

N° d'Ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITÉ DJILLALI LIABES DE SIDI BEL ABBES

FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE  
DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE L'ENVIRONNEMENT

# Mémoire

*De fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master*

*Domaine : Sciences de la nature et de la vie (S.N.V.)*

*Filière : Sciences Biologiques*

*Spécialité : Biologie de la conservation*

Intitulé du thème :

*Etude comparative de la morphométrie du  
blé dur en conditions irriguées et pluviales  
dans les régions de Chlef et de Saida*

Présenté par : ALLEM Hafsa  
SOUAG Khayra

Mémoire soutenu devant l'honorable jury composé de :

|                   |                     |                         |            |
|-------------------|---------------------|-------------------------|------------|
| Président de jury | : Mme MAHROUG S.    | Professeur              | UDL de SBA |
| Examineur         | : Mme FARAOUN F.    | Maitre de conférences A | UDL de SBA |
| Promoteur         | : Mme BELHOUCINE S. | Maitre de conférences B | UDL de SBA |

**Année universitaire 2020 - 2021**

**Session : « juin 2021 »**

## REMERCIEMENTS

الحمد لله الذي هدانا لهذا وما كنا لنهتدي لولا أن هدانا الله

*Tout d'abord, nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a donné la foi, qui nous a guidés durant toute notre vie et qui nous a donné la volonté de continuer nos études.*

*Nous tenons à remercier très sincèrement notre promoteur Mme BELHOUCINE Salima, maître de conférences B à l'Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbés qui nous a aidés dans le choix de ce sujet et pour sa disponibilité et précieux conseils tout au long de ce travail.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à Mme MAHROUG Samira, Professeur à l'Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbés, pour avoir accepté de présider ce jury, nous la prions de trouver ici l'expression de notre respectueuse gratitude.*

*Un remerciement spécial va à Mme FARAOUN Fatïha, maître de conférences A à l'Université Djilali Liabes de Sidi Bel Abbés, d'avoir accepté d'examiner ce travail, en plus de son aide précieuse et ses qualités humaines, pour lesquelles nous lui exprimons toute notre gratitude.*

*Nous adressons nos sincères remerciements à tout le personnel de notre université.*

*Notre reconnaissance à tous le personnel de notre faculté Djillali Liabes de Sidi Bel-Abbes à citer nos chers (chères) profs et les ingénieurs de laboratoire.*

## **DEDICACES**

*Je dédie mon travail à mes très chers parents qui m'ont guidée durant les moments les plus pénibles de ce long chemin*

*A mon frère Mohamed et ma sœur Atika*

*A Mes sœurs Assia, Khadidja, Soumia et leurs petits familles et toute ma famille paternelle ALLEM et ma famille maternelle BECHAREF surtout ma tante Khadra et mes deux cousines Yamina et Maria.*

*A ma jolie princesse Hind*

*A mon binôme Kheira et sa famille, tous mes chères amies en particulier Mimi, Radia, Marwa, Imen, Samia, et Fatma.*

*A tous mes collègues et toute ma promotion de la Biologie de la Conservation 2020/2021.*

*A mes deux chers profs Mr BACHIRI Mustapha et Mme MANSOURI Khadidja que dieu les accepte dans son vaste paradis.*

*Hafsa Allem*

## **DEDICACES**

*Je dédie ce modeste travail à celle qui m'a donné la vie, le symbole de tendresse, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite, ma mère.*

*A mon père, école de mon enfance, qui a été mon ombre durant toutes les années des études, et qui a veillé tout a long de ma vie à m'encourager, à me donner l'aide et me protéger, que dieu le gardes et le protège.*

*A mes Chères Frères : Seddik, Abdelahk et sa femme.*

*A ma sœur Souad pour sa disponibilité, son soutien moral et son encouragement.*

*Mes adorables nièces Assil et Arwa.*

*A mon Binôme Hafsa et sa Famille.*

*Toutes mes amies, en particulier : Mimi, Marwa, Lamia, Fatima Zohra, Salima, Amina.*

*A Mes deux familles SOUAG et MOHAMED SBA.*

*A tous ceux qui m'aiment, a tous ceux que j'aime.*

*Je dédie ce travail.*

*Khayra Souag*

## ملخص

ترجع غلبة زراعة القمح الصلب على الحبوب الأخرى إلى حقيقة أنه يشكل مصدرًا أساسيًا في النظام الغذائي للمواطنين الجزائريين. لتوصيف القمح القاسي وفقًا لتكيفه مع الظروف البيئية، أجرينا دراسة مورفومترية في أربع مجموعات من القمح القاسي تخضع لظروف مختلفة (المطر والري) في منطقتين مختلفتين الشلف وسعيدة.

جميع النتائج التي تم الحصول عليها تسمح لنا باستنتاج أن تأثير الري على عشاير القمح القاسي المدروسة لوحظ بشكل أساسي على مستوى بعض الخصائص الكمية. أظهر أن ارتفاع النبات وطول العنق تأثرا إيجابيا بالري مما نتج عنه ارتفاع طول القمح المروي. من ناحية أخرى، فإن الخصائص المرتبطة بالمحصول متطابقة تقريبًا في المجموعتين المروييتين وغير المروية في محطتي الدراسة.

**الكلمات المفتاحية:** القمح القاسي - وسعيدة. - الشلف - المروي - غير المروي - قياس الشكل

## Summary

The predominance of the cultivation of durum wheat over other cereals is due to the fact that it constitutes an essential source in the diet of Algerian citizens.

To characterize durum wheat according to its adaptation to environmental conditions, we carried out a morphometric study in four durum wheat populations subjected to different conditions (rain and irrigation) in two different regions Chlef and Saida.

All the results obtained allow us to conclude that the effect of irrigation on the durum wheat populations studied is mainly observed at the level of a few quantitative characteristics. It was the height of the plant and the length of the ear neck that showed a positive effect on irrigation, resulting in significant height in irrigated wheat. On the other hand, the characteristics linked to the yield are almost identical in the two irrigated and rain-fed populations and in the two study stations.

**Key words:** durum wheat - Saida - Chlef - irrigated - rainfed – morphometry.

## Résumé

La prédominance de la culture du blé dur sur les autres céréales est due au fait qu'il constitue une source essentielle dans l'alimentation du citoyen algérien.

Pour faire une caractérisation du blé dur selon son adaptation aux conditions du milieu, nous avons effectuée une étude morphométrique chez quatre population du blé dur soumises à des conditions différentes (pluviale et irrigation) dans deux région différentes Chlef et Saida.

L'ensemble des résultats obtenus, nous permettent de conclure que l'effet de l'irrigation sur les populations de blé dur étudiées est surtout constaté au niveau de quelques caractères quantitatifs. Ce sont la hauteur de la plante et la longueur du col de l'épi qui ont manifesté un effet positif à l'irrigation d'où une taille importante chez le blé irrigué. Par contre les caractères liés au rendement sont presque identiques chez les deux populations irriguées et pluviales et dans les deux stations d'étude.

**Mots clé :** blé dur - Saida - Chlef - irriguées - pluviales - morphométrie

## LISTE DES TABLEAUX

|   |    |
|---|----|
| <b>Tableau 1</b> : Classification botanique du blé dur .....  | 4  |
| <b>Tableau 2</b> : Estimation mondiale de production de blé dur (millions de tonnes) (FAO, 2016). .....               | 12 |
| <b>Tableau 3</b> : Précipitations mensuelles enregistrées durant l'année 2020-2021 à Chlef (Webmaster 4) .....        | 22 |
| <b>Tableau 4</b> : Températures moyennes mensuelle de l'année 2020-2021 pour la station de Chlef (Webmaster 4) .....  | 22 |
| <b>Tableau 5</b> : Précipitations mensuelles enregistrées durant l'année 2020- 2021 à Saida (Webmaster 4) .....       | 25 |
| <b>Tableau 6</b> : Températures moyennes mensuelles de l'année 2020-2021 pour la station de Saida (Webmaster 4) ..... | 25 |
| <b>Tableau 7</b> : La hauteur de la plante du blé dur .....   | 29 |
| <b>Tableau 8</b> : La longueur moyenne du col de l'épi .....  | 30 |
| <b>Tableau 9</b> : La longueur de l'épi.....  | 30 |
| <b>Tableau 10</b> : Le nombre d'épillets par épi .....  | 31 |
| <b>Tableau 11</b> : Poids de 1000 grains .....  | 32 |
| <b>Tableau 12</b> : Compacité de l'épi.....   | 33 |

## LISTE DES FIGURES

|   |    |
|---|----|
| <b>Figure 1</b> : Appareil végétal des graminées (Webmaster 2).....                             | 6  |
| <b>Figure 2</b> : Stade de tallage chez le blé dur (cliché Allem et Souag, Saida février 2021). | 7  |
| <b>Figure 3</b> : Différents stades de développement du blé dur (webmaster 3).....              | 9  |
| <b>Figure 4</b> : La production mondiale de blé (FAO, 2016) .....                               | 13 |
| <b>Figure 5</b> : <i>Oïdium</i> sur feuille (Webmaster 4) .....                                 | 14 |
| <b>Figure 6</b> : fusariose du blé (Webmaster 4).....   | 14 |
| <b>Figure 7</b> : Piétin-verse (Webmaster 4) .....  | 15 |
| <b>Figure 8</b> : La carie du blé (Webmaster 4) .....   | 16 |
| <b>Figure 9</b> : Situation géographique de la wilaya de Chlef (ANDI, 2008) .....               | 19 |
| <b>Figure 10</b> : Relief de la wilaya de Chlef (ABH. Cheliff zahrez, 2003).....                | 20 |
| <b>Figure 11</b> : Situation géographique de la wilaya de Saida (D.P.A.T, 2009) .....           | 23 |
| <b>Figure 12</b> : Carte pédologique de la wilaya de Saida (B.N.E.D.E.R ,1992).....             | 24 |
| <b>Figure 13</b> : Mesure de la longueur de la plante (cliché Allem et Souag, 2021). .....      | 26 |
| <b>Figure 14</b> : Mesure de la longueur du col de l'épi (cliché Allem et Souag, 2021). .....   | 27 |
| <b>Figure 15</b> : Mesure de la longueur de l'épi (cliché Allem et Souag, 2021).....            | 27 |
| <b>Figure 16</b> : Différents types de compacité d'épi (UPOV, 2012).....                        | 28 |
| <b>Figure 17</b> : Répartition des barbes sur les épis (UPOV, 2012).....                        | 28 |
| <b>Figure 18</b> : Forme pyramidale de l'épi (cliché Allem et Souag, 2021).....                 | 33 |
| <b>Figure 19</b> : La compacité lâche de l'épi (Cliché Allem et Souag, 2021).....               | 34 |
| <b>Figure 20</b> : Barbes sur toute la longueur de l'épi (cliché Allem et Souag, 2021).....     | 34 |

## **Liste des abréviations**

D.P.A.T : Direction de la planification et de l'aménagement du territoire.

B.N.E.D.E.R : Le bureau Nationale d'Etudes pour le Développement Rural.

ABH : Agence du Bassin Hydrographique Cheliff-Zahrez

ANDI : Agence National de Développement de l'Investissement

UPOV : Union internationale pour la protection des obtentions végétales.

