

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 الجيلالي بونعاما خميس مليانة  
Université Djilali Bounaama Khemis- Miliana  
كلية علوم الطبيعة و الحياة و علوم الأرض  
Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre  
Département : Sciences Agronomie.



Mémoire de fin d'étude  
En vue de l'obtention du diplôme de **Master**  
**Domaine** : Sciences de la Nature et de la Vie  
**Filière** : Sciences Agronomiques  
**Spécialité** : Aménagement hydro agricole

**Thème :**

***La production du blé dur (variété Simeto) dans les plaines du Haut Chélif***

Présenté par :  
**KHERCHAOUI ALI**

**Soutenu le 17 Septembre 2019**

**Devant le jury:**

**Président Mr: IMESSAOUDENE. Y**

**MAA UDB KhemisMiliana**

**Promoteur Mr: MEROUCHE. A**

**MCB UDB Khemis-Miliana**

**Examinatrice M me: KARHAÇANE. H**

**MAA UDB Khemis-Miliana**

**Examinatrice M<sup>me</sup> Maten. C. N**

**MAA UDB Khemis-Miliana**

**Année Universitaire : 2018/2019**

## Remerciement

Avant de présenter les résultats de ce modeste travail, qu'il me soit permis de remercier tous ceux ou celles qui ont contribué de près ou de loin à sa réalisation.

Je remercie avant tout **ALLAH** tout puissant, de m'avoir guidé toutes les années d'étude et m'avoir donné la volonté, la Patience et le courage pour terminer ce travail.

*Il m'est très difficile de dédier ce travail tant sont nombreux les proches, amies ou famille, qui mériteraient d'être cités .Cependant, je tiens à commencer par les êtres les plus chères au monde : mes parents, qui m'ont soutenue pendant toute cette durée.*

*Je dédie ce travail à :*

*A Tous la famille kherchaoui*

*-Touts Mes sœurs.*

*-Tous Mes frères.*

*-Et à tous ceux qui, de loin ou de près n'ont cessé de m'apporter leur soutien tout au long de mes études.*

*ALJ*

## **Résumé**

Le but de la présente étude est d'évaluer la production du blé dur au niveau des plaines du Haut Chélif durant la campagne agricole 2018-2019.

Six Sites expérimentaux sont choisis pour la réalisation de la présente étude. Chaque site représente une superficie agricole chez un agriculteur supérieure à un hectare cultivé en blé dur (variété siméto). Les mesures ont porté sur les principaux paramètres morphologiques et de production : hauteur de la plante, longueur de la barbe, nombre de feuille, nombre d'épi par mètre carré, nombre de grain par épi, poids de mille grains et le rendement en grain.

La campagne agricole a été caractérisée par une très faible pluviométrie, enregistrée durant le cycle de la culture qui est seulement de 163mm dont 100,6 mm est tombé avant le stade tallage. Les résultats obtenus sur l'ensemble des précédents paramètres montrent des différences non significatives, excepté le nombre d'épi par mètre carré. Les rendements en grains enregistrés sont très faibles varient de 15,14 q/ha au niveau du site Bir Ould Khelifa(02) à 17,56 q/ha au niveau du site de Bir Ould Khelifa(01). Ces différences non significatives sont dues principalement à l'effet généralisé de la sécheresse sur l'ensemble du périmètre.

**Mots clés :** blé dur, Haut Chélif, , production, sécheresse

## **Abstract**

The aim of this study is to evaluate durum wheat production in the Haut Chélif plains during the 2018-2019 crop year.

Six experimental sites are chosen for this study. Each site represents an agricultural area in a farmer greater than one hectare cultivated in durum wheat (simeto variety). The measurements concerned the main morphological and production parameters: plant height, beard length, number of leaves, number of ears per square meter, number of grains per ear, weight of thousand grains and grain yield.

The cropping season was characterized by a very low rainfall, recorded during the crop cycle which is only 163mm of which 100.6 mm fell before the tillage stage. The results obtained on all the preceding parameters show insignificant differences, except the number of ears per square meter. The recorded grain yields are very low, ranging from 15.14 q / ha at the Bir Ould Khelifa (02) site to 17.56 q / ha at the Bir Ould Khelifa (01) site. These insignificant differences are due mainly to the widespread effect of drought on the entire perimeter.

Key words: durum wheat, Haut Chélif,, production, drought

## ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تقييم إنتاج القمح الصلب في سهول شلف العليا خلال عام 2018-2019. تم اختيار ستة مواقع تجريبية لهذه الدراسة. يمثل كل موقع منطقة زراعية في مزارع أكبر من هكتار واحد يزرع فيها القمح الصلب صنف (simeto). تتعلق القياسات بالمتغيرات المورفولوجية والإنتاجية الرئيسية: ارتفاع النبات ، طول السنبل، عدد الأوراق ، عدد السنابل لكل متر مربع ، عدد الحبوب لكل سنبل ، وزن الألف حبة وإنتاجية الحبوب .

تميز موسم زراعة المحاصيل بهطول أمطار منخفض ، تم تسجيله خلال دورة المحاصيل التي يبلغ طولها 163 ملم فقط ، منها 100.6 ملم سقطت قبل مرحلة التفرع. تظهر النتائج التي تم الحصول عليها على جميع المعلومات السابقة اختلافات ضئيلة ، باستثناء عدد السنابل لكل متر مربع. إن غلة الحبوب المسجلة منخفضة للغاية ، حيث تتراوح من 15.14 ق/هكتار في موقع بئر ولد خليفه (02) إلى 17.56 ق/هكتار في موقع بئر ولد خليفه (01). ترجع هذه الاختلافات البسيطة إلى التأثير الواسع للجفاف على المحيط بأكمله.

**الكلمات المفتاحية:** القمح الصلب، شلف العليا، الإنتاج ، الجفاف

Table des matières	
Remerciement	
Dédicace	
Résumé	
Table des matières	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Liste de abréviation	
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	01

## **Partie I : Synthèse Bibliographique**

### **CHAPITRE I : Eau, plante et sécheresse**

Introduction.....	03
1.1 Rôle de l'eau dans la plante.....	03
1.2 Absorption de l'eau par la plante.....	04
1.3 Réserves en eau du sol.....	04
1.3.1 Reserve utile.....	04
1.3.2 Reserve facilement utilisable.....	05
1.4 Besoins en eau des plantes.....	05
1.4.1Évapotranspiration potentielle.....	05
1.4.2Évapotranspirationmaximale(ETM) .....	05
1.5 Concept de la sécheresse.....	06
1.5.1Définition de la sécheresse.....	06
1.5.2 Types de la sécheresse.....	06
1.5.2.1 Sécheresse métrologique.....	06
1.5.2.2 Sécheresse hydrologique.....	06
1.5.2.3 Sécheresse Agricole.....	06
1.5.2.4Sécheressesocioéconomique.....	07
1.6 Sécheresse et cycle du blé dur.....	07

## **CHAPITRE II: CULTURE DU BLÉ DUR**

2.1 Généralités sur le blé.....	09
2.2. Historique du blé.....	09
2.3 Importance des céréales.....	10
2.3.1 Importance alimentaire.....	10
2.3.2 Importance économique.....	10
2.4 Origine et génétique du blé dur.....	10
2.5 Description morphologique.....	11
2.5.1 Partie souterraine.....	11
2.5.2 Partie aérienne.....	11
2.5.3 Appareil reproducteur.....	12
2.7 Croissance et développement du blé.....	12
2.7.1 Germination.....	12
2.7.2 Cycle végétative.....	12
2.7.3 Phase reproductrice.....	13
2.7.4 Phase de maturation.....	13
2.8 Exigences du blé dur.....	13
2.8.1 Exigences climatiques.....	13
2.8.2 Exigences édaphiques.....	14
2.8.3 Exigences en eau.....	14

## **Partie II : Partie expérimental**

### **CHAPITRE III : Matériels et Méthode**

Introduction.....	15
3.1 Matériels.....	15
3.1.1 Présentation de la zone d'étude.....	15
3.1.1.1 Superficies.....	15
3.1.1.2 Climat.....	16
3.1.1.3 Agriculture.....	18
3.1.1.4 Ressources en eau.....	19

3.1.1.5 Sols.....	19
3.1.1.6 Matériel végétal.....	20
3.2 Méthodes.....	20
3.2.1 Choix des sites expérimentaux .....	20
3.2.2 Date et dose de semis.....	22
3.2.3 Analyses du sol.....	22
3.2.4Irrigation.....	24
3.2.5 Mesures sur la plante.....	24
3.2.6 Besoin en eau et déficit pluviométrique.....	25
3.2.7 Analyses statistiques.....	25
Conclusion .....	25

## **Chapitre IV : Résultats et discussion**

Introduction.....	26
4.1 Amplitudes thermiques .....	27
4.2 Besoin en eau et déficit pluviométrique.....	27
4. 3 Caractéristiques des sols des sites expérimentaux.....	28
4.3. 1 Granulométrie.....	28
4.3.2 Analyses chimiques.....	29
4.4 Paramètres morphologiques.....	30
4.5 Paramètres de production.....	31
4.5.1 Nombre d'épi par mètre carré.....	31
4.5.2 Nombre de grain par épi.....	32
4.5.3 Poids de mille grains.....	33
4.5.4 Rendement en grains.....	34
4.6 Humidité des grains à la récolte.....	34
Conclusion.....	35
Conclusion générale .....	35
Bibliographie .....	36
Annexes	

Liste des figures

<b>Figure 01</b> : Diagramme Emberger pour la zone d'étude.....	16
<b>Figure 02</b> : Diagramme ombrothermique de Gaussen.....	17
<b>Figure 03</b> :Variation mensuelle des températures du périmètre du haut Cheliff (1985-2017) (ANRH Blida 2018).....	17
<b>Figure 04</b> :Variation mensuelle de lap lui du périmètres du haut Cheliff (1985-2017) (ANRH Blida 2018).....	17
<b>figure 05</b> : Carte de situation des sites expérimentaux.....	22

## Liste des Tableaux

Tableau 01- Classification botanique du blé dur <i>Triticum durum</i> Desf .....	11
Tableau02- Coefficients culturaux du blé dur.....	14
Tableau 03-Répartition des superficies et production par commune pour les céréales (2017).....	19
Tableau 04- ressource en eau de surface dans la wilaya d'Ain- Defla.(DRH AIN DEFLA 2015).....	20
Tableu 05- Situation géographique des sites expérimentaux.....	21
tableau 06-Les dates et les doses de semis du blé dur.....	22
Tableau 07- Coefficients culturaux du blé dur.....	23
Tableau 08 : Températures extrêmes durant le cycle	
Tableau 09- L'évapotranspiration maximale (ETM), pluviométrique ( $D_p$ ) enregistrée Site de Bir Oueld Khelifa 01, 02 et 03.....	26
Tableau 10- L'évapotranspiration maximale (ETM), pluviométrique ( $D_p$ ) enregistrée Site de El Abadia .....	26
Tableau 11- L'évapotranspiration maximale (ETM), pluviométrique ( $D_p$ ) enregistrée Site de El Attaf .....	27
Tableau 12- L'évapotranspiration maximale (ETM), pluviométrique ( $D_p$ ) enregistrée Site de Djendel.....	27
Tableau13- Granulométrie des sols.....	27
Tableau 14-Analyse chimiques des sols.....	28
Tableau 15- Principaux paramètres morphologiques de la plante.....	28
Tableau 16-Synthèse des analyses de variance des principaux Paramètres morphologiques.....	29
Tableau 17- Nombre d'épi par mètre carré.....	29
Tableau 18-Analyse de variance du nombre d'épi par mètre carré.....	30
Tableau 19- Nombre de grain par épi .....	30
Tableau 20-Analyse de variance du nombre des grains par épi.....	31
Tableau 21 - Poids de mille grains, .....	32
Tableau 22- Analyse de variance du poids de mille grains.....	32
Tableau23-Rendement en grain .....	32
Tableau 24- Analyse de variance du rendement en grain.....	33
Tableau 25- Humidité du grain à la récolte.....	33
Tableau 26-Analyse de variance de l'humidité du grain à la récolte.....	34

## **Liste d'abréviation**

**ITGC** : L'Institut Technique des Grandes Cultures

**CCLS** : Coopérative des céréales et des légumes secs

**FAO** : Food and Agriculture Organization

**OMM** : Organisation météorologique mondiale

**DSA** : direction des services agricoles

**OMS** : Organisation mondiale de la Santé

# Introduction générale

---

Dans les zones semi-arides caractérisées par une pluviométrie annuelle moyenne inférieure à 450 mm avec une variabilité inter-annuelle, le rendement moyen du blé ne dépasse pas 10 q/ha (**Sahnoune et al., 2013**).

