



DEPARTEMENT D'AGRONOMIE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par

**M<sup>lle</sup> Ouared Rachida**

Pour l'obtention du diplôme de

**MASTER EN AGRONOMIE**

**Spécialité : AMÉLIORATION DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES**

THÈME

**Etude de la variabilité de doses d'apports d'azote aux stades : tallage et début floraison sur deux variétés de blé dur (Boussalem, Simeto) dans les conditions agro-pédologiques de la région de Tiaret.**

Soutenu publiquement le 26 Septembre 2016

DEVANT LE JURY

|           |                  |       |                          |
|-----------|------------------|-------|--------------------------|
| Président | Labdaoui Djamel  | M.A.A | Université de Mostaganem |
| Encadreur | Debba Bachir     | M.A.A | Université de Mostaganem |
| Examineur | Tadja Abdelkader | M.C.A | Université de Mostaganem |

Thème réalisé au niveau de l'ITGC de Tiaret 2015-2016.

*Dédicace :*

*Je dédie ce travail en premier lieu à mes parents qui me sont très chers en témoignage à lieu soutient pendant toute ma vie car aucun mot ne pourra exprimer ma haute gratitude et profonde affection.*

*Je le dédie aussi :*

*A mes frères « Ahmed- Abd Nacer(rabi yrhmo)-karima- Tayeb-Saida-Zohra-Houcine-Toufik » et a toute la famille Ouared et Kaddouri .*

*A tous mes amis surtout Amina-Badra- folla- fatima- fatima Z-Tuta- Atika-Danouna- Djamila- Safia-Kholoud-Imen-Wassila - Nassima-Amine- Yassmina-Fatiha- Ahlem-Rachida-Soumia-Nassira- Souha- Houria, a tous mes collègues d'APV.*

## **Remerciement**

*Nous Remercions Dieu de nous avoir donné la volonté et le Courage qui nous ont permis de réaliser ce travail.*

*Je tiens à remercier : M.A.A Debba Bachir et Ingénieura Bouabdelli a qui nous devons le sujet, pour leur disponibilité et précieux conseils tout au long de ce travail.*

*Je remercie également les membres de jury M.A.A LAbbdaoui dj, M.C.ATadja A qui ont accepté de juger ce travail.*

*Mes vifs remerciements vont aux ingénieurs de la station ITGC de Tiaret, je tiens à remercier, Ben Aissa Tayeb et Gammour Djilali.*

*Bien entendu, je tiens à remercier mes parents, pour leurs sacrifices et leur patience, tout au long de mes études.*

*Je remercie toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin pour la réalisation de ce travail.*

*Enfin, je remercie tout particulièrement ceux que j'ai oubliés, en les priant de bien vouloir m'excuser.*

# Sommaire

Dédicaces

Remerciement

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures

Résumé

## Partie I : Synthèse bibliographique

### CHAPITRE I

Introduction

|  |    |
|--|----|
| 1-Culture du blé.....  | 01 |
| 1-1-Importance du blé dur.....                               | 01 |
| 1-1-1-Dans le monde.....                                     | 01 |
| 1-1-2- Importance en Algérie .....                           | 02 |
| 1-2- origine du blé dur.....                                 | 04 |
| 1-2-1- description générale, culture.....                    | 04 |
| 3- Cycle de développement du blé dur.....                    | 05 |
| 1-3- la période végétative.....                              | 06 |
| *phase germination-levée.....                                | 06 |
| *phase levée-tallage.....                                    | 06 |
| 1- stade de formation du plateau de tallage .....            | 06 |
| 2- stade d'émission des talles .....                         | 06 |
| 1-3-2- La période reproductrice.....                         | 06 |
| *phase montaison et le gonflement .....                      | 07 |
| *phase d'épiaison et de fécondation.....                     | 07 |
| 1-3-3- la période de formation et maturation des grains..... | 07 |

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| *phase de grossissement du grain..... | 07 |
| *phase de maturation .....            | 07 |

## CHAPITRE II

|   |    |
|---|----|
| 2-Valorisation du blé dur .....                                 | 09 |
| 2-1-Structure et composition chimique du grain du blé dur ..... | 09 |
| 2-1-1-Structure du grain .....                                  | 09 |
| *péricarpe ou enveloppe .....                                   | 09 |
| *l'endosperme ou amande .....                                   | 09 |
| *le germe ou embryon .....                                      | 09 |
| 2-1-2- Composition chimique du grain .....                      | 09 |
| Le taux de moucheture .....                                     | 10 |
| Le taux de mitadinage .....                                     | 10 |
| Le calibrage .....  | 10 |
| Les principaux débouchés du blé dur.....                        | 10 |
| Les semoules.....   | 11 |

## CHAPITRE III

|   |    |
|---|----|
| 3-Fertilisation du blé dur.....                   | 12 |
| 3-1- Utilisation des fertilisants en Algérie..... | 12 |
| 3-2- L'application des fertilisants NPK .....     | 12 |
| 3-2-1-Application de P et K.....                  | 12 |
| 3-2-2-Application de l'azote (N).....             | 12 |
| 3-3-2-Effet sur la qualité.....                   | 14 |
| 4-2-Les maladies.....                             | 15 |
| 4-2-1Les fusarioses.....                          | 15 |
| 4-2-2-Le charbon du blé.....                      | 16 |
| 4-2-4-Les rouilles.....                           | 16 |