APS : Algérie Presse Service

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

PMG : Poids de Mille Grains

## TABLE DES MATIERES

|   |          |
|---|----------|
| <b>INTRODUCTION</b> .....   | <b>1</b> |
| <b>CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE BLE DUR</b> ..... | <b>3</b> |
| 1. Historique du blé .....  | 3        |
| 2. Biologie du blé dur .....                                      | 3        |
| 2.1. Classification botanique du blé dur.....                     | 4        |
| 2.2. Morphologie du blé dur .....                                 | 4        |
| 2.2.1. L'appareil racinaire .....                                 | 4        |
| 2.2.2.Appareil aérien .....                                       | 5        |
| 2.2.3.L'appareil reproducteur .....                               | 6        |
| 2.3.Cycle de développement du blé dur.....                        | 6        |
| 2.3.1. Stade de germination - levée .....                         | 7        |
| 2.3.2.Stade de tallage .....                                      | 7        |
| 2.3.3. Stade de montaison .....                                   | 7        |
| 2.3.4.La période de reproduction.....                             | 8        |
| a.Stade d'épiaison .....  | 8        |
| b. Stade de floraison .....                                       | 8        |
| 2.3.5.La période de maturation.....                               | 8        |
| 3. L'écologie de blé dur .....                                    | 9        |
| 3.1. Exigences édaphiques .....                                   | 9        |
| 3.2. Exigences climatiques.....                                   | 10       |
| 3.2.1. Température.....   | 10       |
| 3.2.2. L'eau.....   | 11       |
| 3.2.3. La lumière.....  | 11       |
| 4. Fertilisation .....  | 11       |
| 5. Production et rendement.....                                   | 12       |
| 5.1. Production en Algérie .....                                  | 12       |
| 5.2. Production mondiale .....                                    | 12       |
| 6. Les maladies du blé dur .....                                  | 13       |
| 6.1. L'oïdium du blé.....   | 13       |
| 6.2. La fusariose du blé .....                                    | 14       |
| 6.3. Le charbon du blé.....                                       | 15       |
| 6.4. Le piétin verse .....  | 15       |
| 6.5. La carie du blé .....  | 15       |
| 7. Le rôle de l'eau chez les végétaux .....                       | 16       |
| 7.1. Impacts du déficit en eau sur les plantes. ....              | 16       |

|   |           |
|---|-----------|
| 7.2. Conséquences sur l'élaboration du rendement d'une céréale à paille ..... | 17        |
| 8. L'irrigation des céréales .....  | 18        |
| <b>CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES .....</b>                               | <b>19</b> |
| 1.Présentation de la wilaya de Chlef .....                                    | 19        |
| 1.1. Situation géographique .....   | 19        |
| 1.2. Le relief.....   | 20        |
| 1.3. Le sol.....  | 21        |
| 1.4. Hydrologie .....   | 21        |
| 1.5. Climat.....  | 21        |
| 1.5.1. Précipitations .....   | 21        |
| 1.5.2. Température.....   | 22        |
| 1.5.3. Le vent .....  | 22        |
| 2. Présentation de la wilaya de Saida .....                                   | 22        |
| 2.1. Situation géographique .....   | 22        |
| 2.2. Le relief.....   | 23        |
| 2.3. Le sol.....  | 24        |
| 2.4. Hydrologie.....  | 24        |
| 2.5. Le climat.....   | 25        |
| 2.5.1. Précipitation.....   | 25        |
| 3. Etude morphométrique .....   | 26        |
| 3.1.Méthodologie.....   | 26        |
| 3.2.Caractères quantitatifs.....  | 26        |
| 3.4.Caractères qualitatifs .....  | 28        |
| <b>CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION .....</b>                           | <b>29</b> |
| 1.Caractères quantitatifs .....   | 29        |
| 1.1.La hauteur de la plante .....   | 29        |
| 1.2.La longueur moyenne du col de l'épi .....                                 | 30        |
| 1.3.La longueur de l'épi.....   | 30        |
| 1.4.Le nombre d'épillet par épi .....   | 31        |
| 1.5.Poids de 1000 grains .....  | 31        |
| 2. Caractères qualitatifs .....   | 32        |
| 2.1. Couleur de l'épi .....   | 32        |
| 2.2. Forme de l'épillet .....   | 32        |
| 2.3.Compacité de l'épi .....  | 33        |
| 2.4.Présence ou absence des barbes .....                                      | 34        |
| <b>CONCLUSION .....</b>   | <b>36</b> |
| <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>                                      | <b>38</b> |

# *Introduction*

## INTRODUCTION

A l'échelle mondiale, les céréales occupent une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale. Selon les superficies couvertes, le blé est la plante la plus cultivée sur terre (Kacem, 2005).

Le blé "genre *Triticum*" est l'une des cultures céréalières les plus importantes au monde et il est cultivé dans un large éventail de conditions climatiques, car il a une grande adaptation par rapport aux autres espèces de céréales (Varshney & al., 2006 ; Braun & al., 2010 ; Păuneț, 2010). C'est un aliment de base important pour plus de 4,5 milliards de personnes dans 94 pays en développement (Braun & al., 2010).

La production des céréales en Algérie présente une caractéristique fondamentale depuis l'indépendance à travers l'extrême variabilité du volume des récoltes. Cette particularité témoigne d'une maîtrise insuffisante de cette culture et de l'indice des aléas climatiques. Cette production est conduite en extensif et elle est à caractère essentiellement pluvial (Bencharif et al., 2007).

La production de blé dur en Algérie, comme l'espèce la plus cultivée en occupant 41% (Anonyme, 2009) demeure très insuffisante pour satisfaire la demande de ce produit de large consommation estimé par Zaghouane et al. (2006) à 220 kg/an/habitant. Avec une production faible dans le meilleur des cas et face à une demande sans cesse croissante (Lounis Khodja, 2017).

Cette faiblesse de la production de blé en Algérie est soumise à la variabilité climatique qui se traduit par des contraintes hydriques et thermiques erratiques, notamment dans l'étage bioclimatique semi-aride qui se caractérise par de larges fluctuations spatio-temporelles des quantités de pluies (200 à 600 mm/an) et des températures (Benseddik et khelloufi, 2000).

Le déficit hydrique est en effet le facteur limitant majeur de la productivité des plantes. Plus de 60% des pertes de rendement en blé, en Asie et en Afrique sont dues à la sécheresse (Damania, 1991), malgré que les études récentes montrent que ce sont plutôt les basses températures hivernales et printanières qui handicapent le plus cette spéculation (Annichiarico, 2007).

Deux contraintes semblent être à l'origine de cet état, les variations interannuelles des pluies et leur répartition dans le temps. Ainsi la culture de blé reste toujours menacée par l'irrégularité des pluies car elle ne dépend pas seulement de leur quantité mais surtout des épisodes de déficit hydrique très souvent critique durant le cycle végétatif. Pour pallier ce phénomène, l'irrigation du blé s'impose à notre pays

L'objectif de notre travail porte sur une caractérisation morphométrique du blé dur *Triticum durum* dans la région de Chlef et Saida en régime pluvial et irrigué. Cette caractérisation nous permettra de connaître les caractères de production et d'adaptation dans des conditions agricoles différentes et d'évaluer l'effet de l'irrigation sur la croissance et le rendement de blé dur.

Pour la réalisation de notre mémoire, nous avons adopté le plan suivant :

- La première partie est une étude bibliographique sur le blé dur.
- La deuxième partie présente les deux zones d'étude à travers différents aspects et le matériel et méthodes utilisés.
- La troisième partie rassemble les résultats de ce travail et la discussion.

## *Chapitre I*

Données bibliographiques sur le blé dur

## CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE SUR LE BLE DUR

### 1. Historique du blé

La découverte du blé remonte à 1500 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant, la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de Palestine, de la Jordanie, de l'Iraq, et la bordure Ouest de l'Iran (Feldman, *et al.*, 1981). C'était à une époque où l'homme pratiquait déjà la cueillette et faisait ses débuts comme agriculteur.

Cette période coïncidait avec un épisode climatique sec, aboutissant à l'arrêt du mode de vie de 'chasseur-cueilleur', et engendrant la domestication progressive des plantes, associée à la création des premières communautés villageoises (Dvorak *et al.*, 1997). Des recherches archéologiques ont montré que la domestication des différentes espèces de blé par l'homme du Néolithique s'est faite à l'intérieur du centre de répartition géographique des ancêtres sauvages du blé dans la zone du croissant fertile (Abderrahmane *et al.*, 2016).

Depuis la naissance de l'agriculture, le blé est à la base de la nourriture de l'homme (Ruel, 2006). C'est une espèce connue depuis la plus haute antiquité, dont il constitue la base alimentaire des populations du globe (Yves *et de Buyer.*, 2000). Pendant plusieurs siècles, il a été vénéré comme un dieu et associé à la pluie, l'agriculture et la fécondité (Ruel, 2006). Il appartient au groupe tétraploïde du genre *Triticum* qui, comprend de nombreuses espèces (Mazouz., 2006). Parmi tous les blés tétraploïdes cultivés, *T. turgidum ssp. durum* est de loin le plus important. Comparativement aux blés diploïdes, leurs grands épis et leurs gros grains les rendaient beaucoup plus intéressants pour la domestication (Anonyme, 2007).

### 2. Biologie du blé dur

Le blé dur est une plante herbacée annuelle, appartient à la classe des monocotylédones de la famille des Poacées, appartient au groupe des grandes espèces du genre *Triticum* (Parts *et al.* 1971). C'est une plante qui s'adapte à des sols et à des climats variés. En termes de production commerciale et d'alimentation humaine, cette espèce est la deuxième plus importante du genre *Triticum* après le blé tendre. Leur famille comprend 600 genres et plus de 500 espèces (Feillet, 2000).

La plante du blé est une graminée de hauteur moyenne pouvant atteindre jusqu'à 1.5 m selon les variétés (Bozzini, 1988). L'appareil végétatif comprend l'appareil aérien et l'appareil racinaire (Gate et Giban, 2003).

### 2.1. Classification botanique du blé dur

Selon Prats, 1960 Crête 1965, Bonjean, Picard, 1990 et Feillet, 2000, le blé dur est une plante herbacée, appartenant au groupe des céréales à paille, qui sont caractérisés par des critères morphologiques particuliers. Le blé dur est une monocotylédone qui obéit à la classification suivante :

**Tableau 1 : Classification botanique du blé dur**

|                        |                            |
|------------------------|----------------------------|
| <b>Embranchement</b>   | Spermaphytes               |
| <b>S/Embranchement</b> | Angiospermes               |
| <b>Classe</b>          | Monocotylédone             |
| <b>Super ordre</b>     | Commeliniflorales          |
| <b>Ordre</b>           | Poales                     |
| <b>Famille</b>         | Graminacées                |
| <b>Tribu</b>           | <i>Triticeae</i>           |
| <b>Genre</b>           | <i>Triticum</i>            |
| <b>Espèce</b>          | <i>Triticum durum</i> Desf |

### 2.2. Morphologie du blé dur

#### 2.2 1. L'appareil racinaire

Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives (latérales) qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent (Bozzini, 1988). Les racines primaires : ou séminales issues de la semence qui se développent au moment de la germination : la radicule qui débouche la première ; puis

la première paire de racines qui va sortir en même temps ; et la deuxième paire racinaires. Ces racines qui sont constitués que de tissus primaire vont nourrir la plantule jusqu'au stade tallage. Un système racinaire fasciculé : assez développé, (racines adventifs ou coronaires) ; qui sont produites par le développement de nouvelles talles. Elles peuvent atteindre jusqu'à 1 m 50 (Webmaster 1).

### 2.2.2. Appareil aérien

Le système aérien est formé d'un certain nombre d'unité biologiques, Les talles, les feuilles et les gaines. Les feuilles se composent d'une base (gaine) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointue (Clarke et *al.* 2002).

Les tiges sont constituées de chaumes, cylindriques, souvent creux par résorption de la moelle centrale mais chez le blé dur est pleine. Ils se présentent comme des tubes cannelés, avec de longs et nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux sont régulièrement entrecroisés et renferment des fibres à parois épaisses, assurant la solidité de la structure. Les chaumes sont interrompus par des nœuds qui sont une succession de zones d'où émerge une longue feuille (Webmaster 1).

Les feuilles engaine la tige puis s'allonge en un limbe étroit à nervures parallèles lancéolés, issues chacune d'un nœud ; compte à la gaine est un cylindre qui permet d'attacher le limbe au nœud le plus bas son rôle est la synthèse chlorophyllienne et la conservation d'eau et d'air et avant l'allongement des talles les gaines protégeant l'apex qui se trouve en cercle concentrique au plateau de tallage. Les oreillettes ou stipules sont des organes membranaire dépourvus de chlorophylle dont le rôle n'est pas encore bien déterminer (elles forment des joins empêchant particulièrement l'eau de pluie ou de rosé de s'infiltrer à l'intérieur de la gaine) ; la ligule est un organe membranaire qui se forme à l'adjonction entre le limbe et la gaine (Prats et *al.*, 1971). Chez toutes les graminées la présence et la forme des oreillettes ou stipules et de la ligule, permet de déterminer l'espèce avant l'apparition de l'épi (figure 1) (Soltner, 1990).