La sécheresse constitue le facteur principal limitant du rendement du blé d'hiver dans la région Méditerranéenne où les pertes inter-annuelles aillent de 10 à 80 % (**Nachit et al., 1998**).

En plus, dans cette région méditerranéenne, le déficit hydrique peut apparaître à n'importe quel stade de la culture (**Baldy, 1993**).

En Afrique du nord, la sécheresse peut commencer durant les premiers stades végétatifs du blé d'hiver (**El Hafid et al., 1998**).

La répartition pluviométrique très aléatoire constitue un facteur essentiel dans la faiblesse et l'instabilité des rendements du blé dur. La recherche scientifique en zone méditerranéenne doit se pencher donc sur la sélection de géotypes ayant une meilleure tolérance aux conditions de sécheresse afin d'assurer une production acceptable et plus stable (**Miloud et al., 2001**).

La croissance et le développement des cultures céréalières sont conditionnées par la variation paramètres du climat durant tout le cycle et qui ont des répercussions négatives le rendement en grain (**Assem et al., 2006**).

En plus de la variabilité climatique inter annuelles, on peut penser aussi aux variations des paramètres du climat dans l'espace en fonction de l'altitude et l'exposition des parcelle par rapport au soleil. Ces variations agissent sur l'évapotranspiration potentielle et par conséquent sur les besoins en eau de la culture.

L'objectif de la présente étude rentre dans ce contexte préconisant l'évaluation de la de la production du blé dur dans des sites couvrant la superficie du périmètre du Haut Chélif appartenant à étage bioclimatique semi-aride caractérisée par une grande variabilité pluviométrique.

L'organisation du document est réalisée en quatre chapitres ci-après suivie d'une conclusion générale.

- **Chapitre I** : Effet de la sécheresse sur la culture du blé dur.
- **Chapitre II** : Culture du blé dur.

## Introduction générale

---

- **Chapitre III:** Matérielles et Méthodes.
- **Chapitre IV :** Résultats et discussion.

# **CHAPITRE I : Eau, plante et sécheresse**

# CHAPITRE I : Eau, plante et sécheresse

---

## Introduction :

La satisfaction des besoins en eau des cultures dépend des conditions climatiques, des propriétés hydrodynamiques des sols et des stades phénologiques de la culture.

La sécheresse est la principale cause de la dégradation des rendements du blé dur dans la région méditerranéenne. Il est indispensable de comprendre les types de sécheresse, leurs effets sur la morphologie et la production de la culture du blé dur afin de parer à ses répercussions négatives.

## 1.1 Rôle de l'eau dans la plante

Selon **Laberche (2004)**, l'eau constitue facteur important assurant différents rôles dans la plante parmi lesquels :

- L'eau maintien de la structure de la cellule et en particulier de la structure colloïdale du cytoplasme.

- L'eau intervient dans les réactions métaboliques comme l'hydrolyse ou la photosynthèse

- L'eau véhicule les nutriments minéraux et les produits du métabolisme.

- L'eau emprunte à la plante sa chaleur latente de vaporisation.

Le manque d'eau ou déficit hydrique représente le stress abiotique le plus sévère auquel la culture du blé dur fait face dans les conditions de production des zones arides et semi-aride (**Chenaffi et al., 2006**).

L'eau joue de multiples rôles essentiels dans le fonctionnement des organismes et des végétaux en particulier : l'eau est un très bon solvant : les molécules d'eau peuvent s'associer à un grand nombre de solutés, (aliments minéraux et sucres en particulier) nécessaires à la vie des cellules lesquels sont de ce fait transportés du sol dans les différents organes des plantes. (**Cruziat, 1974**) •

## Photosynthèse

L'eau est impliquée dans un très grand nombre de réactions et de processus chimiques : en particulier elle intervient dans la photosynthèse qui fabrique les sucres qui nourrissent les cellules végétales. Les molécules d'eau jouent aussi un rôle structurant auprès d'un grand nombre de molécules en leur conférant une « organisation » qui les dote de propriétés particulières (**Cruziat, 1974**)

# CHAPITRE I : Eau, plante et sécheresse

---

Selon Falkowski et **Raven (2007)**, en présence de lumière, de nutriment, de température et des conditions hydrodynamique, chez le phytoplancton, la fixation du carbone est effectuée par le biais de la production organique basée sur le mécanisme principal est la photosynthèse qui dépend de la réponse physiologique de la plante.

La plante assure un compromis entre pertes en eau par transpiration et diffusion du CO<sub>2</sub> nécessaire à la photosynthèse par le biais des stomates. Leur fermeture permet de réduire les pertes en eau par transpiration, alors que pour maximiser la photosynthèse, les stomates restent plus longtemps ouvertes (**Cowan et Farquhar 1977**).

## 1.2 Absorption de l'eau par la plante

L'absorption de l'eau par les racines des plantes dépend de la force de succion des plantes d'une part et la résultante des forces de rétention de l'eau par le sol qui sont exprimées par leur logarithme décimale (pF). Certains auteurs considèrent souvent des pF situés entre 1.5 et 2 pour estimer H<sub>cc</sub> (**Morvan et al., 2004**).

L'approximation de la teneur d'humidité à la capacité au champ dépend de la texture du sol, elle correspond au potentiel hydrique pF = 2 ( $\Psi = -100$  hPa) (**Bruand et al., 2002**).

Pendant la force de succion des plantes au point de flétrissement permanent est connue par les auteurs par un pF = 4.2. Ces chiffres indicatifs des limites, n'excluent pas les suctions réelles des plantes qui dépendent de l'espèce végétale en question.

## 1.3 Réserves en eau du sol

### 1.3.1 Réserve utile

La réserve d'eau utile est située entre l'humidité en eau du sol à capacité au champ et celle au point de flétrissement (**Duchaufour, 1980**). Elle est calculée pour une épaisseur de sol déterminée à l'aide de relation suivante :

$$RU = (HCc - Hf) \times h \times d$$

RU : Réserve d'eau utile (mm)

HCc : Humidité du sol à capacité au champ (g/g)

Hf: humidité du sol au point de flétrissement (g /g)

h: épaisseur du sol en (mm)

d : densité apparente.

## 1.3.2 Réserve facilement utilisable

La réserve utile est composée de deux réserves : la Réserve Facilement Utilisable (RFU) et la RS la Réserve de Survie (RS).. Le rapport RFU/RU est variable de 1/3 à 2/3 ( **Duchaufour, 2000**). La réserve facilement utilisable (RFU) représente la quantité d'eau qu'une plante peut utiliser sans affecter notablement sa production. Son rapport avec la réserve utile est généralement admis égal à 2/3 (**Van Laere, 2003**).

## 1.4 Besoins en eau des plantes

### 1.4.1 Évapotranspiration potentielle

L'évapotranspiration (ET) garantit le transfert d'eau du sol vers l'atmosphère jouant un rôle crucial au sein de la biosphère terrestre. Ce phénomène naturel est assuré par la transpiration des plantes de l'eau absorbée par les racines vers l'atmosphère par le biais des stomates de leurs feuilles (**Jasechko et al., 2013**).

Selon (**Margat 1997**), l'évapotranspiration potentielle est la quantité d'eau susceptible d'être évaporée par une surface d'eau libre ou par un couvert végétal dont l'alimentation en eau n'est pas le facteur limitant. La valeur limite de l'ETP est fonction de l'énergie disponible.

### 1.4.2 Évapotranspiration maximale (ETM)

Les besoins en eau des cultures sont définis comme étant le produit entre l'évapotranspiration de référence (ET<sub>0</sub>), qui représente l'évapotranspiration d'un couvert en gazon bien alimenté en eau sous l'effet du climat, et un coefficient cultural noté K<sub>c</sub>. Ces besoins varient en fonction du stade de développement de la culture et des paramètres climatiques (**Allen et al., 1998**).

Elle s'écrit

$$ETM = K_c ET_0$$

## 1. 5 Concept de la sécheresse

### 1.5.1 Définition de la sécheresse

La sécheresse pourrait être définie comme une période prolongée de précipitations insuffisantes, normalement une ou plus saisons, qui causent un déficit d'eau dans certains secteurs de l'économie d'un pays (Fao, 2006).

La sécheresse est aussi définie selon les différents secteurs qui interagissent avec ses effets. On définit donc une sécheresse du point de vue météorologique, hydrologique, agricole ou socio-économique. Évidemment, la succession de ces quatre notions est différente par rapport à l'échelle temporelle (Fao, 2006).

### 1.5.2 Types de la sécheresse

#### 1.5.2.1 Sécheresse métrologique

Elle est généralement définie par un seuil correspondant à un certain déficit de précipitation sur une période de temps déterminée. Ces seuils Le seuil choisi varient d'un endroit à l'autre

Suivant les besoins des utilisateurs ou les applications concernées (OMS, 2006)

La sécheresse météorologique est un phénomène climatique et non pas un aléa climatique, parfois confondue avec l'aridité. Ce phénomène devient dangereux quand il se transforme en sécheresse agricole ou hydrologique (Nations Unis SIPC, 2011).

#### 1.5.2.2 Sécheresse hydrologique

La sécheresse hydrologique apparait après diminution des apports pluviométriques au sein des bassins versants. Il résulte par conséquent un déficit d'écoulement dans les cours d'eau. Ceci conduit à une réduction de la recharge des nappes souterraines et agit donc sur la réalisation de l'irrigation (Mokssit, 1996). la sécheresse "hydrologique", causée par une reconstitution déficiente des réserves hydrographiques, résultant plutôt de l'insuffisance des pluies d'automne-hiver. Ce type de sècheresse joue indirectement par la disponibilité de l'eau pour l'irrigation. A noter également que, dans ce cas, la sécheresse peut affecter le rendement par suite des effets néfastes pour le travail du sol et les semis (Amigues et al 2006).

#### 1.5.2.3 Sécheresse Agricole

Parmi les différents stress environnementaux, la sècheresse est la contrainant environnement qui cause certainement le plus de dommages dans les productions agricoles

## CHAPITRE I : Eau, plante et sécheresse

---

.Chaque année, les surfaces perdues à cause des stress hydrique et salin varient autour de 20 millions d'ha dans le monde (**Trinchantetal.,2004**).

La sécheresse agricole est définie comme un déficit marqué et soutenu des précipitations qui réduit significativement les productions agricoles par rapport à la normale ou les valeurs attendues pour une région de grande étendue (**Khalidi , 2005**).

Au-delà du seul déficit pluviométrique, ou du déficit climatique ETP- P sur une saison, on est amené à distinguer la sécheresse "édaphique", causée par une insuffisance de l'eau dans le réservoir superficiel du sol pendant la saison de culture. C'est la sécheresse classique en agriculture, causée par l'insuffisance des pluies de printemps et d'été, elle joue directement sur la production agricole (**Amigues et al 2006**).

### 1.2.3.4 Sécheresse socio-économique

La sécheresse socio-économique est différente des autres types de sécheresse car elle exprime la relation entre l'offre et la demande de certaines denrées ou de certains biens économiques comme les céréales, fourrage, énergie hydro-électrique...,etc. qui sont tributaires des précipitations (**OMM, 2006**).

### 1.2.3.5Sécheresse et cycle du blé dur

En conditions méditerranéennes, le déficit hydrique est la contrainte majeur qui affecte significativement la production des céréales. Afin de parer à ce problème, plusieurs stratégies ont été adoptées faisant intervenir des changements dans les pratiques culturales et le choix de cultivars plus tolérants à la sécheresse (**Ben Salem et al., 1997**).

On parle de sécheresse dès que l'eau devient facteur limitant de la croissance et du rendement (**Raissac, 1962**).

