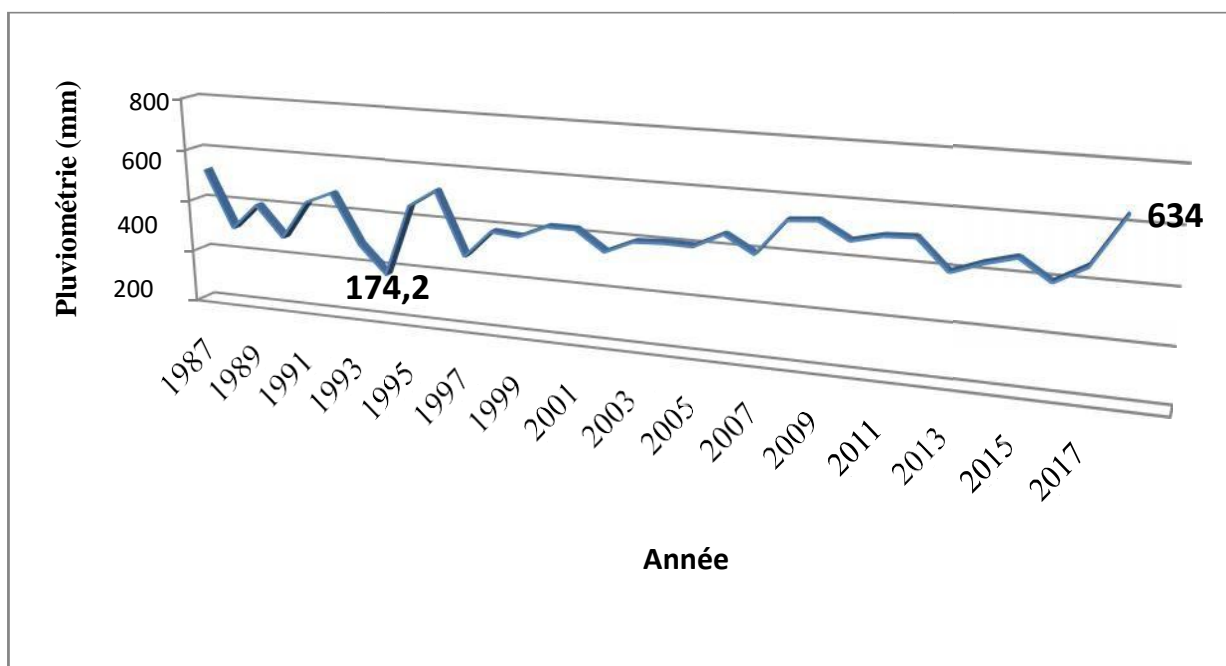
D'après le tableau 01 et la figure 02, on constate que la pluviométrie est variable et irrégulière suivant les mois et les années, on remarque aussi sur la période 1987-2018, l'hiver est la saison la plus pluvieuse (170.75 mm) avec 40.9 % de la pluviométrie annuelle, alors que les mois d'été sont secs (15.99 mm) avec 3.8 % de la pluviométrie annuelle.

La pluviométrie annuelle de la période 1987 – 2018 est très variable d'une année à une autre, une grande quantité était enregistrée en 2018 et équivalent à 634 mm, et la plus faible quantité était enregistrée en 1994 avec 174.2 MM.

**Tableau 6 Pluviométries moyennes mensuelle de la période 1987 – 2018**

Mois	Sept	Oct	Nov	Déce	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août
Pluviométrie (mm)	21,80	34,27	55,76	53,68	61,98	55,09	52,01	40,01	26,55	8,69	1,08	6,2

*Source : ITGC Khemis Miliana, 2018*



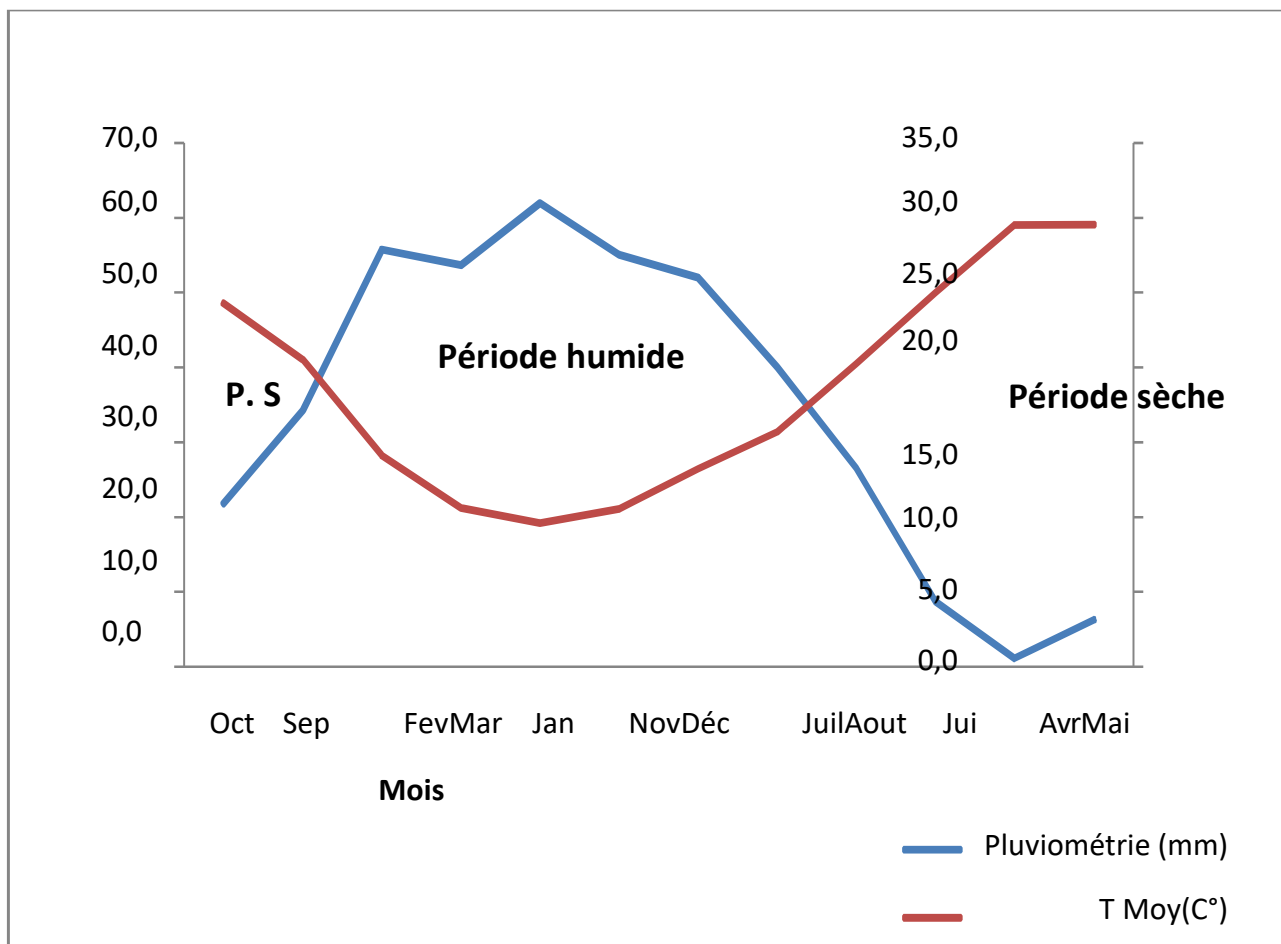
**Figure 14 : Pluviométrie annuelle de 1987 - 2018 (Source : ITGC Khemis Miliana, 2018)**

Pour le régime thermique, on remarque que les moyennes des températures des mois les plus chauds sont les mois d'été, 29.5 °C en juillet et aout, alors que les mois les plus froids sont ceux d'hiver avec 9.6°C en mois de janvier et 10.5 °C en mois de février

**Tableau 7 Température moyenne mensuelle de la période 1987 – 2018**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aou t
T Minimal e (°C)	16, 7	12, 3	7,1	4,3	3,5	4,2	7,0	8,2	10, 8	15, 8	20, 6	20, 9
T Maximal e (°C)	34, 6	29, 4	22, 7	17, 5	19, 7	17, 5	22, 5	24, 0	30, 2	36, 4	38, 1	38, 6
T Moyenn e (°C)	24, 3	20, 5	14, 1	10, 6	9,6	10, 5	13, 2	15, 7	20, 2	25, 0	29, 5	29, 5

**Source : ANRH, (2019)**



**Figure 15 : Diagramme Ombrothermique Gausson sur 30 ans, 1987 à 2018**

Le diagramme ombrothermique de la période 1987 - 2018 (*fig03*), réalisé par les valeurs de la pluviométrie et la température moyenne durant la période de 30 ans, de 1987 à 2019, nous montre l'existence de deux périodes différentes, une période sèche qui s'étale du mois d'avril jusqu'au mois d'octobre, et une période humide qui s'étale de novembre à mars.

## **4.1.2. Protocole expérimental**

### **4.1.2.1. Situation**

L'expérimentation a été réalisée au niveau du terrain expérimental, dans le nouveau pôle l'université Djilali Bounaama de Khemis- Miliana.

### **4.1.2.2. Pluviométrie et température**

La température et la pluviométrie enregistrées durant l'année expérimentale sont représentées dans le diagramme annuelle figure 03.

### **Pluviométrie et température**

La température et la pluviométrie enregistrée durant l'année expérimentale sont représentées dans le Diagramme Ombrothermique.

**Tableau 8 : Précipitation 2021/2022 et pluie normale à Khemis Miliana**

Mois	Sept	Oct	Nov	Déce	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Totale
<b>Pluie annuelle 2021/2022</b>	14.62	00	153	39.6	3.8	12.2	61.6	136.6	18.8	-	440.22
Pluviométrie (mm) campagne 2020/2021	13.4	11	12.8	83	52.4	19.8	43.8	33.4	27.4	14.4	269.6

Source : ITGC Khemis-Miliana 2021 /2022

**Tableau 9 : Précipitation de la température 2021/2022**

Mois	Sept	Oct	Nov	Déce	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Totale
T° moy 2021/22 (C°)	26.81	22.24	12.93	11.18	8.45	11.4	13.61	14.9	21.41		15.23

#### **4.1.1.2. Analyse du sol**

Les analyses physico-chimiques du sol effectuées sont :

- **Granulométrie**

La granulométrie c'est la proportion des particules minérales du sol inférieure à 2 mm classée par catégorie des grosseurs, elle a été réalisée par la méthode de pipette de Robinson.

- **Conductivité électrique (CE)**

Elle est réalisée à l'aide du conductimètre. La méthode utilisée est celle de l'extrait dilué (1/5).

- **pH.**

Le pH-H<sub>2</sub>O (ou pH-eau) est déterminé en mesurant le taux d'acidité dans un mélange sol / eau de 10g /25ml. Il reflète la concentration de protons dans la solution du sol.

- **Calcaire total**

Il est effectué par la méthode du calcimètre de Bernard

Remarque : Le détail des modes opératoire est illustré en annexes.

### **4.1.3. Caractéristiques physiques du sol**

#### **Granulométrie**

**Tableau 10 : Granulométrie de sol**

Sables grossiers	Profondeur (cm)	Argiles	Limons fins	Limons moyen	Limons grossiers	Sables fins
Argilo-limoneux	0 – 40	42%	29%	20%	4%	4%

D'après le tableau 05, ci-dessus la composition du sol est dominée par l'argile, suivi du limon et très pauvre en sable. Ce qui le classe dans la catégorie des sols à texture argilo-limoneuse.

#### **4.1.3.1. Caractéristiques chimiques du sol**

**Tableau 11 : Résultats des analyses chimique du sol.**

Profondeur (cm)	pH eau	Conductivité électrique (CE) $\mu\text{s}/\text{cm}$	Calcaire totale
0 – 10	6.59	255.36	10.5
10 – 20	6.95	253.23	11.33
20 – 40	7.55	-	16.5

Le sol est modérément calcaire car le taux du calcaire total est situé entre 5 et 25 % (Baize, 1988). Le sol sont considérés comme non salés, quand leurs conductivités électriques obtenues par l'extrait dilué est inférieure à  $1,2\mu\text{s}/\text{cm}$  (Petard, 1993). Les sols sont légèrement alcalins.

## **4.2. Faculté germinative et PMG**

Faculté germinative et le poids de 100 grains des variétés étudiées, sont comme suit :

L'étude de la faculté germinative et le poids de mille grains nous permettent de calculer la dose de semis de chaque lignée, pour cela, on a calculé les doses selon la formule ci-dessous :



Les graines de blé sont mises dans des boîtes de pétri dotées de papier filtre mouillé par l'eau distillée à raison de 100 graines par boîtes pour le comptage des plantes germées.

Le comptage a été réalisé à partir du deuxième jour, le quatrième, sixième, le huitième et enfin, le douzième.

### ➤ La vitesse de germination

La vitesse de germination a une importance majeure, car elle permet de prévoir la vigueur des plantules, durant le processus de germination, elle est donnée par la formule suivant :

La vitesse de germination = (nombre de grain germées durant 8<sup>ème</sup> jour).

**Tableau 12 : Dose de semis des lignées étudiées en fonction du poids de 1000 grains et de la faculté germinative.**

Variétés	Poids de 1000 grains(g)	Faculté germinative(%)	Dose de semis par micro parcelle (gr /m <sup>2</sup> )
Blé Tendre	39.46	95	12.15
L'orge	49.83	90	12.45