# CHAPITE IV

|   |    |
|---|----|
| Partie experimentation.....                   | 17 |
| I-Matériels et méthodes.....                  | 17 |
| 1-Présentation de la situation ITGC.....      | 17 |
| 1-1- Situation locale.....                    | 17 |
| 2-Caractéristiques de la structure ITGC ..... | 17 |
| 2-1- Occupation des sols .....                | 17 |
| 2-2-Etude du milieu.....                      | 17 |
| 2-2-1-Climat.....                             | 17 |
| 2-2-2-Température.....                        | 18 |
| 2-2-3- Précipitation.....                     | 18 |
| 2-2-4- Phénomènes accidentelles.....          | 19 |
| 3- Synthèse climatique.....                   | 20 |
| 4- Protocole de l'essai .....                 | 21 |
| 4-1- Matériel végétale utilisé .....          | 21 |
| 4-2- Dispositif mise en place .....           | 23 |
| 4-4- Conduite de l'essai .....                | 24 |
| 4-5-1-Le travail du sol .....                 | 24 |
| 5-Analyse d'un échantillon de sol .....       | 25 |
| 5-1- Analyses physiques .....                 | 25 |
| 5-1-1- Granulométrie .....                    | 25 |
| 5-1-2- Analyse du pH.....                     | 31 |
| 5-1-3- Matière organique .....                | 33 |
| -Analyses chimiques.....                      | 35 |
| 1-Dosage du calcaire total .....              | 35 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>2-Dosage du calcaire actif .....</b>        | <b>37</b> |
| <b>3-Mesure de la conductivité.....</b>        | <b>39</b> |
| <b>4- Dosage du l'azote total .....</b>        | <b>44</b> |
| <b>Résultat et discussion .....</b>            | <b>48</b> |
| <b>Conclusion Résultat et discussion .....</b> | <b>50</b> |

## Les listes des figures :

|  |    |
|--|----|
| <b>Figure 01</b> : Les principaux pays exportateurs de blé dur dans le monde (ITGC 2007).....  | 02 |
| <b>Figure 02</b> : Evolution de la production céréalière (2000- 2012) (source ITGC, 2012)..... | 02 |
| <b>Figure 03</b> : Les phases de cycle végétal du blé.....                                     | 08 |
| <b>Figure 04</b> : Epi sain et épi fusarie.....  | 15 |
| <b>Figure 05</b> : Grains sains et Grains fusaries.....  | 15 |
| <b>Figure 06</b> : Epi atteint par le charbon.....   | 16 |
| <b>Figure 07</b> : diagramme ombrothermique de la station de Tiaret.....                       | 20 |
| <b>Figure08</b> : Pipette de ROBINSON.....   | 28 |
| <b>Figure 09</b> : pH mètre.....   | 32 |
| <b>Figure 10</b> : Calcimètre de BERNARD.....  | 35 |
| <b>Figure 11</b> : Filtration .....  | 38 |
| <b>Figure12</b> : Titration.....   | 38 |
| <b>Figure 13</b> : Conductimètre.....  | 44 |
| <b>Figure14</b> : Aspirateur.....  | 46 |
| <b>Figure 15</b> : Digestion.....  | 46 |
| <b>Figure16</b> :Distillateur.....   | 46 |



## **Liste des abréviations**

**A** : argile

**C** : carbone organique

**CE** : conductivité électrique

**CIC** : conseil international des céréales

**H** : l'humidité

**ITGC** : institut technique des grandes cultures

**JNO** : virus de la jaunisse nanisane de l'orge

**Lf** : limon fin

**Lg** : limon grossier

**MO** : matière organique

**Mt** : millions de tonnes

**PMG** : poids de mille grains

**Pro** : production

**qx** : quintaux

**Rdt** : rendement

**Sf** : sable fin

**Sg** : sable grossier

**SG** : semoules grosse

**SGM** : semoules grosses moyennes

**SSSE** : semoules sassées super extra

**VMB** : virus de mosaïque du blé

**VMJB** : virus de mosaïque jaune du blé

## **Les listes des tableaux :**

|  |    |
|--|----|
| <b>Tableau 01 :</b> Production ( $10^6$ tonnes) mondiale de blé dur (FAO, 2007) .....  | 01 |
| <b>Tableau 02 :</b> Evolution de la superficie, production et rendement des blés en Algérie.....   | 03 |
| <b>Tableau 03 :</b> Composition des différentes parties du grain (Roudant et al., 2005).....   | 09 |
| <b>Tableau 04 :</b> Doses d'azote préconisés par (ITGC, 2013).....   | 13 |
| <b>Tableau 05 :</b> Variation de la température en cours de l'essai.....   | 18 |
| <b>Tableau 06 :</b> Les précipitations, mensuelles (mm) au cours de l'essai.....   | 19 |
| <b>Tableau 07:</b> Evolution des accidents climatiques au cours de l'essai.....  | 20 |
| <b>Tableau 08:</b> Les caractéristiques morphologiques, culturales et qualitatifs des deux variétés expérimentées (Boufenar et al., 2006)..... | 22 |
| <b>Tableau 09 :</b> Analyse d'un échantillon de sol.....   | 30 |
| <b>Tableau 10 :</b> pH mètre.....  | 33 |
| <b>Tableau 11 :</b> Matière organique %.....   | 34 |
| <b>Tableau 12 :</b> Calcaire%.....   | 39 |
| <b>Tableau 13:</b> Conductivité électrique $\mu\text{s}/\text{cm } 1/5$ .....  | 44 |
| <b>Tableau 14 :</b> Azote total %.....   | 47 |
| <b>Tableau 15 :</b> Analyse de variance.....   | 48 |
| <b>Tableau 16 :</b> Comparaisons de moyennes.....  | 49 |

## **Introduction**

Les céréales et leurs dérivées constituent l'une des bases importantes de l'agroalimentaire en Algérie. Cette importance est due au mode et aux habitudes alimentaires de la population, notamment pour la semoule (pain, pâtes, couscous, galette de pain ...) et la farine (pain) ; En matière de consommation soit environ 177 à 180 kg / habitant / an en équivalent semoule et farine (Kellou, 2008).

Les aliments à base de blé dur font partie d'une tradition culturelle bien ancrée dans notre pays ; la production intérieure faible du blé exige de l'Etat à faire recours à des importations massives pour satisfaire les besoins de la population sachant que de 1995 à 2005 le marché a absorbé en moyenne annuelle 4244903 tonnes de blé dont 70,44 % blé dur (Chehat, 2007).

Le grain de blé dur demeure la matière première pour la fabrication de la semoule, pâtes alimentaires et couscous vue son importance nutritionnelle élevée et ses qualités technologiques (vitrosité de l'albumen, finesse des enveloppes, teneur élevée en protéines et en pigments caroténoïdes et ténacité du gluten après traitement) (ITGC.2000).