A travers l'étude d'adaptation variétale, il a été bien constaté l'importance de l'efficacité de la plasticité par rapport aux potentialités de l'environnement. La relation entre la plasticité, l'enracinement et la transpiration vaut la peine d'être analysé en profondeur. Il serait intéressant d'utiliser un modèle de culture de simulation pour analyser diverses stratégies d'adaptation de façon plus générale (**Brisson et al, 2001**). L'ajustement osmotique constitue un mécanisme majeur d'adaptation des plantes au stress (**Zhang et al., 1999**). L'effet de la sécheresse précoce est différent de celui de sécheresse tardive (**Ludlow et Muchow, 1990** ). Ce stress hydrique se traduit par des modifications qui des caractères

## CHAPITRE I : Eau, plante et sécheresse

---

morphologiques, physiologiques et biochimiques quand les besoins en eau de la plante deviennent supérieurs aux quantités disponibles (**Meffi et al., 2000**).

On estime que le stress hydrique est moins dommageable pour le rendement du grain lorsqu'il survient au début du cycle de la culture (**Blum, 1996**). Les variétés de blé qui accumulent plus de sucres solubles ont une meilleure aptitude à conserver leur teneur relative en eau (**Korichi, 1993**).

### 1.2.1 Morphologie et tolérance à la sécheresse

Les variétés de céréales les plus tolérantes à la sécheresse sont caractérisées par une paille haute. Cette tolérance résulterait de l'aptitude à remplir correctement le grain en phase terminale du cycle grâce aux quantités d'assimilats stockées dans la tige et particulièrement au niveau du col de l'épi (**Blum 1988**).

Les variétés de blé barbus sont plus résistants que les blés faiblement aristés en cas d'un déficit hydrique (**Rignac, 1965**).

La longueur du col de l'épi constitue un bon indicateur de tolérance au déficit hydrique (**Fisher et al.1978**). Le rôle du col s'expliquerait par la quantité d'assimilats stockée par ces organes susceptibles d'un transfert vers le grain en cas de déficit terminal (**Gate et al.1990**).

Le nombre ainsi que de la profondeur des racines est un indicateur d'aptitude de la céréale à extraire de l'eau du sol surtout en zones sèches où elle manifeste un dynamisme dans la croissance (**Richards et Passiora 1981**).

## **CHAPITRE II: CULTURE DU BLÉ DUR**

### 2.1 Généralités sur le blé

Le blé fait partie des trois grandes céréales avec le maïs et le riz. C'est la troisième espèce par importance de la récolte mondiale, et la plus consommée par l'homme. En Algérie, le blé est cultivé pour son grain, c'est une culture qui occupe de grandes surfaces. Nous distinguons deux espèces de blé: le blé tendre et le blé dur. Ces deux espèces, se différencient par la friabilité de l'amande. L'amande du blé tendre est blanche et friable, tandis que celle du blé dur est jaune et plus dure. Au moulin, les graines de blé tendre sont broyées en farine, qui sert à la fabrication de pains, de pizzas, de viennoiseries. A la semoulerie, le blé dur est considéré comme l'un des principaux aliments pour les populations comme a été la base de l'alimentation des premières civilisations humaines **Feldman et Sears, (1981)**. Ses grains sont broyés en semoules, qui servent à la fabrication de pâtes et de couscous.

### 2.2. Historique du blé

La culture des céréales a permis l'essor des grandes civilisations, parce qu'elle a constitué l'une des premières activités agricoles. Le nomadisme a progressivement laissé la place à la sédentarité qui permet la culture des céréales. Le blé est l'une de ces céréales connue depuis l'antiquité. Sa culture remontée au mésolithique vers 7000 avant Jésus-Christ **(Ruel, 2006)**. Le blé dur provient des territoires de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran **(Feldman 2001)**.

Les espèces connues sous le nom de blé sont variées: le genre *Triticum* (du latin *Tritus*, *us*= broiement, frottement): le blé moderne (*froment*), l'orge (*Hordeum*) et le seigle (*Secale cereale*), le blé noir (*sarrasin*).

Les premiers procédés de panification ont été élaborés par les Egyptiens 300 ans avant JC, qui préparaient déjà les premières galettes à base de blé. L'homme acquiert son autosuffisance alimentaire en produisant sa propre nourriture où apparaissaient les premiers échanges commerciaux. Grâce au Hébreux, Grecs et enfin Romains est et devenue, un des constituant essentiel de l'alimentation humaine à travers l'Europe. Les techniques de panifications ont connues des améliorations par la suite **(Yves et de Buyer., 2000)**.

### 2.2.3 Importance des céréales

#### 2.2.3.1 Importance alimentaire:

Les blés représentent la première ressource alimentaire de l'humanité, et la source de protéines. Ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples applications industrielles. La presque totalité de la nutrition de la population mondiale est fournie par les aliments en grains dont 95% sont produits par les principales cultures céréalières (**Bonjean et Picard, 1991**). Dans le monde les céréales constituent la composante de base de l'agriculture. Selon le centre international du commerce en 2017, la production mondiale du blé a atteint 735 Mt contre 752 Mt en 2016. Les perspectives pour la production mondiale de blé en 2017-2018 restent la plupart du temps bonnes avec une légère baisse de 2,7 % par rapport à l'an passé (**FAO, 2017**).

#### 2.2.3.2 Importance économique

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière (**Djermoun, 2009**). Le blé constitue une espèce de céréale particulièrement importante, occupant une place centrale par rapport aux autres céréales. Les informations issues du ministère de l'agriculture montrent que les superficies emblavées et récoltées en blé dur ont connu une augmentation de 2,4 % et 10,05% respectivement en 2014-2015 comparativement à la campagne écoulée et la moyenne de production de blé dur avait augmenté de 61% au cours de la période 2009-2015 (21 millions de quintaux) par rapport en 2000-2008 (13,5 millions de quintaux).

### 2.3 Origine et génétique du blé dur

Le genre *Triticum* comporte un certain nombre d'espèces cultivées. Génétiquement, elles sont classées en plusieurs groupes : diploïdes (*Triticum monococcum*:14 chromosomes), tétraploïdes (*Triticum turgidum*:28 chromosomes), et hexaploïdes (*Triticum aestivum*:42 chromosomes). Le blé dur est un hybride issu du croisement aléatoire et naturel de l'espèce *Triticum monococcum* (sauvage) et une herbe spontanée au blé appelée *Aegilops speltoides*, qui sont rencontrées dans la même aire géographique (**Belaid, 1996**).

Selon **Pichot(1980)**, la classification botanique du blé dur *Triticum durum Desf* est résumée dans le tableau 01.

**Tableau 01:** Classification botanique du blé dur *Triticum durum* Desf

<b>Règne</b>	<b>Plantae</b>
<b>Sous-règne</b>	Cormophyte
<b>Embranchement</b>	Spermaphytes
<b>Sous embranchement</b>	Angiospermes
<b>Ordre</b>	<i>Poales</i>
<b>Classe</b>	Monocotylédones
<b>Sous ordre</b>	Poales
<b>Famille</b>	<i>Poaceae</i>
<b>Genre</b>	<i>Triticum sp</i>
<b>Espèce</b>	<i>Triticum durum</i> Desf

## 2.4 Description morphologique

### 2.4.1 Partie souterraine

#### ❖ Racines

Deux sortes de racines

#### • Les racines primaires

. Un système racinaire primaire ou séminal, fonctionnel dès la germination. Il ne se forme en général que de 06 racines séminales (**Monneveux, 1992**) .

#### • système racinaire fasciculé

Le système racinaire secondaire appelé racines adventices est du type fasciculé, qui se forme au tallage et remplace donc progressivement le précédent. La densité racinaire est d'autant plus forte que la phase de tallage plus longue. Les racines adventices atteignent leur grande activité au stade floraison puis rentrent en sénescence (**Boulal et al., 2007**).

### 2.4.2 Partie aérienne

#### • Tige

La partie aérienne est constituée d'une tige principale appelée le maître brun cylindrique, lisse, plus ou moins creuse et des tiges secondaires appelées talles qui apparaissent à la base de la plante (**Boulal et al., 2007**).

### • Feuilles

Le blé est une plante herbacée connue par ses feuilles assez longues. La feuille est composée de deux parties : une partie supérieure en forme de lame qui compose le limbe et une partie inférieure formant la gaine (**Soltner, 1980**).

### 2.4.3 Appareil reproducteur

L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis qui porte des épillets. Ces derniers sont séparés par de courts entre nœuds. Chaque épillet est formé de deux glumes (bractées) portant de deux à cinq fleurs distinctes sur une rachéole. Chaque fleur est dépourvue de pétales, elle est entourée de deux glumelles. Elle comporte trois étamines d'une forme en x et un ovaire surmonté de deux styles plumeux constituant les pièces femelles. Le plus souvent, le pollen est relâché avant que les étamines ne sortent de la fleur. Il s'attache alors aux stigmates, où peut se produire la fécondation (**Prats, 1966**).

Le blé dur possède un caryopse qui a une forme ovoïde plus ou moins allongée, il possède une face dorsale plus ou moins bombée et une face ventrale avec un sillon profond, on trouve à sa partie supérieure de courts poils formant la brosse ; le germe se situe à sa partie inférieure visible sur sa face dorsale (**Soltner, 1980**). Le germe constitue la partie essentielle de la graine permettant la reproduction de la plante : en se développant il devient à son tour une jeune plante (**Gwinner et al 1996**). L'enveloppe protège le grain durant de sa formation à l'intérieur (**Doumandji et al 2003**).

## 2.5 Croissance et développement du blé

### 2.5.1 Germination

Selon (**Soltner, 1990**). La graine doit être capable de germer c'est-à-dire posséder une bonne faculté germinative et elle dépend de la bonne intégrité de la graine, des conditions de récolte ainsi que de leur conservation.

La graine doit être physiologiquement mure : cette maturité physiologique ne correspond pas forcément à la maturité commerciale.

### 2.5.2 Cycle végétative

Le cycle biologique est connu par la formation de la matière végétale durant lequel la plante développe les feuilles et les racines. Il s'étale de la levée à la montaison durant 60 à 110 jours (**Soltner, 2005**).

### 2.5.3 Phase reproductrice

Selon **Lancachire et wetzemberger (1991)**, elle comprend la formation et la croissance de l'épi. Elle passe par la phase de formation des ébauches d'épillets, **c'est le stade d'initiation florale** qui correspond au développement des bourgeons situés aux aisselles des initiations foliaires.

La floraison est suivie de la fécondation quelques jours après l'épiaison

La durée de cette phase varie suivant les variétés, les espèces et le climat

### 2.5.4 Phase de maturation

Durant cette phase, la matière sèche synthétisée constitue les réserves accumulées et passe ensuite à sa maturation qui s'étale moyennement sur une période de 45 jours. Le grain formé passe par différents stades ; laiteux, puis pâteux, au cours desquels la teneur en amidon augmente et le taux d'humidité diminue. Au stade final, le grain brillant, durci, sa couleur prends la couleur jaunâtre puis atteint sa couleur typique de la variété (**Lancachire et wetzemberger, 1991**). Au stade pâteux, le grain perd uniquement l'excès d'eau qu'il contient, environ 45 %, il lui reste 20 % d'humidité au stade rayable à l'ongle puis au stade cassant sous la dent, son humidité passe à de 15 à 16%, c'est donc la maturité complète du grain prête à la récolte (**Cheniki et Yahia, 1994**).

#### L'oxygène

Pour l'oxydation des réserves et aussi pour la respiration de la graine. (**Gwinner et al 1996**).

#### • La Chaleur

Permet l'accélération des différentes réactions chimiques et favorise la division cellulaire. (**Soltner, 1990**).

## 2.6 Exigences du blé dur

### 2.6.1 Exigences climatiques

#### • Température

La physiologie du blé est conditionnée par la température durant tout le cycle (**Ruel ,1996**). La vitesse de développement du blé dépend de la température, l'optimum de croissance se situe entre 20 et 26°C. Une diminution de la température durant est une exigence pour certaines variétés dites d'hiver (**Clement et Prats, 1970**), Cependant les très basses températures stade de germination et le début tallage peuvent être à l'origine de d'importants dégâts à cause résistance faible du blé au froid durant cette phase.

### • Lumière

Le blé d'hiver est le type de plante de jours longs. Sa floraison est en effet favorisée par l'allongement du jour (**Soltner, 2007**) ; 12 à 14 heures selon l'espèce et la variété ; sont indispensables pour permettre le démarrage de la phase reproductrice

La durée du jour (photopériodisme) est nécessaire pour la réalisation du stade précédant la montaison. La photosynthèse est très influencée par l'intensité lumineuse et l'aération.

### 2.6.2 Exigences édaphiques

Le blé s'adapte sur une gamme assez importante de sols, principalement les terres limono- argilo-calcaires et argilo-siliceuses (**Moule, 1980**).