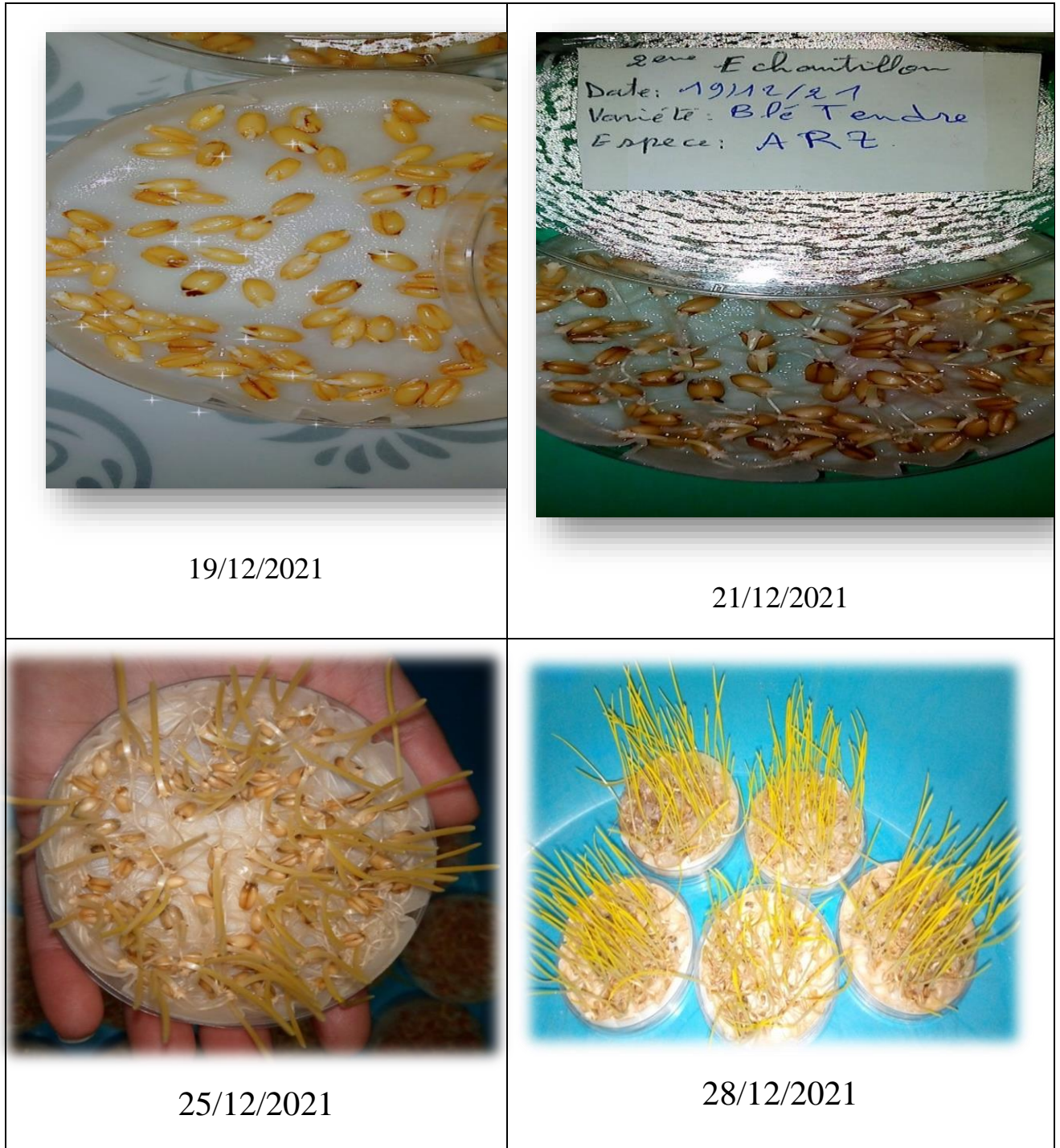


Figure 16 : Faculté germinative de blé Tendre

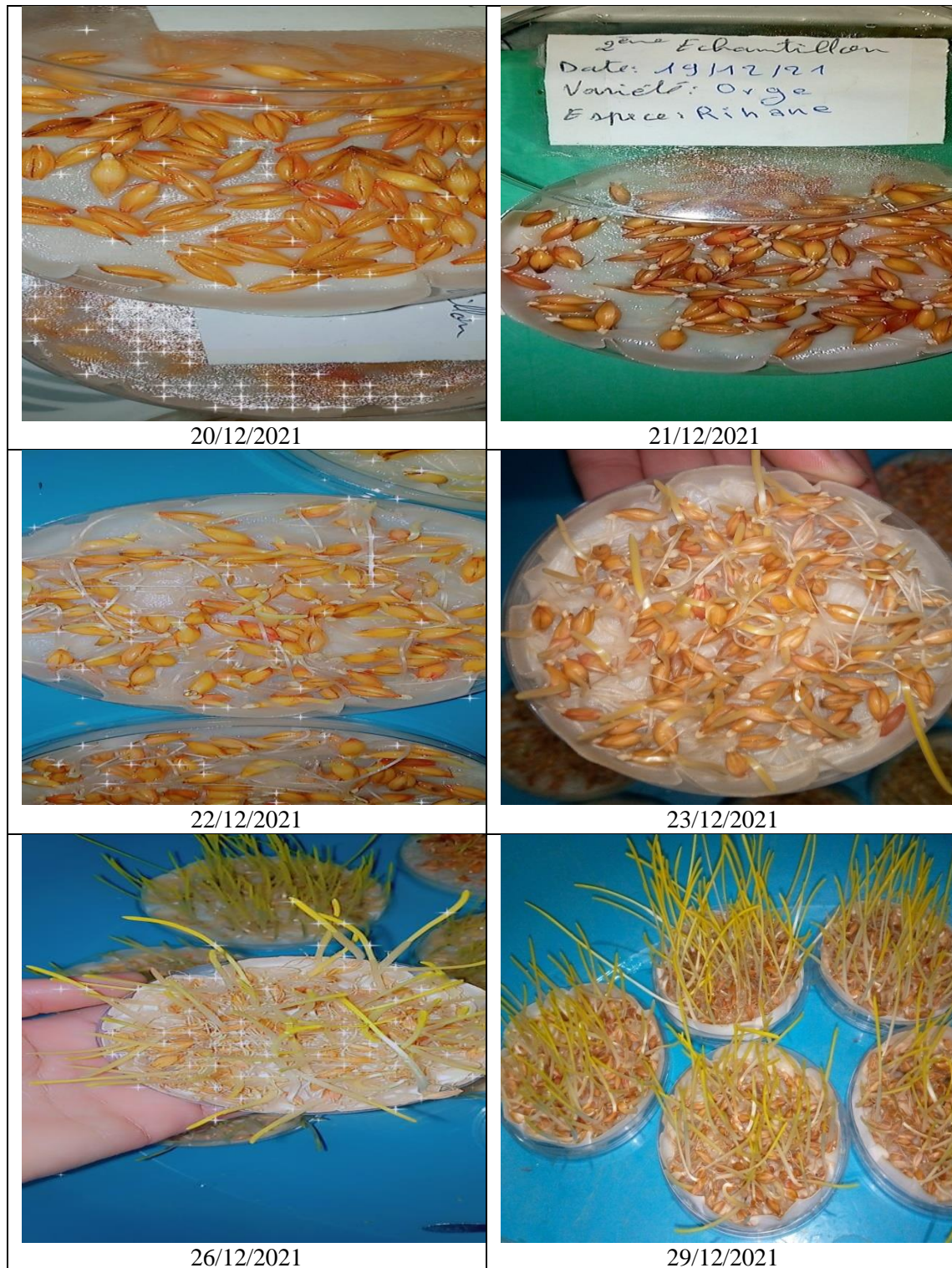


Figure 17: Faculté germinative de l'orge 19/12/2021

### 4.3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en bloc aléatoire complet à un seul facteur. Il comprend quatre blocs. Chaque bloc est constitué de quatre parcelles élémentaires, formant les traitements étudiés (traitement hydrique).

Dimensionnement :

- Surface de la parcelle élémentaire = 6 m<sup>2</sup>
- Nombre de ligne = 6 m.
- Longueur de la ligne = 5 m.
- Ecartement entre ligne = 0.2m.
- Surface de la parcelle utile = 151.2m<sup>2</sup>

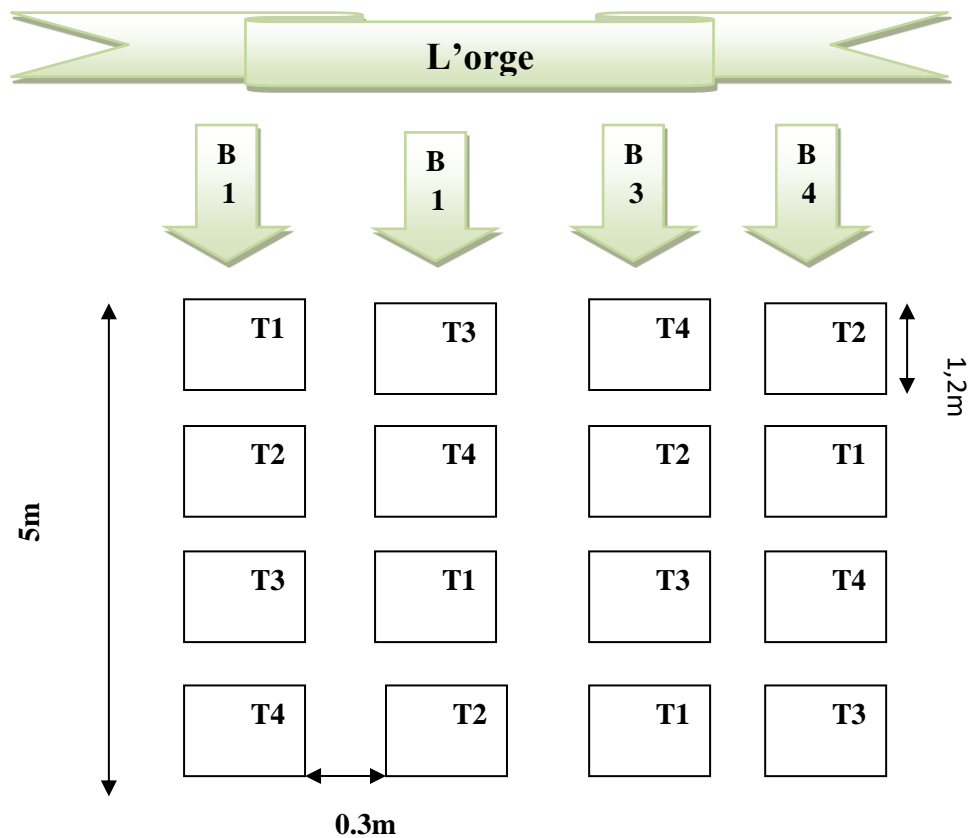
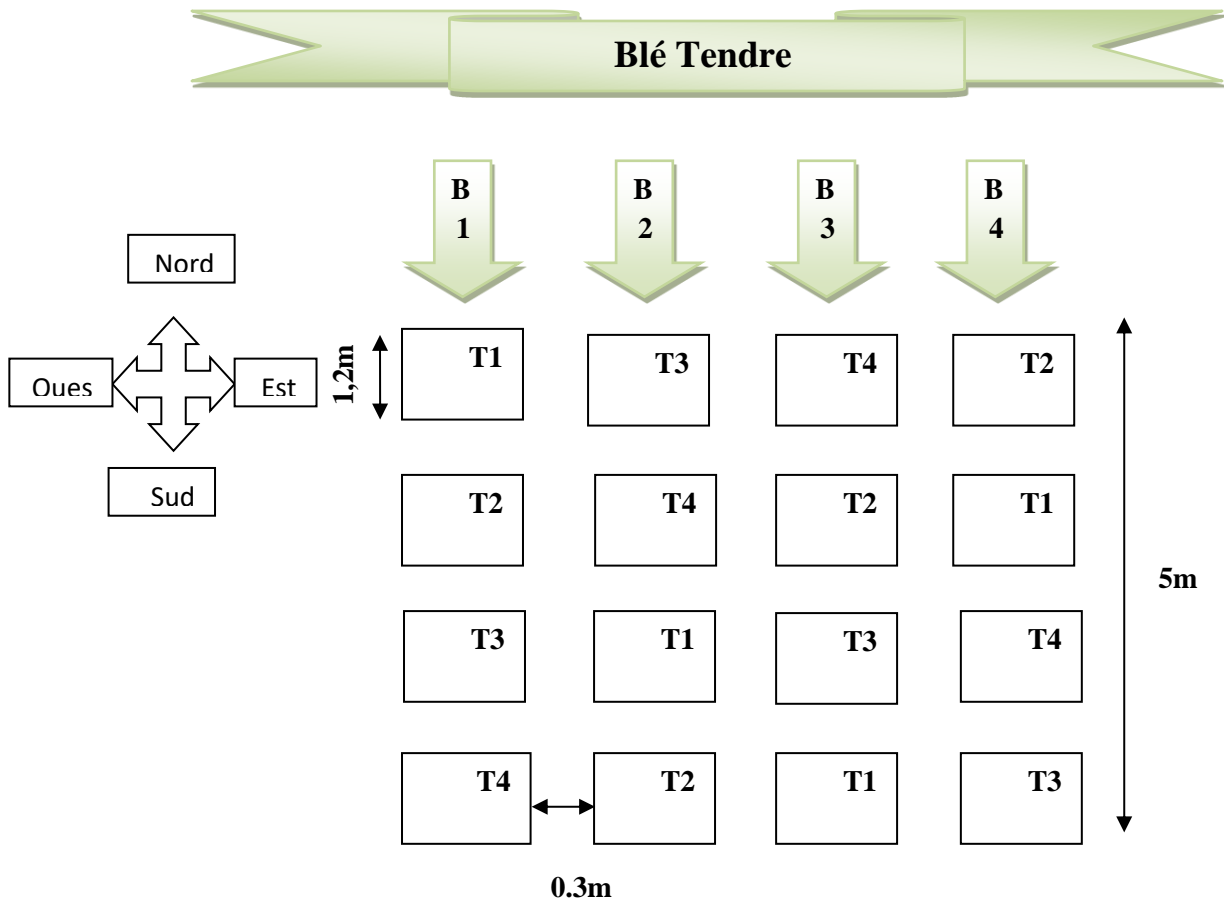
L'essai présente 16 micro- parcelles ou parcelles élémentaires réparties en quatre répétitions. Chaque répétition renferme. Les quatre traitements de chaque espèce (blé dur et l'orge) chaque bloc y compris un témoin, la superficie totale est 151.2 m<sup>2</sup>.

### Les facteurs étudiés et leurs niveaux

On a un seul facteur : traitement hydrique qui comprend 4 niveaux

Les traitements sont comme suit :

- T1 : parcelle avec irrigation 100% de capacité de rétention d'eau.
- T2 : parcelle avec irrigation 80% de capacité de rétention d'eau.
- T3 : parcelle avec irrigation 60% de capacité de rétention d'eau.
- T4 : parcelle témoin non traité.



## **Chapitre 4: Localisation et conditions expérimentales**

### **4.4. Matériels**

#### **4.4.1. Matériels de travail du sol**

Les opérations culturales effectuées pour la mise en place sont les suivantes :

##### **4.4.1.1. Un labour :**

C'est une opération qui a pour objectif d'enfouir et d'incorporer au sol les résidus de récolte, les engrais et les produits chimiques, de conserver l'humidité du sol en permettant l'infiltration de l'eau pour constituer la réserve, de lutter contre l'érosion et de détruire les mauvaises herbes.

Cette technique effectuée le 20/11/2021 par une charrue à socs avec une profondeur de 30 cm.

La charrue à socs découpe la terre horizontalement par le soc et verticalement par le coutre, puis retournée au cours de l'avancement par le versoir.

##### **4.4.1.2. Le pseudo labours**

Ce sont des travaux qui sont généralement réalisés par des pulvérisateurs qui peuvent être employés pour les préparations du lit de semence sans labour ou, souvent en reprise de labours motteux et secs pour sectionner les mottes dures. Ces opérations se distinguent des labours du fait que les outils utilisés, ne réalisent pas un retournement de la bande de terre attaquée, mais, provoquent essentiellement sa division et son brassage. Dans les terres labourées, cahoteuses pour effectuer des travaux de nivellement, d'ameublissement et de nettoyage.

Cette technique effectuée le 20/11/2021 à l'aide d'un cover-crop est un outil tracté forme de deux rongées de disque disposé .

#### **4.4.2. Les façons superficielles**

##### **4.4.2.1. Les herse**

Ce sont des travaux à faibles profondeurs de 8 à 10 cm, pour reprise superficielle, ils permettent d'ameublir, d'émietter et de préparer un lit de semence apte à recevoir les

## **Chapitre 4: Localisation et conditions expérimentales**

graines. Ces opérations sont généralement réalisées par les hersees de plusieurs types, les plus importants sont : les hersees animées presque inexistantes et/ou méconnues en Algérie et les hersees classiques parfois à cage roulante les plus utilisées dans notre pays.

Ces dernières sont des outils très simples bien adaptés pour le nivellement, mais inefficaces pour émietter les sols durs ou semi plastiques.

### **4.4.2.2. Les rouleaux**

C'est des outils utilisés généralement pour le tassement du sol après semis, il existe plusieurs types, dans notre travail nous utilisons le rouleau lisse.

Un passage de rouleau cross kill a été réalisé juste après le semis, pour augmenter l'adhérence entre la terre fine et la graine, par conséquent, favoriser la germination.

### **4.4.3. Matériel de semis**

Le semis a été réalisé par un semoir expérimental semoirs en ligne à 6 rangs le 21 Décembre 2021 avec une densité de semis de blé dur est 216 grains/m<sup>2</sup>, en raison du manque de semence pour cette variété. Et l'orge avec une densité de semis des 250 grains /m<sup>2</sup>.



**Figure 18: : Le semis Photo original .2022**

## Chapitre 4: Localisation et conditions expérimentales

### 4.4.3. Matériel végétale

Le matériel végétal utilisé est représenté

- La première c'est une variété blé tendre (*Triticumaestivum*) «variété ARZ». . Ces semences proviennent de L'ITGC de Khemis Miliana. ARZ c'est une variété semi-précoce, d'origine croisement Italie. Elle est caractérisée par un Rendement en grain optimal est 50 qx /ha, et avec une très bonne qualité semoulière.
- La deuxième c'est une variété de l'orge (*Hordeumvulgare*) Variété Rihane03 Ces semences proviennent de L'ITGC de Khemis Miliana. Rihane03 c'est une variété précoce d'origine croisement ICARDA(Sélection). Elle est caractérisée par une taille moyenne (90 cm) et une teneur en protéines de 11,2% (Boufene et al., 2006).

Tableau 17: Les caractéristique des variétés (Blé Tendre et l'orge)

13 : Les caractéristique des variétés (Blé Tendre et l'orge)

	Caractéristique morphologique	Caractéristique qualitative	Caractéristiques culturales
<b>Variété ARZ</b>	Hauteur de la plante a la maturité : <b>95à 100 cm</b>	Poids de mille grains (PMG) : <b>élevé</b>	Alternative : <b>hiver</b>
	Couleur de l'épi : <b>Fortement coloré</b>	Rendement en grain optimal : 30qx /ha	Tallage : <b>fort</b>
	Cycle végétatif : <b>semi-précoce</b>	Qualité semoulière <b>Très bonne</b>	Type de variété : <b>lignée fort</b>
	Compacité de l'épi : <b>lâche</b>	Origine : <b>CIMMYT Mexique</b>	La sécheresse : <b>sensible</b>
<b>Variété Rihane03</b>	Hauteur de la plante a la maturité : <b>90cm</b>	Poids de mille grains (PMG) : <b>moyen</b>	Alternative : <b>hiver</b>
	Couleur de l'épi : <b>blanc</b>	Rendement en grain optimal : 45qx/ha	Tallage : <b>fort</b>
	Cycle végétatif : <b>Précoce</b>	Dose de 100-130 kg/ha	Type de variété : <b>lignée pure</b>
	Compacité de l'épi : <b>Compact</b>	Origine : <b>ICARDA(Sélection)</b>	La sécheresse : <b>Résistante</b>

Source: ITGC 2006

## ➤ 4.5. Conduite et suivie de l'étude expérimentale

### 4.5.1. Précédent cultural



## **Chapitre 4: Localisation et conditions expérimentales**

La culture précédente est une jachère non travaillée, le sol était donc au repos durant l'année 2020/2021.

### **4.5.2. Fertilisation**

L'engrais utilisé est engrais à fond le MAP (20 11 12) à dose 1qx/ha dans la date 19/12/2021.

Fertilisation azotée azoté : l'urée 46% 2/3 à dose 1.5qx/ha au stade 2 à 3 feuille – l'autre épandage est réalisé au début tallage dans la date 04/04/2022 à 1 ql/ha

### **4.5.3. Désherbage**

Le désherbage manuel régulier est réalisé au cours de l'expérimentation.

### **4.5.4. Irrigations**

L'irrigation a été réalisée manuellement à l'aide des arrosoirs tenus à la main de 10 litres; la surface irriguée pour chaque élémentaire est de  $1.34 \times 1.34 = 1.8 \text{m}^2$ .



**Figure 19 : Irrigation manuelle photo original 2022**

#### **✓ Stades et doses d'irrigation**

L'irrigation n'est que complémentaire et son déclenchement est jugé grâce au contrôle de l'humidité du sol, elle est apportée seulement pour les traitements irrigués.

## Chapitre 4: Localisation et conditions expérimentales

La quantité d'eau apportée correspond à la reconstitution de la capacité de rétention à une certaine profondeur de l'enracinement et elle est calculée grâce à la formule suivante :

Dose d'irrigation (mm) =  $(H_{cr} - H_p) \cdot D_a \cdot Z$  (mm) à revoir

**Z** : profondeur d'enracinement.

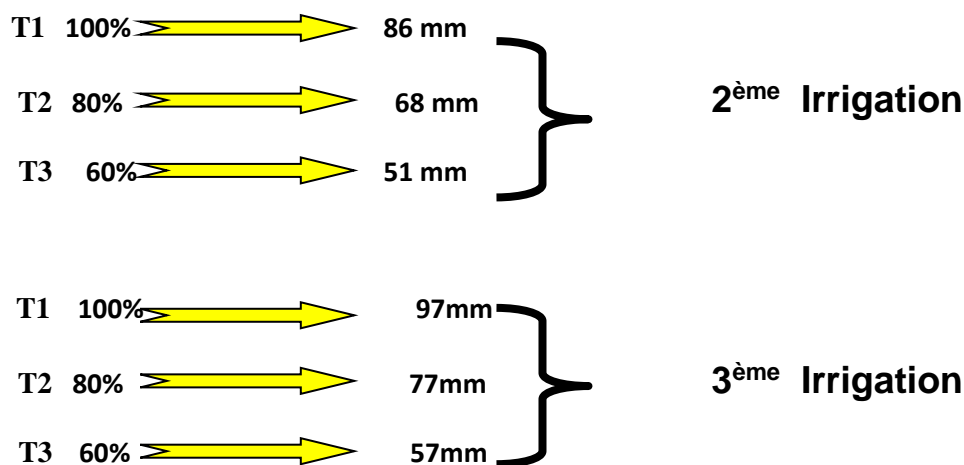
**H<sub>cr</sub>** : humidité à la capacité de rétention.