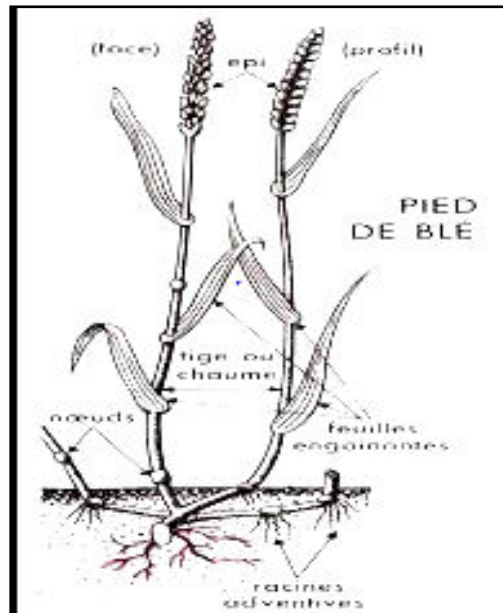


Figure 1 : Appareil végétal des graminées (Webmaster 2)

### 2.2.3. L'appareil reproducteur

L'inflorescence du blé est un épi. Ce dernier est constitué d'unités de base, les épillets. L'épillet est une petite grappe de un à cinq fleurs enveloppées chacune par deux glumelles. La grappe est incluse entre deux bractées ou glumes, les fleurs sont attachées sur le rachis et son autogame (Anonyme, 2003).

### 2.3. Cycle de développement du blé dur

Le cycle du blé comporte deux grandes périodes : une période végétative et une période reproductrice. La période végétative comporte les phases germination, Pré-tallage et tallage. Cependant la période reproductrice comporte les phases de montaison, épiaison, floraison et maturation (Hucl, P et Baker, R.J., 1998, Davidson et Chevalier., 1990).

### **2.3.1. Stade de germination - levée**

La germination de la graine se caractérise par l'émergence du coléorhize donnant naissance à des racines séminales et de la coléoptile qui le protège, la sortie de la première feuille fonctionnelle. La levée se fait réellement dès la sortie des feuilles à la surface du sol. Au sein d'un peuplement, la levée est atteinte lorsque la majorité des lignes de semis sont visibles. Durant la phase semis levée, l'alimentation de la plante dépend uniquement de son système racinaire primaire et des réserves de la graine (Gate, 1995).

### **2.3.2. Stade de tallage**

Dès que la troisième feuille est émise, on aura le pré tallage, la première observation qu'on peut faire durant cette période est le développement et la croissance des tiges latérales (figure 2), ce stade est caractérisé par: la formation du plateau de tallage, l'émission des talles et la sortie des nouvelles racines (Bourahla et Hadji, 2009).

### **2.3.3. Stade de montaison**

La montaison se manifeste à partir du stade épi à 1 cm par l'élongation du premier entre nœud, il se produit un développement de la plante par l'arrêt du tallage et la formation des ébauches d'épillets dans le tiers inférieur du futur épi. La montaison est la phase la plus sensible au stress hydrique qui influence le nombre d'épillets formés (Bourahla et Hadji, 2009).



**Figure 2 : Stade de tallage chez le blé dur (cliché Allem et Souag, Saida février 2021).**

### 2.2.4. La période de reproduction

#### a. Stade d'épiaison

Ce stade recouvre la période des épis, depuis l'apparition des premiers épis jusqu'à la sortie complète de tous les épis hors de la gaine de la dernière feuille (Ropert, 1993).

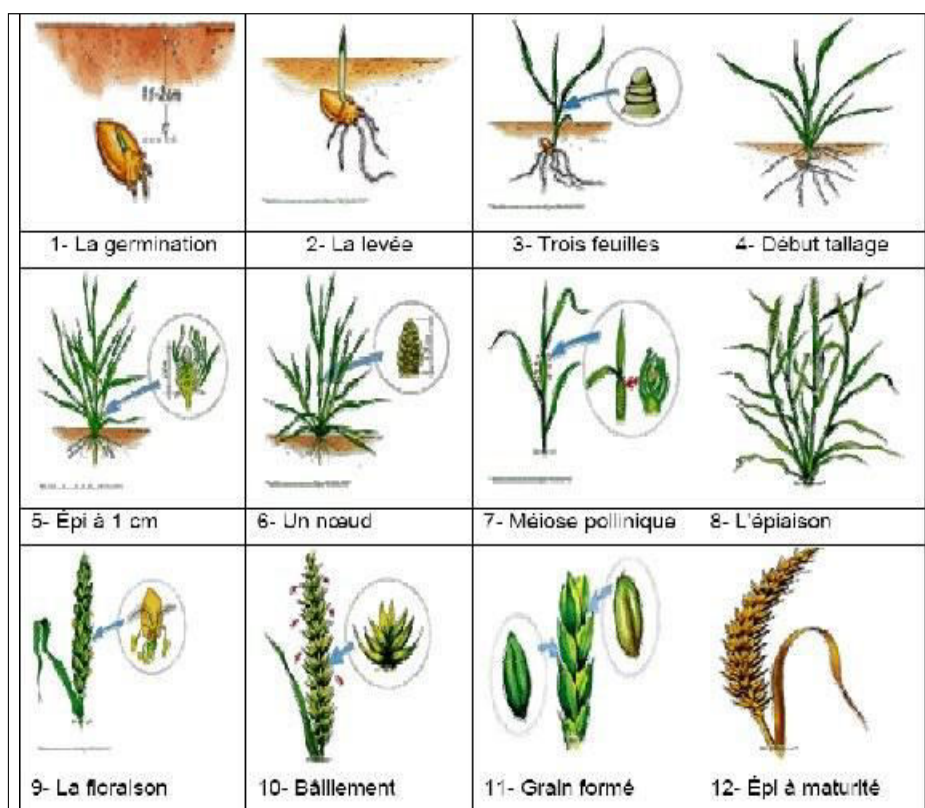
#### b. Stade de floraison

C'est l'apparition des étamines hors des épillets. A ce stade, la croissance des tiges est terminée, la fécondation a déjà eu lieu et le nombre de grains maximum est donc fixé (Ropert, 1993). Cette durée correspond en moyenne à 6 ou 8 jours. On remarque dans ce stade deux étapes, la première est le début floraison (quelques étamines sorties), et la deuxième est la fin floraison (toutes les étamines sont sorties) (Ropert, 1993).

### 2.3.5. La période de maturation

C'est la dernière phase dans le cycle végétatif ; elle exige la chaleur et un temps sec (Boufenar et *al.*, 2006).

- a. **La maturité laiteuse :** Le grain contient encore 50 % d'humidité et le stockage des protéines touche à sa fin.
- b. **La maturité jaune :** le grain a perdu en humidité et l'amidon a été constitué.
- c. **La maturité complète :** la teneur en humidité atteint environ 20 %. Le grain est alors mûr et prêt à être récolté (figure 3), c'est la période des moissons.



**Figure 3 : Différents stades de développement du blé dur (webmaster 3)**

### 3. L'écologie de blé dur

Un bon comportement de la culture durant tout son cycle de développement exige la réunion de certains facteurs qui conduisent à l'observation d'un meilleur rendement et parmi les exigences on peut citer :

#### 3.1. Exigences édaphiques

Le blé exige un sol bien préparé, meulé et stable, résistant à la dégradation par les pluies d'hiver pour éviter l'asphyxie de la culture et permettre une bonne nitrification au printemps. Sur une profondeur de 12 à 15cm pour les terres battantes (limoneuses en général) ou 20 à 25 cm pour les autres terres et une richesse suffisante en colloïdes, afin d'assurer la bonne nutrition nécessaire aux bons rendements (Soltner, 1990). Particulièrement un sol de texture argilo-calcaire, argilo- limoneux, argilo-sableux ne présentant pas de risques d'excès d'eau pendant l'hiver. Les séquences de travail du sol à adopter doivent être fonction du précédent cultural, de la texture du sol, et de la pente. Le pH optimal se situe dans une gamme comprise entre 6 à 8.

### 3.2. Exigences climatiques

Selon Clement et Prats (1970), les facteurs climatiques ont une action prépondérante sur les différentes périodes de la vie du blé.

#### 3.2.1. Température

La majorité des variétés peuvent supporter un gel modéré pendant l'hiver si la plante est suffisamment développée. Par contre le blé ne supporte pas les fortes températures et les déficits hydriques en fin de cycle pendant le remplissage du grain. En effet, la température conditionne à tout moment la physiologie du blé. Une température supérieure à 0°C (le zéro de végétation) est exigée pour la germination, cependant l'optimum de croissance se situe entre 20 et 26 °C. Un abaissement de la température pendant l'hiver est nécessaire à certaines variétés dite d'hiver, cette exigence conditionne la montaison et la mise à fleur (Clement et Prats, 1970).

La température conditionne à tout moment la physiologie de blé selon le zéro de végétation et de germination, c'est à dire la température à partir de laquelle un blé germe et pousse, est de 0°C. Cependant l'optimum se situe entre 20 et 22 °C température élevée sera favorable au développement et à la croissance (Simon et al, 1989). D'après Jeferes (1978), il est généralement admis que la température agit de manière positive sur la croissance optimale. Baldy ajoute que les fortes températures provoquent une levée trop rapide et parfois un déséquilibre entre la partie aérienne et la partie souterraine : Les températures entre 25 et 32 °C défavorisent l'allongement racinaire l'optimum se situe entre 5 et 12 °C. Mekhlouf et *al.*, (2001) situent les exigences en température pour les stades suivants:

Stade levée : La somme des températures est de 120°C.

Stade tallage: La somme des températures est de 450°C.

Stade plein tallage : La somme des températures est de 500°C.

Stade épi 1 cm : La somme des températures = 600°C.

Le zéro de végétation du blé est de 0°C, mais ses exigences globales en chaleur sont assez importantes. (Clement et Prats, 1970) voient que la température journalière intervient à divers moments du cycle du blé de plusieurs manières :

- Elle détermine la rapidité de la germination et du début du développement de la jeune plante.
- Elle intervient au moment de la montaison dans l'élaboration de la quantité de matière sèche, mais elle a un effet défavorable sur l'évolution des talles vers l'épiaison (conditions de déficit hydrique).
- En excès et au cours de la maturation du grain, elle peut conduire à l'échaudage (Mekhlouf et *al.*, 2001).

### **3.2.2. L'eau**

L'eau joue un rôle important dans la croissance de la plante (Soltner, 1990), la germination ne se réalise qu'à partir d'un degré d'imbibition d'eau de 30%. En effet, C'est durant la phase épi 1 cm à la floraison que les besoins en eau sont les plus importants. La période critique en eau se situe entre 20 jours avant l'épiaison jusqu'à 30 à 35 jours après la floraison (Loue, 1982). C'est pour ça que le semis est toujours recommande en culture pluviale.

### **3.2.3. La lumière**

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

## **4. Fertilisation**

Les cultures annuelles telles que les blés craignent la carence en phosphore (P) et en Potassium (K) quand elles sont jeunes car leurs racines n'exploitent qu'une faible partie du sol. L'engrais doit donc être apporté en début de cycle et au plus près des jeunes racines (Nedjah, 2015).