Selon **Soltner (1990)**, Les sols à texture fine permettent un bon contact des racines fasciculées du blé avec les particules en assurant donc une bonne nutrition et par conséquent la culture atteint de bon rendement. Le pH optimal convenant à la culture du blé est situé entre 6 à 8.

La culture de blé est modérément tolérante à l'alcalinité du sol dont la C.E.

### 2.6.3 Exigences en eau

L'eau joue un rôle important dans la croissance de la plante (**Soltner, 1990**), elle constitue un facteur limitant de la croissance du blé car il influe sur l'élaboration de la matière sèche dès la germination (**Moule, 1980**), la germination ne se réalise qu'à partir d'un degré d'imbibition d'eau de 30%. Les besoins en eau sont importants durant le stade épi un cm. La période critique en eau se situe entre 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (**Loue, 1982**).

La répartition des besoins en eau du blé dur sur tout le cycle est exprimé par les coefficients cultureux résumés dans le tableau (**Fao, 1980**).

**Tableau(02) : Coefficients cultureux du blé dur**

Stade	initial	Développement	Intermédiaire	Final	Réclte
Kc	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25

Source :( Fao, 1980)

## **CHAPITRE III : Matériels et Méthode**

### Introduction

Ce chapitre est réservé à la présentation de la zone d'étude sur le plan climatique, ressources en eau et pédologique. Également, il est présenté les moyens utilisés dans l'achèvement de l'expérimentation concernant les prélèvements et analyses des échantillons de sol ainsi que les mesures sur la plante. Les calculs statistiques et leurs interprétations sont détaillés pour chaque paramètre étudié.

### 3.1 Matériels

#### 3.1.1 Présentation de la zone d'étude

##### 3.1.1.1 Superficies

Les périmètre du Haut Cheliff est d'une superficie totale de 37500 ha, composé des plaines de Khemis-Miliana d'une superficie de 26200 ha et Kherba El abadia plus étroite avec 11300 ha.

Le périmètre du Haut Chélif est situé en bas des monts du Zaccar, ses superficies agricoles équipées sont subdivisées en deux rives : droite et gauche suivant le sens de l'écoulement de l'eau à savoir ; La rive droite la plus grande d'une superficie géographique de 11305 ha, elle est répartie en cinq (05) secteurs :

- ✓ Secteur n°01 Djendel : 1610 ha ;
- ✓ Secteur n°02 Ain Chaiba : 920 ha ;
- ✓ Secteur n°03 El Khemis : 3190 ha ;
- ✓ Secteur n°04 Sidi Lakhdar : 2885 ha ;
- ✓ Secteur n°05 Arib : 2700 ha.

La rive gauche d'une superficie géographique de 9730 ha, répartie en trois (03) secteurs:

- ✓ secteur Ouest : 4717 ha ;
- ✓ secteur Est : 1950 ha ;
- ✓ secteur centrale : 3063 ha.

#### 3.1.1.2 Climat

##### Étage bioclimatique

Le couvert végétal est très conditionné par le climat. La croissance et le développement des organes des végétaux est très dépendant des paramètres climatiques, principalement de la disponibilité de l'eau (pluie), le cumul de température et la lumière. La projection du coefficient d'Emberger (Qr) de 33,65 calculé par la relation ci-après à partir des données climatiques de la période 1987-2017 de la

### CHAPITRE III : Matériels et Méthode

station climatique de l'ANRH de Harraza a fait sortir que le Haut Cheliff est au seuil de l'étage bioclimatique aride doux sur la base (figure 01). On note que l'étage bioclimatique le plus fréquemment obtenu pour le Haut Chélif à partir d'autres séries de données est le semi-aride.

$$Q = 3,43 \frac{P}{T_{\max} - T_{\min}}$$

P : pluviométrie moyenne annuelle

Tmax : Température moyenne maximale du mois le chaud

Tmin : Température moyenne du mois le plus froid

$$Q = 3,43 \frac{346,92}{38,80 - 3,50} = 33,65$$

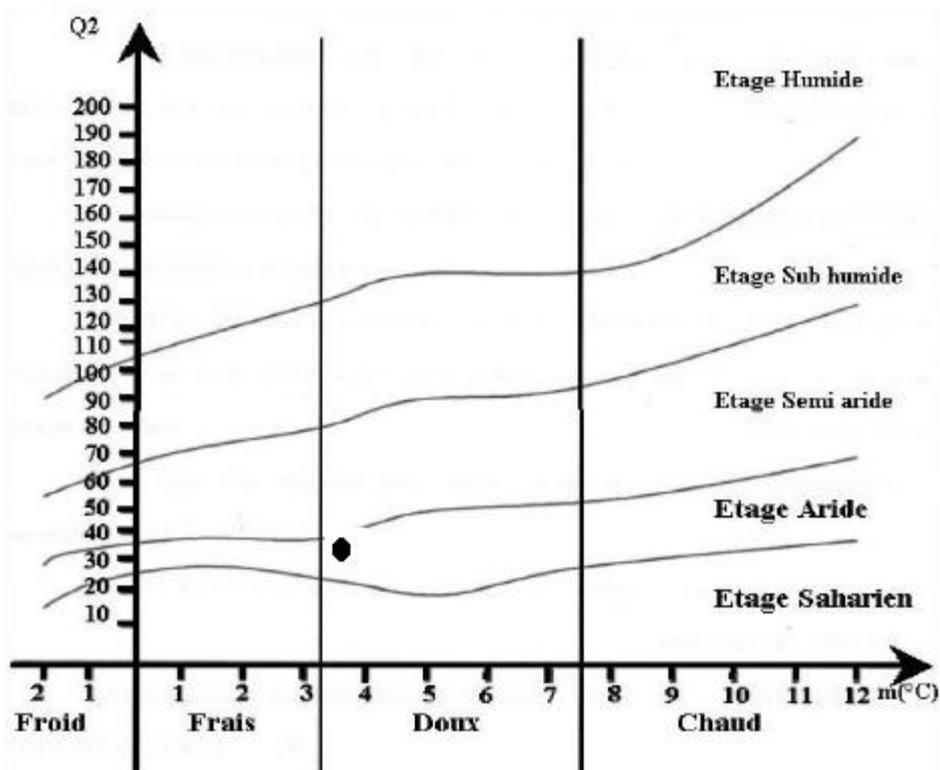


Figure 01 : Diagramme Emberger pour la zone d'étude

### Périodes sèches

Le diagramme ombrothermique de Gaussen ( figure 02 fait ressortir une période sèche est très importante qui s'étale sur six mois allant de la mi-avril à la m-octobre où l'irrigation est indispensable pour combler aux déficits hydriques.

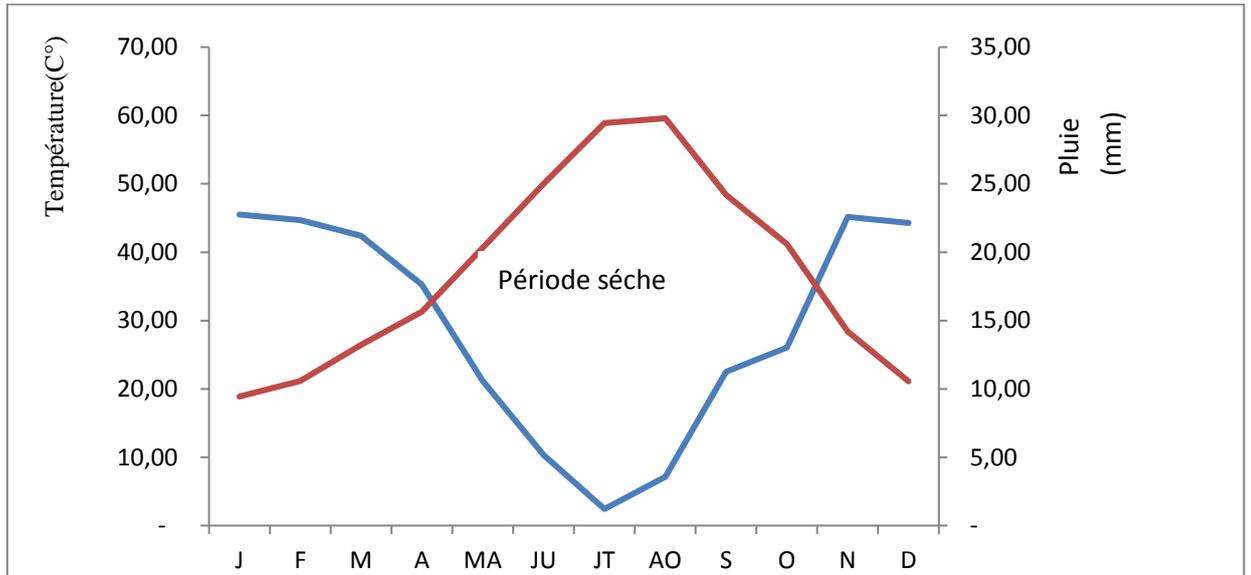


Figure 02 : Diagramme ombrothermique de Gaussen.

### Température

Les températures moyennes, maximales et minimales mensuelles calculées à partir des mesures portant sur la période de 32 ans d'observation allant de 1985 à 2017 sont illustrées sur la figure(03)

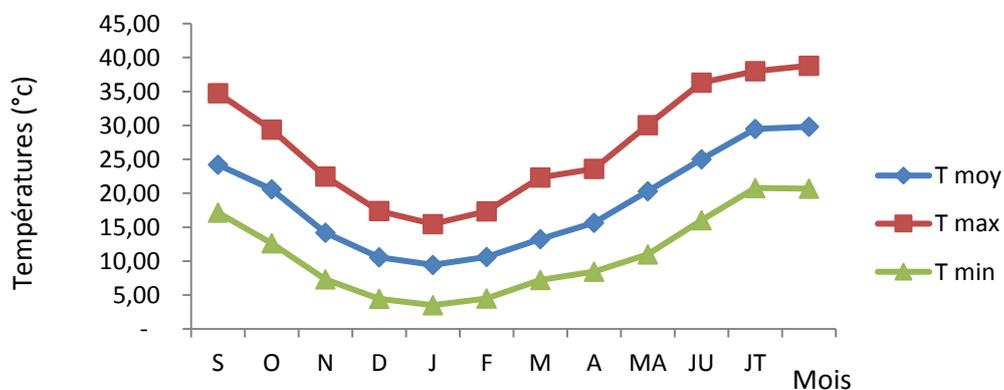
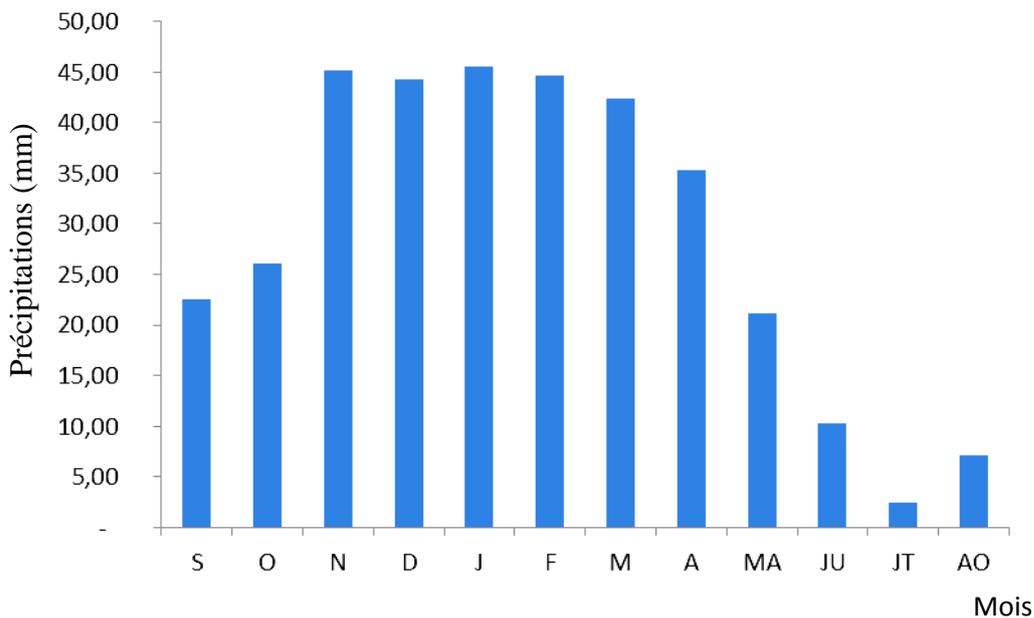


Figure 03 : Variation mensuelle des températures du périmètre du haut Cheliff (1985-2017) (ANRH Blida 2018.station haraza)

On constate que les températures maximales moyennes commencent à partir du mois de mai et qui peuvent causer des problèmes d'échaudage pour le blé en coïncidant avec le stade laiteux du grain. De l'autre côté les basses températures sont situées entre le mois le mois de décembre et février. Ceci peut retarder la germination des graines.