**D<sub>a</sub>** : la densité apparente.

**H<sub>p</sub>** : humidité pondérale du sol les 6 jours du prélèvement.

**Tableau 14 : Dates, doses et stades d'irrigation**

Dates	Doses (mm)	Stades
10/02/2022	30	Levée
04/03/2022	86	Montaison
26/04/2022	97	Laiteux



✓ **Calculs effectués**

Calcul de la densité apparente (D<sub>a</sub>) :

## **Chapitre 4: Localisation et conditions expérimentales**

$D_a = P_s / V_t$ .

Avec :

- **Da** : Densité apparente (g / cm<sup>3</sup>).
- **Ps** : Poids du sol sec.
- **Vt** : Volume du sol (cm<sup>3</sup>)

A partir de cette formule on a calculé la densité apparente aux différents horizons.

**Tableau 15 : Représente les résultats de la densité apparente**

<b>Horizon</b>	<b>Da (g/cm<sup>3</sup>)</b>
10	1.44
20	1.74
30	1.51
40	1.62
50	1.46
60	1.54

## **Chapitre 4: Localisation et conditions expérimentales**

**Tableau 16 Résumé des dates de chaque stade phénologique**

	<b>Blé Tendre</b>	<b>L'orge</b>
<b>Stades phénologiques</b>	<b>Dates correspondantes</b>	<b>Dates Correspondantes</b>
<b>Levée</b>	10/01/2022	10/01/2022
<b>2 à 3 feuilles</b>	15/01/2022	15/01/2022
<b>début tallage</b>	30/01/2022	30/01/2022
<b>Plein tallage</b>	20/02/2022	20/02/2022
<b>Début montaison ou stade épi un cm (2noeuds)</b>	4/03/2022	4/03/2022
<b>Epiaisons</b>	18/03/2022	18/03/2022
<b>Fin floraison</b>	12/04/2022	10/04/2022
<b>Stade laiteux</b>	19/04/2022	06/04/2022
<b>Stade pâteux</b>	19/05/2022	26/04/2022
<b>Maturité</b>	22/05/2022	12/05/2022
<b>La récolte</b>	06/06/2022	06/06/2022

### **4.6. Techniques et mesures effectuées sur le plant V**

#### **Densité de la levée**

Le comptage du nombre de plante a été effectué le 10 /02/2022.

#### **Tallage herbacée**

Le nombre de talles par plant a été déterminé sur six plants par parcelle, pris au hasard où nous avons procédé au stade plain tallage, le 20/02/2022 où on a trouvé le nombre de talles entre 4-6 talles/ plants.

## **Chapitre 4: Localisation et conditions expérimentales**

### **Blé Tendre et orge**

#### **4.7. Caractéristiques de la culture**

✓ **.Hauteur de la tige**

Cette opération a été réalisée le 26/05/2022 sur le champ la Maturité, on a pris 4 échantillons au hasard. La hauteur de la plante est mesurée de sa base jusqu'à l'extrémité de l'épi sans les barbes et on prenant la moyenne, c'est le même cas pour toutes les parcelles élémentaires

✓ **Nombre d'épillets par épi**

On a réalisé cette opération le 26/05/2022 sur le champ au stade pâteux. On a pris 4 échantillons et dont on a calculé la moyenne, c'est le cas pour toutes les parcelles élémentaires.

✓ **Nombre d'épis /m<sup>2</sup>**

L'Opération a été réalisée le 24/05/2022 avec un comptage touche le sec et l'irrigué.

✓ **Nombre des grains par épi**

Nous avons effectué un comptage de nombre de grains par épi sur 6 épis de chaque traitement, sur le champ le 26/05/2022, Cette opération est répétée pour tous les blocs et les deux espèces (blé dur et orge.

✓ **Nombre de grains par m<sup>2</sup>**

Nombre de grains/m<sup>2</sup> = nombre d'épis /m<sup>2</sup> x nombre de grains / épi.

✓ **Poids de mille grains**

Nous avons pris trois échantillons de mille grains sur lesquels nous avons effectué les pesés à l'aide d'une balance de précision.

**Rendement réel**

✓ IL est déterminé par la pesée des grains récoltés de chaque parcelle élémentaire.

✓ **Rendement estimé**

Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

Rendement biologique : Nbre d'épi /m<sup>2</sup> X Nbre de grains / épi X PMG/1000.

## **Chapitre 4: Localisation et conditions expérimentales**

### ✓ **Rendement réel en grains (qx/ha)**

Un fauchage à été réalisé sur un mètre carré, puis nous avons battu toute la gerbe récoltée pour une pesée du total des graines battues pour avoir le poids de ces derniers sur une surface d'un mètre carré et ensuite l'a convertir en quintaux à l'hectare de chaque parcelle élémentaire.

### **Rendement biologique**

Il est calculé à l'aide de la formule suivante :

Rendement biologique :  $\text{Nbr d'épi /m}^2 \times \text{Nbre de grains / épi} \times \text{PMG}$ .

## Chapitre 5: Résultats et discussions

### Introduction

#### Objectif

L'objectif de cette étude est la recherche de l'effet de l'irrigation sur le rendement et ces composants en comparaisons avec un témoin qui représente l'effet des aléas climatiques sur les caractéristiques quantitatives de deux espèces de céréales, blé tendre et orge dans les conditions agro climatiques du Haut Cheliff.

Ce chapitre est réservé à la présentation et l'analyse statistiques des résultats et leurs interprétations. Les paramètres étudiés sont :

Indexe de tallage, nombre d'épi/m<sup>2</sup>, nombre d'épillets /épi, nombre des grains/épi, hauteur de la plante, le poids de mille grains (PMG), le poids frais ou matière verte et le rendement en grain en Qx/ha.

### 1. Blé Tendre

#### ➤ 5.1.1 Evaluation du l'index de tallage

##### 5.1.1.1. Présentation des résultats

Les valeurs moyennes de l'index de tallage obtenu sont indiquées dans le tableau 16

**Tableau 17 : Les valeurs moyennes de l'index de tallage (Nombre de talle/plante)**

Traitement	T1	T2	T3	T4
NT (blé tendre)	2,64	2,28	1,75	1,65

#### ➤ 5.1.1.2 Analyses statistiques

##### 5.1.1.2.1 Analyse de variance

Les résultants de l'analyse de variance du l'index du tallage sont représentés dans le tableau 18

## Chapitre 5: Résultats et discussions

**Tableau 18 : Analyse de variance du l'index de tallage**

Source	DDL	SS	CM	F	p	CV
Répétition	3	0.33307	0.11102			
Irrigation	3	2.61607	0.87202	26.49	0.0001	
Résiduelle	9	0.29631	0.03292			
Total	15	3.24544				18.66

**MG 2.0819 talle/plante**

Quand la probabilité calculée est inférieure à 0.05, on peut donc dire que les différences obtenues sont **très** hautement significatives ( $P < 0.001$ ).

Cela signifie que l'irrigation un impact significatif sur le l'index du tallage.

Le coefficient de variance est de (**18.66%**) montre que l'expérimentation à été menée avec une moyenne précision

### **5.1.1.3. Comparaison des moyennes**

La comparaison des moyennes deux à deux l'index de tallage à l'aide du test LSD de Newman et Keuls au seuil de 5% a abouti à la classification des groupes homogènes suivants :

✓ *Tableau 23 Classification selon le test Newman- keuls*

**Tableau 19 Classification selon le test Newman- keuls**

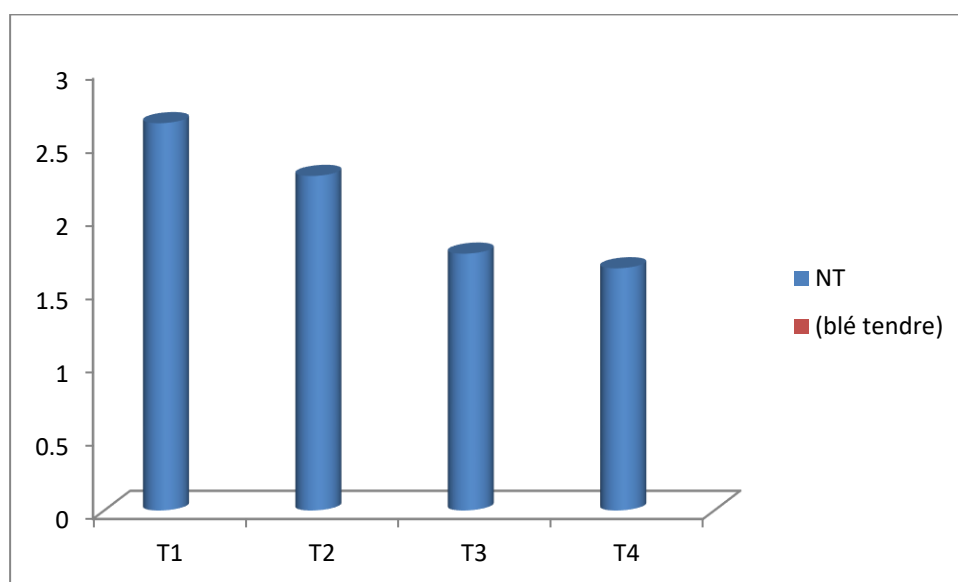
Irrigation	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
T1	2,64	A
T2	2,28	B
T3	1,75	C
T4	1,65	C



## Chapitre 5: Résultats et discussions

- Selon le test Newman-keuls on enregistre trois groupes homogènes. Le traitement T1 au 1<sup>er</sup> groupe (A) et Le traitement T2 au 2<sup>er</sup> groupe (B) et le T3, T4 appartiennent au même groupe (C).
- D'après le test newmen -keuls qui classé les résultats des traitements en trois groupes homogènes distincts dans le premier groupe A comporte le traitement a fort tallage (T1) qui inscrit la valeur 2.64.et le deuxième groupe B englobe le traitement dit a index de tallage moyen T2. Et le dernier groupe comporte les traitements a faible index de tallage et qu'on monter par T3 et T4

*Figure 24 : du l'index de tallage*



Le traitement (T1) donne la valeur la plus élevée 2,645. Le plus faible est affiché dans le traitement (T4) avec 1,65talle.

Cette résultat peut être expliqué pour l'interaction des caractères variétaux avec le peuplement levée (effet compétitive) ainsi les techniques culturales .le potentiel de tallage est associé avec le composant du rendement telles que le nombre épi qui dépend énormément des talles qui fait de la compétition des différents épis.

### ➤ 5.1.2. Evaluation du nombre d'épi /m2

#### 5.1.2.1. Présentation des résultats

Les valeurs moyennes du Nombre d'épi /m2 obtenu sont indiquées dans le tableau n : 19

## Chapitre 5: Résultats et discussions

**Tableau 20 Valeurs moyennes du nombre d'épi /m<sup>2</sup>**

Traitement	T1	T2	T3	T4
NEMC	551,5	505,5	418,75	364,25

### **5.1.2.2 Analyses statistiques**

#### **5.1.2.2.1 Analyse de variance**

Les résultats de l'analyse de variance de nombre d'épi /m<sup>2</sup>

Sont représentés dans le tableau

**Tableau 21 : Analyse de variance nombre d'épi /m<sup>2</sup>**

Source	DDL	SS	MS	F	p	CV
Répétition	3	486.5	162.2			
Irrigation	3	55504.5	18501.5	21.21	0.0002	
Résiduelle	9	7851.0	872.3			8.62
Total	15	63842.0				

MG 342.50 épi/m<sup>2</sup>

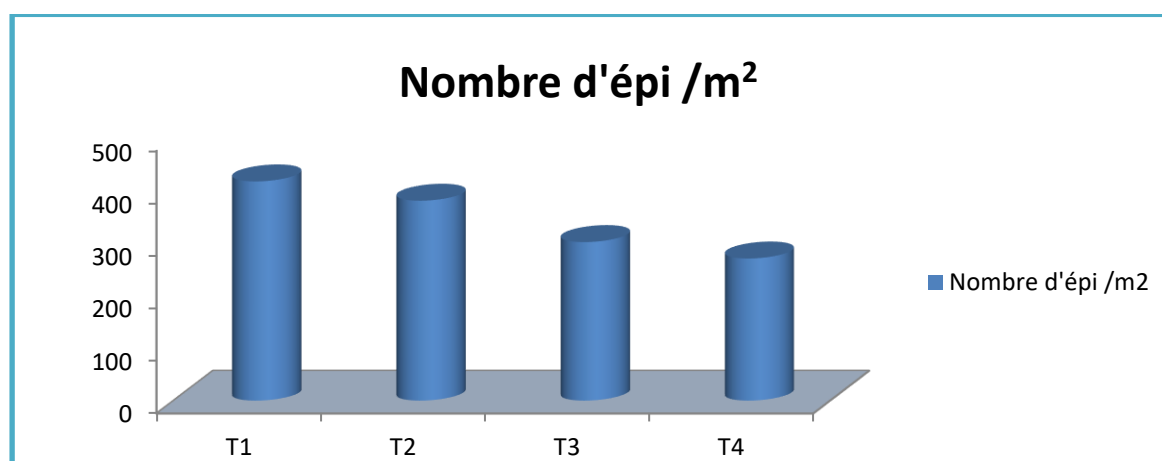
Quand la probabilité calculée est inférieure à 0.05, on peut donc dire que les différences obtenues sont très hautement significatives ( $P < 0.001$ ).

Cela signifie que l'irrigation a un impact significatif sur le nombre d'épi /m<sup>2</sup>, plus l'irrigation est importante plus le nombre d'épi par unité de surface augmente. Le coefficient de variance indique que l'essai est dans la marge de la précision, ce qui fait que les valeurs trouvées peuvent être utilisées pour étudier les effets de l'irrigation sur ce paramètre sans réserve.

L'analyse de variance révèle une différence très hautement significative entre les trois traitements et le témoin (T4).

le coefficient de variance est de **(8.62%)** montre que l'expérimentation a été menée avec une bonne précision

## Chapitre 5: Résultats et discussions



**Figure 20 : Nombre d'épi /m2**

- La figure 19 montre que le nombre d'épi par mètre carré le plus élevé a été obtenu dans le premier traitement (T1). En deuxième position arrive le deuxième traitement (T2). Et le troisième traitement (T3) présente une valeur plus faible. Donc la première molécule (T1).
- Le nombre d'épis par mètre carré dépend du peuplement à la levée. Du tallage ainsi que le pourcentage régression (talles épis /talles herbacées), mais le plus important est l'aptitude à la variété à conserver ses talles herbacées en épi selon les conditions culturales
- Le nombre d'épi réfère à la capacité du Blé tendre à produire des talles et refête donc son potentiel de rendement

**Tableau 22 Classification selon le test Newman- Keuls -au seuil**

Irrigation	Moyennes	Groupes homogènes
<b>T1</b>	<b>417.25</b>	<b>A</b>
<b>T2</b>	<b>380.50</b>	<b>A</b>
<b>T3</b>	<b>301.75</b>	<b>B</b>
<b>T4</b>	<b>270.50</b>	<b>B</b>

- Selon le test Newman-keuls on enregistre deux groupes homogènes. Le traitement T1 et T2 appartiennent au 1<sup>er</sup> groupe (A) et le T3, T4 appartiennent au même groupe (B).

## Chapitre 5: Résultats et discussions

### • 5.1.3. Evaluation nombre d'épillets /épi

#### 5.1.3.1 Présentation des résultats

Les valeurs moyennes du nombre d'épillets /épi obtenu sont indiquées dans le tableau n : 23

**Tableau 23 Valeurs moyennes du nombre d'épi /m<sup>2</sup>**

Traitement	Nombre d'épillets /épi
T1	20,5
T2	19,75
T3	19
T4	18,25

#### ➤ 5.1.3.2 Analyses statistiques

##### 5.1.3.2.1 Analyse de variance

Les résultats de l'analyse de variance du nombre d'épillets /épi sont représentés dans le tableau 24

**Tableau 24 Analyse de variance du Nombre d'épillets /épi**

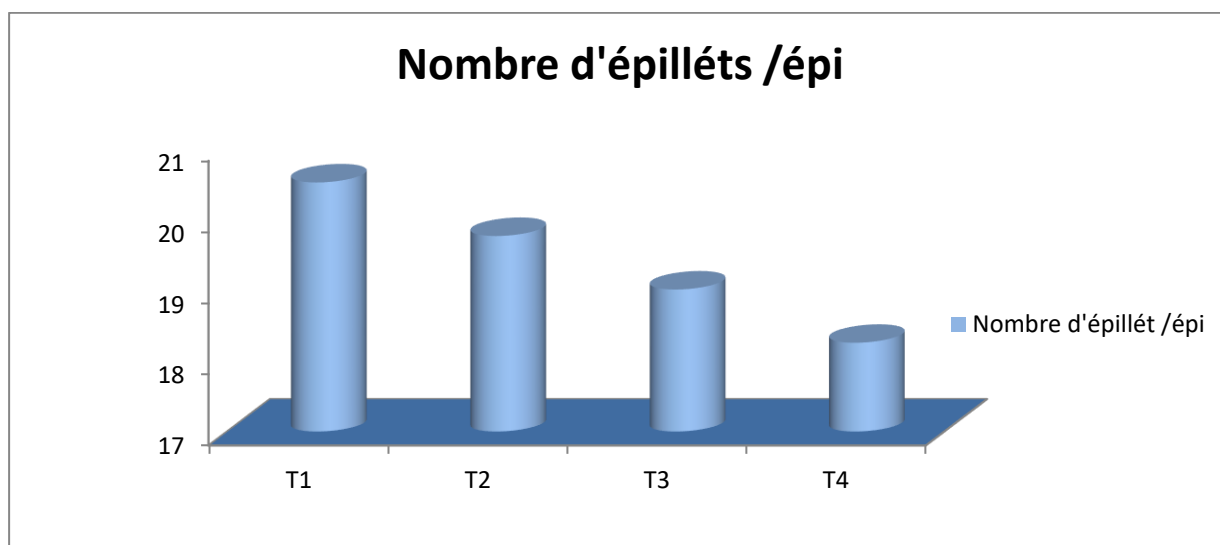
Source	DDL	SS	MS	F	P	CV
Répétition	3	0.7500	0.25000			
Irrigation	3	11.2500	3.75000	3.46	0.0644	5.37
Résiduelle	9	9.7500	1.08333			
Total	15	21.7500				

**MG 19.375 épillets/épi**

- ✓ la probabilité calculée est supérieure à 0.05, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives. Cela signifie que l'irrigation n'a pas un impact significatif sur le nombre d'épillets /épi le coefficient de variance est de (6,48%). Il montre que l'expérimentation a été menée avec une très bonne précision
- L'analyse de variance relève une différence non significative entre les trois traitements et le témoin (T4).