La qualité d'un blé dur est essentiellement le résultat de l'effet conjugué du génotype d'une part et des facteurs agro climatiques d'autre part (Abdellaoui, 2007). L'azote intervient comme le principal facteur déterminant de la qualité. Son apport doit être raisonné en fonction du stade phénologique de la plante, de la pluviométrie, du type de sol et du précédent cultural (Christiane et al. 2005).

Plusieurs études ont montrés que la fertilisation azotée influence significativement et positivement la teneur en protéines des grains qui détermine la qualité des produits Hunter et al. (1973) Abad et al. (2004), Bouacha et al. (2004). Selon Benbelkacem et al. (1995), la maîtrise de la fertilisation azotée et l'utilisation de techniques appropriées contribuent à une qualité supérieure des produit par les agriculteurs ceci permet au grain d'élaborer sa vitrosité.

Cependant, en Algérie la notion de qualité du grain chez le blé n'est pas encore prise en considération par les pouvoirs publics dans la formation des produits locaux. Le prix d'achat d'un quintal du produit est le même quel que soit leur teneur en protéines, alors que cette teneur est un critère qui fixe le prix du blé dur sur le marché international (Hamadache, 2011). Cette situation oriente d'une part les agriculteurs vers la production en quantité et par conséquent d'avoir des produits de mauvaise qualité et oblige d'autre part les industries de première transformation à importer du blé dur avec des normes déterminées pour avoir des semoules de qualité.

A cet égard, la valorisation la biodiversité existante du blé dur local en de qualité et la sensibilisation des agriculteurs notamment pour les enjeux de qualité, restent des solutions efficaces pour réduire d'une part les importation du blé dur destiné aux industries de première transformation et d'autre part répondre aux besoins des ménagères et des postiers.

La présente étude est menée sur trois variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.) largement cultivées par les agriculteurs dans la zone semis aride des hautes plaines orientales (Boussalem, Waha et Mohamed Ben Bachir) qui font partie de notre patrimoine génétique,

dont le but de mettre en évidence l'expression génétique de la qualité ( grain et semoule) de ces variétés en fonction des doses croissantes d'azote et de déterminer la variété et le régime optimale d'azote pour répondre aux besoins de l'agriculteur, d'industrie et des consommateurs .

## 1- Importance du blé dur

### 1-1- Dans le monde

Les céréales occupent une place très importante comme source d'alimentation humaine et animale dans le monde (Allaya, 2006) ; représentent dans les pays méditerranéens les principales productions agricoles avec plus de 50 % des surfaces cultivées (Bencherif et al., 2009) ; et contribuent dans ces pays de 35 à 50% des apports caloriques de leur ration alimentaire (Allaya, 2006).

Parmi des céréales ; le blé dur occupe une place importante dans le monde, dont le grain sert à la production des pâtes alimentaires, de couscous, pain, frik, et divers gâteaux; et la paille pour l'alimentation des bétails (Bahlouli et al., 2005).

La FAO(2007) a estimé une superficie moyenne annuelle de 18 millions d'hectares consacrée seulement pour le blé dur, cette superficie représente 8 à 10 % du total des terres réservées aux blés, avec une production moyenne mondiale annuelle qui avoisine 27,57 Mt durant la période 1994-2007 (tableau 01).

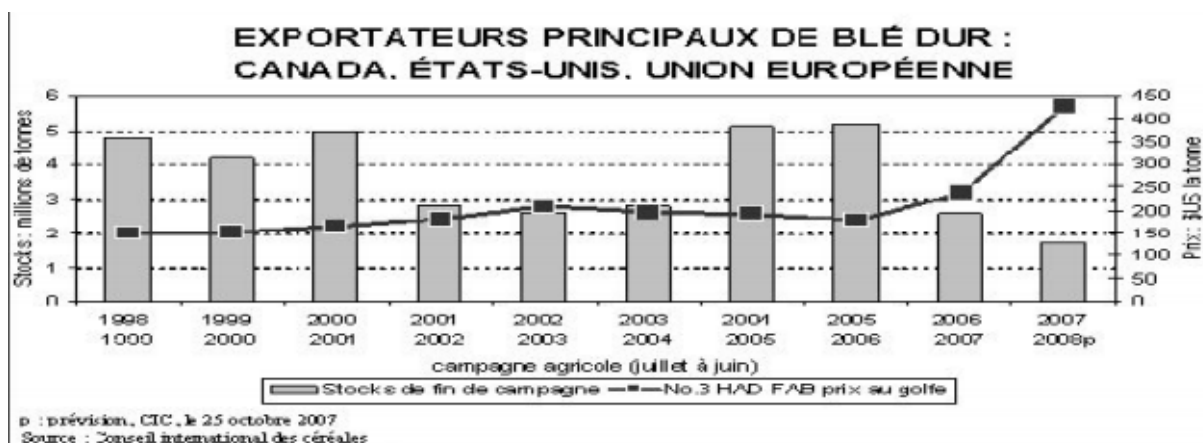
**Tableau 01** : Production ( $10^6$  tonnes) mondiale de blé dur (FAO, 2007)