## 5. Production et rendement

### 5.1. Production en Algérie

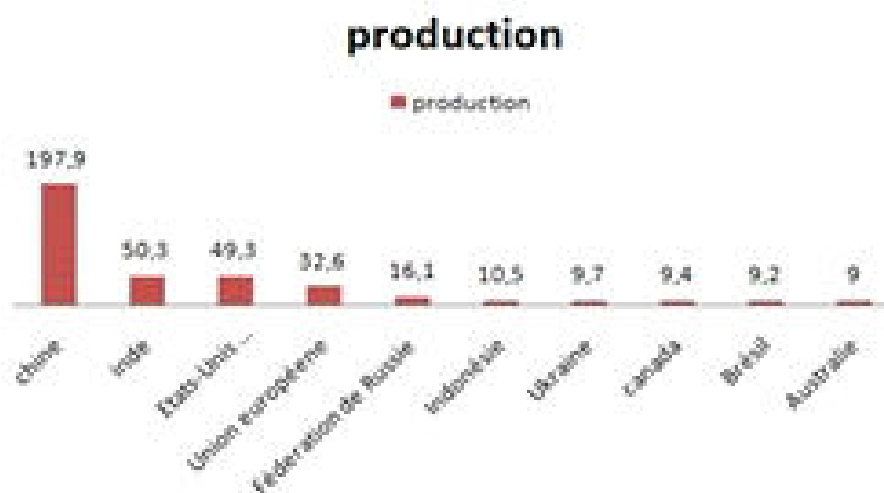
L'Algérie a produit 3.3 millions de tonnes de céréale (blé et orge) durant la saison 2015- 2016 contre 4 millions de tonnes l'année dernière, en raison d'une faible pluviométrie. La production céréalière algérienne a reculé en 2015-2016, selon les chiffres d'Abdeslam Chelgham, le ministre algérien l'Agriculture cité par l'agence officielle APS, la production nationale de céréale a chuté à 3.3 millions de tonnes durant les dernières saisons. Elle était de 4 millions de tonnes en 2014-2013. La production céréalière algérienne aujourd'hui est loin de niveaux atteints en 2008-2009 6.12 millions de tonnes. La campagne 2015-2016 a été victime de la sécheresse (qui frappé certaines régions céréale notamment Tiaret, Sidi bel abbés, Ain Témouchent à l'ouest et Tébessa à l'est).

### 5.2. Production mondiale

Les prévisions de production sont relevées de 4 millions de tonnes, à 696.9 millions tandis que les perspectives s'améliorent aux Etats-Unis, en Chine, en Australie et en Iran, et ce malgré une détérioration au Canada, où le maintien des conditions humides a entravé les semis de printemps. Le tableau ci-dessous nous montre l'estimation de production (2014- 2015) ainsi que les prévisions de production de la campagne (2015-2016).

**Tableau 2 : Estimation mondiale de production de blé dur (millions de tonnes) (FAO, 2016).**

| Année                 | 2014/2015 estimation |
|-----------------------|----------------------|
| Production de blé dur | 34,5                 |



**Figure 4 : La production mondiale de blé (FAO, 2016)**

Pour la campagne 2015/2016, la production mondiale de blé est estimée à 165 millions de tonnes (figure 04.). Les principaux producteurs sont la Chine, Inde, Etats-Unis et l'Union européenne, qui produit respectivement 197.9 et 32.6 millions de t par an. En Maghreb, le principal producteur de blé est Égypte, avec 7.9 millions de t.

## **6. Les maladies du blé dur**

Le blé, comme toutes les céréales, est menacé par de nombreuses maladies dont les principales sont : l'oïdium, la fusariose, le piétin-verse et les rouilles (webmaster 05).

### **6.1. L'oïdium du blé**

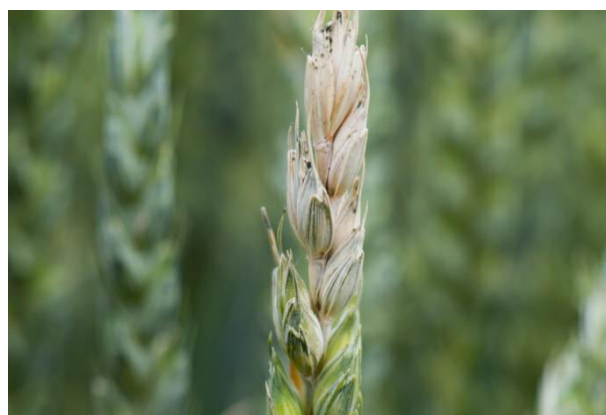
Les symptômes de l'oïdium peuvent être observés sur les feuilles, les tiges et les épis, mais ce sont les feuilles qui sont les plus souvent attaquées. Généralement, des pustules blanches se développent, et produisent une masse de spores ayant une apparence poudreuse (webmaster 05).



**Figure 5: *Oidium* sur feuille (Webmaster 4)**

## **6.2. La fusariose du blé**

Elles sont dues à *Fusarium nivale* et *Fusarium roseum*. *Fusarium nivale* peut contaminer les épis à partir des débris végétaux contaminés. On observe un dessèchement précoce suivi d'un échaudage d'une partie de l'épi. *Fusarium. roseum* fait apparaître un noircissement à la base des tiges et un dessèchement précoce de l'épi (Dupont, 1982).



**Figure 6 : fusariose du blé (Webmaster 4)**

### 6.3. Le charbon du blé

Il est provoqué par *Ustilago tritici* ou *Ustilago hordei* (Oufroukh et Hamadi, 1993). Clement-Grandcourt et Prat (1970) notent que ce sont des parasites foliaires ou d'inflorescence, ils ne se manifestent que peu avant le moment où l'épi sort de la graine. La dernière feuille avant l'épi jaunit et les épillets apparaissent entièrement détruits.

### 6.4. Le piétin verse

Du à *Cercospora herpotrichoides* est une maladie inféodée à la parcelle, qui touche uniquement les bas de tiges. Les successions de blé sur blé favorisent la maladie qui se maintient d'une saison à l'autre sur les chaumes, les repousses de céréales, ou les graminées adventices contaminées (webmaster 7).



**Figure 7 : Piétin-verse (Webmaster 4)**

### 6.5. La carie du blé

Elle est due à *Tilletia carie*. Elle entraîne des diminutions sensibles de rendement et de qualité et compte parmi les maladies les plus importantes du blé dans le bassin méditerranéen. Elle apparaît à l'épiaison. Le blé couvert de spores dorme de mauvaise qualité et inconsommable (Oufroukh et Hamadi, 1993).



**Figure 8 : La carie du blé (Webmaster 4)**

## **7. Le rôle de l'eau chez les végétaux**

L'eau est l'élément le plus important pour la vie des végétaux, son rôle est fondamental à plusieurs échelles

- A l'échelle moléculaire d'abord, l'eau agit à la fois comme matrice accueillant toutes les réactions enzymatiques et comme source de l'oxygène et de l'hydrogène (réactifs de la phase photochimique de la photosynthèse).
- A l'échelle de la cellule, elle permet une pression de turgescence qui a un impact direct sur l'architecture des organes et leur élongation.
- A l'échelle de la plante, elle assure l'assimilation des solutés présents dans le sol, leur migration vers les parties aériennes de la plante, tout en assurant en parallèle une régulation thermique des tissus exposés aux rayons du soleil. Toutes ces fonctions ne vont pas être affectées de la même manière lorsque le statut en eau de la plante sera déficitaire (webmaster 6).

### **7.1. Impacts du déficit en eau sur les plantes.**

Le stress hydrique est un problème sérieux dans beaucoup d'environnements arides et semi arides, où les précipitations changent d'année en année et où les plantes sont soumises à des périodes plus ou moins longues de déficit hydrique (Boyer, 1982). Face à un stress hydrique, la plante est obligée de mettre en place des mécanismes

d'adaptation pour rééquilibrer son statut hydrique, au dépend d'une fraction du métabolisme instantanée ou ultérieure de la culture (Bouthier et al., 2012) :

- Le premier processus atteint par une baisse du potentiel hydrique est l'expansion cellulaire
- Le second processus est la fermeture des stomates, provoquée par une baisse de turgescence des cellules de garde.
- Pour maintenir son statut hydrique, la culture cherche à accroître la pression osmotique présente dans ces cellules.
- L'évaporation de l'eau via les stomates a un fort pouvoir thermo-régulateur des tissus photosynthétique.

## 7.2. Conséquences sur l'élaboration du rendement d'une céréale à paille

Ces différents mécanismes vont donc se mettre en place simultanément lors de l'apparition d'un stress hydrique de la plante, et aboutissent à des effets variables selon le stade phénologique de la culture et la composante de rendement en phase d'élaboration. Selon le stade phénologique de la culture des céréales, les plantes vont mettre en place différents mécanismes lors de l'apparition d'un stress hydrique (Bouthier et al., 2012) :

**Phase semis-levée :** tant que la graine n'a pas germé, elle reste parfaitement insensible à un manque d'eau; seule la date de levée sera retardée. Par contre, dès que la germination a débuté, la plantule devient très sensible au manque d'eau; néanmoins, le système racinaire séminal se met tôt en place et est apte à subvenir aux besoins de la jeune plante dans la majorité des cas rencontrés dans nos conditions de cultures. La date et la profondeur d'implantation sont des éléments majeurs de l'itinéraire technique d'une céréale à maîtriser pour assurer une levée abondante et homogène sans avoir recours à l'irrigation (Bouthier et al., 2012).

**Phase de tallage:** sous nos latitudes, cette phase ne pose pas de problème pour les céréales d'hiver : d'une part le bilan P-ETP est très souvent excédentaire en période hivernale, et d'autre part le front du système racinaire progresse vite et accède à des ressources supplémentaires en eau. Les conséquences d'un manque d'eau à cette période là

seraient une mauvaise absorption d'azote, une croissance ralentie et un avortement de talles (Bouthier et *al*, 2012).

**Phase de montaison:** au cours de cette période, qui va d'épi 1 cm à la floraison, se conditionnent à la fois la taille et la qualité de l'appareil photosynthétique qui alimentera la plante et différentes composantes du rendement : le nombre d'épis par plante (le nombre de plantes par mètre-carré est pratiquement défini dès la sortie d'hiver), le nombre d'épillets par épi et le nombre de fleurs fécondes par épillet (fortement impacté par l'état de croissance autour du stade Dernière Feuille) (Bouthier et *al*, 2012).

**Phase de remplissage:** lors de cette ultime phase d'élaboration du rendement, le nombre de grains par mètre carré est pratiquement fixé, à l'exception de possibles avortements de graines justes après floraison; le Poids de Mille Grains (PMG) est par contre totalement dépendant des conditions d'alimentation hydrique post-floraison (Bouthier et *al*, 2012).

## 8. L'irrigation des céréales

Le changement climatique, avec des périodes de sécheresse et de températures élevées de plus en plus fréquentes, pourrait inciter les agriculteurs à utiliser l'irrigation de plus en plus souvent sur les céréales (Bouthier et *al*, 2012).

La recherche d'idéotypes variétaux plus précoces à épi 1cm et à épiaison et plus tolérants à la sécheresse ne compenseront pas totalement les effets du changement climatique. Les prix des céréales, s'ils restent à des niveaux élevés, seront aussi favorables au développement de l'irrigation des céréales. La mise en place de la réforme de la gestion collective de l'eau, avec souvent la réduction des volumes prélevables par l'agriculture peut avoir des effets sur les surfaces de céréales irriguées. Deux atouts pour les céréales d'hiver : leur cycle cultural qui se termine avant la période d'étiage des rivières et des besoins en eau d'irrigation plus faibles que ceux du maïs. Le bilan économique de l'irrigation des céréales devra tenir compte de l'augmentation du coût de l'eau, de celui de l'énergie et des redevances prélèvement (Bruzeau, 2009)

## *Chapitre II*

### Matériel et méthodes



## 1.2. Le relief

On y trouve deux types de régions : les régions montagneuses au Nord et au Sud et les plaines de la vallée du Chlef au centre. Le Dahra, se pâtre de montagnes qui couvre la partie Nord de la wilaya (figure 9), en lui donnant des caractères majeurs : pays rude et difficile d'accès et cela, malgré des altitudes relativement faibles. En effet, le Dahra, morceau septentrional de la chaîne de l'Atlas Tellien, déploie entre la mer et le Chlef, des bombements dépassant rarement 500 mètres et dominés très exceptionnellement par croupes dénudées de 1 000 mètres. Excepté Djebel Bissa, aucun point n'atteint les 1 100 mètres dans la wilaya de Chlef (ABH. Cheliff Z, 2003).