## Chapitre 5: Résultats et discussions

- Le coefficient de variance est de (5.37%). Il montre que l'expérimentation a été menée avec une bonne précision



**Figure 21 : Nombre d'épillés /épi**

- Le traitement (T1) donne la valeur la plus élevée avec 20,5 épillets/m<sup>2</sup>, Le plus faible est affiché dans le traitement (T4) avec 18,25épillets/m<sup>2</sup>. On a enregistré une équivalence entre le (T2) et le (T4).
- Le nombre d'épillet dépend d'une interaction entre température et durée des jours. donc la condition favorables sont des températures élevées associée à des jours courts pendant la période de formation des épillets

### ➤ 5.1.4. Evaluation du nombre des grains/épi

#### 5.1.4.1 Présentation des résultats

Les valeurs moyennes du nombre des grains/épi obtenues sont indiquées dans le tableau n : 25

**Tableau 25: Valeurs moyennes du Nombre des grains/épi**

Traitement	Nombre des grains/épi
T1	27,75
T2	26
T3	26,75
T4	25,75

### ➤ 5.1.4.2 Analyses statistiques

## Chapitre 5: Résultats et discussions

### 5.1.4.1 Analyse de variance

Les résultats de l'analyse de variance **Nombre des grains/épi**

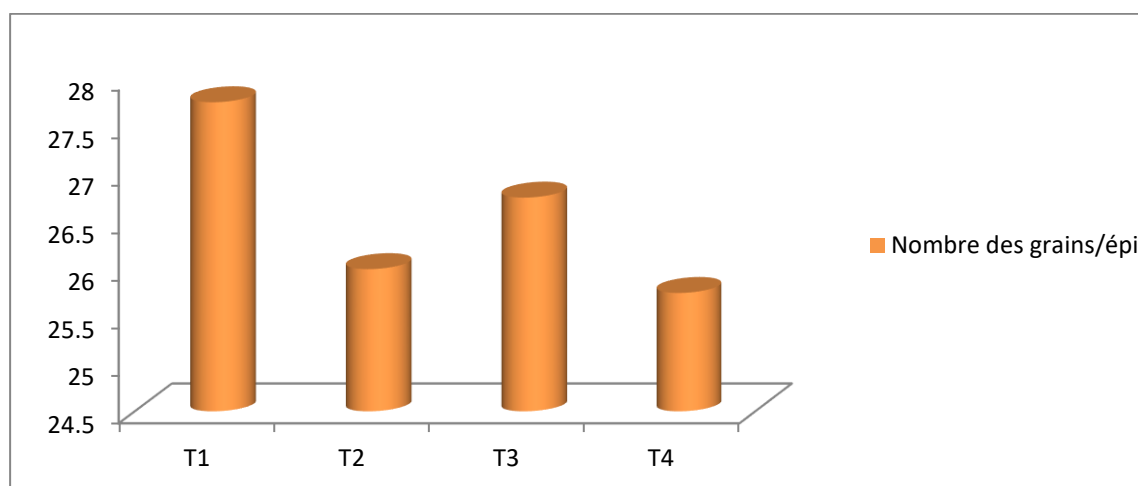
Sont représentés dans le tableau : 26

**Tableau 26 : Analyse de variance du nombre des grains/épi**

Source	DDL	SS	MS	F	P	CV
Répétition	3	25.687	8.5625			
Irrigation	3	9.687	3.2292	0.30	0.8240	12.33
Résiduelle	9	96.562	10.7292			
Total	15	131.937				

MG 26.563 grain/épi

- la probabilité calculée est supérieure à 0.05, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives. Cela signifie que l'irrigation n'a pas eu un impact significatif sur le nombre des grains/épi.
- L'analyse de variance relève une différence non significative entre les trois traitements et le témoin (T4).
- Le coefficient de variance est de (12.33%) montre que l'expérimentation a été menée avec une précision.



**Figure 22 : Nombre des grains/épi.**

- Le traitement (T1) donne la valeur la plus élevée 27,75. Le plus faible est affiché dans le traitement (T4) avec 25,75

## **Chapitre 5: Résultats et discussions**

- Le résultat de ce paramètre pour l'ensemble des traitements montre que le nombre de grain par épi varie entre 28 et 25 grain par épi nous enregistrons la valeur le plus élevée dans T1 a 28 grain/épi .et le plus faible valeur été affiché dans le T4 a 25 grain /épi
- Le nombre de grain/ épi est la composant de rendement la plus important .il faut donc choisir la variété la plus adapté au milieu a grands potentiels avec les condition agro-climatique favorable

### ➤ **5.1.5. Evaluation de la hauteur de la tige**

#### **5.1.5.1. Présentation des résultats**

Les valeurs moyennes de Hauteur de la tige obtenue sont indiquées dans le tableau n : 27

**Tableau 27 : Valeurs moyennes de. Hauteur de la tige**

Traitement	Hauteur de la tige
T1	79,75
T2	70,75
T3	81,5
T4	76,25

### ➤ **5.1.5.2 Analyses statistiques**

#### **5.1.5.2.1 Analyse de variance**

Les résultats de l'analyse de variance de la hauteur de la tige sont représentés dans le tableau 28

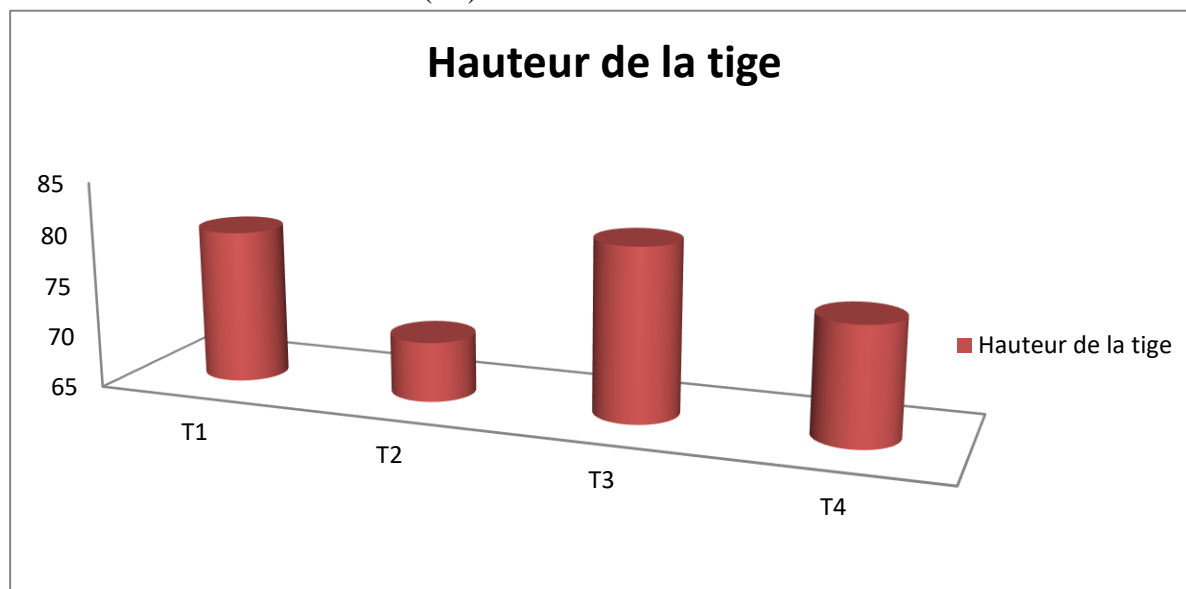
**Tableau 28 Analyse de variance de Hauteur de la tige**

Source	DF	SS	MS	F	P	CV
Répétition	3	1.687	0.5625			
Irrigation	3	269.687	89.8958	1.72	0.2329	9.39
Résiduelle	9	471.563	52.3958			
Total	15	742.937				

**MG 77.063 cm**

## Chapitre 5: Résultats et discussions

- ✓ la probabilité calculée est supérieure à 0.05, on peut donc dire que les différentes obtenues sont non significatives. Cela signifie que l'irrigation n'a pas eu un impact significatif sur la Hauteur de la tige.
- ✓ L'analyse de variance relève une différence non significative entre les trois traitements et le témoin (T4).



**Figure23 : Hauteur de la tige cm**

- Le coefficient de variance est de (9.39%) montre que l'expérimentation a été menée avec une précision.
- Le traitement (T3) donne la valeur la plus élevée 81,5. Le plus faible est affiché dans le traitement (T2) avec 70,75
- La hauteur de la tige est liée à l'origine des génotypes. Les variétés à haut tige répondent mieux conditions de sécheresse et la variété courts s'adaptent mieux aux zones humides par raison des quantités d'assimilés stockés au niveau des tiges qui sont les principes organes de réserves

### 5.1.6. Evaluation de Poids frais (kg/m<sup>2</sup>)

#### 5.1.6.1 Présentation des résultats

Les valeurs moyennes l'index de Poids frais (kg/m<sup>2</sup>) Obtenu sont indiquées dans le tableau n : 28

**Tableau 29 : Valeurs moyennes du poids frais (kg/m<sup>2</sup>)**

Traitement	T1	T2	T3	T4
Poids frais (kg)	2,665	2,3875	2,925	2,565



## Chapitre 5: Résultats et discussions

### ➤ 5.1.6.2 Analyses statistiques

#### 5.1.6.2.1 Analyse de variance

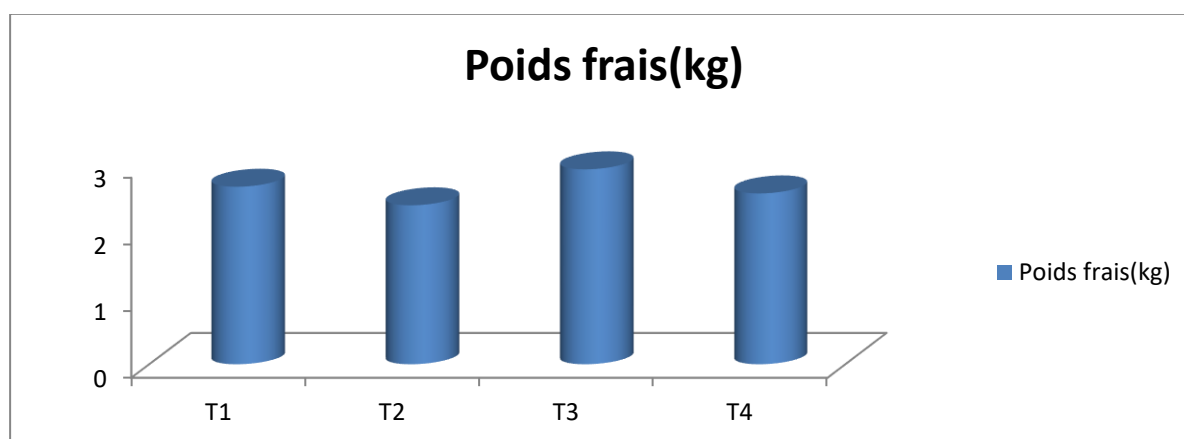
Les résultats de l'analyse de variance de Poids frais (kg) Sont représentés dans le tableau 30

**Tableau 30 : Analyse de variance de Poids frais (kg)**

Source	DF	SS	MS	F	P	CV
Répétition	3	0.28437	0.09479			
Irrigation	3	0.60462	0.20154	1.54	0.2710	13.74
Résiduelle	9	1.18041	0.13116			
Total	15	2.06939				

**MG 2.6356 Kg/m<sup>2</sup>**

- ✓ Quand la probabilité calculée est supérieure à 0.05, on peut donc dire que les différentes obtenues sont non significatives. Cela signifie que l'irrigation n'a pas un impact significatif sur Poids frais (kg)
- ✓ L'analyse de variance relève une différence non significative entre les trois traitements et le témoin (T4).
- ✓ Le coefficient de variance est de (13.74%) montre que l'expérimentation a été menée avec une précision.



**Figure 24 : Poids frais (kg)**

- Le traitement (T3) donne la valeur la plus élevée 2,925 kg Le plus faible est observé dans le traitement (T4) avec 2,3875 kg
- 

### ➤ 5.1.7. Evaluation du Nombre des Poids de milles grains (PMG) g

## Chapitre 5: Résultats et discussions

### 5.1.7.1 Présentation des résultats

Les valeurs moyennes de **Poids de milles grains (PMG) g** obtenu sont indiquées dans le tableau n : 31

**Tableau 31 : Valeurs moyennes de PMG**

Traitement	PMG
T1	40
T2	41,05
T3	40,05
T4	39,01

### ➤ 5.1.7.2 Analyses statistiques

#### 5.1.7.2.1 Analyse de variance

Les résultats de l'analyse de variance de poids de milles grains (**PMG) g**

Sont représentés dans le tableau 32

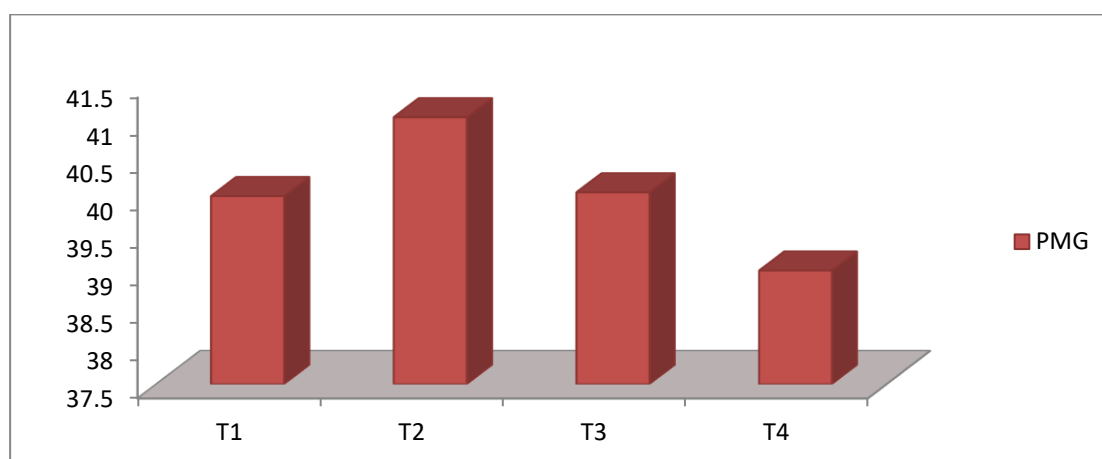
**Tableau 32 : Analyse de variance de poids de milles grains (PMG) g**

Source	DF	SS	MS	F	P	CV
Répétition	3	10.0037	3.33457			
Irrigation	3	11.1074	3.70247	0.51	0.6852	6.68
Résiduelle	9	65.3181	7.25757			
Total	15	86.4292				

**MG 40.352 grammes**

- ✓ la probabilité calculée est supérieure à 0.05, on peut donc dire que les différentes obtenues sont non significatives. Cela signifie que l'irrigation n'a pas un impact significatif sur le **PMG**
- ✓ L'analyse de variance relève une différence non significative entre les trois traitements et le témoin (T4).
- ✓ Le coefficient de variance est de (**6.68%**) montre que l'expérimentation a été menée avec une Bonne précision.

## Chapitre 5: Résultats et discussions



**Figure 25: Poids de milles grains (PMG)g**

- Le traitement (T2) donne la valeur la plus élevée **41,05 g** et Le plus faible est affiché dans le traitement (T4) avec **2,565 g**
- Le poids de mille grains est une caractéristique variétale des fluctuations en particulier a l'échaudage dépend fortement des conditions climatiques et de la nutrition azotée durant la maturation.

Le PMG diminuée considérablement sous l'effet de forte température et d'un déficit hydrique au memento de remplissage du grain

### ➤ **5.1.8. Evaluation du rendement en Qx/ha**

#### **5.1.8.1 Présentation des résultats**

- Les valeurs moyennes de **Rendement Qx/ha**

obtenus sont indiquées dans le tableau n : 33

**Tableau 33 Valeurs moyennes du rendement Qx/ha**

Traitement	Rendement Qx/ha
T1	46,735
T2	40,6575
T3	32,555
T4	27,2525

#### ➤ **5.1.8.2 Analyses statistiques**

##### **5.1.8.2.1 Analyse de variance**

Les résultats de l'analyse de variance de rendement Qx/ha

Sont représentés dans le tableau 34

## Chapitre 5: Résultats et discussions

Tableau 34 Analyse de variance de Rendement Qx/ha

Source	DF	SS	MS	F	P	CV
Répétition	3	49.17	16.389			
Irrigation	3	891.04	297.012	21.87	0.0002	10.01
Résiduelle	9	122.24	13.582			
Total	15	1062.44				

MG 36.800

la probabilité calculée est inférieure à 0.05, on peut donc dire que les différences obtenues sont **très hautement significatives** ( $P < 0.001$ ).