|               | 1994        | 1995        | 1996        | 1997        | 1998        | 1999        | 2000        | 2001         | 2002        | 2003        | 2004        | 2005        | 2006        | 2007        |
|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Algérie       | 0,56        | 1,19        | 2,04        | 0,46        | 1,50        | 0,90        | 0,49        | 1,22         | 0,95        | 1,81        | 1,82        | 1,00        | 1,00        | 1,30        |
| Maroc         | 2,34        | 0,50        | 2,72        | 0,88        | 1,54        | 0,8         | 0,43        | 1,04         | 1,03        | 1,77        | 2,03        | 0,75        | 1,20        | 1,50        |
| Tunisie       | 0,44        | 0,47        | 1,62        | 0,80        | 1,10        | 1,14        | 1,10        | 0,94         | 0,37        | 1,31        | 1,40        | 1,15        | 1,10        | 1,60        |
| Syrie         | 1,95        | 2,32        | 2,45        | 1,90        | 2,60        | 1,00        | 1,10        | 2,40         | 2,30        | 2,30        | 2,10        | 2,10        | 2,10        | 2,70        |
| Turquie       | 1,08        | 1,30        | 1,50        | 2,20        | 2,40        | 1,60        | 2,00        | 1,60         | 2,30        | 2,30        | 2,40        | 2,30        | 2,30        | 2,70        |
| <b>UE</b>     | <b>7,16</b> | <b>6,17</b> | <b>7,59</b> | <b>6,70</b> | <b>8,72</b> | <b>7,20</b> | <b>9,07</b> | <b>7,53</b>  | <b>9,52</b> | <b>8,34</b> | <b>11,8</b> | <b>7,33</b> | <b>7,66</b> | <b>8,30</b> |
| Inde          | 1,70        | 1,90        | 1,80        | 1,80        | 1,00        | 1,00        | 1,00        | 1,20         | 1,40        | 1,80        | 1,20        | 1,20        | 1,20        | 1,10        |
| Mexique       | 1,10        | 1,10        | 1,10        | 1,10        | 1,10        | 1,10        | 1,10        | 1,10         | 1,10        | 1,20        | 1,20        | 1,20        | 0,48        | 1,20        |
| <b>USA</b>    | <b>2,63</b> | <b>2,78</b> | <b>3,16</b> | <b>2,39</b> | <b>3,76</b> | <b>2,70</b> | <b>2,99</b> | <b>2,27</b>  | <b>2,18</b> | <b>2,63</b> | <b>2,45</b> | <b>2,56</b> | <b>2,30</b> | <b>2,60</b> |
| <b>Canada</b> | <b>4,64</b> | <b>4,65</b> | <b>4,63</b> | <b>4,35</b> | <b>6,04</b> | <b>4,34</b> | <b>5,71</b> | <b>2,99</b>  | <b>3,88</b> | <b>4,28</b> | <b>4,96</b> | <b>4,75</b> | <b>4,80</b> | <b>4,60</b> |
| Argentine     | 0,10        | 0,10        | 0,19        | 0,29        | 0,16        | 0,18        | 0,19        | 0,14         | 0,10        | 0,15        | 0,18        | 0,16        | 0,16        | 0,40        |
| Australie     | 0,06        | 0,20        | 0,26        | 0,28        | 0,40        | 0,40        | 0,40        | 0,40         | 0,10        | 0,45        | 0,40        | 0,40        | 0,40        | 0,70        |
| Russie        | 1,80        | 1,00        | 1,30        | 2,00        | 0,50        | 1,00        | 1,00        | 1,30         | 1,50        | 1,20        | 1,00        | 1,20        | 1,20        | 1,70        |
| <b>Monde</b>  | <b>25,5</b> | <b>23,7</b> | <b>29,9</b> | <b>25,2</b> | <b>30,8</b> | <b>23,4</b> | <b>26,6</b> | <b>24,15</b> | <b>26,7</b> | <b>28,5</b> | <b>32,9</b> | <b>26,1</b> | <b>25,9</b> | <b>30,2</b> |

L'Union européenne se trouve dans la première place avec une moyenne de 8,07 Mt, suivi par Canada avec une production moyenne de 4,61 Mt, suivi d'USA avec une production de 2,67 millions de tonnes (tableau 01).

Ces trois pays fournissent près de 56% du blé dur produit dans le monde. Ils sont les principaux pays exportateurs de blé dur dans le monde.

Pour la campagne 2007/2008 le conseil international des céréales (CIC) a estimé une production mondiale inférieure à celle de 2006/2007 de l'ordre de 33,1 Mt, cette baisse est due principalement à cause de la diminution des stocks de l'ordre de 50% chez les principaux exportateurs de blé dur (**figure 01**).



**Figure 01** : Les principaux pays exportateurs de blé dur dans le monde (CIC 2007)

## 1-2- Importance en Algérie

L'Algérie est la 5<sup>ème</sup> dans le classement mondial de consommation des céréales (Djermoun, 2009). La consommation alimentaire humaine des céréales occupe 60% de la ration alimentaire moyenne en Algérie (contre 25 à 30% en Europe), elle est évaluée à 200 kg équivalent grain /an/hab (Bencharif et al., 2009).

L'importance de la filière céréaliculture en Algérie revient aux modes et aux habitudes alimentaires de la population qui est basées essentiellement sur la consommation des céréales sous toutes ses formes, notamment la semoule (pain, pâte, couscous, galette de pain...), et la farine (pain) (Kellou, 2008).

Depuis les années 1980, la part la plus importante de l'intrant national en blé est constituée par des importations (70%), avec de fortes variations de stocks qui déséquilibrent de la filière.

En 2003, le blé dur représentait environ 47% des intrants de la filière et le blé tendre 53%, ce qui traduit par une mutation dans la structure de la consommation alimentaire, avec une « occidentalisation » du modèle (substitution du pain à la semoule) (Bencharif et al., 2007).