Au Sud de la wilaya, se dressent, en rang dispersés, les collines qui constituent les piémonts de l'imposant massif de l'Ouarsenis. Ces convexités qui ferment le Sud de la wilaya ne sont pas très étendues (5 à 10 kilomètres de large). Les monts du Dahra et ceux de l'Ouarsenis isolent la dépression de l'Oued Chlef, partie centrale de la wilaya. Cette plaine intérieure, aux reliefs accidentés, est drainée par l'Oued Chlef et ses affluents. Les collines représentent une altitude moyenne de 500 à 700 m ; les plaines sont en moyenne de 200 m d'altitude (ABH. Cheliff Zahrez, 2003)

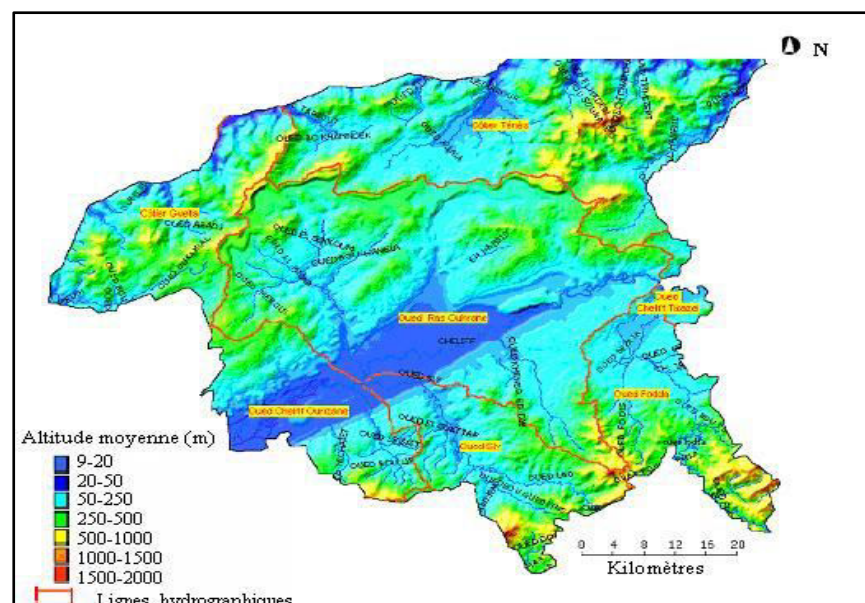


Figure 10 : Relief de la wilaya de Chlef (ABH. Cheliff zahrez, 2003)



### 1.3. Le sol

La région de Chlef se caractérise par une assez grande homogénéité topographique à aptitude culturale importante : les sols sont formés par des alluvions récentes profondes, calcaires à prédominance argileuse (ABH. Cheliff Zahrez, 2003).

### 1.4. Hydrologie

La wilaya de Chlef dispose d'un réseau hydrographique assez dense, du bassin versant d'oued Chlef qui traverse la wilaya d'est en ouest, s'ajoutent les différents affluents (Oued Sly, Oued Fodda, Oued Tsighaouet). Il existe 5755 forages au total dont 5625 forages destinés à l'irrigation de la superficie utilisée à l'agriculture, 94 forages destinés à la consommation journalière et 36 forages destinés à l'industrie. Le nombre de sources naturelles destinées à la consommation directe de l'eau potable est 2111 sources et ressources hydriques (ANDI, 2015).

### 1.5. Climat

La région de Chlef possède un climat méditerranéen chaud avec un été sec. Les précipitations, les températures, 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 (Bouazza *et al.*, 2002).

#### 1.5.1. Précipitations

La région de Chlef est caractérisée par un régime pluviométrique très irrégulier dans l'espace et dans le temps (ANDI, 2008). Chlef est influencée par le climat de l'intérieur méditerranée. Été doux, sec et chaud. Le mois le plus chaud a une température moyenne de plus de 22 °C. Au moins quatre mois avec des températures moyennes supérieures à 10 °C. Danger de gel en hiver. Au moins trois fois plus de précipitations pendant les mois d'hiver les plus humides que pendant les mois d'été les plus secs. Le tableau ci-dessous montre de faible quantité de précipitations enregistrées pour tous les mois. C'est une période peu arrosée. Ce qui peut avoir une influence sur la germination et la croissance du blé (**tableau 3**).

**Tableau 3 : Précipitations mensuelles enregistrées durant l'année 2020-2021 à Chlef (Webmaster 4)**

| Mois          | Oct. | Nov. | Déc. | Jan. | Fév. | Mar. | Avr. | Mai  |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>P (mm)</b> | 13.2 | 15.6 | 57.7 | 44.4 | 10.7 | 32   | 14   | 10.6 |

### 1.5.2. Température

La température est un facteur très important en interaction avec les autres facteurs météorologique tels que les précipitations, l'humidité et l'évapotranspiration, qui interviennent dans tous les stades de développement de la culture du blé dur (Mostefaoui, 2011). Elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques.

**Tableau 4 : Températures moyennes mensuelle de l'année 2020-2021 pour la station de Chlef (Webmaster 4)**

(M : Température maximale, m : Température minimale, T : Température moyenne)

| Mois          | Oct.        | Nov.         | Déc.         | Jan.        | Fév.         | Mar.         | Avr.        | Mai          |
|---------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| <b>M (°C)</b> | 27.1        | 23.9         | 16.8         | 16.4        | 21.7         | 21.8         | 25.3        | 30.9         |
| <b>m (°C)</b> | 14.3        | 13           | 8.5          | 8.2         | 10.6         | 9.9          | 12.5        | 16           |
| <b>T (°C)</b> | <b>20.7</b> | <b>18.45</b> | <b>12.65</b> | <b>12.3</b> | <b>16.15</b> | <b>15.85</b> | <b>18.9</b> | <b>23.45</b> |

### 1.5.3. Le vent

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 (Mostefaoui, 2011).

## 2. Présentation de la wilaya de Saida

### 2.1. Situation géographique

C'est dans l'ensemble géographique de causses et de hauts plateaux que se situe la wilaya de Saida qui est limitée naturellement au sud par le Chott chergui. La wilaya couvre une superficie totale de 6765 Km<sup>2</sup> (D.P.A.T, 2009). Elle est limitée au nord par la wilaya de Mascara, à l'ouest par celle de Sidi Bel Abbés, au sud par la wilaya d'El Bayadh et à l'est par celle de Tiaret (Aouadj et Gacem, 2009) (figure11). Cette position géographique

centrale dans l'Oranie lui confère un rôle d'espace de transition entre les hautes plaines steppiques et la chaîne tellienne (Conservation des forêts, 2008).

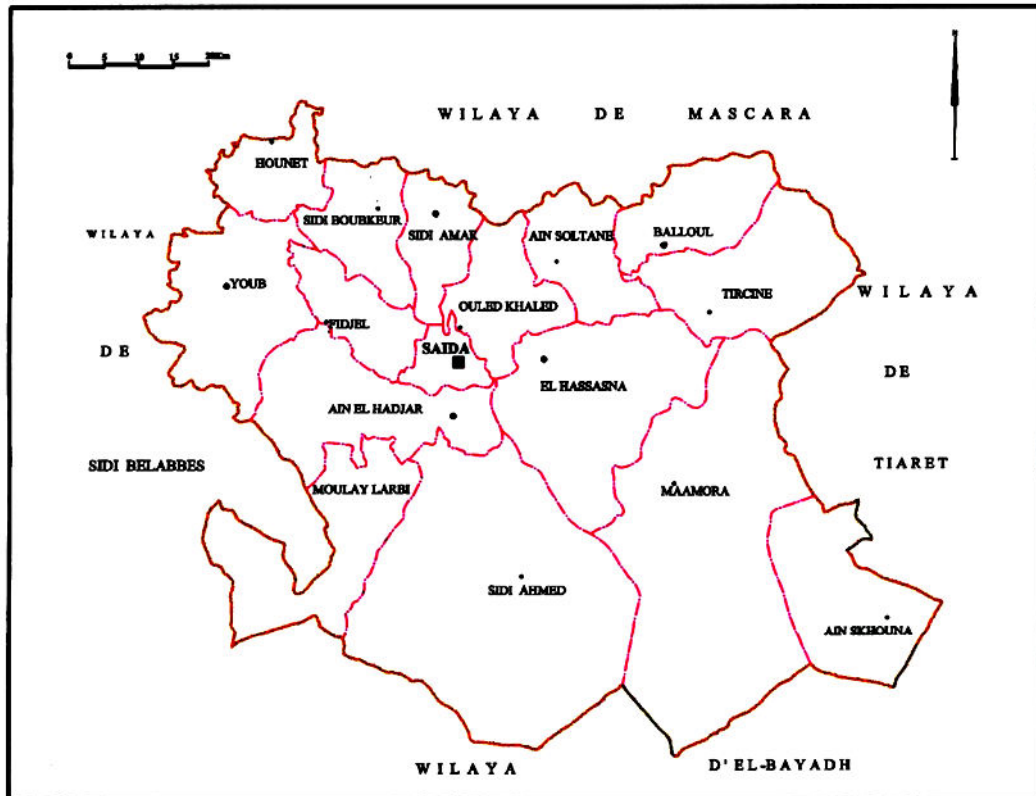


Figure 11 : Situation géographique de la wilaya de Saida (D.P.A.T, 2009)

## 2.2. Le relief

À l'exception du Sud de la wilaya où le paysage s'ouvre sur les hautes plaines steppiques, l'on se trouve partout ailleurs dans un domaine relativement montagneux, constitué par les Djebels des Monts de Daia et de Saida. Il s'agit donc d'un contraste bien net entre le Sud et le Nord de la wilaya. La limite entre les deux milieux (nord, montagneux et sud steppique) se situe un peu au sud de la latitude de Moulay Larbi ; toute fois une limite plus nette se distingue et correspond à la ligne de partage des eaux de petits djebels au nord de Moulay Larbi et du djebel Sidi Youssef. De part et d'autre part de cette ligne l'écoulement des eaux se fait au nord dans le milieu montagneux et le régime hydrographique est de type endoréique ; et vers le sud dans le milieu steppique où le régime hydrographique est ici, de type exoréique. Ce territoire n'a donc pas de caractère

homogène : il se caractérise par une alternance de milieux très contrastés dont les grands ensembles sont au nombre de trois milieux (Saidi, 2017).

### 2.3. Le sol

Les sols de la wilaya de Saida présente des faits très contrastent de deux grands ensembles naturels l'un steppique et l'autre atlastique au nord. D'une manière générale, la steppe est caractérisée par une monotonie de terre, des sols arides, quand au tell, il existe plusieurs paysages (montagnes boisées, plaines et valles aérées) (Labani, 2005).

Sur les reliefs élevés, les sols à l'exception de ceux qui sont sous forêts, sont peu profonds et peu morcelés, tandis que dans les plaines et les vallées, les sols alluviaux dominant et leurs profondeurs varient selon la nuance topographique (Labani, 2005).