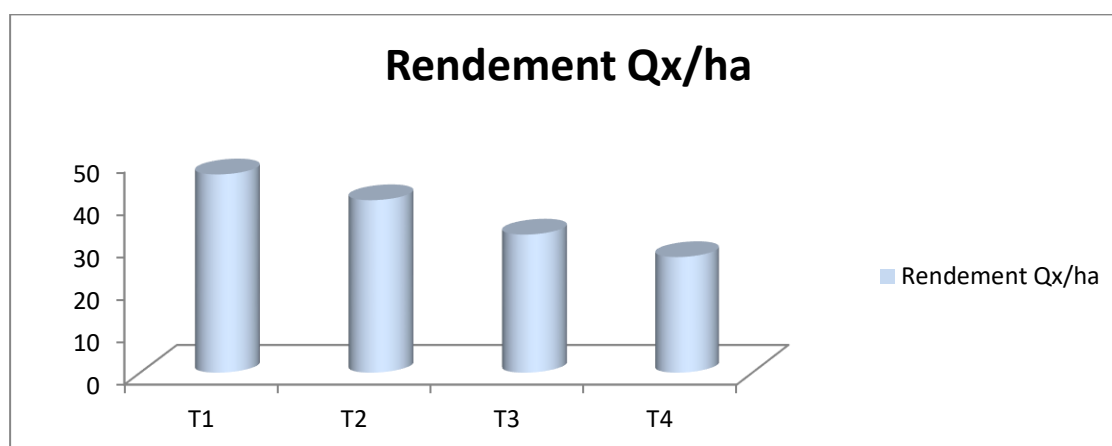
- Cela signifie que l'irrigation a un impact significatif sur le rendement Qx/ha
  - L'analyse de variance relève une différence très hautement significative entre les trois traitements et le témoin (T4).
  - Le coefficient de variance est de (**10.01%**) montre que l'expérimentation a été menée avec une bonne précision
- **Classification selon le test Newman-keuls -au seuil de 5%**

Tableau 35 test Newman- keuls

Irrigation	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
T1	46.735	A
T2	40.657	B
T3	32.555	C
T4	27.253	C

- Selon le test Newman-keuls-au seuil de 5% on enregistre trois groupes homogènes. Le traitement (T1) appartient au 1<sup>er</sup> groupe (A), et le T2 en 2<sup>ème</sup> groupe B. Le traitement T3 et T4 appartiennent au même groupe C.

## Chapitre 5: Résultats et discussions



**Figure 26 : Rendement Qx/ha**

- La figure 25 montre que le Rendement Qx/ha le plus élevée a été obtenu dans le premier traitement (T1). En deuxième position arrive le deuxième traitement (T2). Puis le troisième traitement (T3) présente une valeur plus faible. Donc la première molécule (T1)
- La signification des différent entre les moyennes de rendement estimé peut être expliqué par ressemblance de l'interaction entre les composant des rendements qui produit de trois facteurs (nombre d'épis par mètre carré .le nombre du grain par épi et le poids de mille grain)
- Le rendement peut être exprimé de l'adaptation des génotypes a son milieu .cette fonction étant caractériser par les variables liées aux contraintes de l'environnement

## Chapitre 5: Résultats et discussions

### 2. Orge

#### 5.2.1. Evaluation du coefficient de tallage

##### 5.2.1.1. Représentation des résultats

Les valeurs moyennes de l'index de tallage obtenu sont indiquées dans le tableau 36

**Tableau 36 : Valeurs moyennes de l'index de tallage**

Traitement	T1	T2	T3	T4
Coefficient de tallage	1,6375	1,5675	1,55	1,3675

##### 5.2.1.2. Analyses statistiques

###### 5.2.1.2.1. Analyse de variance

Les résultats de l'analyse de variance de l'index de tallage et la classification Neman et Keuls sont représentés dans le tableau 37

**Tableau 37 : Analyse de variance de l'index de tallage**

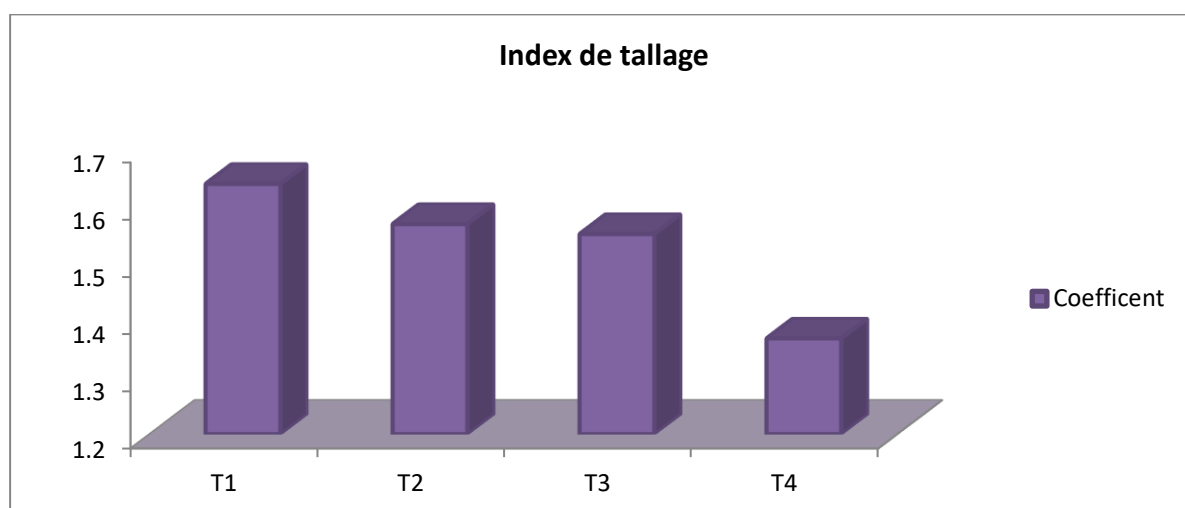
Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	0,12815	0,04272			
Irrigation	3	0,12395	0,04132	1,21	0,3622	
Résiduelle	9	0,30840	0,03427			
Total	15	0,56050				10,36

**GM** : 1,7875 talles herbacés/plante

Quand la probabilité calculée est supérieure à 0.05 OU 5%, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives. Cela signifie que l'irrigation n'a pas une influence significative sur l'index du tallage. Comme l'essai présente une précision assez bonne.

L'analyse de la variance révèle une différence non significative entre les traitements avec un coefficient de variance CV : 10,36%, assez bonne précision de l'essai

## Chapitre 5: Résultats et discussions



**Figure 27 : variation de l'index de tallage**

- En observe la valeur plus élevée est enregistrée dans le traitement T1 avec une valeur moyenne de 1,6375 talles/plante et la faible valeur enregistré dans le traitement T4 avec une valeur de 1,3675 talles/plante.
- C'est un résultat logique dans la mesure où celui qui a reçu le plus d'irrigation a subit moins de stress, en donnant un bon index de tallage.

### **5.2.2. Evaluation de Nombre d'épi par mètre carré**

#### **5.2.2.1. Présentation des résultats**

Les valeurs moyennes de nombre d'épi par mètre carré obtenues sont indiquées dans le tableau 38

**Tableau 38 : Valeurs moyennes de Nombre d'épi par mètre cari**

Traitement	T1	T2	T3	T4
NEMC	551,5	505,5	418,75	364,25

#### **5.2.2.2. Analyses de variance**

Les résultats de l'analyse de variance de nombre d'épi par mètre carré sont représentés dans le tableau 38.

## **Chapitre 5: Résultats et discussions**

**Tableau 39 : Analyse de variance de Nombre d'épi par mètre carré**

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	0,1036	3,0021			
Irrigation	3	5,84258	2,61482	23,92	0,0001	7,49
Résiduelle	9	5,29601	1,8811			
Total	15	0,24599				

MG : 460.00 épis/m<sup>2</sup>

La probabilité calculée est inférieure à 0.001, on peut donc dire que les différences obtenues sont très hautement significatives. Cela signifie que l'irrigation a un grand impact sur le nombre d'épi par mètre carré. Plus le traitement a subi d'eau plus, il a donné des épis par unité de surface. L'essai présente également une bonne précision d'après son coefficient de variance.

### **5.2.3.2. Comparaison des moyennes**

La comparaison des moyennes deux à deux du nombre d'épi par mètre carré à l'aide du test LSD (Newman et Keuls) a abouti aux groupes homogènes suivants

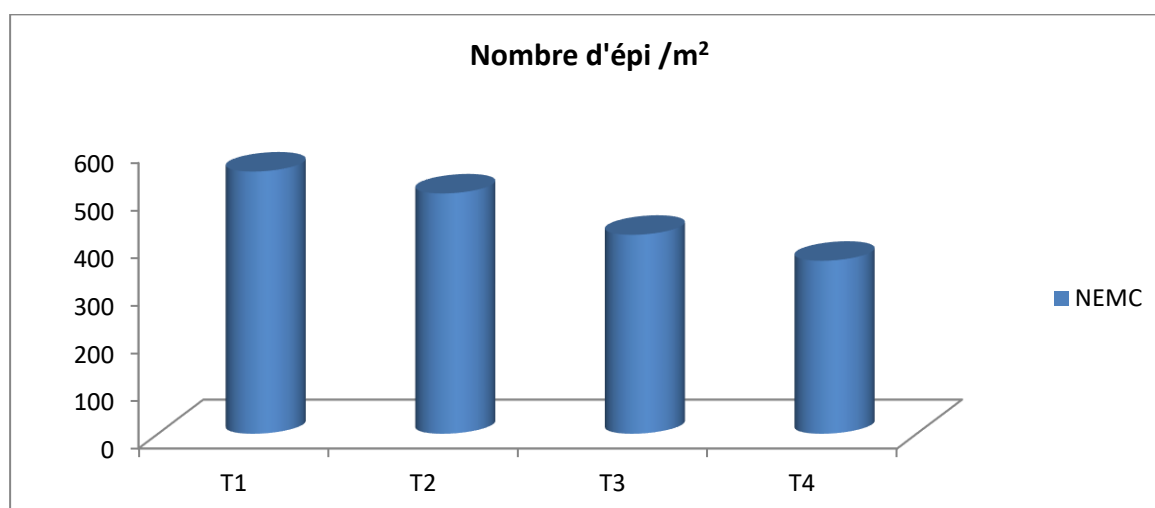
**Tableau 40 : Classification selon le test Newman- keuls**

Irrigation	Moyen	Group Homogène
T100	551,50	A
T80	505,50	A
T60	418,75	B
T0	364,25	B

D'après le test de NEWMAN-KEULS, les traitements sont classés en deux groupes homogènes. Le premier groupe est formé de T1 et T2 les mieux irrigués et le deuxième groupe est formé de T3 avec T4, le témoin sans irrigation



## Chapitre 5: Résultats et discussions



**Figure 28 : variation du nombre d'épi par mètre carré**

- Le nombre d'épi par mètre carré le plus élevé T1 avec une valeur 551,5 d'épi /m<sup>2</sup>, et le nombre plu faible valeur dent le traitement T4 avec une valeur 364,25 épi / m<sup>2</sup>.

### **5.2.3. Evaluation de nombre d'épillet par épi**

#### **5.2.3.1. Présentation des résultats**

Les valeurs moyennes de nombre d'épillet par épi obtenu sont indiquées dans le

**Tableau 41 : Valeurs moyennes de Nombre d'épillet par épi**

Traitement	T1	T2	T3	T4
NEE	25,1	25,0625	24,875	22,05

#### **5.2.3.1. Analyses statistiques**

##### **5.2.3.1.1. Analyse de variance**

Les résultats de l'analyse de variance de nombre d'épillet par épi au seuil de 5 % sont représentés dans le tableau suivant.

## Chapitre 5: Résultats et discussions

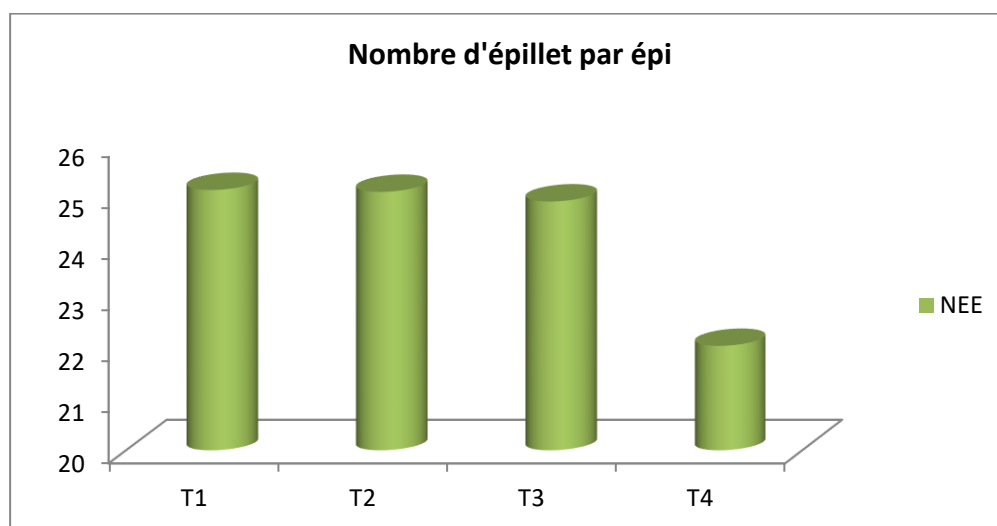
**Tableau42 : Analyse de variance de nombre d'épillets par épi**

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	2.2480	0.74932			
Irrigation	3	26.4455	8.81516	2.99	0.0882	
Résiduelle	9	26.5164	2.94627			
Total	15	55.2098				7.07

**MG** : 24.272 épillets/épi

la probabilité calculée est supérieure à 0.05, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives. Cela signifie que l'irrigation n'a pas un impact significatif sur le nombre d'épillets par épi. L'essai est moyennement précis d'après le coefficient de variance. 7.07%

L'analyse de variance révèle une différence non significative entre les traitements et le nombre d'épillets par épi avec un coefficient de variation 7,07 %, ce qui signifie que l'essai est précis.



**Figure 29 : variation du nombre d'épillets par épi**

- Le nombre d'épillets par épi est plus élevé T1 avec une valeur 25,1 d'épillets par épi, et le nombre le plus faible est pour le traitement T4 avec une valeur 22,05 d'épillets par épi.

## Chapitre 5: Résultats et discussions

### 5.2.4. Evaluation de Nombre du grain par épi

#### 5.2.4.1. Représentation des résultats

Les valeurs moyennes de nombre du grain par épi obtenues sont indiquées dans le tableau 43

**Tableau 43 : Valeurs moyennes de nombre du grain par épi**

Traitement	T1	T2	T3	T4
NGE	50,25	50	47,5	45

#### 5.2.4.2. Analyses statistiques

##### 5.2.4.2.1. Analyse de variance

Les résultats de l'analyse de variance de nombre du grain par épi au seuil de 5 % sont représentés dans le tableau 44.

*Tableau 44 : Analyse de variance de grain par épi*

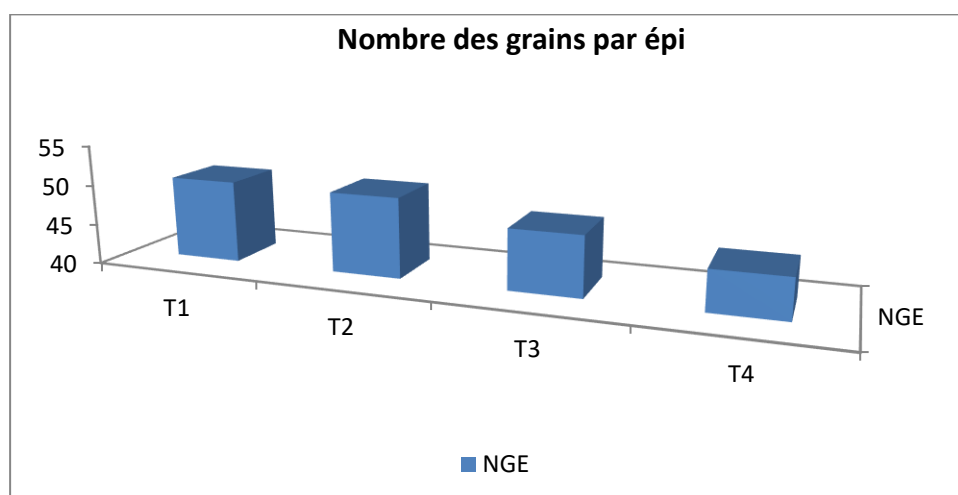
Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	28,188	9,3958			
Irrigation	3	72,688	24,2292	3,05	0,0849	
Résiduelle	9	71,562	7,9514			
Total	15	172,438				5,85

GM : 48,188 grains/épi

La probabilité calculée est supérieure à 0.05, on peut donc dire que les différences obtenues sont non significatives. Cela signifie que l'irrigation n'a pas eu un impact significatif sur le nombre de grains par épi.

L'analyse de variance révèle une différence non significative entre les traitements et le nombre de grains par épi avec un coefficient de variation 5,85%, donc l'essai a une très bonne précision.

## Chapitre 5: Résultats et discussions



*Figure 30 : variation du nombre des grains par épi*

Le nombre des grains par épi le plus élevé T1 avec une valeur 50,25 des grains par épi, et le nombre le plus faible est le traitement T4 avec une valeur 45 grain par épi.

### **5.2.5. Evaluation de la hauteur de la tige**

#### **5.2.5.1. Présentation des résultats**

**Tableau 45 : Les valeurs moyennes de la hauteur de la tige obtenue sont indiquées**

Traitement	T1	T2	T3	T4
HT	79,75	70,75	81,5	72,75

#### **5.2.5.2. Analyses statistiques**

##### **5.2.5.2.1. Analyse de variance de la hauteur de la tige**

Les résultats de l'analyse de variance de la hauteur de la tige sont représentés dans le tableau 45

## **Chapitre 5: Résultats et discussions**

**Tableau 46 : Analyse de variance de la hauteur de la tige**

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	33,187	11,062			
Irrigation	3	329,187	109,729	4,29	0,0387	
Résiduelle	9	230,062	25,562			
Total	15	592,437				6,64

GM : 76,188

la probabilité calculée est inférieure à 0.05, on peut donc dire que les différences obtenues sont significatives. Cela signifie que l'irrigation a un impact significatif sur la hauteur de la tige.