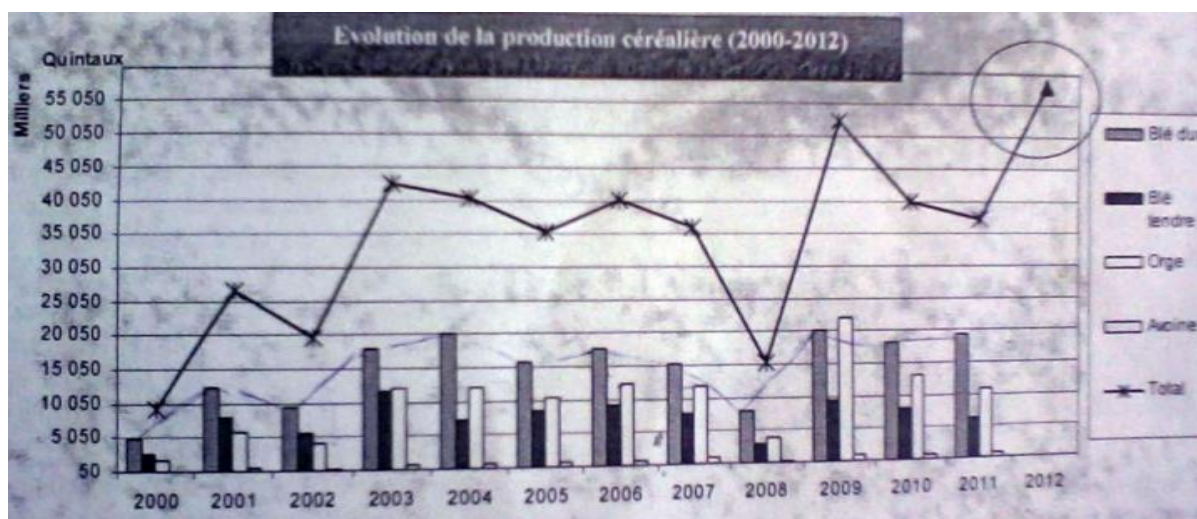
La culture des céréales et plus particulièrement celle du blé dur, a été, et restera l'activité principale de l'agriculture algérienne. Avec une surface agricole utile de 8423340 ha (MADR, 2009), le blé dur occupe près de 18% de cette surface en 2008 qui a augmenté en 2009 à 37,7% avec un taux d'accroissement de 74% mais aussi une augmentation du blé tendre en parallèle (tableau 002).

**Tableau 02 :** Evolution de la superficie, production et rendement des blés en Algérie

|                   | Compagne 2007/2008 |          |           | Compagne 2008/2009 |          |             | Taux d'accroissement en % (2008/2009) |     |     |
|-------------------|--------------------|----------|-----------|--------------------|----------|-------------|---------------------------------------|-----|-----|
|                   | Sup (ha)           | Pro (qx) | Rdt qx/ha | Sup (ha)           | Pro (qx) | Rdt (qx/ha) | Sup                                   | Pro | Rdt |
| <b>Blé dur</b>    | 726105             | 8138115  | 11,2      | 1262842            | 23357870 | 18,5        | 74                                    | 187 | 65  |
| <b>Blé tendre</b> | 280466             | 2972210  | 10,6      | 585733             | 11093120 | 18,9        | 109                                   | 273 | 79  |

(Source : MADR 2009)

La production des céréales en Algérie et notamment le blé dur est marquée par des fluctuations permanentes (figure 02), le minimum a été enregistré dans la campagne 2007/2008 d'environ 0,8 million de tonnes, suivi par une production maximale dans la campagne 2008/2009 d'environ 2 millions de tonnes.



ITGC, 2012.

**Figure 02 :** Evolution de la production céréalière (2000-2012).

Ces fluctuations peuvent être d'ordre climatique et rapporté le plus souvent au déficit hydrique qui représente le stress le plus sévère auquel la culture de blé dur fait face dans les

conditions de productions des zones arides et semi-arides ( Chennafi et al., 2006), ou d'ordre technique justifié par la faible maîtrise de l'itinéraire technique.

L'agriculture algérienne est structurellement loin de satisfaire une demande de plus en plus croissante qui a classé l'Algérie en 2008 au quatrième rang des pays importateurs du blé au monde (Boussard et al., 2011).

Depuis 1962, la consommation du blé en Algérie a été multipliée par 5 pour consommer en 2010 les 1,3% de la production mondiale. Cette augmentation est due selon ( Boussard et al. 2011) au changement des habitudes alimentaires, à l'élévation des niveaux de vie et ainsi à l'accroissement démographique.

Ces grands défis de l'agriculture algérienne, oblige l'état pour répondre aux besoins de la population à importer du marché international, de 1995 à 2005 le marché Algérien a absorbé, en moyenne annuelle, 4244903 tonnes de blés dont 70,44% de blé dur, soit 2990265 tonnes représentant une valeur de 858 millions de dollars, dont 60, 36% de blé dur soit une facture de 578 millions de dollars (Chehat, 2007).

## **2- Origine du blé dur**

### **2-1- Description générale culture**

Le blé dur (*triticum turgidum ssp.durum* ) est une monocotylédone de la familles des Graminées, de la tribu des Triticérs et du genre *Triticum*. En termes de production commerciale et d'alimentation humaine, cette espèce est la deuxième plus importante du genre *Triticum* après le blé tendre (*Triticum aestivum* L.).

Il s'agit d'une graminée annuelle de hauteur moyenne et dont le limbe des feuilles est aplati.

L'inflorescence en épi terminal se compose de fleurs parfaites. Comme pour le blé tendre, il existe des variétés de blé dur demi-naines. Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives qui se forment plus tard à partir des nœuds à la base de la plante et constituent le système racinaire permanent. Le blé dur possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entrenœuds. Certaines variétés possèdent toutefois des tiges pleines.

Le chaume (talles) se forme à partir de bourgeons axillaires aux nœuds à la base de la tige principale. Le nombre de brins dépend de la variété, des conditions de croissance et de la densité de plantation. Dans des conditions normales, une plante peut produire en tout trois



brins en plus de la tige principale, mais tous ne grènent pas nécessairement. Comme pour d'autres graminées, les feuilles de blé dur se composent d'une base (graine) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointue. Au point d'attache de la gaine de la feuille se trouve une membrane mince et transparente (ligule) comportant deux petits appendices latéraux (oreillettes). La tige principale et chaque brin portent une inflorescence en épi terminal.

L'inflorescence du blé dur est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entrenœuds. Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole. Chaque fleur parfaite est renfermée dans des structures semblables à des bractées, soit la glumelle inférieure ( lemma ou lemme) et la glumelle supérieure (paléa). Chacune compte trois étamines à anthères biloculaires, ainsi qu'un pistil à deux styles à stigmates plumeux. A maturité, le grain de pollen fusiforme contient habituellement trois noyaux. Chaque fleur peut produire un fruit à une seule graine, soit le caryopse. Chaque graine contient un large endosperme et un embryon aplati situé à l'apex de la graine et à proximité de la base de la fleur.