### Précipitations

La répartition mensuelle des précipitations enregistrée au niveau de la station météorologique de Harraza durant les périodes de 1985 – 2017 est représentée sur la figure (04).



**Figure 04 :** Variation mensuelle de lap lui du périmètres du haut Cheliff (1985-2017) (ANRH Blida 2018. Station haraza).

On constate que les mois les plus pluvieux sont successivement : Janvier ( 45,51mm), décembre (44,28mm) et février(44,70). Cependant durant le mois de mai coïncidant avec la phase de maturation, la pluie moyenne mensuelle est de (21,20mm), très insuffisante pour répondre aux besoins de cette phase.

### 3.1.1.3 Agriculture

La répartition des superficies et de la production des céréales (tableau 02) durant l'année 2017 donnée les services agricoles de la wilaya de Ain-Defla.

**Tableau 03:** Répartition des superficies et production par commune pour les céréales (2017).

Commune	Blé dur		Blé tendre		Orge		Avoine		Triticale		Total	
	Sup Moiss (ha)	Prod Reco (qx)	Sup mois (ha)	Prod Reco (qx)	Sup Moiss (ha)	Prod Reco (qx)	Sup mois (ha)	Prod Reco (qx)	Sup Moiss (ha)	Prod Reco (qx)	Sup mois (ha)	Prod Reco (qx)
AIN DEFLA	1410	36770	10	360	300	7500	40	440	9	0	1760	45070
DJELIDA	5914	107985	100	1820	1690	31168	30	300	0	0	7734	141273
BOURACHED	1700	26385	100	1800	600	10800	30	300	0	0	2430	39285
DJEMA,OC	1200	15600	0	0	1500	22500	0	0	0	0	2700	38100
EL AMRA	2565	69750	42	1400	300	4500	0	0	0	0	2907	75650
MEKHATRIA	700	17500	120	3000	200	3000	0	0	0	0	1020	23500
ARIB	110	1210	140	3572	60	821	0	0	0	0	310	5603,1
ARIB	1090	25168	0	0	340	5179	10	90	0	0	1440	30437
MILIANA	0	0	0	0	25	650	0	0	0	0	25	650

Source : (DSA, 2017)

### 3.1.1.4 Ressources en eau

#### ➤ Eaux de surfaces

La principale ressource en eau de surface dans la wilaya d'Ain- Defla est les barrages. Il existe 05 barrages (Tableau 04).

**Tableau 04** : ressource en eau de surface dans la wilaya d'Ain- Defla.(DRH ain defla 2015).

Barrage	Situation(Commune)	Capacité initiale (Hm <sup>3</sup> )	Volume régularisable (Hm <sup>3</sup> ) en 2015
Gharib	Oued chourafaa	185	105
Deurdeur	Tarek ibn ziad	105	40
Harraza	Djelida	76	23
SidiMhamed bentaiba	Arib	75	56
Ouled mlouk	Rouina	127	38

(DRH2015)

### 3.1.1.5 Sols

Les sols de la plaine de haut Chélif est un peu léger en surface (0 – 40cm).Mais le pourcentage d'argile augmente dans les profondeurs (> 40cm) donc, c'est un sol lourd (argileux) en profondeur. (IGCT, 2002).

Les principaux types de sols qui existent dans la région du Chélif sont : les sols alluviaux peu évolués, les sols hydro morphes, les sols salins (Boulaine, 1957).

Selon **Picon (1974)**, les plaines de Khemis-Miliana comportent sept grandes classes de sols :

- les sols minéraux bruts : Les sols bruns sont les sols les plus fréquemment rencontrés dans les régions tempérées.
- les sols peu évolués : Les sols peu évolués sont des sols jeunes qui se distinguent par une faible altération des minéraux et une faible teneur en matière organique.
- les sols calcimagnésiques : sont à l'origine des sols calcimagnésiques, encore appelés sols callimorphes.
- les sols à sesquioxydes de fer : au lieu de servir de lien entre l'humus et les argiles comme dans les sols sous climat tempéré

## CHAPITRE III : Matériels et Méthode

---

les vertisols : Les sols vertiques sont, en effet, des sols très argileux

- les sols iso humiques : Ce sont des sols épais, noirs, très riches en matières organiques qui se forment en région tempérée au climat sec.
- Les sols hydro morphe : hydromorphie est le résultat de l'action de l'eau comme facteur principal d'évolution.

### 3.2 Matériel végétal

La variété choisie pour l'étude est Siméto. C'est une variété très préférée par les agriculteurs à cause de son adaptation et son bon niveau de production dans la région du haut Chélib. Ses caractéristiques sont résumées dans le tableau (05).

**Tableau( 05 ) : caractéristiques de variété Siméto.(ITGC)**

Origine	Italienne
Précocité	Précoc
Année d'inscription	2001
Grain	forme
Rendement	Elvé
Teneur en protéines	15,80%

### 3.2 Méthodes

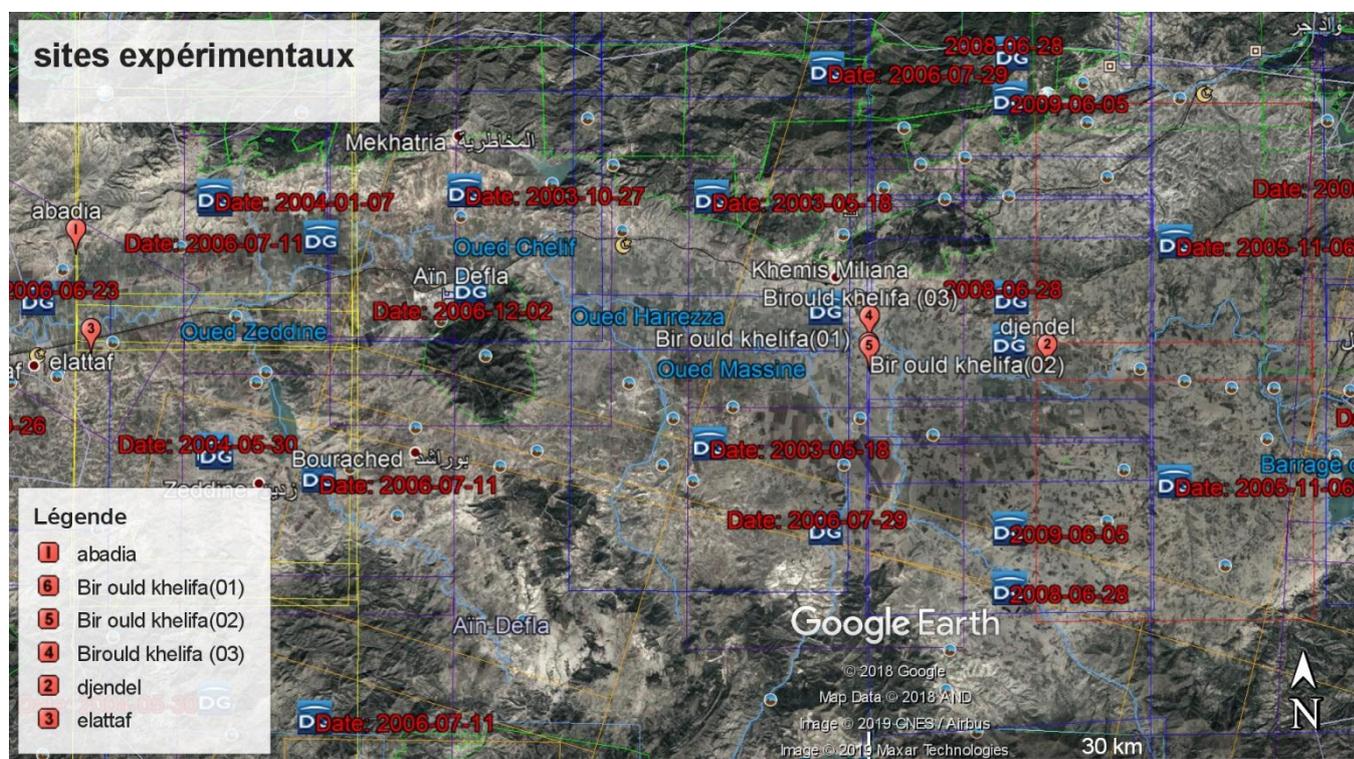
#### 3.2.1 Choix des sites expérimentaux

Les sites concernés par l'étude sont au nombre de six. Ils sont répartis pratiquement sur la majorité de la surface du périmètre du haut Chélib excepté le site d'El Attaf qui se situe à l'extérieur du périmètre juste à sa limite ouest où les conditions pédoclimatiques sont semblables. Les situations géographiques de ces sites sont résumées dans le tableau (06) Les coordonnées géographiques sont déterminés à l'aide de l'application GPS du téléphone portable.

**Tableau ( 06 ) : Situation géographique des sites**

Site	Longitude	L'altitude	Altitude( m)
El abadia	1°41'43''	36°16 '43''	185
El- Attaf	2°21'42''	36°12'53''	306
Bir Ould khelifa(01)	2°14'21''	36°12'57''3	281
Bir Ould khelifa(02)	2°14'23''	36°12'51''	284
Bir Ould khelifa (03)	2°14'23''	36°13'51''	284
Djendel	2°21'42''	36°12'53''	306

Les sites précédents sont représentés sur la carte de situation ci-après (figure 05). Chaque site représente une grande parcelle semée en blé dur chez un agriculteur.



**Figure 05 : Carte de situation des sites expérimentaux**

### 3.2.2 Date et dose de semis

Les dates et les doses de semis du blé dur réalisées par les agriculteurs sont synthétisées dans le tableau (07)

**Tableau (07) : Les dates et les doses de semis du blé dur**

Site	Date de semis	Dose de semis (q/ha)	présidant Cultural
El abadia	20/01/2019	1,80	Pastèque
El- Attaf	02/01/2019	02	Céréale
Bir Ould khelifa(01)	15/01/2019	02	Céréale
Bir Ould khelifa(02)	15/01/2019	02	Céréale
Bir Ould khelifa (03)	15/01/2019	1,80	Céréale
Djendel	16/01/2019	2,50	Céréale

On constate que les dates de semis sont tardives à cause de l'octroi de semence en retard auprès des services du ccls. Comme on remarque que l'agriculteur du site de Djendel a choisi une dose de semis très élevée, car il a observé que les graines de semence sont de taille.

On doit noter qu'au niveau du site de Djendel que malgré la mauvaise semence, il y a eu un rattrapage dans la production finale à cause du deuxième tour de semis en complément du premier effectué en observant une mauvaise levée après le premier semis, La dose globale de semis a atteint 2,5 qx/ha.

Les doses de semis appliquées par l'ensemble des agriculteurs sont nettement supérieures à ceux habituellement apportées dans la région et qui sont proche à 1,5 qx/ha.

### 3.2.3 Analyses du sol

Les analyses physico-chimiques du sol effectuées sont :

- **Granulométrie**

Elle réalisée par la méthode de pipette de Robinson

➤ **Calcaire total**

Il est effectué par la méthode du calcimètre de Bernard

➤ **Conductivité électrique**

Elle est réalisée à l'aide du conductimètre du type. 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 1 / 2,5 : il reflète la concentration de protons dans la solution du sol.

Les Mode opératoire sont annexe

### 3.2.4 Irrigation

Les parcelle de blé dur des sites El abadia, El- Attaf, Bir Ould khelifa(01), Bir Ould khelifa(02) et Djendel sont conduits en pluvial. Cependant la parcelle du site de Bir Ould khelifa (03) a reçu une irrigation de complément de 30 mm durant la phase tallage qui a connu une forte sécheresse précoce.