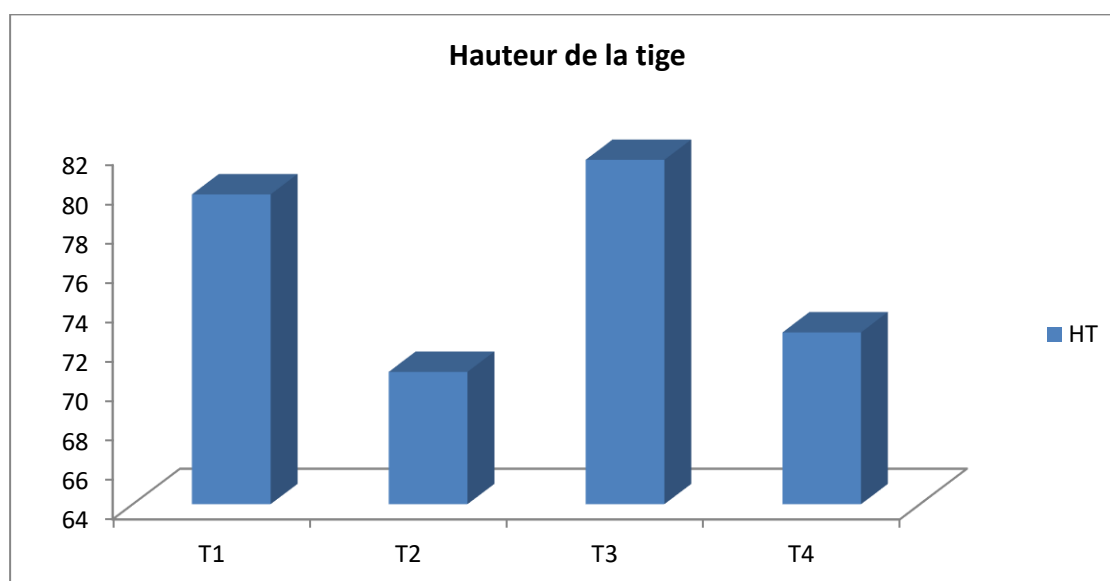
L'analyse de variance révèle une différence non significative entre les traitements et la hauteur de la tige avec un coefficient de variation 6,64 %, bonne précision de l'essai

**Tableau 47 : Classification des moyennes de la hauteur de la tige cm selon le test de NEWMAN-KEULS**

Irrigation	Moyen	Groupe homogène
T3	81.500	A
T1	79.750	AB
T4	72.750	BC
T2	70.750	C

D'après le test de NEWMAN-KEULS, les traitements sont classés en quatre groupes homogènes (A,AB,BC et C)

## Chapitre 5: Résultats et discussions



*Figure 31 : variation de hauteur de la tige en cm.*

- La hauteur de la tige la plus élevée est le T3 avec une valeur 81,5 cm et la plus faible valeur est le traitement T2 avec une valeur 70,75 cm.

### **5.2.6. Evaluation du poids total de plante**

#### **5.2.6.1. Présentation des résultats**

Les valeurs moyennes du poids total de plante obtenus sont indiquées dans le tableau.48

**Tableau 48 : Valeurs moyennes du poids total**

Traitement	T1	T2	T3	T4
PT	2,655	2,89	2,555	2,205

#### **5.2.6.2. Analyses statistiques**

##### **5.2.6.2.1. Analyse de variance du poids total**

Les résultats de l'analyse de variance poids total sont représentés dans le tableau 48

## Chapitre 5: Résultats et discussions

Tableau 49 : Analyse de variance du poids total

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	0,37252	0,12417			
Irrigation	3	0,97168	0,32389	3,14	0,0799	
Résiduelle	9	0,92938	0,10326			
Total	15	2,27358				12,47

MG 2.5762

la probabilité calculée est supérieure à 0.05, on peut donc dire que les différentes obtenues sont des différences non significatives. Cela signifie que l'irrigation n'a pas eu un impact significatif sur le rendement. Toutefois, il y a des différences entre les traitements, particulièrement entre les irrigués et le traitement témoin, mené en sec.

L'analyse de variance révèle une différence non significative entre les traitements et le poids total avec un coefficient de variation 12,47 % CV

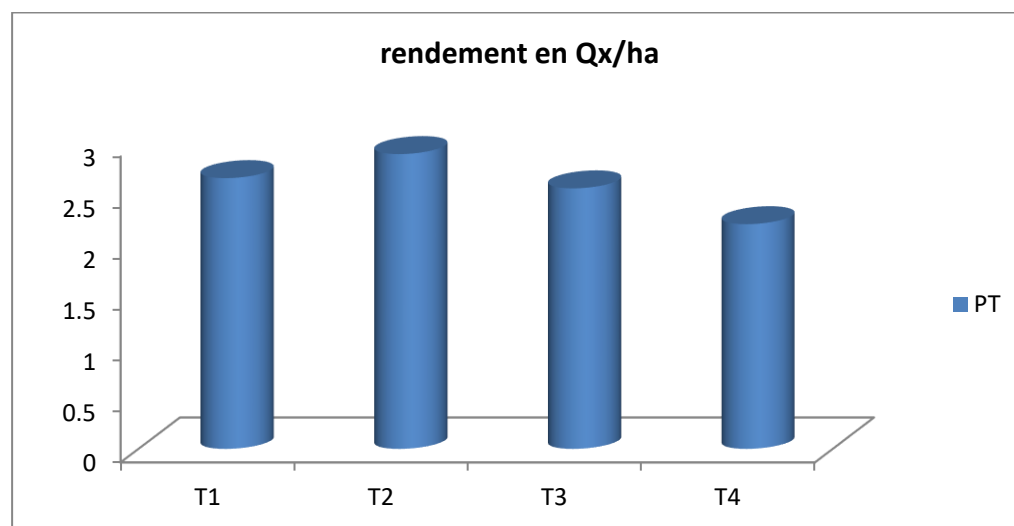


Figure 32 : variation du poids total

Le poids total le plus élevé T2 avec une valeur 2,89 kg et le poids plus faible valeur dent le traitement T4 avec une valeur 2,205 kg.

### 5.2.7. Evaluation du Poids de Mille Grains (PMG)

## Chapitre 5: Résultats et discussions

### 5.2.2.1. Présentation des résultats

Les valeurs moyennes de rendement en qx/h obtenu sont indiquées dans le tableau 50.

**Tableau 50 : Valeurs moyennes de PMG vous parlez de PMG et vous dites les valeurs du rendement.**

Traitement	T1	T2	T3	T4
PMG	51.825	48.250	48.000	50.325

### 5.2.3.1. Analyses statistiques

#### 5.2.3.1.1. Analyse de variance de PMG

Les résultats de l'analyse de variance de PMG de sont représentés dans le tableau 51.

*Tableau 51: Analyse de variation de PMG*

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	37,525	12,5083			
Irrigation	3	39,435	13,1450	1,10	0,3988	
Résiduelle	9	107,680	11,9644			
Total	15	184,640				6,97

Comme la probabilité calculée est supérieure à 0.05, on peut donc dire que les différentes obtenues sont déférences significatives. Cela signifie que l'irrigation n'a pas eu un impact significatif sur le PMG.

L'analyse de variance révèle une déférence non significative entre les traitements et le PMG avec n coefficient de variation 6,97 %

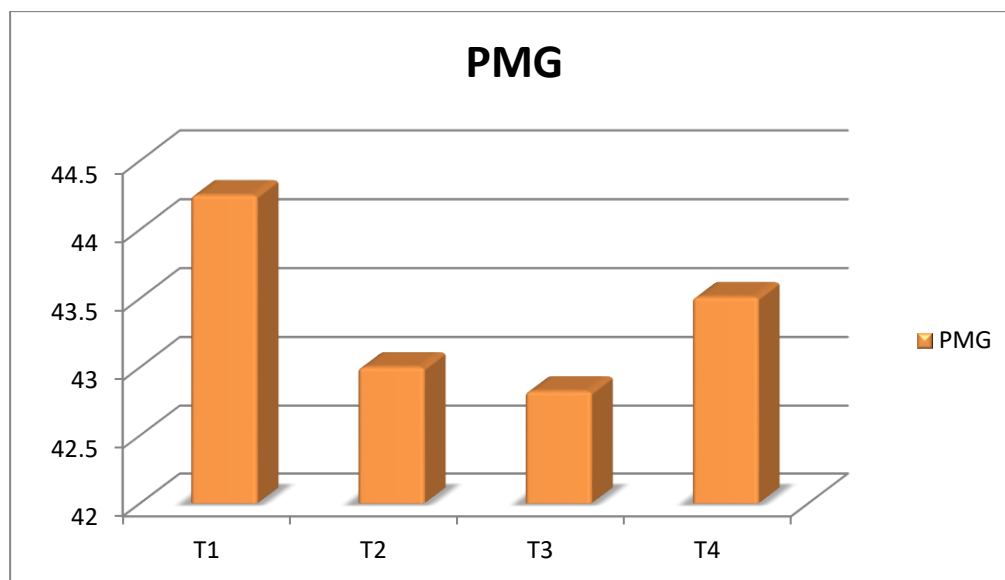
*Tableau 52: Classification des moyennes de nombre d'épi par mètre cari selon le test de NEWMAN-KEULS*

Irrigation	Moyen	Groupe homogène
T1	79.750	AB
T2	70.750	C
T3	81.500	A
T4	72.750	BC



## Chapitre 5: Résultats et discussions

D'après le test de NEWMAN-KEULS, les traitements sont classés en 3 groupes Homogènes



*Figure 33 : variation de PMG*

Le PMG le plus élevé T1 avec une valeur 44,25 g, et le PMG plu faible valeur dent le traitement T3 avec une valeur 42,825 g.

### **5.2.8. Evaluation de rendement en qx/h**

#### **5.2.8.1. Représentation des résultats**

Les valeurs moyennes de rendement en qx/h obtenu sont indiquées dans le tableau 53.

*Tableau 53 : Valeurs moyennes de rendement en qx/h*

Traitement	T1	T2	T3	T4
Rendement	39,005	36,095	27,920	19,190
Qx/ha				

## Chapitre 5: Résultats et discussions

### 5.2.8.1. Analyses statistiques

#### 5.2.8.1.1. Analyse de variance

Les résultats de l'analyse de variance de rendement sont représentés dans le tableau 54.

*Tableau 54 : Analyse de variance de rendement en qx/h*

Source	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Répétition	3	49.09	16.362			
Irrigation	3	952.80	317.601	8.61	0.0052	
Résiduelle	9	332.04	36.893			
Total	15	1333.93				19.88

La probabilité calculée est inférieure à 0.001, on peut donc dire que les différences obtenues sont très hautement significatives. Cela signifie que l'irrigation a un grand effet et impact sur le rendement.

L'analyse de variance révèle une différence hautement significative entre les traitements et le rendement avec un coefficient de variation 19,88 %, essai peu précis

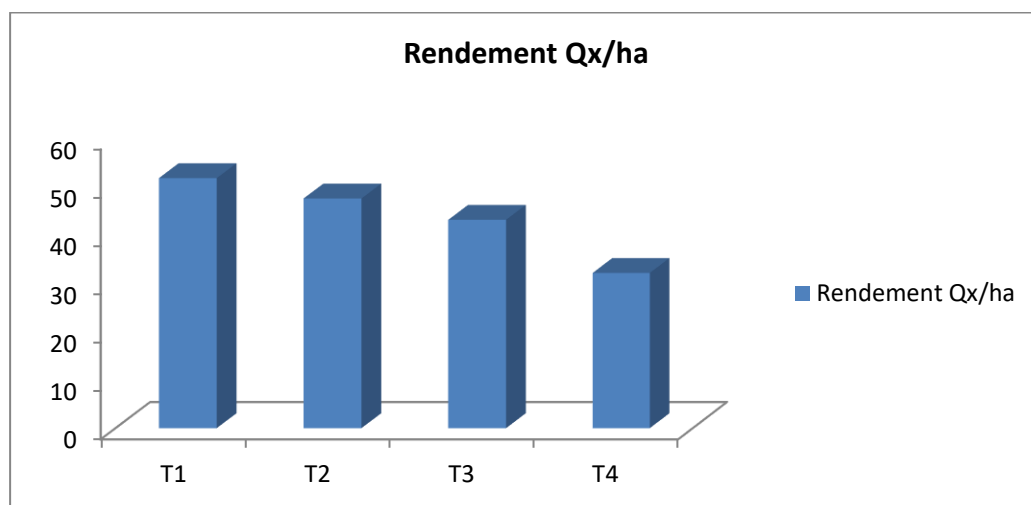
**Tableau 55: Classification des moyennes de nombre d'épi par mètre cari selon le test de NEWMAN-KEULS**

Irrigation	Moyen	Groupe homogène
T1	39,005	A
T2	36,095	AB
T3	27,920	BC
T4	19,190	C

D'après le test de NEWMAN-KEULS, les traitements sont classés en quatre groupes homogènes, le premier est représenté par le traitement le mieux irrigué à 100% d'ETM, le deuxième est celui du traitement à 80% d'ETM et le dernier ou le quatrième est celui du

## Chapitre 5: Résultats et discussions

témoin sans irrigation, ce qui fait les traitements ont répondu proportionnellement à la quantité d'eau d'irrigation données pour chaque traitement.



*Figure 34 : variation de rendement*

Le rendement le plus élevé T1 avec une valeur 39,005 qx/h et le rendement plu faible valeur dent le traitement T4 avec une valeur19,19 qx/h. expliquez par les pourcentages d'eau donnés par rapport à l'ETM de la culture, le meilleur irrigué a donné le meilleur rendement et le témoin est le plus faible, car il a été mené en pluvial.

## Conclusion générale

En matière des réponses du rendement à l'irrigation de complément, les résultats obtenus, au cours de cette étude, on montre que la réponse des rendements à l'utilisation de l'eau par la culture est de nature proportionnelle à l'irrigation, les doses d'irrigations adoptées ont eu des effets significatifs sur le rendement des deux espèces utilisées dans cet essai. Donc l'expérimentation que nous avons menée durant la campagne 2021 /2022 nous a permis de répondre aux objectifs fixés au départ. Sur la base de ces données nous pouvons :

Déterminer les valeurs de rendement et de ses composants en irrigué sur la base desquelles nous avons pu identifier la valeur la plus effectuée AU déficit hydrique. A travers les résultats obtenus, l'irrigation de complément a un effet positif sur le différentiel du rendement.

Et que désormais, mener les céréales sans irrigation de complément conduit à de faibles rendements étant donné les faibles précipitations et des hautes températures enregistrées ces dernières décennies.

En effet, ceci est démontré clairement avec les résultats obtenus cette année, même si certains paramètres n'ont pas montré de différences significatives entre les traitements, dans l'ensemble il y a eu cette incidence de l'irrigation sur le comportement de la culture du blé tendre et sur l'orge.

Concernant l'espèce de blé tendre, l'irrigation a un effet sur les paramètres suivants : l'index de tallage et le nombre d'épi /m<sup>2</sup> et le rendement. Nous constatons que les valeurs les plus élevées sont enregistrées dans le traitement qui a subi une irrigation de complément.

Parmi les résultats obtenus on a : dans l'espèce d'orge, les paramètres qui sont influencés par l'irrigation : le nombre d'épi/m<sup>2</sup>, quand nous observons une valeur moyenne à 551.5 épi/m<sup>2</sup> dans le traitement qui a subi une irrigation par contre une faible valeur environ 364 épi/m<sup>2</sup> dans le traitement témoin. Le deuxième paramètre c'est la hauteur de tige, la valeur la plus élevée enregistrée dans le T4 79.5 cm sol irrigué. Le troisième paramètre c'est l'objectif obtenu de chaque agronome, le rendement qui est enregistré la bonne valeur dans le traitement irrigué à 39 qx/ha.

Les paramètres qui n'ont pas montré de différences entre les traitements, cela est dû surtout au manque de pluie à la levée et à la pluie qui a été enregistrée durant les mois de mars et avril qui était considérable de manière à influencer sur les quantités d'eau données durant cette période.

En fin, pour améliorer les rendements en grains, en particulier en zones semi-arides où il y a un déficit pluviométrique et sa mauvaise répartition, il faut :

- L'irrigation et le bon choix des périodes d'irrigation selon les phases de la culture et le déficit pluviométrique.
- Bonne choix de date de semis
- Le travail du sol et soins culturaux

# Références bibliographiques

**Abbassenne, F., Bouzerzour, H. & Hachemi, L., 1997.** Phénologie et production du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride. *Annales Agronomiques INA*, 18 : 24-36

**Abdelaziz Yahyaoui., 2008.** Vulnérabilité et Adaptation des Pays du Maghreb aux Changements Climatiques à partir des Communication Nationales. Workshop on Climate Change and Adaptation in the Maghreb (CCAM). Marrakech, Maroc, 26 et 27 novembre 2008.

**Abdelguerfi, A. (1994).** Autoécologie de quelques légumineuses spontanées d'intérêt fourrager et pastoral en Algérie. Dans : *Facteurs Limitant la Fixation Symbiotique dans le Bassin Méditerranéen*, Montpellier (France). *Les Colloques de l'INRA*, 77 : 229-238.

**Abdelkader Djermoun., 2009.** *Revue Nature et Technologie*. La production céréalière en Algérie : les principales Caractéristiques, n° 01/Juin 2009

**Abou-Hadid, A.F., 2006:** *Assessment of Impacts: Adaptation and Vulnerability to Climate Change in North Africa: Food Production and Water Resources*. Washington, DC, 127 pp.

**Altava-Ortiz V, Llasat M, Ferrari E, Atencia A, Sirangelo B (2011)** Monthly rainfall changes in Central and Western Mediterranean basins, at the end of the 20<sup>th</sup> and beginning of the 21<sup>st</sup> centuries. *Int J Climatol* 31:1943–1958. DOI: 10.1002/joc.2204

**Amphoux, Jaouen G, L'Hopital A, Pelletier V ; 2003.** Les impacts du Changement Climatique sur l'agriculture en Europe et aux Etats Unis. *Atelier Changement Climatique, ENPC Département VET, Paris* p30.