Le blé dur est bien adapté aux régions à climat relativement sec, ou il fait chaud le jour et frais la nuit durant la période végétative, ce qui est typique des climats méditerranéens et tempérés. Les semences peuvent lever à aussi peu que 2 °C, même si la température optimale est de 15 °C . La plus grande partie du blé dur produit dans le monde est constituées de blé de printemps ; toutefois, il existe des variétés de blé dur d'hiver (qui ont besoins de vernalisation pour amorcer la transition de la phase végétative à la phase reproductrice) ; ces variétés ont été évaluées en vue de la production dans le Sud des Etats-Unis.

### **2-3-Cycle de développement du blé dur**

En général, toutes les céréales ont le même cycle de développement selon (Bouffenaar et al., 2006), le développement représente l'ensemble des modifications phénologiques qui apparaissent au cours du cycle de la culture. Les dates de déclenchement des stades de développement dépendent essentiellement des températures et des photopériodes accumulées par la culture depuis sa germination.

Trois périodes repères caractérisent le développement du blé à savoir : la période végétative, reproductrice et période de formation du grain et maturation.

## 2-4- La période végétative

Elle débute par le passage du grain de l'état de vie ralentie à l'état de vie active au cours de la germination qui se traduit par l'émergence de la radicule et des racines séminales et celle de l'élongation de la coléoptile (Bouffena et al., 2006). Elle se divise en deux phases dont leur durée s'étale jusqu'au fin tallage avec une croissance complètement végétative.

- **Phase germination-levée**

Pour que le grain germe normalement, il faut que deux conditions soient réunies :

1- la graine soit capable de germer c'est-à-dire qu'elle est vivante et mure.

2- Le sol doit fournir à la graine l'eau et l'oxygène et la chaleur nécessaires pour sa germination. (Soltner.,2005).

- **Stade levée-tallage**

C'est un mode de développement propre aux graminées, il est caractérisé par 3 phases principales.

- **Stade de formation du plateau de tallage**

C'est le phénomène de \*pré tallage\* dans lequel le deuxième entre nœud qui porte le bourgeon terminal s'allongé à l'intérieur de la coléoptile, il stoppe sa montée à 2 centimètres sous la surface quelle que soit la profondeur du semis, à ce niveau il y aura l'apparition d'un renflement : c'est le futur plateau de tallage.

## 2-4- Stade d'émission des talles :

A l'aisselle des premières feuilles du blé des bourgeons axillaires entre alors en activité pour donner de nouvelles pousses : les talles (Soltner, 2005 ;Gate, 1995). Dans cette phase, la plante se base dans leur alimentation sur les ressources de la graine et l'azote du sol parce que ses besoins sont faibles en élément minéraux notamment l'azote jusqu'au stade 2-3 feuilles in Cherfia (2010). D'après Masle (1981), une alimentation azotée limitant pour la plante se manifeste simultanément par l'interruption du processus de tallage herbacé et par une réduction de la croissance des talles existantes.

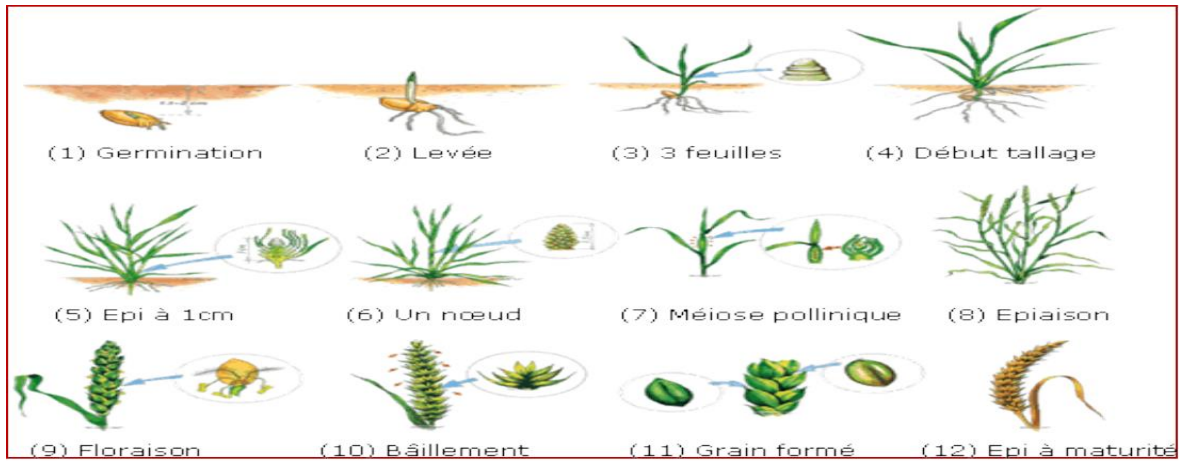
## 3- La période reproductrice

C'est la formation et la naissance de l'épi. Le début de cette phase est marqué par une différenciation de l'ébauche d'épillet sur l'apex. Ce stade marque la fin de la période végétative et l'acheminement vers la fonction de reproduction (Bouffenaar et al., 2006).

- **Phase montaison et le gonflement :** Durant cette phase, il y a l'allongement des entre-nœuds d'un certain nombre de talles herbacées, les talles les plus âgées se trouvent couronnées par des épis alors que les talles suffisamment avancée meurent par la suite (Masle, 1982). Cette phase est marquée par un agrandissement de la demande en eau, lumière et l'azote (Gate, 1995 ;Clement et al., 1975). La durée de cette phase est très peu variable : 28-30 jours, elle se termine au moment de la différenciation des stigmates des fleurs (Bouffenaar et al., 2006). A partir de la montaison, les besoins en azote deviennent très importants et déterminent le nombre d'épis, le nombre de grain par épi et le poids maximal du grain (Hebert, 1975).
- **Phase d'épiaison et de fécondation :** Cette phase a une durée peu variable (32 jours en moyenne), c'est durant cette période que s'achève la formation des organes floraux et s'effectue la fécondation.