### 3.2.5 Mesures sur la plante

Les mesures sur la plante sont réalisées chez l'ensemble des agriculteurs qui sont au nombre de six. Les paramètres sont mesurés sur un mètre carré, répété trois fois aléatoirement sur la grande parcelle. Les paramètres concernés par l'étude sont :

- Nombre d'épi par mètre carré (NEMC),
- Poids de mille grains (PMG),
- Nombre des talles (NT),
- Nombre des feuilles par plante (NFP),
- Rendement en grain (RG),
- Longueur du col(LC),
- Longueur de la plante (LP),
- Longueur de la barbe (LB),

-Nombre de grain par épi(NGE),

### 3.2.5 Besoin en eau et déficit pluviométrique

Selon (Doorenbos et Kassam, 1979), les coefficients culturaux du blé dur issus du bulletin Fao, répartis suivants les stades de la culture sont indiqués dans le tableau(08)

**Tableau(08) : Coefficients culturaux du blé dur**

Stade	Initial	Développement	Intermédiaire	Final	Récolte
Kc	0.3-0.4	0.7-0.8	1.05-1.2	0.65-0.7	0.2-0.25

Source :(FAO1981).

Le calcul de l'ETM journalier est réalisé pour chaque site allant du semis à la récolte. L'évapotranspiration potentielle est donnée par la station automatique de l'université Djilali -Bounaâma de Khemis-Miliana. Les résultats de calcul sont représentés par phase du cycle.

### 3.2.6 Analyses statistiques

Des analyses de variance au seuil de 5 % sont réalisées avec le logiciel statif pour l'ensemble des paramètres morphologiques, le rendement en grain et ses composantes. Ces analyses sont suivi d'une comparaison des moyennes deux à deux au seuil de 5 % à l'aide du test de Newman et Keuls permettant des variables en groupes homogènes sur la base de la plus petite différence significative (ppds).

Des représentations graphiques des principaux paramètres sont réalisées du logiciel Excel.

### Conclusion

A travers le contenu de ce chapitre, il ressort que la région du haut Cheliff possède des potentialités hydro-agricoles importantes. Cependant le climat est sec sur une longue période où l'irrigation est indispensable. Ceci montre également l'importance des volumes d'eau à alloués au secteur de l'agriculture.

## **Chapitre IV : Résultats et discussion**

## Chapitre IV : Résultats et discussion

### Introduction

Ce chapitre est réservé à la présentation des conditions thermique et pluviométrique de la campagne agricole ainsi que les résultats des principaux paramètres morphologiques, le rendement et ses composantes. La présentation des valeurs obtenues est suivie d'analyse statistiques et discussion.

#### 4.1 Amplitudes thermiques

La campagne agricole 2018-2019 a été caractérisée par des températures extrêmes enregistrées durant les différentes phases du cycle (tableau 08).

**Tableau 08 :** Températures extrêmes durant le cycle

Phase	Semis-levée	Tallage	Montaison	Épiaison	Maturation
T <sub>max.</sub> °c	17,1	21,4	27,2	32,1	33,2
T <sub>min</sub> °c	-1,6	-0,6	1,8	4	6,7

Les bases températures enregistrées ont un effet négatif sur la germination du grain d'une part et les fortes températures ont également un effet négatif dur le remplissage du grain en favorisant le phénomène d'échaudage qui s'installe avec des températures supérieur à 30 °c comme a été confirmé par les auteurs **Ehdaie et al, (2006)**.

#### 4.2 Besoin en eau et déficit pluviométrique

L'évaluation de l'évapotranspiration maximale (ETM) du blé dur par phase durant la campagne 2018-2019 au niveau du périmètre du Haut Chélif, comparée à la pluviométrie enregistrée est représentée dans les tableau (09) pour l'ensemble des sites. Le déficit pluviométrique (D<sub>p</sub>) ou Excédent( E) étant la différence entre pluviométrie cumulée les besoins en eau (ETM) de chaque phase du cycle.

**Tableau (09):** L'évapotranspiration maximale (ETM), pluviométrique (D<sub>p</sub>) enregistrée Site de Bir Oueld Khelifa 01, 02 et 03.

Phase	Semis-levée	Tallage	Montaison	Épiaison	Maturation	Total
ETM (mm)	19,58	61,831	106,559	123,117	118,337	429,424
P (mm)	86,4	4	54,8	16,2	163,8	163,8
D <sub>p</sub> ou E (mm)	66,82	-57,831	-51,759	-106,917	-115,937	-265,62

## Chapitre IV : Résultats et discussion

**Tableau 10:** L'évapotranspiration maximale (ETM), pluviométrique ( $D_p$ ) enregistrée Site de El Abadia

Phase	Semis-levée	Tallage	Montaison	Épiaison	Maturation	Total
ETM (mm)	31,282	64,3945	129,0495	131,1	71,657	427,483
P (mm)	83,6	17	56,6	1,8	1,8	160,8
$D_p$ ou E (mm)	52,318	-47,3945	-72,4495	-129,3	-69,857	-266,68

**Tableau 11:** L'évapotranspiration maximale (ETM), pluviométrique ( $D_p$ ) enregistrée Site de El Attaf

Phase	Semis-levée	Tallage	Montaison	Épiaison	Maturation	Total
ETM (mm)	17,342	47,727	81,2165	115,4835	174,113	435,882
P (mm)	91,8	1,8	32,4	42,2	2,4	170,6
$D_p$ ou E (mm)	74,458	-45,927	- 48,8165	-73,2835	-171,71	-265,28

**Tableau12:** L'évapotranspiration maximale (ETM), pluviométrique ( $D_p$ ) enregistrée Site de Djendel

Phase	Semis-levée	Tallage	Montaison	Épiaison	Maturation	Total
ETM (mm)	23,294	57,652	106,559	123,117	118,337	428,959
P (mm)	86,2	4	54,8	16,2	2,4	163,6
$D_p$ ou (mm)	62,906	-53,652	-51,759	-106,917	-115,93	-265,35

On constate que le déficit pluviométrique est enregistré durant les phases tallage, montaison, épiaison et maturation où l'irrigation de complément fut nécessaire. La majorité de pluie est tombée durant le stade initial où les besoins de la culture sont très réduits avec des coefficients culturaux allant de 0,3 et 0,4 (Doorenbos et Kassam, 1979).

### 4.3 Caractéristiques des sols des sites expérimentaux

#### 4.3.1 Granulométrie

La projection des valeurs des fractions du sol ; limon, argile et sable (Tableau 13) sur le triangle textural a fait ressortir la texture du sol de chaque site,

## Chapitre IV : Résultats et discussion

**Tableau(13) : Granulométrie des sols**

Fraction	Bir Oueld Khelifa (01)	Bir Oueld Khelifa (02)	Bir Oueld Khelifa (03)	ELbadia	El Attaf	Djendel
Limons (%)	16,2	15,5	19,1	35,5	36,5	19,3
Argile (%)	30	37	33	30	32,5	31,8
Sable (%)	12,5	12,9	13,6	14,5	12	11,7
Texture	Argilo- Limoneux- Sableux	Argilo- Limoneux- sableux	Argilo- Limoneux- sableux	Limon Argileux- sableux	Limon Argileux -sableux	Argilo- Limoneux -sableux

Les textures précédentes sont fines ; Elles sont caractérisées par une bonne rétention de l'eau, Ces sols peuvent stocker de grandes réserves en eau en présence de pluie au début de la saison agricole qui peuvent être utilisées ultérieurement par les racines des plantes,

Les valeurs moyennes des résultats des analyses chimiques des sols des six sites expérimentaux sont synthétisées dans le tableau (13)

### 4.3. 1 Analyses chimiques

Les valeurs moyennes des principaux paramètres chimiques du sols des sites expérimentaux sont représentées dans le tableau (14)

**Tableau (14) : Analyse chimiques des sols.**

Les site	Bir Ould Khelifa(01)	Bir Ould Khelifa(02)	Bir Ould Khelifa(03)	Abadia	El attaf	Djendel
pH	7,64	7,43	7,20	7,39	7,27	7,85
Calcaire total	16,95	20,86	20,21	8,26	10,43	7,82
CE (ds/m)	0,159	0,237	0,249	0,283	0,170	0,189

Les sols de l'ensemble des sites sont modérément calcaire car le taux du calcaire total est situé entre 5 et 25 % (**Baize, 1988**) malgré que ce taux est plus important dans la zone de Bir Ouel Khelifa. Les sols sont considérés non salés car leur conductivité électrique obtenue

## Chapitre IV : Résultats et discussion

par l'extrait dilué est inférieure à 1,2 (Petard , 1993 ). Les sols sont légèrement alcalins (Baize ,1988).

### 4.4 Paramètres morphologiques

Les valeurs moyennes des principaux paramètres morphologiques : hauteur de la plante (HP), nombre des feuille par plante (NFP), nombre des talle par plante (NTP), la Longueur des col (LC) et la Longueur de la barbe (LB) sont synthétisé dans le tableau (15) Les valeurs des répétitions sont en annexe (tableaux 1,2,3,4,5)

**Tableau (15) :** Principaux paramètres morphologiques de la plante

Paramètre	Bir Oueld Khelifa ( (01)	Bir Oueld Khelifa ( (02)	Bir Ould Khelifa(03)	ELabadia	Elattaf	Djendel
HP (cm)	61,0	61,67	60,67	61,67	59,0	60,0
NFP	19,0	18,33	28,00	19,67	23,0	17,0
NTP	4,0	3,67	6,0	3,67	5,0	3,67
LC (cm)	14,93	14,97	14,82	14,63	13,96	13,91
LB (cm)	13,70	13,17	13,33	13,10	12,63	11,50

### Analyse statistiques

Les résultats d'analyse de variances des paramètres morphologiques effectuées au seuil de signification de 5 % sont résumées dans le tableau ; Les détails de ses analyses de variances sont en annexe (tableaux 1, 2, 3 ,4 et 5).

**Tableau (16) :** Synthèse des analyses de variance des principaux Paramètres morphologiques.

Paramètres	Signification
Hauteur de la plante	Ns
Nombre des feuilles	Ns
Nombre des talle	Ns
Longueur des col	Ns
Longueur des barbes	Ns

## Chapitre IV : Résultats et discussion

*Ns non significative ( $P > 0,05$ ), \* significative ( $P < 0,05$ ), \*\* hautement significative ( $p < 0,01$ )*

On constate que les différences obtenues ne sont pas significatives, Ceci s'explique bien du fait qu'il s'agit de la même variété (Siméto) et que les conditions climatiques, principalement la pluviométrie n'ont pas connu une variabilité spéciale influente durant la présente campagne agricole,

### 4.4 Paramètres de production

#### 4.4.1 Nombre d'épi par mètre carré

Les valeurs moyennes du nombre d'épi par mètre carré obtenues sont représentées dans le tableau (17), Les répétitions sont annexe (Tableau17).

**Tableau(17)** : Nombre d'épi par mètre carré

Bir Oueld Khelifa (01)	Bir Oueld Khelifa (02)	Bir Oueld Khelifa (03)	ELabadia	Elattaf	Djendel
267,67	286,33	245,00	265,33	247,33	244,00

#### Analyse statistique

L'analyse de variance du nombre d'épi par mètre carré effectuée au seuil de 5 % est résumée dans le tableau

**Tableau (18)** : Analyse de variance du nombre d'épi par mètre carré

Variation	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Site	5	4256,94	851,38	4,73	0,01	
Résiduelle	12	2160,67	180,05			5,18
Total	17	6417,61				

L'analyse de variance montre des différences significatives ( $P < 0,05$ ), Ceci explique que ce paramètre est resté stable au niveau des six sites,

La comparaison des moyennes deux à deux à l'aide du test de Newman et Keuls a permis de faire ressortir les groupes homogènes suivants sur la base d'une PPDS de 23,87

## Chapitre IV : Résultats et discussion

Site	Moyenne	Group
Bir Oueld Khelifa (02)	286,33	A
Bir Oueld Khelifa (01)	267,67	AB
EL Abadia	265,33	AB
EL Attaf	247,33	B
Bir Oueld Khelifa (03)	245,00	B
Djendel	244,00	B

Malgré les densité de semis élevées réalisés par les agriculteurs au niveau des six sites de Djendel, le nombre d'épi par mètre carré forme deux groupes : un premier groupe rassemblant les sites de Bir ouldkhelifa(02), Bir ouldkhelifa(01) et EL Abadia et un second regroupant les sites d'EL Attaf, Bir ouldkhelifa(03) et Djendel. Ces différences sont dues probablement à la qualité de la semence et la préparation du lit de semence. On note que la dose d'irrigation de 30 mm apportée au stade tallage au niveau du site Bir ouldkhelifa(03) n'a pas eu un effet significatif comparativement aux autres sites conduits en pluvial.