**ANDI. (2008)** – Agence National de Développement de l'Investissement. *Monographie de la wilaya de Chlef*. Guichet Unique Décentralisé de Blida. Pp. 3-17.

**Annicchiaric P., Bellah F. & Chiari T. (2006).** Defining sub regions and estimating benefits for a specific adaptation strategy by breeding programs: a case study. *Crop science* 45, 1741-1749

**Aoul MT., 2007.** Impacts des changements climatiques sur l'agriculture et les ressources en eau : stratégie d'adaptation et cadre de mise en oeuvre (Oran – Algérie). Conférence internationale « Solidarité Internationale pour une stratégie contre le changement climatique

**Arabi M. et Roose E. (1989).** Influence du système de production et du sol sur l'érosion et le ruissellement en nappe en milieu montagnard méditerranéen (station de Ouezra, Algérie). Réseau d'érosion. Bulletin No. 9. ORSTOM, Montpellier. ARVALIS (2018), Sécheresse. Les fiches accidents : céréales à paille. [http://www.fiches.arvalisinfos.fr/fiche\\_accident/fiches\\_accidents.php?mode=fa&type\\_cul=1&type\\_acc=5&id\\_acc=65](http://www.fiches.arvalisinfos.fr/fiche_accident/fiches_accidents.php?mode=fa&type_cul=1&type_acc=5&id_acc=65)

**ATKINSON C.J., WOOKEY P.A., MANSFIELD T.A. (1991).** Atmospheric pollution and the sensitivity of stomata on barley leaves to abscisic acid and carbon dioxide, *NewPhytol*, Vol.117, 535-541.

**Baldy 1974,** contribution à l'étude fréquentielle des conditions climatiques : leur influence sur la production des principales zones céréalières d'Algérie. Document technique, projet céréales. 152 p

## Références bibliographiques

**Bedrani S. (2004).** L'alimentation de rue en Algérie : quelques réflexions sur la base d'une enquête visuelle rapide. Alger. Options Méditerranéennes (36), 25-46.

**Belaid, D., 1986** - Aspect de la céréaliculture algérienne, Ed- O.P.U,

**Benaouda H., Karrou M., 1994.** Installer les céréales d'automne. Guide du développeur en Aridoculture n°10. Service Recherche et Développement, INRA Settat. Dounia eds., Maroc. 2p.

**Benderradji L. (2013).** Sélection in vitro pour la tolérance aux stress salin et thermique chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Thèse de doctorat en sciences, Univ des Frères Mentouri, 135 p.

**Bensemane L., 2004.** Contribution à l'étude de la cinétique d'accumulation et répartition de la matière sèche chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous climat méditerranéen. Mémoire de magister. Faculté des sciences. UFA Sétif. 80p.

**Boko, M.,** I. Niang, A. Nyong, C. Vogel, A. Githeko, M. Medany, B.

**Bouazza, Z.;** Jalil, M.; Chafil, R. and Zerouali, A.; 2002. Vulnérabilité et adaptation du secteur irrigué du Maroc face aux impacts des changements climatiques. Revue H.T.E. N° 124 - Septembre / Décembre 2002.

**BOULAL H., EL MOURID M., REZGUI S. et ZAGHOUAN O., 2007** - Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (Blé et Orge) dans le Maghreb (AlgérieMaroc et Tunisie). ITGC. INRAA. ICARDA, 176p.

**Bouzerzour, H.,** Zerargui, H. &Dekhili, M. 1995. Relationships among duration of vegetative and grain filling periods, yield components and grain yield in durumwheat. Awamia, 75 : 15-23.

**BRISSON N., LEVRAULT F. (2010).** Changement climatique, agriculture et forêt en France : simulations d'impacts sur les principales espèces. Le Livre vert du projet CLIMATOR (2007-2010). Ademe, 336 p.

**CHAUDHURY U.N., KIRKHAM M.B., KANEMASU E.T. (1990).** Carbon dioxide and water level effects on yield and water use of winter wheat, Agron. J., Vol.82, 637-641.

**Chaves M. M., Pereira J. S., Maroco J.,** Rodrigues M. L., Ricardo C. P. P., Osorio M. L., Carvalho I., Faria T. & Pinheiro C. (2002). how plants cope with water stress in the field? photosynthesis and growth. Annals of botany 89(7), 907-916.

**CHEHAT F., 2007-** Analyse macroéconomique des filières: la filière blés en Algérie.

**Chehat, F. (2005).** Les politiques céréalières en Algérie. Rapport Annuel. Agri-Med. Agriculture, pêche, alimentation et développement rural durable dans la région Méditerranéenne, CIHEAM, 2006.

**Clausen, S.K.; Frenck, G.;** Linden, L.G.; Mikkelsen, T.N.; Lunde, C.; Jørgensen, R.B.; 2011. Effects of Single and Multifactor Treatments with Elevated Temperature, CO<sub>2</sub> and Ozone on Oilseed Rape and Barley. J. Agron. Crop Sci., 197: 442-453.

**Clement. M (1971)** ; Les céréales ED : collection d'enseignement agricole, édition Baillere, France, p 80, 85.

## Références bibliographiques

Climatic Change 42: 203–218. doi:10.1007/978-94-015-9265-9\_13

**Delécolle R., Soussana J.F., Legros J.P., 1999.** Impacts attendus des changements climatiques sur l'agriculture française. C. R. Acad. Agric. France, 85, pp: 45-51.

**Dias de Oliveira, E.; Bramley, H.; Siddique, K.H.M.; Henty, S.; Berger, J. and Palta, J.; 2013.** Can elevated CO<sub>2</sub> combined with high temperature ameliorate the effect of terminal drought in wheat? *Funct. Plant. Biol.*, 40: 160-175.

**Djekoun A. & Ykhlef N. (1996).** Déficit hydrique, effet stomatique et non stomatique et activité photosynthétique chez quelques génotypes de blé tétraploïdes. 3ème Réunion du réseau SEWANA, de blé dur IAV HASSAN II du 67 décembre 1996 (Maroc)

**Djenane A. (1998).** Ajustement structurel et secteur agricole. In : les Cahiers du CREAD n°46, Alger, pp :123-134

**DOWNING T.E., BARROW E.M., BROOKS R.J., BUTTERFIELD R.E., CARTER T.R., HULME M., OLESEN J.E., PORTER J.R., SCHELLBERG J., SEMENOV M.A., VINTHER F.P., WHEELER T.R., WOLF J. (2000).** Quantification of uncertainty in climate change impact assessment. In: Downing, T.E., Harrison, P.A., Butterfield, R.E., Lonsdale, K.G. (Eds.), *Climate Change, Climatic Variability and Agriculture in Europe*,

**Downing, T.E.; Ringius, L.; Hulme, M. and Waughray, D.; 1997.** Adapting to climate change in Africa. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 2(1): 19–44.

**El Gharous M., Azzaoui A., Ambri A., 1993.** Fertilisation des Céréales et Analyse de sol. In : La recherche sur les Céréales d'Automne. Journée d'Information et d'Etude. Ministère de l'Agriculture et de la Mise en Valeur Agricole. INRA. Rabat 13 décembre 1993, pp : 39-44

**El-Quosy, D.; 2009.** Impact of Climate Change: Vulnerability and Adaptation. *Fresh Water* pp 75-86 Report of the Arab forum for Environment and Development. Mostafa K.Tolba and Najib W.Saab Eds. Giannakopoulos, C.; **Le Sager, P.;** Bindi, M. et al.; 2009. Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming. *Glob Planet Change*, 68(3): 209-224

**Elrafy, M.; 2009.** Impact of Climate Change: Vulnerability and Adaptation of Coastal Areas. Report of the Arab forum for Environment and Development. Mostafa K.Tolba and Najib W.Saab Eds

**Encarta, encyclopédie., 2003.** Rubrique géographie, Algérie: milieu naturel, climat, Paris: Encarta.

**Entz M.H., Fowler D.B., 1988.** Critical stress periods affecting productivity of no-till winter wheat in western Canada. *Agron. J.* 80 (6) : 987-992.

**Environmental Change** Unit, University of Oxford, UK, 415-434.

ERCHIDI A.E., TALOUIZTE A., BEN BELLA M. Relation entre certains paramètres contrôlant les pertes en eau et le rendement grain chez neuf variétés de blé dur soumises au stress hydrique. In: Royo, C. (ed.),

## Références bibliographiques

**Nachit, M. (ed.), Di Fonzo, N. (ed.), Araus J.L. (ed.).** Durum wheat improvement in the Mediterranean region: New challenges. Zaragoza: CIHEAM, 2000. p.279-282 (Options Méditerranéennes: Série A. Séminaires Méditerranéens;n.40 .

**FAO (2011),** Impact du changement climatique sur les disponibilités en eau pour l'agriculture. 2 p. <http://www.fao.org/news/story/fr/item/79968/icode/>

**FAO .**Les principes de l'agriculture de conservation. FAO, Département de l'agriculture et de la protection des consommateurs. [www.fao.org/ag/cafr/1a.html](http://www.fao.org/ag/cafr/1a.html).

**FAO, 2020.** Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

**FAURIE C., FERRA C., MEDORI P., DEVRAUX J., HEMPTINNE JL.,** 2011. Ecologie : approche scientifique et pratique. 6e édition. Ed Tec & Doc, Paris, 488 p.

**Feliachi K. (2000).** Programme de développement de la céréaliculture en Algérie. Actes du premier symposium international sur la filière blé 2000 - Enjeux et stratégies, Alger (Algérie), 7-9 février 2000, pp. 21-27.

**Fellahi Z. (2017).** Analyse génétique d'un croisement line x testeur, réponse à la sélection et tolérance des stress du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) sous condition semi-aride, thèse de doctorat en science, Univ. Ferhat Abbas Sétif 1, 227p

**Fellahi Z., Hannachi A., Ferras K., Oulmi A., Boutalbi W., Bouzerzour H. & Benmahammed A. (2017).** Analysis of the phenotypic variability of twenty F3 biparental populations of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) Evaluated under semi-arid environment, Journal of Fundamental and Applied Sciences 9(1), 102- 118.

**FISCHER R.A., BEYELEE D. and EDMEADS G.O.,** 2009 - Can technology deliver on the yield challenge to 2015, paper prepared for expert meeting on " How to Feed the World in 2050". FAO, Roma, June 2009: 24 -2

**Foudili D. & Gasmî A. (2017).** Stress de la sécheresse chez quatre variétés du Blé dur (*Triticum durum* Desf.) : Un examen sur quelques caractéristiques morphologiques et sur les pigments. Mémoire de Master, Univ Mohamed Boudiaf - M'sila, 52 p.

**Gate P., 1995-** Ecophysiologie du blé. Paris: Tec et Doc- Lavoisier.417p

**Gate P., 1995.** Ecophysiologie du blé. Ed. ITCF. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris, 419 p.

**Gate P., 1995.** Ecophysiologie du blé. Technique et documentation. Lavoisier, Paris, 351p.

**Gate P., Bouthier A., Casabianca H. & Deleens E. (1993).** Caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France : interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains. Colloque Diversité génétique et amélioration variétale Montpellier (France). Les colloques. 64. Inra. Paris

**GEDNEY N., COX P.M., BETTS R.A., BOUCHER O., HUNTINGFORD C., STOTT P.A. (2006).** Detection of a direct carbon dioxide effect in continental river runoff records, Nature, Vol.439, N°7078, 835-838.



## Références bibliographiques

- Giannakopoulos, C.**; Le Sager, P.; Bindi, M. et al.; 2009. Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming. *Glob Planet Change*, 68(3): 209-224
- GIEC, 2007.** (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat, 2007. Rapport d'évaluation du GIEC sur le changement climatique. GIEC, Genève, Suisse
- Giorgi, F.; 2006.** Climate change hot- spots. *Geophysical Research Letters*, 33 (L08707): 1-4
- Giorgi, F.; 2006.** Climate change hot- spots. *Geophysical Research Letters*, 33 (L08707): 1-4
- Grami, Dorra, and Jalleddine Ben Rejeb. "The impact of climate change on the yield of cereal crops in the Northwest area of Tunisia (Beja)." *New Medit* 14.4 (2015): 36-41.
- GRASHOFF C., DIJKSTRA P., NONHEBEL S., SCHAPENDONK A.H.C.M., VAN DE GEIJN S.C. (1995).** Effects of climate change on productivity of cereals and legumes, model evaluation of observed year-to-year variability of the CO2 response, *Global Change Biol.*, Vol.1, N°6, 417-428
- GRASHOFF C., DIJKSTRA P., NONHEBEL S., SCHAPENDONK A.H.C.M., VAN DE GEIJN S.C. (1995).** Effects of climate change on productivity of cereals and legumes, model evaluation of observed year-to-year variability of the CO2 response, *Global Change Biol.*, Vol.1, N°6, 417-428.
- Gruza G, Rankova E, Razuvaev V, Bulygina O (1999)** Indicators of climate change for the Russian Federation. *Climatic Change* 42:219–242. doi: 10.1023/A:1005480719118
- Hacini N. (2014).** Etude de l'interaction Génotype X Environnement et effet de l'origine de quelques cultivars de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sur les aptitudes adaptatives et qualitatives. Thèse de Doctorat en sciences, Univ Badji Mokhtar Annaba, 107 p.
- Haddad, L. (2010).** Contribution à l'étude de la stabilité des rendements du blé dur (*TriticumDurumDesf.*) Sous climat méditerranéen. (Mémoire de magister, Université Ferhat Abbas, Setif), P : 88.
- Haddad, L. (2010).** Contribution à l'étude de la stabilité des rendements du blé dur (*TriticumDurumDesf.*) Sous climat méditerranéen. (Mémoire de magister, Université Ferhat Abbas, Setif), P : 88.
- Hamlaoui-Moulai L, Mesbah M, Souag-Gamane D, Medjerab A (2013).** Detecting hydro-climatic change using spatiotemporal analysis of rainfall time series in Western Algeria. *Nat. Hazar.* 65(3):1293-131. doi:10.1016/0304-3800(93)E0103-A
- Hannachi A. (2013).** Analyse diallèle de quelques caractères associés à l'adaptation du blé dur (*Triticum durum* Desf.) au climat semi-aride. Mémoire de Magister, Faculté des Sciences Agrovétérinaires et biologiques, Département des Sciences Agronomiques. Université Saad Dahlab de Blida, 106 p.
- Henry. Y J, Buyser (2000)** ; L'origine du blé. *Pour la Science* 26 : pp60-62.
- Hertig E (2004)** Niederschlags- und Temperatur abschätzungen für den Mittelmeerraum unteran thropogenverstärktem Treibhauseffekt. University of Wuerzburg, Wuerzburg.

## Références bibliographiques

- Houghton, R.A.; 2010.** How well do we know the flux of CO<sub>2</sub> from land-use change? *Tellus B*, 62(5): 337-351.
- Howden, S.; Soussana, M.;** Tubiello, J.F.; Chhetri, F.N.; Dunlop, N.; Meinke, H.; 2007. "Adapting to Climate Change", *Proceedings of the National Academy of Science*, 104: 19691– 19696.
- Hulme, M.;** Wigley, T.M.L.; Barrow, E.M.; Raper, S.C.B.; Centella, A.; Smith, S. and Chipanshi, A.C.; 2000. Using a Climate Scenario Generator for Vulnerability and Adaptation Assessments: MAGICC and SCENGEN Version 2.4 Workbook, Climatic Research Unit, UEA, Norwich.
- INRA F ; 2003.** Les légumineuses alimentaires méditerranéennes. Rennes (France), 20-22 février, Les Colloques, 88, INRA , Paris.
- IPCC (1996)** Climate Change 1995, The Science of Climate Change, Contribution of WGI to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton JT, Meira Filho LG, Callander BA, Harris N, Kattenberg A, Maskell K (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 571 p
- IPCC (2007)** Climate change 2007: the physical science basis, Contribution of Working Group 1 to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, NewYork
- IPCC, 2007.** Climate change 2007. (<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/voir>)
- Johansson E. (2000).** Environmental effects on wheat proteins. *Wheat Gluten* (261), 480-483.
- Jones PD, Moberg A (2003)** Hemispheric and large-scale surface air temperature variations: an extensive revision and an update to 2001. *J Climate* 16:206–223
- Katz, R W. and Brown, B. G.; 1992.** Extreme events in a changing climate: variability is more important than averages. *Climatic Change*, 21: 289-302 Kurukulasuriya, P. and Rosenthal, S.; 2003. Climate change and agriculture: A review of impact and adaptation. Environmental Department, Climate change series, paper n°91, World Bank, Washington, DC.
- KIMBALL B.A., PINTER J.R. P.J., GARCIA R.L., LAMORTE R.L., WALL G.W., HUNSAKER D.J., WECHSUNG G., WECHSUNG F., KARTSCHALL T. (1995).** Productivity and water use of wheat under free-air CO<sub>2</sub> enrichment, *Global Change Biol.*, Vol.1, 429-442
- Labdelli A. (2012).** Etude des effets des variations morpho-structurales du système racinaire pour la tolérance a la sécheresse du blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de magister, Univ d'Oran ES-SENIA, 85 p
- Labelle, R.;** Rodschat, R. and Vetter, T.; 2008. ICTs for e-Environment: Guidelines for Developing Countries with a Focus on Climate Change. International Telecommunication Union (ITU), Geneva .<http://www.itu.int/ITU/cyb/app/docs/ituictsforenvironme>
- LAMONARCA ; 1985.** la culture des arbes.