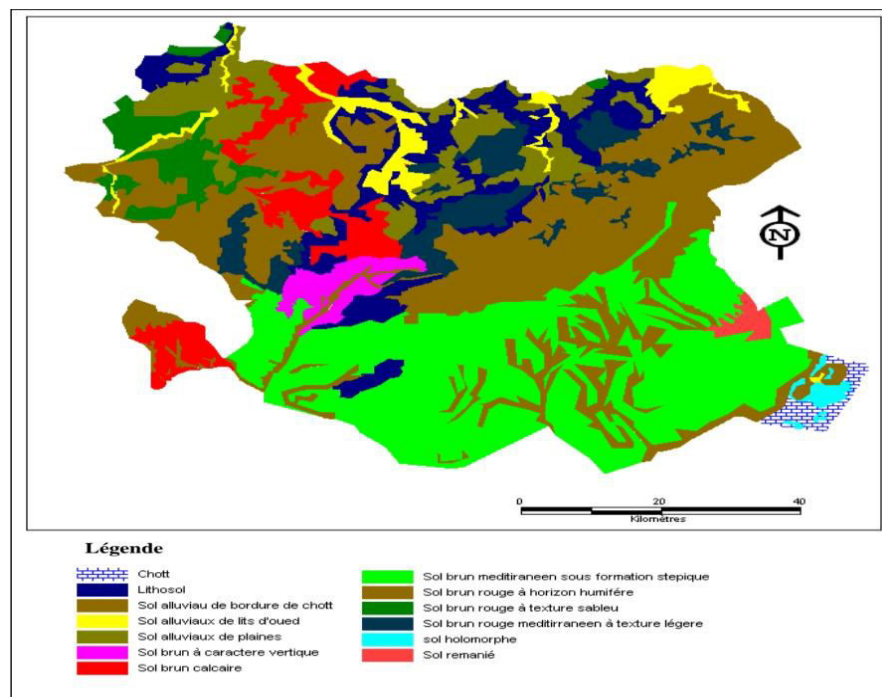


Figure 12 : Carte pédologique de la wilaya de Saida (B.N.E.D.E.R ,1992)

### 2.4. Hydrologie.

L'hydrographie de la région permet de distinguer plusieurs bassins superficiels où l'écoulement se fait vers le nord, exception faite du bassin du Chott chergui où l'écoulement se fait vers le sud. La nature essentiellement carbonatée des roches qui constituent la zone a permis aux oueds de ces bassins de creuser des vallées très encaissées

et des lits très profonds et étroits, leur solidité a favorisé la dissolution en profondeur donnant une véritable région Karstique. A ce propos Deschamps (1973), note : « Etant donné la disposition du plateau de Saida, légèrement bombé au centre et descendant en pente douce vers ses bordures, l'hydrographie de la région permet d'y distinguer plusieurs bassins superficiels ». il s'agit du bassin de l'oued Saida, bassin de l'oued Tiffrit, bassin de l'oued El Abd et le bassin du Chott Chergui : il s'agit de la bordure Nord de la dépression du Chott, et la surface intéressant le plateau de Saida qui s'étend sur près de 250 Km<sup>2</sup> (Abdelouahab , 2017).

## 2.5.. Le climat

### 2.5.1. Précipitation

La pluviosité est le facteur essentiel qui permet de déterminer le type de climat. En effet, cette dernière conditionne le maintien et la répartition de la couverture végétale (Djebaili, 1978). Les zones recevant plus de 400 mm sont considérées comme semi-arides, subhumides ou humides (Emberger, 1930) selon l'importance des précipitations. Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat (Le Houerou et *al.* 1979). A l'exception du mois de décembre, les quantités de précipitations enregistrées pour les autres mois sont faibles et peuvent avoir une influence néfaste sur le cycle végétatif du blé dur.

**Tableau 5 : Précipitations mensuelles enregistrées durant l'année 2020- 2021 à Saida (Webmaster 4)**

| Mois   | Oct. | Nov. | Déc. | Jan. | Fév. | Mar. | Avr. | Mai  |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| P (mm) | 3.0  | 35.0 | 53.7 | 29.3 | 2.7  | 21.2 | 24.3 | 15.5 |

### 2.5.2. Température

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour les formations végétales. Le régime thermique de la région est caractérisé par des températures très élevées en été et basses en hiver. Les températures les plus élevées sont enregistrées durant les mois de Juillet et Août, où elles atteignent un maximum de 36 °C en moyenne. Les basses températures se manifestent au mois de février avec une température moyenne de 9° C (tableau 6).

**Tableau 6 : Températures moyennes mensuelles de l'année 2020-2021 pour la station de Saida (Webmaster 4)**

(M : Température maximale, m : Température minimale, T : Température moyenne)

| Mois   | Oct.        | Nov.         | Déc.        | Jan.       | Fév.         | Mar.         | Avr.        | Mai          |
|--------|-------------|--------------|-------------|------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| M (°C) | 25.3        | 21.3         | 14.5        | 14.7       | 20           | 19.2         | 23.4        | 29.7         |
| m (°C) | 10.1        | 8.6          | 6.3         | 4.3        | 6.9          | 6.5          | 9           | 12.0         |
| T (°C) | <b>17.7</b> | <b>14.95</b> | <b>10.4</b> | <b>9.5</b> | <b>13.45</b> | <b>12.85</b> | <b>16.2</b> | <b>20.85</b> |

### 3. Etude morphométrique

L'analyse biométrique est une interprétation mathématique des caractéristiques biologiques d'une espèce, destinée à déterminer son identité de manière irréfutable (Mostefai, 2012). Les paramètres biologiques étudiés concernent la croissance, la taille, le poids, la naissance, la mortalité entre autres. Les caractères appartenant aux plantes d'une même famille ou d'un même genre dans les régions souvent extrêmement variées peuvent changer selon le milieu où elles se trouvent (Barbero, 1990).

#### 3.1. Méthodologie

La caractérisation morphologique a été établie sur la base de descripteurs qualitatifs et quantitatifs (UPOV, 2012). Deux parcelles ont été choisies pour chaque station ; l'une tenue en régime pluvial et la deuxième en régime irrigué L'étude a été faite aussi bien sur les caractères morphologiques qualitatifs que quantitatifs. Pour l'ensemble de ces caractères les mesures ont porté sur 40 individus en utilisant un ruban mètre.

#### 3.2. Caractères quantitatifs

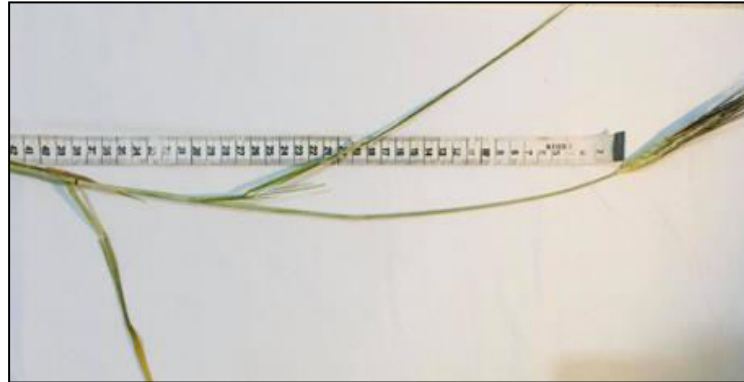
Les caractères quantitatifs pris en considération sont:

- **La hauteur de la plante en (cm):** c'est la longueur comprise entre la base de la plante jusqu'à l'extrémité supérieure de l'épi.



**Figure 13 : Mesure de la longueur de la plante (cliché Allem et Souag, 2021).**

- **La longueur du col de l'épi en (cm):** c'est la longueur comprise entre la dernière feuille de la tige (base du limbe) et la base de l'épi.



**Figure 14 : Mesure de la longueur du col de l'épi (cliché Allem et Souag, 2021).**

- **La longueur de l'épi (LE) en (cm):** c'est la longueur comprise entre sa base (1er article du rachis) et le sommet de l'épillet terminal (barbes non comprises).

- 



**Figure 15 : Mesure de la longueur de l'épi (cliché Allem et Souag, 2021).**

- **Nombre d'épillets par épis :** il est obtenu par dénombrement direct par comptage manuel des épillets sur chaque épi.

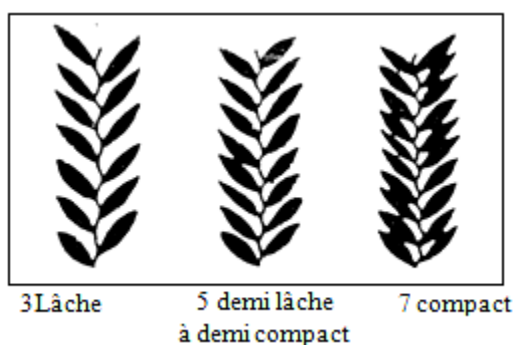
- **Poids de 1000 grains :** il est obtenu par pesée directe sur balance de précision de 1000 grains provenant de chaque population. Il est exprimé en gramme.

-

### 3.3. Caractères qualitatifs

Les paramètres qualitatifs sont mesurés après récolte

- Couleur de l'épi (CE)
- Forme de l'épillet
- Compacité de l'épi (CPE) : Ce caractère est déterminé par l'importance des espacements existants entre les épillets (**figure 16**). Elle peut être déterminée par dénombrement des épillets puis division du nombre obtenu par la longueur de l'épi. Plus le rapport est élevé, plus la compacité est élevée (UPOV, 2012).
- Présence ou absence de barbes (**figure 17**).



**Figure 16 : Différents types de compacité d'épi (UPOV, 2012)**



**Figure 17 : Répartition des barbes sur les épis (UPOV, 2012)**

## *Chapitre III*

### Résultats et discussion

## CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats de l'étude morphométrique, qui a porté sur une détermination quantitative et qualitative des plantes de blé dur, nous ont permis d'obtenir les caractéristiques suivantes :

### 1. Caractères quantitatifs

Les tableaux ci-dessous représentent les résultats obtenus des différents caractères qualitatifs.

#### 1.1. La hauteur de la plante

Les différentes mesures effectuées sur les plantes de blé dur ont montré que la hauteur de la plante chez le blé irrigué est largement supérieure que celle du blé non irrigué dans les deux stations. Les hauteurs de plantes moyenne enregistrées chez les deux échantillons de blé dur dans la station de Chlef dépassent celles enregistrées dans la wilaya de Saida. Ce ci est du à la différence des conditions climatiques, notamment les faibles précipitations. La taille des plantes du blé dur à Chlef est très importante surtout chez l'échantillon irrigué. Ce la traduit l'effet de l'irrigation sur la croissance de l'appareil végétal.

**Tableau 7: La hauteur de la plante du blé dur**

| Station                          | Chlef        |         | Saida        |         |
|----------------------------------|--------------|---------|--------------|---------|
| Echantillon                      | irrigué      | Pluvial | irrigué      | pluvial |
| <b>Hauteur de la plante (cm)</b> | <b>82,07</b> | 66,52   | <b>58,92</b> | 43,35   |

Les sélectionneurs ont longtemps admis que les variétés de céréales les plus tolérantes à la sécheresse étaient des variétés à paille haute. L'existence d'une liaison positive entre la hauteur de la plante et la tolérance à la sécheresse peut s'expliquer d'une part, par l'aptitude des génotypes à paille haute à remplir le grain en cas de déficit hydrique terminal par la quantité d'assimilés stockés dans la tige et la capacité de remobiliser ces réserves vers le grain (Blum, 1988 ; BahIouli *et al.*, 2005 ; Annichiarico *et al.*, 2007). D'après BahIouli *et al.*, 2006, la participation des tiges au remplissage des grains est relativement plus importante à mesure que le milieu devient contraignant.

## 1.2. La longueur moyenne du col de l'épi

Généralement les longueurs de col de l'épi mesurées pour les quatre échantillons sont élevées. La longueur moyenne du col de l'épi mesurée chez les échantillons irrigués est supérieure à celle des échantillons non irrigués.

**Tableau 8 : La longueur moyenne du col de l'épi**

| Station           | Chlef   |         | Saida   |         |
|-------------------|---------|---------|---------|---------|
|                   | irrigué | Pluvial | irrigué | pluvial |
| Col de l'épi (cm) | 33,96   | 21,37   | 31,05   | 13,38   |

La longueur du col est souvent associée à la résistance à la sécheresse. Elle a été proposée comme critère de sélection des géotypes tolérants au stress hydrique (Fisher et Maurer, 1978). Ce caractère a toutefois un déterminisme génétique plus complexe que celui de la hauteur de la plante (Berkani, 2012). L'importance de ce caractère s'expliquerait par les quantités d'assimilat stockés dans cette partie de la plante qui sont susceptibles d'être transportés vers le grain en conditions de déficit hydrique terminal (Gate *et al.*, 1992). Selon Auriou (1978) un col de l'épi long constitue également une protection contre la contamination de l'épi par les spores de *Septoria* à partir des dernières feuilles.

## 1.3. La longueur de l'épi

La longueur de l'épi moyenne la plus élevée a été enregistrée pour l'échantillon de blé dur irrigué dans la wilaya de Saida et atteint plus de 7 cm. Pour le reste des échantillons, la longueur moyenne de l'épi est égale à 5,5 cm. Berkani et Bensouala, (2020) ont trouvé la même longueur d'épi à Sidi Bel Abbès chez le blé dur non irrigué.