### 4.4.2 Nombre de grain par épi

Les valeurs moyennes du nombre de grain par épi obtenues sont représentées dans le tableau (19) Les répétitions sont annexes (Tableaux09)

**Tableau (19) :** Nombre de grain par épi

Bir Oueld Khelifa (01)	Bir Oueld Khelifa (02)	Bir Oueld Khelifa (03)	ELabadia	El Attaf	Djendel
33,163	32,44	36,33	41,89	32,11	42,46

### Analyse statistique

L'analyse de variance du nombre de grain par épi effectuée au seuil de 5 % est résumée dans le tableau.

## Chapitre IV : Résultats et discussion

**Tableau (20) :** Analyse de variance du nombre des grains par épi

Variation	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Site	5	334,388	66,8776	3,10	0,0503	
Résiduelle	12	258,906	21,5755			12,76
Total	17	593,294				

L'analyse de variance montre des différences non significatives ( $P > 0,05$ ), Ceci explique que ce paramètre est resté stable au niveau des six sites,

### 4.4.3 Poids de mille grains

Les valeurs moyennes du poids de mille grains obtenues sont représentées dans le tableau ;(21) Les répétitions sont annexe (Tableau 10)

Tableau (21) Poids de mille grains,

**Tableau (21) :** Analyse de variance du poids de mille grains

Bir Oueld Khelifa (01)	Bir Oueld Khelifa (02)	Bir Oueld Khelifa (03)	ELabadia	El Attaf	Djendel
38,8	43,33	45,67	48,78	39,16	43,17

### Analyse statistique

L'analyse de variance poids de mille grains effectuée au seuil de 5 % est résumée dans le tableau(22)

**Tableau (22) :** Analyse de variance du poids de mille grains

Variation	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Site	5	218,84	43,77	1,84	0,180	
Résiduelle	12	286,26	23,85			11,32
Total	17	505,04				

L'analyse de variance a fait sortir des différences non significatives ( $P > 0,05$ ), Ceci montre que durant la phase de maturation (remplissage du grain) la culture du blé dur au niveau des six sites a été soumise aux mêmes conditions climatiques, principalement la pluviométrie et la température.

## Chapitre IV : Résultats et discussion

### 4.4.4 Rendement en grains

Les valeurs moyennes du rendement en grains obtenues sont représentées dans le tableau (23) Les répétitions sont annexe (Tableau 06)

**Tableau (23) : Rendement en grain**

Bir Ould Khelifa(01)	Bir Ould Khelifa(02)	Bir Ould Khelifa(03)	ELabadia	Elattaf	Djendel
17,56	15,14	15,46	16,19	16,04	15,75

### Analyse statistique

L'analyse de variance du rendement en grain effectuée au seuil de 5 % est résumée dans le tableau (24).

**Tableau (24) : Analyse de variance du rendement en grain**

Variation	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Site	5	10,72	2,14	0,60	0,69	
Résiduelle	12	42,75	3,56			11,78
Total	17	53,47				

L'analyse de variance a donné des différences non significatives ( $P > 0,05$ ), Ceci montre que les conditions climatiques sévères durant cette campagne, principalement la faible pluviométrie ainsi que la température élevées en phase de remplissage du grain ont eu une influence négative sur l'élaboration du rendement généralisée sur tout le périmètre. Cet effet est enregistré même au niveau du site Bir Ouled Khelifa (03) où le blé a reçu une irrigation de 30 mm durant le stade tallage.

### 4.5 Humidité des grains à la récolte

Les valeurs moyennes de l'humidité du grain obtenues sont représentées dans le tableau (25) Les répétitions sont annexe (Tableau07).

**Tableau (25) : Humidité du grain à la récolte.**

Bir Oueld Khelifa (01)	Bir Oueld Khelifa (02)	Bir Oueld Khelifa (03)	ELabadia	El Attaf	Djendel
9,04	8,62	8,03	8,31	7	9,5

## Chapitre IV : Résultats et discussion

---

### Analyse statistique

L'analyse de variance de l'humidité du grain à la récolte effectuée au seuil de 5 % est résumée dans le tableau (26).

**Tableau (26) :** Analyse de variance de l'humidité du grain à la récolte.

Variation	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Site	5	21,51	4,30	1,08	0,41	
Résiduelle	12	47,63	3,96			24,12
Total	17	69,15				

L'analyse de variance a donnée des différences non significatives concernant l'humidité du grain à la récolte entre les six sites. Ceci indique que les agriculteurs démarrent la récolte pratiquement à la même date. Seulement, on doit noter que la récolte chez ces agriculteurs est faite en retard par rapport à l'humidité de maturation du grain qui est entre 14 et 16 %. **Cheniki et Yahia, (1994).**

### Conclusion

Les résultats obtenus au niveau des paramètres morphologiques et de production sont étroitement liés aux conditions climatiques sévères qu'a connu le périmètre du haut Chélif durant la campagne 2018-2019. La sécheresse généralisée sur tout le périmètre a été traduite par des rendements faibles chez l'ensemble des agriculteurs. Les rendements en grain sont situés entre 15,14 et 17,56 qx/ha.

### Conclusion générale

La campagne agricole 2018 – 2019 a été caractérisée par une sécheresse sévère prolongée sur tout le cycle de la culture du blé où la pluie enregistrée n'est que de 170,6 mm. Cette quantité est très insuffisante comparativement aux besoins de la culture qui sont 560 mm.

Des déficits pluviométriques très marqués sont déterminés pour chaque phase du blé représentant la différence entre les besoins maximum de la culture (ETM) et la pluviométrie. Elles sont réparties comme suit: Tallage (45,927mm), montaison (48,8165), Épiaison (73,2835), Maturation(171,71).

D'autre part des températures maximales très fortes ont été enregistrées durant la phase de remplissage du grain ; elles ont atteint des valeurs allant de 32,1 à 33,2 °c. Ces températures sont à l'origine du phénomène d'échaudage et ont empêché le bon remplissage du grain. Cette situation a abouti à une mauvaise migration des assimilés vers le grain traduite par un poids de mille grains faible qui varie entre 38,8 et 48,78 g.

Le semis tardive durant cette campagne à cause des conditions climatiques a fait que le cycle de la culture étant très court et par conséquent il a eu effet sur la production finale.

Les analyses statistiques ont montré l'existence d'un effet semblable des conditions climatiques sur les principaux paramètres morphologiques et de production au niveau des six sites choisis excepté le nombre d'épi par mètre carré où les différences enregistrées sont significatives.

Le rendement en grain est le paramètre final le plus important qui traduit le comportement global de la culture durant toutes ses phases montre également des différences non significatives entre les sites étudiés. Les valeurs obtenues sont très faibles, elles varient de 15,14 à 17,56 q/ha.

L'amélioration de la production du blé dur dans les conditions pédoclimatiques du haut Chélif exige une irrigation de complément durant les différentes phases du cycle de la culture en relation avec le déficit pluviométrique enregistré.

En parallèle à l'irrigation de complément, il est vivement recommandé de penser à la recherche de géotypes de blé dur tolérants à la sécheresse pour une meilleure amélioration et stabilité de la production de cette stratégie culture.

Ce travail mérite d'être élargi à d'autres variétés de blé dur cultivées dans la région du Haut Chélif.

- Aissa A. et Mhiri A. 2000**- La fertilisation phospho-potassique des céréales en Tunisie. *Revue de l'INAT*, Vol. 15, n° 2, pp. 7-14.
- ANRH.2018**.Donnée climatique (1987 à 2017) station de barrage Harraza.
- Assem N., El Hafid L., Haloui B., El Atmani K** Effets du stress hydrique appliqué au stade trois feuilles sur le rendement en grains de dix variétés de blé cultivées au Maroc oriental. *Science et changements planétaires / Sécheresse* 2006 Vol 17 (4), 7 :499-505.
- Amigues J-P, Debaeke P, Itier B, Lemaire G, Seguin B, Tardieu F, Thomas A (2006)** Sécheresse et agriculture : Réduire la vulnérabilité de l'agriculture à un risque accru de manque d'eau. Synthèse du rapport d'expertise INRA, France.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998**.Crop Evapotranspiration-Guidelines for Computing Crop Water Requirements-FAO Irrigation and Drainage Paper 56.FAO, Rome (333 pp).
- BAIZE ,1988** : Les formations calcaires redistribuées du Jovinien et les sols qui en sont issus. *Science du Sol*. 26 (2), pp. 113-136.
- Baldy C (1993)** Effets du climat sur la croissance et le stress hydrique des blés en Méditerranée occidentale. In : Monneveux P, Ben Salem M, eds. Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Paris : INRA, 64 . 83-100P.
- BEN SALEM, M., BOUSSEN, H. et SLAMA, A. ; 1997**. Evaluation de la résistance à la contrainte hydrique et calorique d'une collection de blé dur : recherche de paramètres précoces de sélection. 6ème Journées scientifiques AUPELF/UREF, Biotechnologie Végétales: Génie Génétique des Plantes<sup>2</sup>. Orsay du 30/6 au 3/7 1997.
- Belaïd D. (1996)** *Aspects de la céréaliculture algérienne*. INESD' Agronomie, Batna. P. 187.
- Bonjean A., Picard E., 1991**- Les céréales à paille. Origine-histoire-économie-sélection. Ligugé; Poitiers : *Aubin imprimeur*. 36p.
- Boulal H., Zaghouane O., El mourid M et Rezgui S. (2007)**. Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie). Co Edition ITGC/INRA/ICARDA.176 p.
- Blum A – 1988**: Plant breeding for stress environment – Baco.reaton.Florida – Ed CRC Press INC – 223p.
- Blum A., (1996)** Crop responses to drought and the interpretation of adaptation, *Plant Growth Regul.* 20 135–148.
- Boulaine J (1957)** Etude des sols des plaines du Chelif.

- Bruand A., Pérez Fernandez P., Duval O., Quétin P., Nicoulaud B., Gaillard H., Raison L., Pessaud J-F., Prud'Homme L., 2002**, Estimation des propriétés de rétention en eau des sols : utilisation de classes de pédotransfert après stratification texturale et texturo-structurale, *Etude et Gestion des Sols*, 20p.
- Brisson N, Guevara E, Meira S, Maturano M, Coca G (2001)** Response of five wheat cultivars to early drought in the Pampas *Agronomie* 21 483–495.
- Cruiziat P .1974**. Détermination des pertes en eau subies par les organes d'une plante soumise au dessèchement –*Ann. Agro* 25(4) : 539-554.
- Chennafi H., A. Aidaoui, H. Bouzerzour, A. Saci. 2006**. Yield response of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivar Waha to deficit irrigation under semi arid growth conditions. *Asian J. Plant Sci.*, 5: 854-860.
- Cheniki Z et Yahia K., 1994**-Biologie de *Tribolium confusum* (Coleoptera- Tenebrionidae) et *Sitophilus oryzae* (Coleoptera-Curculionidae) sur blé, effet de l'infestation de ces deux espèces sur la qualité technologique des blés attaqués  
Thèse. Ing. Agro., INA., El Harache. 12 P
- Cowan I.R. & Farquhar G.D. (1977)** Stomatal function in relation to leaf metabolism and environment. In *Integration of Activity in the Higher Plant* (ed Jennings D.H.), pp. 471–505. Cambridge University Press, Cambridge.
- Clement G. et Prats J., 1970**. les céréales. *Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed.* 351p.
- Doorenbos J, Kassam A. 1979**. Yield response to water. *Irrigation and Drainage Paper n° 33*. FAO, Rome. 193 p.
- Duchaufour P., 2000**. Introduction à la science du sol. 331p
- Duchaufour P. 1980**. abrégés de pédologie. Ed. Masson. Paris. p 220
- Djermoun. A (2009)** ; La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques
- DUCELLIER, Léon Octave, et al. 1930** Espèces et variétés de céréales cultivées en Algérie.
- Doumandji, A., Doumandji-Mitiche, B., Salaheddine D., 2003**. Cours de technologie des céréales technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stockage. Office des Publications Universitaires : 1-22.
- Doorenbos J., Kassam A.H. 1980**, Yield response to water. FAO irrig. and drain. Paper No. 33, Food and Agricultural Organization, Rome.
- DSA** .les données collecte aux prés de la direction des services agricoles en 2017.