#### 4- La période de formation et maturation des grains

- **phase de grossissement du grain :** Durant cette phase, l'embryon se développe et ainsi l'albumen se remplit par des substances de réserve, c'est la phase laiteux dont le grain s'écrase facilement (Bouffenaar et al., 2006).
- **phase de maturation :** C'est la dernière phase du cycle végétative, la maturation correspond à l'accumulation de l'amidon dans les grains puis à leur perte d'humidité (Soltner, 2005). Le poids des grains continue d'augmenter contrairement au poids des tiges et feuilles. Elle se termine par le stade pâteux des grains (l'écrasement du grain à ce stade formant une pâte) (Bouffenaar et al., 2006), et en fin le stade de maturité physiologique dont le grain devient dur et accepte leur couleur jaunâtre.



Source : blé hybride HYNO.

Figure 03 : les phases de cycle végétal.

## Chapitre II: Valorisation du blé dur

### 2-1- Structure et composition chimique du grain du blé dur :

#### 2-1-1- Structure du grain :

Le grain de blé est un caryopse, caractérisé par une brosse et parcouru en surface par un sillon longitudinal dont le repli atteint parfois le cartier médian du grain. Ce caryopse comprend trois parties. Les enveloppes ou son (13%), l'albumen (84%) et le germe 3%. (Boudreau et al., 1992).

**\*péricarpe ou enveloppe :** C'est la pellicule cellulosique, son rôle est la protection de la graine au cours de sa formation dans l'épi et limite aussi l'entrée des moisissures et les bactéries ; par contre il permet le passage de l'air et l'eau. Il est formé de 6 tissus : épiderme du nucelle, tégument séminale ou testa (enveloppe de la graine), des cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe et épicarpe.

**\*l'endosperme ou amande :** Il occupe presque tout l'intérieur du grain et se compose principalement de minuscules grains d'amidon, il contient l'essentiel des réserves énergétiques qui nourrissent la plantule au moment de la germination, et composé aussi de la couche à aleurone.

**\*le germe ou embryon :** Composé d'un embryon (lui-même formé de la coléoptile, de la gemmule, de la radicule, du coléorhize et de la coiffe) et de scellum.

#### 2-1-2- Composition chimique du grain :

Toutes les céréales présentent les mêmes constitutions à savoir : enveloppe, amande farineux et germe de la future plantes dont le blé. Ce qui diffère est le pourcentage de la répartition des différents constituants chimiques, que ce soit à l'intérieur des différentes parties de la graine (tableau 03).

**Tableau 03 :** Composition des différentes parties du grain (Roudant et al., 2005)

| Partie du grain   | % du grain | Composition en pourcentage   |
|-------------------|------------|--|
| Enveloppes        | 9%         | Son, cellulose : $\geq 20$   |
| Assisse protéique | 8%         | Protide : 20, lipides : 9, minéraux : 16 Vitamines.                          |
| Amande ou albumen | 80%        | Amidon : 72, protides : $\geq 10$ , gluten                                   |
| Germe ou embryon  | 3%         | Protide : 26, lipides : $\geq 10$ , glucide : 10, Minéraux : 4.5, vitamines. |

Le blé dur est employé depuis longtemps dans les pays méditerranéens pour la fabrication de pains plats traditionnels et d'autres pains de spécialité (Quaglia, 1988). La notion de qualité

est complexe, elle est conditionnée par les habitudes alimentaires, les spécificités des blés et les technologies de transformation utilisées (Mebtouche, 1998).

La qualité est une somme de caractéristiques qui vont du rendement semoulière jusqu'à l'aptitude à la transformation (Proceddu, 1995), et s'élabore toute au long du cycle de développement pour répondre d'une part aux attentes des industriels, semouliers et pasteurs et d'autre part aux critères nutritionnels, organoleptiques et hygiéniques. Donc il serait intéressant de créer des variétés convenant à la fabrication de pains de fort volume, afin de disposer de débouchés de rechange en cas de surproduction (Liu et al., 1996).

Il existe plusieurs critères pour l'appréciation de la qualité des grains de blé dur. Ils dépendent en partie de la variété et de techniques culturales :

**Le taux de moucheture :** est une tache brune du péricarpe causée par des champignons, se traduit par une diminution de la qualité commerciale des semoules à cause de la présence de points noirs dans les semoules, qui diminuent leur qualité commerciale.

**Le taux de mitadinage :** c'est un accident physiologique provoquant un changement de la texture de l'albumen. Cependant, pour satisfaire à la demande de l'industrie, le blé dur idéal doit être vitreux et non farineux. L'état farineux (opaque) pénalise la valeur semoulière (Anonyme, 2006).

**Le calibrage :** permet de classer la grosseur des grains en 3 fractions

Une fraction inférieure 2.2 mm, une fraction inférieure 2.5 mm et une fraction inférieure 2.8 mm.

Outre, le poids spécifique et l'humidité des grains et le taux des protéines.

Kellou (2008), a fait un sondage auprès opinion des chefs d'entreprises transformateurs du blé en Algérie dont le but est d'analyser le marché Algérien ; pour les critères techniques de qualité déterminant l'achat de blé, 54% des entreprises jugent que le poids spécifique, l'humidité et les impuretés sont les meilleurs critères déterminants dans leur achat.

Abecassis et al. (1996) ont affirmé que le blé dur idéal pour un semoulier doit posséder les caractéristiques suivantes : gros et vitreux, ayant des enveloppes fines et une faible teneur en matières minérales, riche en protéines, possédant un gluten ferme et élastique et contient beaucoup de pigments caroténoïdes mais peu d'activités lipoxygénasiques et peroxydasique.

Le taux des protéines est connue comme l'élément important de la qualité, il a une influence directe sur la qualité des pâtes et pain (Sissou, 2008).

**Les principaux débouchés du blé dur :**

Essentiellement destiné à l'alimentation humaine, le blé dur a pour principaux débordait.

**Les semoules :**

La semoule est définie comme étant le produit obtenu à partir des grains de blé dur (*triticum durum*) par un procédé de mouture au cours duquel le son et le germe sont essentiellement éliminés et le reste est broyé à un degré de finesse adéquat (AFNOR, 1991).

La consommation moyenne de semoule est de 52.2 kg par habitant et par an (Kellou, 2008), les produits les plus demandés correspondent à des semoules pures de couleur dorée et présentent une granulométrie homogène.