**Tableau 9 : La longueur de l'épi**

| Station                | Chlef   |         | Saida   |         |
|------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                        | irrigué | Pluvial | irrigué | pluvial |
| Longueur de l'épi (cm) | 5,53    | 5,56    | 7,65    | 5,57    |

C'est une moyenne qui est moins importante par rapport à celle enregistrée par Berkani (2012), et qui est égale à 13 cm. Selon Djekoun *et al.* (2002), une longueur importante de l'épi est un paramètre prédictif d'un indice de récolte et du potentiel de rendement élevé. D'après ces auteurs, il est évident que la longueur de l'épi est un caractère de rendement et d'adaptation au stress hydrique. L'épi a une fonction photosynthétique importante au cours du remplissage du grain (Febrero *et al.*, 1990) ; sa contribution à la photosynthèse de la plante entière varie de 13% (Biscope *et al.*, 1975) à 76% (Evans et Rawson, 1970) ; en cas de stress hydrique, il participe même plus activement à la photosynthèse que la feuille étandard en raison de la sénescence des feuilles (Febrero *et al.*, 1990).

#### 1.4. Le nombre d'épillets par épi

La fréquence du nombre d'épillets par épi est variable entre les populations. Le nombre d'épillets par épi le plus important correspond à la longueur d'épi la plus élevée et qui est enregistrée chez la population irriguée de Saida. Pour les autres populations ce nombre varie de 13 à 14 épillets par épi. Le dénombrement des épillets est un indice de fertilité chez le blé dur.

**Tableau 10 : Le nombre d'épillets par épi**

| Station                          | Chlef     |         | Saida        |         |
|----------------------------------|-----------|---------|--------------|---------|
|                                  | irrigué   | Pluvial | irrigué      | pluvial |
| <b>Nombre d'épillets par épi</b> | <b>14</b> | 14,45   | <b>18,25</b> | 13,35   |

#### 1.5. Poids de 1000 grains

D'après le tableau ci dessous, nous constatons qu'il n'y a pas une grande différence de poids de 1000 grains entre les populations de blé dur irriguées et non irriguées. Par contre ; on constate une grande différence de poids entre les deux régions ; pour la wilaya de Chlef le rendement est très important pour les deux populations en régime irrigué et pluvial. Par conséquent, l'irrigation n'a pas un effet considérable sur le rendement exprimé en poids de 1000 grains.

Tableau 11: Poids de 1000 grains

| Station                  | Chlef   |         | Saida   |         |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Echantillon              | irrigué | Pluvial | irrigué | pluvial |
| Poids 1000 grains<br>(g) | 50      | 46      | 26      | 31      |

Ce critère subit des fluctuations liées en particulier à l'échaudage. Il est utilisé surtout dans la sélection des variétés pour caractériser la grosseur et la densité des grains. Rasmussen et *al.*, (2003) qui rapportent qu'une bonne répartition de la pluie au cours du cycle développement de la culture et la recharge de la réserve en eau du sol au cours de l'hiver conduisent à un faible effet du stress hydrique en fin de cycle et améliorent l'utilisation de l'eau par la culture. Ce ci explique les bons rendements enregistrés dans la wilaya de Chlef. Grignac (1981) précise que le poids de 1000 grains diminue lorsque la fertilité de l'épi augmente. Ce poids dépend fortement des conditions climatiques et de la nutrition azotée durant la maturation.

## 2. Caractères qualitatifs

### 2.1. Couleur de l'épi

La majorité des accessions présentent une couleur blanche de l'épi. Selon Teresa et *al* (2009), les cultivars issus de régions bénéficiant d'une forte intensité lumineuse ont une tendance à développer des pointes de couleur blanche au niveau de l'épi.

### 2.2. Forme de l'épillet

La forme pyramidale est la plus répandue pour les épis de blé dur échantillonné dans notre station



**Figure 18: Forme pyramidale de l'épi (cliché Allem et Souag, 2021)**

### 2.3. Compacité de l'épi

La compacité de l'épi a été calculée en prenant en considération la longueur de l'épi et le nombre d'épillets par épi. Sa valeur moyenne pour l'ensemble des échantillons de plantes de blé dur est égale à plu de 2. Par conséquent, les populations étudiées présentent des accessions lâches (UPOV, 2012). Ceci peut avoir un effet néfaste sur la production puisqu'il est généralement admis qu'un bon rendement repose sur une bonne compacité de l'épi (Boudour, 2005).

**Tableau 12 : Compacité de l'épi**

| Station            | Chlef   |         | Saida   |         |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| Echantillon        | irrigué | Pluvial | irrigué | pluvial |
| Compacité de l'épi | 2,53    | 2,59    | 2,38    | 2,39    |



**Figure 19: La compacité lâche de l'épi (Cliché Allem et Souag, 2021)**

#### **2.4. Présence ou absence des barbes**

La majorité des accessions présentent des barbes. Elles sont réparties sur toute la longueur de l'épi (**figure 19**). ).



**Figure 20: Barbes sur toute la longueur de l'épi (cliché Allem et Souag, 2021).**

Nemmar (1980) mentionne que la présence des barbes chez les céréales augmente la possibilité d'utilisation de l'eau et l'élaboration de la matière sèche lors de la phase de maturation du grain. Lors de la phase de remplissage du grain, la photosynthèse est moins sensible à l'action inhibitrice des hautes températures chez les génotypes barbus comparativement aux génotypes glabres (Fokar *et al.*, 1998).

Teich (1982) et Teresa M. (2009) indiquent que les génotypes barbus sont recherchés surtout dans les zones où le climat est sec et chaud, alors que les génotypes sans barbes sont prédominants dans les régions tempérées et humides photosynthèse bien après la sénescence de la feuille étendard. La présence des barbes contribue pour plus de 7% à l'augmentation des rendements sous stress hydrique. La présence de

barbes est un caractère souvent considérable en cas de déficit hydrique. En effet, la présence de barbes, par leur port dressé et leur position au voisinage immédiat de la graine augmente la possibilité d'utilisation de l'eau et l'élaboration de la matière sèche lors de la phase de formation du grain surtout après la sénescence des feuilles étendards (Monneveux et Nemmar, 1986 ; Gate et *al.*, 1992).

## *Conclusion*

## CONCLUSION

Parmi les céréales, le blé dur (*Triticum durum*) compte parmi les espèces les plus anciennes et constitue une grande partie de l'alimentation de l'humanité, d'où son importance économique dans le monde et en Algérie. Il présente de grandes adaptations aux conditions du milieu.

Les paramètres morphométrique ont été étudiés chez quatre populations de blé dur soumises à des conditions différentes (pluviale et irrigation) dans deux régions différentes Chlef et Saida.

L'évaluation des caractères quantitatifs du blé dur nous a permis de faire les constatations suivantes:

La hauteur de la plante chez le blé irrigué est largement supérieure à celle du blé non irrigué dans les deux stations. Les hauteurs de plantes moyenne enregistrées chez les deux échantillons de blé dur dans la station de Chlef dépassent celles enregistrées dans la wilaya de Saida.

Généralement les longueurs de col de l'épi mesurées pour les quatre échantillons sont importantes. Les longueurs moyennes du col de l'épi mesurées chez les échantillons irrigués sont supérieures à celle des échantillons non irrigués.

La longueur de l'épi moyenne la plus élevée a été enregistrée pour l'échantillon de blé dur irrigué dans la wilaya de Saida et atteint plus de 7 cm.

Le nombre d'épillets par épi le plus important correspond à la longueur d'épi la plus élevée et qui est enregistrée chez la population irriguée de Saida.

Concernant le poids de 1000 grains, il y a une faible différence de poids de entre les populations de blé dur irriguées et non irriguées. Par conséquent, l'irrigation n'a pas un effet considérable sur le rendement.

La caractérisation qualitative du blé dur à différentes conditions et dans les stations étudiées nous a permis de faire une description détaillée du blé. Il s'agit des épis de couleur blanche barbus sur toute la longueur. Les épillets sont de forme pyramidale. Concernant la compacité des épis, elle n'est pas très importante. Ce qui va avoir un effet négatif sur la productivité.

L'ensemble des résultats obtenus, nous permettent de conclure que l'effet de l'irrigation sur les populations de blé dur étudiées est surtout constaté au niveau de

## *Conclusion*

---

quelques caractères quantitatifs. Ce sont la hauteur de la plante et la longueur du col de l'épi qui ont manifesté un effet positif à l'irrigation d'où une taille importante chez le blé irrigué. Par contre les caractères liés au rendement sont presque identiques chez les deux populations irriguées et pluviales et dans les deux stations d'étude.

## *Références Bibliographiques*

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Abdelouahab A., 2017** - Approche et Etude pluviométrique dans la région de Saïda. Mémoire de Master en agronomie. Université de Mostaganem p 12.
- **ABH Cheliff Zahrez., 2003** - Schéma directeur d'aménagement Hydraulique de la Wilaya de Chlef. *Rapport de synthèse sur l'évaluation des ressources en eau et en sols* ; Synthèse Mission I, Chlef. pp. 5-13.
- **ANDI., 2008** - Agence National de Développement de l'Investissement. Monographie de la wilaya de Chlef. Guichet Unique Décentralisé de Blida. Pp. 3-17.
- **Annichiarico P Abdellaoui Z., Kelkouli M., Zerargui H., 2005** - Grain Yield, Strawyield And Économique Value Of Tall And Semi Dwarf Durum Wheat Cultivars In Algeria. *J.Afr.Sci.* 143: P57-64.
- **Anonyme, 2009** - ITGC, céréaliculture, revue n°52-volume1-1er semestre 2009, p18-19.
- **Anonyme.A, 2007**- La biologie de *Triticum turgidum* ssp. durum. Document d'accompagnement des Critères d'évaluation du risque environnemental associé aux végétaux à caractères nouveaux (Dir 94-08).
- **Aouadj S., & Gacem A., 2009** - Utilisation des S.I.G pour la cartographie de risque d'érosion hydrique du sol dans la région de Saida. 40p
- **Auriau Ph., 1978** - sélection pour le rendement en fonction du climat chez le blé. *Ann. Ina el Harrech*8 (2) : 5- 14.
- **Auriau P., 1978**. Sélection pour le rendement en fonction du climat chez le blé dur. *Ann Argon d'El-Harrach*. Vol 8 N°2 ,1- 14. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France) INRA. (Les colloques n°64).
- **Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A. & Hassous K. L., 2005** - Selection of highyielding and risk efficient Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under semi sarid conditions. *Pak. J. Agro.*, 4: 360-365.
- **Barbero M., Loisel R. & Quezel P., 1990** - La Phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. *Rev. Forêt Méd.* XII. 3 Marseille, pp. 194-216.

- **Belahcene. N.B., Debabsa R. & Djouamaa M 2008** - Comportement morphologique, physiologique et biochimique de trois variétés de blé dur (*Triticum durum*.desf) sous traitement par un fongicide. DES Université de Souk Ahras
- **Bencharif A., Lemeilleur S., & Tozanli S., 2009** - Dynamique des acteurs dans les filières agricoles et agroalimentaires. Options Méditerranéennes, B 64, Perspectives des politiques agricoles en Afrique du Nord ; pp 94-142.
- **Benseddik, B., Khelloufi B., 2000** - Impact du risqué climatique sur le rendement du blé dur (*Triticum durum* Desf.) en zone semi-aride : approche éco-physiologique. Science et changements planétaires / Sécheresse, 11 (1) :45 -51.
- **Berkani C. & Bensouala H. , 2020** – Contribution à une étude morphométrique du blé du dans la région de Sidi Bel Abbès. Mémoire de master et biologie de la conservation. UDL de Sidi Bel Abbès.
- **Berkani S., 2012** - Caractérisation morphologique de quelques populations locales de blé tendre (*Triticum aestivum* 1.), de la région d'Adrar. Mémoire de Magister en Sciences Agronomiques. Ecole Nationale Supérieure Agronomique.87p.
- **Blum A., 1988** - Plant breeding for stress environments. CRC Press Inc Florida, USA; 223p.
- **Bouazza, Z., Jalil, M., Charfi, R.& Zerouali A. , 2002** - Vulnirabilité et adaptation du secteur irrigué au Maroc face aux impacts des changements climatiques, Des Travaux Publics, Casablanca, Maroc Département de l'Environnement; MATHUE, Rabat, Maroc. Conférence Internationale Organisée à Agadir par l'ANAFID. Pp.1-13.
- **Boudour L., 2005** - Etude des ressources phytogénétiques de blé dur (*Triticum durum* Desf) algérien: Analyse de la diversité génétique et des critères d'adaptation au milieu. Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mentouri de Constantine. 142 p.
- **Boufenar, O., Zaghouane, F. & Zaghouane O., 2006** - Guide des principales variétés de céréales à paille en Algérie (blé dur, blé tendre, orge et l'avoine) I.T.G.C. première édition. Pp 23-29.
- **Boumdouha S. & Krim K., 2019** - Quelques caractères physiologiques et morphologiques de tolérance de blé dur (*Tricticum durum* Desf.) de deux génotype (WAHA et GTA) à la salinité. Mémoire de Master en Science Biologique.
- **Bourahla S. & Hadji A., 2009** - L'effet de stress hydrique sur la teneur de chlorophylle de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de DES en biologie. M'sila. PP : 4-5.