- Ehdaie, B., Alloush, G.A., Madore, M. A., Waines, J.G. 2006.** Genotypic variation for stem reserves and mobilization in wheat : I. Postanthesis changes in internote dry matter. *Crop Sci.* 46 : 735-746.
- El hafid R. , Smith D. H. , Karrou M. , Samir K** Root and shoot growth, water use and water use efficiency of spring durum wheat under early-season drought. *Agronomie, Paris.* 1998 , vol. 18 , (3 ),15 : 181 - 195
- FAO ;** article publié le 06-04-2017
- FAO, 2006.**World Reference Base for Soil Resources.A framework for international classification, correlation and communication.World SoilResources Reports 103. FAO, Rome.
- Falkowski P.G. and Raven J.A. (2007)** Aquatic Photosynthesis, 2nd Edition. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA, p.48.
- Feldman et Sears (1981) ;** Les ressources génétiques du blé. *Pour la science* N°42 pp.35-38.
- Feldman, M., (2001).** Origin of cultivate wheat. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (eds.). *The world wheat book-A history of wheat breeding.*Lavoisier Publishing; Paris; France.Pp.3- 55.
- Fischer Ra, Wood Jt- 1978:** Drought resistance in spring wheat cultivar III yields association with morphophysiological trait - *Aust.Journ.Agri- Res* 30: 1001- 1020.
- Gate P, Brain P, Colnenne J, Briffaux G .1990.**pour les cereales à paille à chaque variété son époque de survie - *Perspectives agricoles*148 : 20-27.
- Gwinner, J., Hamisch, R et Muck, O. 1996.** Manuel sur la manutention et la conservation des grains après récolte, GTZ, Eschborn, 368p.
- GAUSSEN, Henri et BAGNOULS1953.** Fi. Saison sèche et indice xérothermique. *Toulouse, França: Université de Toulouse, Facultéidês Sciences,*
- Rignac P – 1965 :** Contribution à l'études du triticum durum Desf- Thèse de Doctorat – Univ . Toulouse 246p.
- Rignac P.H., 1965-** Contribution d l'étude de *Triticum darum(Desf.)* Thèse d'état en *Afronomie. Toulouse,* 152 p.
- Ruel T., 2006-** Document sur la culture du blé, *Ed: Educagri.*18p
- Jasechko, S., Sharp, Z.D., Gibson, J.J., Birks, S.J., Yi, Y., Fawcett, P.J., 2013.**Terrestrial water fluxes dominated by transpiration. *Nature* 496, 347–350.
- Pichot A., 1980 -** Génétique et amélioration du blé *Ed. Rev. Agriculture,* N° 441, PP 189-193.

- KHALDI A. (2005).** Impact de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains dans les massifs calcaire de l'Ouest Algérien "Monts de Tlemcen- Saida". Thèse de doctorat d'Etat, Université d'Oran.
- Laberche, J-C .( 2004).** La nutrition de la plante In Biologie Végétale. Dunod. 2eme (éd). Paris.154 -163 p.
- LOUE A., 1982 .** Le potassium et les céréales.
- Korichi M - 1993 .** Contribution à l'étude de l'ajustement osmotique et de la réponse protéique de blé dur au stress hydrique – DEA. Montpellier France.
- Ludlow M.M., Muchow R.C., A(1990)** critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments, Adv. Agron. 43 ,107–153.
- Margat J., 1997.**Evapotranspiration; C.N.F.S.H.(www.cig.ensmp.fr)
- Mefti, A., Abdelguerfi, A., Chebouti, A. (2000).** Etude de la tolérance à la sécheresse chez quelques populations de *Medicago truncatula*(L.). Field CropsResearch, 66: 165-174.
- Monneveux P., 2002.** Bilan d'activités du laboratoire sur le thème : amélioration de la tolérance a la sécheresse du blé sur. UER de génétique et amélioration des plantes, *ENSA - INRA Montpellier.36p.*
- Moule. C (1980)** ; Bulletin FAO d'irrigation et de drainage N° 35. « La mécanisation de l'irrigation par aspersion », pp91-92.
- Morvan X., Bruand A., Cousin I., Roque J., Baran N., Mouvet C., 2004,** Prédiction des propriétés de rétention en eau des sols d'un bassin versant à l'aide de fonctions de pédotransfert: influence de la densité apparente et de la teneur en éléments grossiers, Etude et Gestion des Sols, 24p.
- MOKSSIT A. 1996;** “ Global change and the terrestrial biosphere”.Achivements and challenges.
- Nachit, M.M., Picard, E., Monneveux, P., Labhilili, M., Baum, M. et Rivoal, R. (1998).** Présentation d'un programme international d'amélioration du blé dur pour le bassin méditerranéen. *Cahiers Agric., 7 :510-515.*
- OMM-N° 1006© 2006.**Organisation météorologique mondialeISBN 92-63-21006- Suivi de la sécheresseetalerte précoce.
- OMS 2006.** Changement climatique et santé. Rapport
- Picon B, 1974.**Etude agro-pédologique de la plaine d'El Khemis( 2<sup>ème</sup> partie)D.E.M.R.H , Alger 53p.

## bibliographie

---

- Petard J., 1993.** Les méthodes d'analyse. Tome 1. Analyses de sols. Laboratoire commun d'analyse. L'institut français de recherche scientifique pour le développement et coopération.200p.
- Prats J.et al,(1971).**Les céréales. Tome II. J.B. Baillere et fils. 351p.
- Raissac, M. (1962).** Mécanisme d'adaptation à la sécheresse et maintien de la productivité des plantes cultivées. A. T, 46 : 29-39.
- Richards Ra, PassiouraJb .1981.**Seminal roat morphology and water use of wheat.II.Genetic variation crop. Cr.Sci 21: 253 – 255.
- Sahnoune F, Belhamel M, Zelmat M, Kerbachi R (2013).** Climate change in Algeria: vulnerability and strategy of mitigation and adaptation. EnergyProcedia 36:1286-1294.
- Soltner , (1999).** Les grandes productions végétales, 19 éme édition, Ed. Collection science et technique agricole. 464 p.
- Soltner, 1980.** Les grandes productions végétales, collections de sévices des techniques agricoles .
- SOLTNER, D. 1 octobre 2007.**Bandes enherbées et autres dispositifs bocagers.*Collection Sciences et techniques agricoles, 23p,*
- SOLTNER, 2005.** Dominique. Les bandes enherbées: sauver la terre et l'eau. *Le Courrier de la nature*, vol. 219, p. 34-39.
- RAPPORT DES NATIONS UNIES (2011). SIPC (2011).** Réduction des risquesdecatastrophe : Bilan mondial. Nations Unies, Genève, Suisse. Stratégie internationale des Nations Unies pour la prévention des catastrophes.
- Trinchant J.C ; Boscari A ; Spennato G, Van de SypeG et Le Rudulier D ; 2004.** Proline BetaineAccumulation and Metabolism in Alfalfa Plants underNaCl Stress. Exploring Its Compartmentalization in Nodules Plant Physiology, Vol. 135, pp.1583-594.
- Van Laere, P.E. 2003** internationale (DGCI). ©Ingénieurs Assistance Internationale - Ingénieurs sans Frontières. Bruxelles - Belgique. 13 p.
- Witzemberger et lancashire 1991.**echelle bbch –des stades phenologique des cereales, P2008.
- Yves H., et Buyer J., 2000.** L'origine des blés. *Pour les sciences hors sérien*° 26. pp60 - 62.
- Zhang, J., Nguyen, H.T. et Blum, A. (1999).**Genetic analysis of osmotic adjustment in crop plants.*J. Exp. Bot.*, 50 : 291-302.

## **bibliographie**

---

- **Zaghouane O., El mourid M et Rezgui S. 2007 9T:** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blés et orges) dans le Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie). Co Edition ITGC/INRA/ICARDA. 176 p.

# L'annexe

## 1. Analyse statistiques

Les résultats d'analyse de variances des paramètres morphologiques

Tableau (01) Nombre des feuille par plante (NFP).

Variation	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Site	5	8.9254	1.78507	2.52	0.0882	
Résiduelle	12	8.5081	0.70901			CV 6.52
Total	17	17.4334				

Tableau (02) Longueur du col(Lc).

Variation	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Site	5	3.48863	0.69773	1.60	0.2332	
Résiduelle	12	5.22833	0.43569			CV 4.54
Total	17	8.71696				

Tableau (03) Longueur de la plante (LP ).

Variation	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Site	5	16.000	3.2000	0.31	0.8947	
Résiduelle	12	122.000	10.1667			CV 5.26
Total	17	138.000				

Tableau (04) Nombre des feuille par plante (NFP).

Variation	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Site	5	245.167	49.0333	1.32	0.3192	
Résiduelle	12	445.333	37.1111			29.24
Total	17	690.500				

Tableau (05) Nombre des talle (NT).

Variation	DDL	SCE	CM	F	P	CV
Site	5	14.0000	2.80000	2.10	0.1357	
Résiduelle	12	16.0000	1.33333			26.65
Total	17	30.0000				

## 2- les répétitions desparamètres de production

Tableau(06) : Rendement en grains

BO1	17.561	A
AB	16.197	A
EL	16.046	A
DJ	15.746	A
BO3	15.446	A
BO2	15.146	A

Tableau(07) : Humidité des grains à la récolte

DJ	9.4933	A
BO1	9.0433	A
BO2	8.6200	A
AB	8.3133	A
BO3	8.0367	A
EL	6.0567	A

Tableau(08) : Nombre d'épi par mètre carré

BO2	286.33	A
BO1	267.67	AB
AB	265.33	AB
EL	247.33	B
BO3	245.00	B
DJ	244.00	B

Tableau( 09) :Nombre de grain par épi

DJ	42.463	A
AB	41.887	A
BO3	36.330	AB
BO1	33.163	B
BO2	32.440	B
EL	32.107	B

Tableau(10 ): poids de mille grains

AB	48.783	A
BO3	45.667	AB
BO2	43.333	AB
DJ	43.167	AB
EL	39.160	B
BO1	38.800	B

➤ **Calcaire total**

● **Mode opératoire**

-Remplir l'ampoule d'eau salée (Na cl +eau) de manière à ce que le niveau de la Burette soit au niveau du Zéro (pour cela on fait correspondre les deux niveaux d'eau dans la Burette et dans l'ampoule).

-Peser 0,3 gramme de CaCO<sub>3</sub> dans un erlen qui correspond au bouchon de la calcimetre.

- Remplir le petit tube à  $\frac{3}{4}$  de Hcl (0,5 N) dilué que l'on place dans l'erien.

- Boucher soigneusement l'erien avec le bouchon de la calcimètre.

- Décrocher l'ampoule, faire correspondre les deux niveaux (Burette et celle de l'ampoule), faire la

-lecture du volume descend au niveau de la Burette, cette lecture correspond au volume V<sub>0</sub>.

- Renverser l'acide (Hcl) sur le CaCO<sub>3</sub> sans bouger l'erien.

-Attendre la stabilisation le niveau de l'eau dans la Burette.

-Décrocher l'ampoule et faire correspondre les deux niveaux, faire la lecture sur le volume de l'eau

-descend sur la burette qui correspond au V<sub>1</sub>.

$$V = V_1 - V_0$$

- Renouveler l'opération, c'est-à-dire au lieu de prendre 0,3 gramme de CaCO<sub>3</sub>, on prend 1 gramme de Sol (0,2 mm). Soit **V** le volume dégager par l'échantillon.

$$\% \text{ CaCO}_3 = 100 \times (V \text{ échant} \times 0,3 / V \text{ témoin} \times P)$$

Échant : Volume de CO<sub>2</sub> dégagé par CaCO<sub>3</sub> gramme dans le poids de sol

V témoin : Volume de CO<sub>2</sub> par 0,3 gramme de CaCO<sub>3</sub>

P : Poids de sol égale 1 gramme

## ➤ pH

### ● Mode opératoire :

- Mettre 20g de terre fine dans un bécher.
- Ajouter 50ml d'eau distillée dans un Becher de 100ml.
- Agiter pendant 1 ou 2 minutes et laisser en repos pendant 2 heures.
- Étalonner le pH mètre avec les solutions tampons pH=7.01 et pH=4.0.
- Remettre en suspension la terre et mesurer avec le pH mètre.
- Faire la lecture directe