## Références bibliographiques

- Le Houérou, H.N.; 1992.** An overview of Vegetation and land degradation in world arid lands. In: Degradation and Restoration of Arid Lands [Dregne, H.E. (ed.)]. Internat. Center for Arid and Semi-Arid Lands Studies (ICASALS), Texas Tech University, Lubbock, Texas, pp. 127-163.
- Lehmann, N.; Finger, R.; Klein, T.; Calanca, P.; Walter, A.; 2013.** Adapting crop management practices to climate change: Modelling optimal solutions at the field scale. *Agric. Syst.*, 117: 55–65
- Loucif H. & Mahmoudi I. (2018).** Etude de la variabilité morpho-physiologique d'un germoplasme de blé tendre (*Triticum aestivum*L.). Sous conditions semi-arides. Mémoire de master, Univ Mohamed El Bachir El Ibrahimi BBA, 51 p.
- MATE, 2010.** Seconde communication nationale de l'Algérie sur les changements climatiques à la CCNUCC, s.l.s.n.
- Meddi M, Talia A (2008)** Pluviometric regime evolution in the North of Algeria. *Arab Gulf Journal of Scientific Research* 26 152–162.
- Mefti M., Abdelguerfi A. & Chebouti A. (2000).** Etude de la tolérance à la sécheresse chez quelques populations de *Medicago truncatula* (L.) Gaertn. *Options Méditerranéennes HEAM*, 173-176.
- Mekhlouf A. Bouzerzour H. et Dehbi F. (2001)** Rythme de développement et variabilité de réponses du blé dur (*Triticum durum* Desf.) aux basses températures. Tentatives de sélection pour la tolérance au gel. In : *Proceedings séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides*. Oum El Bouaghi, 23 : 75-80.
- Mekhlouf, A., Dehbi, F., Hannachi, A., & Harbi, M. (2012).** Réponses du blé dur (*Triticum durum*, Desf.) aux basses températures en relations avec la capacité de production. *Agriculture*, 3(1), 13-23.
- Moonen AC, Ercoli L, Mariotti M, Masoni A (2002)** Climate change in Italy indicated by agrometeorological indices over 122 years. *Agri Fores Meteorol* 111:13-27. doi:10.1016/S0168-1923(02)00012-
- Moriondo, M. and Bindi, M.; 2006.** Comparison of temperatures simulated by GCMs, RCMs and statistical downscaling and their potential application in studies of future crop development. *Climate Research*, 30: 149-160
- MOTT K.A. (1990).** Sensing of atmospheric CO<sub>2</sub> by plants, *Plant Cell Environ.*, Vol.13, 731-737.
- Mozny, M.; Tolasz, R.; Nekovar, J.; Sparks, T.; Tmka, M. and Zalud, Z.; 2009.** The impact of climate change on the yield and quality of Saaz hops in the Czech Republic. *Agricultural and Forest Meteorology*, 149: 913 - 919.
- N. Chourghal et T. Hartani :** Cah. Agric. 2020,
- Nadjlaoui H., 2010.** Impact du changement climatique sur la productivité des cultures européennes majeures. Rapport de stage, UMR d'Economie Publique INRA-Agroparistech, France, 46p.
- Oliosio A., (2006)** .Spatialisation des transferts sol-végétation-atmosphère de l'échelle de la parcelle à celle du paysage agricole en combinant modèles de fonctionnement de la végétation et du sol, modèles de

## Références bibliographiques

transfert radiatif et systèmes de mesure de télédétection. Mémoire de HDR, spécialité "Physique de l'Environnement (Sciences de l'eau, Télédétection)", Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, Avignon (FRA), 330 pp.

**oyeldieu J.,1993.** Blé tendre, techniques agricoles p20-26

**Passioura J. (2006).** Increasing crop productivity when water is scarce from breeding to field management. *Agricultural water management* 80(1), 176-196.

**Philippe J., 2007.** Pratiques agricoles, gestion des ressources naturelles et changement climatique au Maghreb et en Afrique subsaharienne. Conférence internationale « Solidarité internationale pour une stratégie contre le changement climatique en Afrique et dans la région de la Méditerranée », 18–20 novembre, Tunis, Tunisie.

**Plummer N,** Salinger MJ, Nicholls N, Suppiah R, Hennessy KJ, Leighton RM, Trewin B, Page CM, Lough JM (1999) Changes in climate extremes over the Australian region and New Zealand during the twentieth century. *Climatic Change* 42: 183–202. doi: 10.1007/978-94-015-9265-9\_12

**Polley, H.W.;** Johnson, H.B.; Fay, P.A. and Sanabria, J.; 2008. Initial response of evapotranspiration from tall grass prairie vegetation to CO<sub>2</sub> at sub ambient to elevated concentrations. *Functional Ecology*, 22: 163–171.

**Prats J. J.B.** Bouillier et Fils., 1971. Les céréales ED 2ème édition, France, p 351.

**Revue semestrielle n°27 décembre 2015 ;** Recherche Agronomique, Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie INRAA.

**RILEY I.T., NICOL J.M. and DABABAT A.A., 2009 -** Cereal cyst nematodes:

**RINALDI M. (2009).** A simulation approach to investigate options for mitigation and crop adaptation to climate change in Mediterranean area, *IOP Conf. Series: Earth and Environ. Sci.*, 6 (2009) 372038.

**Rosenzweig, C.;** Tubiello, F.N.; Goldberg, R.; Mills, E. and Bloomfield, J.; 2002. Increased crop damage in the US from excess precipitation under climate change. *Global Environ. Chang.*, 12: 197–202.

**Schröter, D.;** Cramer, W.; Leemans, R.; Prentice, I.C.; Araújo, M.B.; Arnell, N.W.; Bondeau, A.; Bugmann, H.; Carter, T.R.; Gracia, A.C.; de la VegaLeinert, M.; Erhard, F.; Ewert, M.; Glendining, J.I.; House, S.; Kankaanpää, R.J.T.; Klein, S.; Lavorell, M.; Linder, M.J.; Metzger, J.; Meyer, T.D.; Mitchell, I.; Reginster, M.; Rounsevell, S.; Sabaté, S.; Sitch, B.; Smith, J.; Smith, P.; Smith, M.T.; Sykes, K.; Thonicke, W.; Thuiller, G.;

**Tuck, S.;** Zaehle, B. and Zierl, B.; 2005. Ecosystem service supply and vulnerability to global change in Europe. *Science*, 310, 1333–1337.

**Simon H.,** Codaccioni P., Lecoœur X. 1989. Produire des céréales à paille. Tec & doc Lavoisier. Paris 333p.  
Site1: <https://www.aquaportail.com/definition-5191-facteurs-climatiques.html> climatiques.html

## Références bibliographiques

**SLAMA A. (2002).** Étude comparative de la contribution des différentes parties du plant du blé dur dans la contribution du rendement en grains en irrigué et en conditions de déficit hydrique, Thèse de doctorat en biologie, faculté des sciences de Tunis

**Slama A. Bensalem M. BenNaceur M et Zid E., 2005.** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. *Sécheresse*, vol 16, N°3 P: 225-229

**Smadhi D. et Zella L. 2010.** Pluviométrie et céréaliculture dans le système agro-économique de l'Algérie. *Rev. Scie. Tech., Uni. Montouri El Yabess*, n°29, 56-62.

**Soltner D., (2000)** .Phytotechnie générale : les bases de la production végétales. Tome 1 : le sol et son amélioration. Sciences et techniques agricoles, 22ième édition, 467 p

**Soltner., 1998** : Les grandes productions végétales 16ème édition collection : sciences et technique agricoles, p 109.

**STODDARD F., MÄKELÄ P., PUHAKAINEN T.A. (2011).** Adaptation of boreal field crop production to climate change, in J Blanco & H Kheradmand (eds), *Climate Change—Research and Technology for Adaptation and Mitigation InTech* , Rijeka, Croatia , 403-430.

**Sutka, J. 1994.** Genetic control of frosttolerance in wheat. *Euphytica* 77 : 277- 282

**United States National Assessment (2000).** Changing climate and changing agriculture, Draft Report of the Agricultural Sector Assessment Team. Washington, DC: U.S. Climate Change Program/U.S. Global Change Research Program.

**USDA, 2013:** annual report of United Stats Department of Agriculture, Aout 2013.

VAN DE GEIJN S.C. (1995). Effects of climate change on productivity of cereals and legumes, model evaluation of observed year-to-year variability of the CO2 response, *Global Change Biol.*, Vol.1, N°6, 417-428.

**Viglizzo EF, Roberto ZE, Filippin MC, Pordomingo AJ (1995)** Climate variability and agroecological change in the central Pampas of Argentina. *Agric Ecosyst Environ* 55, 7–16. doi:10.1016/0167-8809(95)00608-U

**Vincent LA, Peterson TC, Barros VR, Marino MB, Rusticucci M, Carrasco G, Ramirez E, Alves LM, Ambrizzi T, Berlato MA, Grimm AM, Marengo JA, Molion L, Moncunill DF, Rebello E, Anuncia,c̃ao YMT, Quintana J, Santos JL, Baez J, Coronel G, Garcia J, Trebejo I, Bidegain M, Haylock MR, Karoly D (2005)** Observed trends in indices of daily temperature extremes in South America 1960–2000. *J of Climate* 18: 5011– 5023.

**Wang W., Vinocur B. & Altman A. (2003).** Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta* 218(1), 1-14.

# Annexes

## Annexes

### 1. Faculté germinative.

	<b>Blé tendre</b>	<b>Orge</b>
<b>Germiné</b>	95%	90%
<b>Né pas Germiné</b>	5%	10%

### 2-Humidité du Sol

10 cm à 20 cm  
Stade de culture : Levée

	<b>P1 (07-02-2022)</b>		<b>P2(10-02-2022)</b>
	<b>0 à 10 cm</b>	<b>10 à 20 cm</b>	<b>10 à 20 cm</b>
	13,6%	13,02%	16,27%
	12,15%	11,03%	19,30%
	17,35%	12,79%	15 ,54%
<b>Moyenne</b>	14,37%	12,28%	17,79%

# Annexes

## a- 10 cm à 40 cm

Stade de culture : montaison

	P3 (02-03-2022)	P4 (10-03-2022)
à 10 cm	13,78%	13,98%
à 20 cm	13,71%	15,95%
à 30 cm	16,51%	14,82%
à 40 cm	16,10%	13,20%

## b- 10 cm à 60 cm

Stade de culture : maturation

	P5 (19-04-2022)	P6 (08-05-2022)
à 10 cm	18,95%	17,16%
à 20 cm	19,03%	18,7%
à 30 cm	18,41%	17,02%
à 40 cm	17,84%	17,04%
à 50 cm	18,07%	17,02%
à 60 cm	18%	18,28%

## Irrigation

- 1<sup>ère</sup> Irrigation : 09-02-2022

Nous avons donné à chaque traitement 36 L d'eau comme premier arrosage

- 2<sup>ème</sup> irrigation : 02-03-2022

- Capacité ou champ

$$\text{*volume du cylindre} = r^2 * \pi * h$$

$$= 2,5^2 * 3,14 * 5 = 98,12 \text{ cm}$$

# Annexes

Echantillon	1	2	3	4
Poids humide (g)/ volume decylindre (cm)	2,01	1,97	2,13	2,17
Poids Sec (g)/ volume de cylindre (cm)	1,76	1,73	1,83	1,87

a- Poids de cylindre (Boite de tomât) = 46,42 g

b- Poids du Sol :

- Humide : 656,396 g
- Sec : 504,92 g

$$Cc = 656,396 - 504,92 = 151,476 \text{ g}$$

$$Cc/Ps = 151,476/504,92 = 0,30 = 30\%$$

$$HCc = Hfp * \vartheta \rightarrow \vartheta = HCc/Hfp = 0,30/1,84 = 0,16$$

$$Ru = (Cc - hfp) * Da * P$$

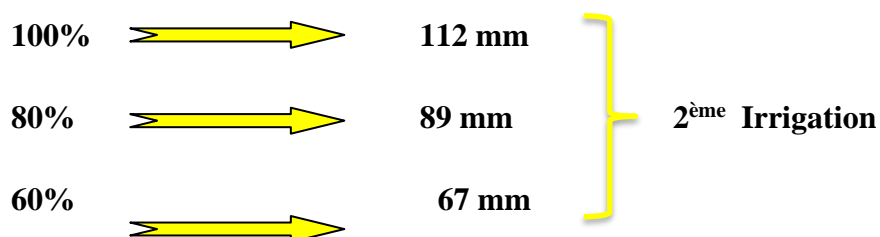
$$Ru_{10cm} = (0,30 - 0,1398) * 100 * 1,8 = 28,836$$

$$Ru_{20cm} = (0,30 - 0,1595) * 100 * 1,8 = 25,29$$

$$Ru_{30cm} = (0,30 - 0,1482) * 100 * 1,8 = 27,324$$

$$Ru_{40cm} = (0,30 - 0,1320) * 100 * 1,8 = 30,24$$

$$Ru_{100\%} = Ru_{10cm} + Ru_{20cm} + Ru_{30cm} + Ru_{40cm} = 111,69 \text{ L}$$



*3<sup>ème</sup> irrigation : 26-04-2022*

c- Poids de cylindre (Boite de tomât) = 46,42 g



# Annexes

## d- Poids du Sol :

- **Humide** : 656,396 g
- **Sec** : 504,92 g

$$Cc = 656,396 - 504,92 = 151,476 \text{ g}$$

$$Cc/Ps = 151,476/504,92 = 0,30 = 30\%$$

$$HCc = Hfp * \vartheta \rightarrow \vartheta = HCc/Hfp = 0,30/1,84 = 0,16$$

$$Ru = (Cc - hfp) * Da * P$$

$$Ru_{10cm} = (0,30 - 0,1895) * 100 * 1,8 = 19,89$$

$$Ru_{20cm} = (0,30 - 0,1903) * 100 * 1,8 = 19,746$$

$$Ru_{30cm} = (0,30 - 0,1841) * 100 * 1,8 = 20,862$$

$$Ru_{40cm} = (0,30 - 0,1784) * 100 * 1,8 = 21,888$$

$$Ru_{50cm} = (0,30 - 0,1807) * 100 * 1,8 = 21,474$$

$$Ru_{60cm} = (0,30 - 0,18) * 100 * 1,8 = 21,8$$

$$Ru_{100\%} = Ru_{10cm} + Ru_{20cm} + Ru_{30cm} + Ru_{40cm} = 125,66L$$



# Annexes



# Annexes

## Orge

*Tableau n 01 : Coefficient de tallage.*

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
T1	1.81	1.73	1.62	1.42
T2	2.01	1.72	1.72	1.73
T3	1.75	1.66	1.92	1.98
T4	1.94	1.62	2.24	1.73

*Tableau n 02 : Nombre d'épi / m<sup>2</sup>*

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
T1	525	542	570	569
T2	442	519	565	496
T3	436	436	413	390
T4	336	392	333	369

*Tableau n 03 : Longueur de la tige (cm)*

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
T1	82	80	88	79
T2	70	70	72	71
T3	78	74	75	79
T4	71	72	74	70

# Annexes

*Tableau n 04 : Nombre d'épillet par épi*

Traitements	Blocs			
	B1	B2	B3	B4
<b>T1</b>	24.5	27.5	25	23.4
<b>T2</b>	27.2	25	22.5	26
<b>T3</b>	24	24	25.5	26
<b>T4</b>	22.2	21	22	23

*Tableau n 05 : Nombre du grain par 1 épi*

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
<b>T1</b>	48	55	50	48
<b>T2</b>	54	50	46	50
<b>T3</b>	48	49	45	48
<b>T4</b>	49	42	44	45

*Tableau n 06 : Poids total ou frais (MV) (Kg/m<sup>2</sup>)*

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
<b>T1</b>	2,41	3,10	2,40	2,71
<b>T2</b>	3,13	2,81	2,73	2,89
<b>T3</b>	2,59	2,53	2,70	2,40
<b>T4</b>	2,13	2,80	2,36	1,53

# Annexes

*Tableau07 : Poids mille grains*

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
T1	49	56	52.3	50
T2	48	50.1	47.3	47.6
T3	48	50	46	48
T4	46	48.2	48.1	59

*Tableau 08 : Rendement réel en grain (Qx/ha)*

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
T1	41,73	31,42	39,32	43,55
T2	30,89	48,89	35,02	29,58
T3	24,33	31,34	31,81	24,20
T4	19,49	21,29	17,80	18,18

# Annexes

## Blé Tendre

Tableau n 01 : Coefficient de tallage.

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
T1	1.9	1.4	1.70	1.6
T2	1,73	1.37	2.1	1.8
T3	2.66	2.19	2.21	2.07
T4	2.72	2.6	2,73	2,53

Tableau n 02 : Nombre d'épi / m<sup>2</sup>

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
T1	397	481	396	395
T2	393	349	391	389
T3	298	282	298	329
T4	273	278	253	278

Tableau n 03 : Hauteur de la tige (cm)

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
T1	71	85	81	77
T2	78	75	76	78
T3	80	79	81	78
T4	70	79	76	79

# Annexes

**Tableau n 04 : Nombre d'épillet /épi**

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
T1	30	35	38	36
T2	29	25	29	30
T3	26	25	27	25
T4	25	20	20	25

**Tableau n 05 : Nombre des grains / épi**

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
T1	24	30	29	28
T2	28	24	29	23
T3	29	28	28	22
T4	24	31	22	26

**Tableau n 06 : Poids frais ou MV (kg)**

Traitement	Bloc			
	B1	B2	B3	B4
T1	1,97	2,82	2,88	2,99
T2	1,90	2,74	2,54	2,37
T3	2,79	2,93	2,85	2,95
T4	2,85	2,04	2,57	2,80

# Annexe

**Tableau 07 : Poids de milles grains**

	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>
<b>T1</b>	<b>48</b>	<b>39</b>	<b>38.47</b>	<b>40</b>
<b>T2</b>	<b>39</b>	<b>43</b>	<b>38.8</b>	<b>41.05</b>
<b>T3</b>	<b>41.2</b>	<b>40.9</b>	<b>39.97</b>	<b>40.05</b>
<b>T4</b>	<b>38.03</b>	<b>38.85</b>	<b>40.3</b>	<b>39.01</b>

**Tableau 08 : Rendement Qx/ha**

	<b>B1</b>	<b>B2</b>	<b>B3</b>	<b>B4</b>
<b>T1</b>	<b>45.7</b>	<b>52.52</b>	<b>44.48</b>	<b>44.24</b>
<b>T2</b>	<b>42.91</b>	<b>36.01</b>	<b>43.99</b>	<b>36.72</b>
<b>T3</b>	<b>35.6</b>	<b>32.29</b>	<b>33.35</b>	<b>28.98</b>
<b>T4</b>	<b>24.91</b>	<b>33.48</b>	<b>22.43</b>	<b>28.19</b>