- **Bouthier A., Deswarte J.C. & Deumier J.M. 2012** - irrigation des céréales blé tendre, blé dur, orge de printemps.40 p
- **Boyer J.S., 1982** - Plant productivity and environment. *Rev Sci*, new series, P 443.
- **Bozzini, A., 1988** - Origin, distribution and production of durum wheat in the world. In Fabriani G. & Lintas C. (éd). *Durum: Chemistry and Technology*. AACC (Minnesota). Etats-Unis : 1-16 p.
- **Braun H.J., Atlin G. & Payne T., 2010** - Multi location testing as a tool to identify plant response to global climate change. In: Reynolds C.R.P. (Ed.). *Climate change and crop production*, CABI, London, UK. Pp. 115-138.
- **Bruzeau C., 2009** - Identification et formalisation des pratiques de fertilisation azotée et d'irrigation du blé dur : conception d'un modèle de décision, mémoire de fin d'études Agrocampus Ouest, 103 p.
- **Clark J.M., Norvell W.A., Clark, F.R. & Buckley T.W., 2002** - Concentration of cadmium and other elements in the grain of near-isogenic durum lines. *Can. J. Plant Sci./Revue canadienne de phytotechnie*. 82 : 27-33 p
- **Clement G. & Prats J., 1970** - Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. 351 p.
- **Conservation des forêts de Saïda, 2008** - Schéma directeur d'aménagement des forêts urbains de Madinet El Ogbane. Saïda, Mission --II--, 90 p.
- **D.P.A.T. 2011-** Monographie de la wilaya de Saïda. Saïda, 151 p., 10 fig., 170 tab.
- **Djebaili S., 1984** - Rapport phytoécologique et pastoral (wilaya de Djelfa), U.R.B.T, 159 p.
- **Djekoun A., Ykhlef N., Bouzerzour H., Hafsi M., Hamada Y. & Kahali L. 2002** - Production du blé dur en zones semi-arides : Identification des paramètres d'amélioration du rendement. III journées scientifiques sur le blé dur 11, 12, 13 février 2002. Univ. Mentouri. Constantine.
- **Drake B.G., González-Meler M.A. & Long, S.P., 1997** - More efficient plants: a consequence of rising atmospheric CO<sub>2</sub>? *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 48. Pp. 609-639.
- **Dupont, 1982-** Hemicellulosic polymers from cell walls of beeswing wheat bran: Part I, polymers solubilised by alkali at 2 °. *Carbohydr. Research* 163: 99p.
- **Dvorak J. M.C. Luo Z.L., Yang & Zhang, H.B., 1998** - “ the structure of the *Aegilops tauschii* genepool and the evolution of hexaploid wheat”, *Theor. Appl. Genet.* 657-70.

- **Emberger L., 1930** - La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Gén Bot, 42 (1) : 641-662.
- **Evans L.T. & Rawson H.M., 1970** - Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of the ear during grain development in wheat. Aust. J. Biol. Sci; 23 245.
- **Febrero A., Bort J., brown R.H. & Araus J.L., 1990** - The role of durum wheat ear as photosynthetic organ during grain filling in advanced trends in photosynthetic, Mallorca, Spain.
- **Feillet P., 2000** - Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris.
- **Feldman M. & Sears E.R., 1981** - "the wild gene resources of wheat", Sci. Am., 244, 98-108pp.
- **Feldman P.D., 1976** - Nitric Oxide gamma band emission in an aurora. Geophysical Research Letters 3: doi: 10.1029/GL003i001P00009. Issan: 0094\_8276.
- **Fisher R.A. & Maurer R., 1978** - Drought resistance in spring wheat cultivars 1 Grain yield responses. Aust. J. Agric. Res. 29: 897-912.
- **Flozwes T.J., 2004** - Improving crop salt tolerance. J. Exp. Bot., 55, 307-19.
- **Fokar M., Nguyen H .T. & Blum A., 1998** - Heat tolerance in spring wheat II. Grain Filling. Eupytica 104,9 – 15.
- **Gate P., & Giban M., 2003** - Stade du blé, Ed. Paris, ITCF .68p
- **Gate P., Bouthier A., Casablanca H. & Deleens E., 1992** - Caractères physiologique 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. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerrané. Ed. Paris : 61-73.
- **Gate, P., 1995** - Ecophysiologie du blé, Edit. Lavoisier, Paris, Technique et documentation, 429, p.
- **Gates D. R., Baghdasarian G. & Muscatin L., 1992** -Temperature Stress Causes Host Cell Detachment in Symbiotic Cnidarians: Implications for Coral Bleaching. University of Hawai'i at Mānoa. Biological Bulletin 182(3)
- **Grignac P., 1981** - Rendement et composantes du rendement du blé d'hiver dans l'environnement méditerranéen français. In: Limites de potentialité de production du blé dans différents systèmes de culture et dans différentes zones méditerranéennes, Séminaire de Bari, 30 sept-2 oct, 185-197

- **Hannachi, A. Fellahi, Z. & Bozerzour H., 2016** - Analyse diallèle des caractères associés à l'adaptation du blé dur. 3p.
- **Hucl, P. & Baker R.J., 1998** - Tilling Patterns of spring wheat genotype grown in a semi arid environment .Can J Plant Sci 1989 , 69 ;71, 9.
- **Kacem N., 2005** - Embryogenèse somatique et variation somaclonale chez le blé dur et tendre (culture d'embryons matures et immatures). Mémoire en Biotechnologie Végétales. Constantine.
- **Labani, A., 2005** - Cartographie écologique et évaluation permanente des ressources naturelles et des espaces productifs dans la wilaya de Saida. Thèse doctorat, université de Sidi Bel Abbés, 165 p.
- **Le Houerou, H.N., 1997-** Etudes bioclimatique des steppes Algérienne. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger, 1-42 pp. Utilisation des S.I.G pour la cartographie de risque d'érosion hydrique du sol dans la région de Saida.
- **Mazouz L., 2006** - Etude de la contribution des paramètres phéno-morphologiques dans l'adaptation du blé dur (*Triticum durum. Desf*) dans l'étage bioclimatique semi aride. Mémoire de magister en sciences agronomiques.
- **Mekhlouf A., Bouzerzour H., Dehbi F. & Hannachi A. 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 Proceeding Séminaire sur la valorisation des milieux semi-arides. OEB.
- **Monneveux P.H. & Nemmar M., 1986** - Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez le blé tendre (*Triticum aestivum L.*) et chez le blé dur (*Triticum durum Desf.*). Etude de l'accumulation de la proline au cours du cycle de développement Agronomie, 6(6). 583-590.
- **Mostefai A., 2012** - Contribution à une étude morphométrique de *Rosmarinus officinalis L* (Lamiacées) dans la région de Tlemcen. Mémoire de Master II En Ecologie et Environnement. Université de Tlemcen.123 p.
- **Nedjah I., 2015** - Changement physiologiques chez des plantes (Blé dur *Triticum durum Desf.*) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb). Thèse de doctorat, département de biologie, Université Badji Mokhtar de Annaba
- **Nemmar M., 1980** - Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés de blé dur et du blé tendre: accumulation de la proline sous l'effet du stress hydrique. Thèse de DEA. Agronomie méditerranéenne, Montpellier, France, 73 p.

- **Oufroukh F. & Hamadi M., 1993** - Maladies et ravageur des céréales. In benchabane K.D. et Ould-Mekgloufi L. 1998. Evaluation phénologique de quelques variétés d'orge (*hordeum vulgare* L.) et leur sensibilité vis-à-vis de *drechslera graminea* Rab.Mém. Ing Agro.INA.El-harrach.PP59-62.
- **Partas & Clemental-Grancourtm. , 1971** - Les céréales. EdJ.B. Baillièrre et fils.
- **Păuneț P., 2010** - Contributions to the study of biology, ecology and control of principal pests of cereal crops in the conditions of Vaslui County”. PhD (Dissertation) University of Applied life sciences and environment in Romania.
- **Rasmussen A.K., Chatterjee A., Rasmussen LJ & Singh K.K., 2003** - Mitochondria-mediated nuclear mutator phenotype in *Saccharomyces cerevisiae*. *Nucleic Acids Res* 31(14):3909-17.
- **Robert M., 2002** - La séquestration du carbone dans les sols pour une meilleure gestion du sol. *Rapport sur les ressources en sols du monde. 96*, Institut National de Recherche Agronomique. Paris, France. Pp. 17-27.
- **Ruel T., 2006** - Document sur la culture du blé, édition Educagri.
- **Saidi A.,** - Inventaire et analyse de la phytodiversité dans les steppes à armoise blanche de la wilaya de SAIDA (Algérie occidentale). Université de Sidi Bel Abbes.
- **Simon H., Codaccioni P& Lequeur X., 1989** - Produire des céréales à paille. Coll. Agriculture d'aujourd'hui. Science, Techniques, Applications. pp. 63 - 67; pp. 292 - 296.
- **Soltner D., 1990** - Les grandes productions végétales. 17<sup>ème</sup> Edition . Science et technique agricoles. France, 21-25.
- **Teich A.H., 1982** - Interaction of awns and environment on grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal Res. Commun.* 10, 11-15 pp.
- **Teresa M., Dos Santos M., Ganança F., Salaski J., Miguel A. & Pinheiro de carvalho A., 2009** - Morphological characterization of wheat genetic resources from the island of madeira, Portugal. *Genet Resour Crop Evol.* 56:636-375. .
- **UPOV, 2012** - Union Internationale Pour La Protection Des Obtentions Végétales.Principes directeurs pour la conduite de l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité du blé dur (*Triticum durum*).
- **Varshney R.K., Balyan H.S. & Langridge P., 2006** - Genome mapping and molecular breeding in plants. *Cereals and Millets*, 1(2) : 79-134
- **Yves H. & Buyer J., 2000** - l'origine des blés. Pour les sciences hors série n° 26.60 -

62 pp. **Annicchiarico P., Bellah F. & Chiari T., 2007** - Repeatable genotype x location interaction and its exploitation by conventional and GIS-based cultivar recommendation for durum wheat in Algeria. *Journal of Cereal Science*

- **Zaghouane O., Merabti A., Zaghouane-Boufenar F., Aitabdellah F., Amrani M. et Djender Z., 2006** - Durum quality and progressing by rural woman in the region of high plateau in Algeria. ITGC / ICARDA. 38 p.
- Webmaster 1 [www.memoireonline.com](http://www.memoireonline.com)
- Webmaster 2: [www.plant-pictures.de](http://www.plant-pictures.de)
- Webmaster 3: [www.arvalis-infos.fr](http://www.arvalis-infos.fr)
- Webmaster 4: [www.infoclimat.fr](http://www.infoclimat.fr)
- webmaster 5 : [www.planet-vie.ens.fr](http://www.planet-vie.ens.fr)
- Webmaster 5: [www. agro.basf.fr](http://www.agro.basf.fr)
- Webmaster 6: [www.plante-vie.ens.fr](http://www.plante-vie.ens.fr)
- Webmaster 7: [www.ecophytopic.fr](http://www.ecophytopic.fr)