Leur composition chimique est étroitement liée à celle de blé dur et au diagramme de mouture (nombre de passages d'extraction). Elle contient 10 à 16.5% des protéines dont 80 à 85% sont des protéines de réserve et 80% de glucides dont 78% sous forme d'amidon (amylose et amylopectine) et 2% sous forme de sucres réducteurs. Des pentosanes avec un pourcentage de 1.5 à 3% sont des arabinoxylanes (polymères de xylose) possédant une propriété de gélification exceptionnelle et des oxydases jouant un rôle important dans la couleur jaune des pâtes alimentaires (Christèle-Icard, 2000 cité par Barkouti, 2012).

Il existe différentes catégories de semoules, chaque catégorie est obtenue par une succession de plusieurs broyages et classées en fonction de leur grosseur.

En Algérie, les différentes catégories de semoules sont :

- 1) **Semoules grosses (SG)** : la dimension des particules est comprise entre 900 à 1100  $\mu\text{m}$ , destinées aux domestiques.
- 2) **Semoules grosses moyennes (SGM)** : comprise entre 550 à 900 $\mu\text{m}$ , destinées à la fabrication de galette, du couscous.
- 3) **Semoules sassées super extra (SSSE)** : de 140 à 190 $\mu\text{m}$ , ces semoules proviennent des couches périphériques du grain (Madani, 2009).

Pour les critères de qualité déterminant la valeur marchande du blé, 100% des entreprises transformatrices du blé en Algérie déclarent que l'indice de coloration jaune est le premier critère de choix et a une grande importance pour les utilisateurs (consommateurs) ; ils ont justifié ça par l'expérience et le savoir-faire des consommateurs ; plus la semoule est jaune et dorée plus, meilleure sera sa qualité gustative et la couleur des produits finaux. Le taux de gluten est le 2<sup>ème</sup> critère en termes d'importance lors de l'achat des semoules. En effet, plus la semoule a une forte teneur en gluten plus la qualité des produits finaux sera meilleure notamment dans la fabrication des pains traditionnels algériens. La teneur en cendre est le 3<sup>ème</sup> critère (Kellou, 2008).

A ces critères s'ajoute, le rendement en semoule qui est un indicateur de la qualité semoulière, c'est-à-dire le poids de semoule rapportés au poids du blé mis en œuvre.

La qualité semoulière est conditionnée par la teneur en protéines, elle-même liée à la vitrosité du grain, et leur grosseur (calibrage) et ainsi le taux de cendre.

**Chapitre III : Fertilisation du blé dur :****3-1- Utilisation des fertilisants en Algérie :**

La littérature est avare en ce qui concerne l'utilisation des engrais en Algérie. A cet effet, il nous a été impossible de connaître l'utilisation et les consommations des engrais par l'agriculture. Les informations disponibles concernent les agriculteurs engagés dans l'intensification et financés par les programmes PNDA/PNDAR.

**3-2- L'application des fertilisants N P K :****3-2-1- Application de P et K :**

Le potassium paraît accroître le pouvoir assimilateur de la feuille, donc l'élaboration des glucides et il facilite la migration de ceux-ci vers les organes de réserve ainsi que la transformation de l'azote minéral en azote protidique. Une carence en cet élément se manifeste d'abord sur les feuilles âgées, qui sont d'abord d'un vert bleuté, puis jaunâtre et blanchâtre, tachées à la pointe et sur les bords, puis se dessèche entièrement (Clement et al. 1975).

Le phosphore joue un rôle primordiale surtout dans la croissance, et le développement (fécondation, fructification, maturation, constitution des réserves), c'est un facteur de précocité (une insuffisance accroît les risques d'échaudage), il peut améliorer la résistance au froid (Belaid, 1986).

**3-2-2- Application de l'azote (N) :**

L'atmosphère contient près de 78 % de l'azote moléculaire  $N_2$ , dans notre environnement l'azote est plus complexe car il comporte un grand nombre de formes minérales ( azote moléculaire  $N_2$ , ions nitrite  $NO_2^-$ , nitrate  $NO_3^-$ , ammonium  $NH_4^+$ , oxyde  $NO_2$ ), des acides et des petites molécules organiques, (acides aminés, urée, acide urique...), dont la plupart des plantes supérieures n'absorbent l'azote que sous formes anions  $NO_3^-$ , et des cations  $NH_4^+$ .

L'azote est le premier engrais utilisé en agriculture dans le 19<sup>ème</sup> siècle (Hawkesford, 2014), les engrais azotés sont appliqués depuis plus de 150 ans parallèlement aux progrès de la sélection génétique et les itinéraires technique dont le but est d'atteindre des rendements élevés pour assurer théoriquement à faible cout les ressources alimentaires de presque toute l'humidité (Morot-Gaudry, 1997).

L'azote est un facteur de la production végétale, il occupe une place centrale dans tous les processus biologiques et joue un rôle déterminant au niveau du rendement.

Cependant, le potentiel d'une culture est déterminé d'abord par les facteurs génétiques et environnementaux (potentiel sol, climat, lumière, température) l'azote intervenant pour soutenir l'expression de ce potentiel (Christianeet al., 2005).



L'azote est un élément fertilisant qui joue un rôle primordial dans le métabolisme des plantes, c'est le constituant numéro 1 des protéines, c'est un facteur de croissance et de qualité (teneur en protéine des céréales par exemple) (Mazoyer et al., 2002). Des résultats d'essais révèlent que le rendement et le taux de protéine augmentent linéairement pour des doses d'azote croissantes. Il était établi, que les résultats d'essais montrent que la dose de 34 unités favorise le rendement en grains alors que la dose de 67 unités favorise la biomasse et donc la production de matière sèche (FAO, 2007).

Dans le cas du blé, l'azote intervient dans plusieurs stades du cycle végétatif. Au tallage, il agit sur la première composante du rendement c'est-à-dire l'augmentation de nombre de talles par mètre carré. Au stade montaison, et floraison il agit respectivement sur l'allongement de la tige et intervient dans la fécondation en diminuant l'avortement des fleurs. Alors que, durant le remplissage du grain, cette phase est marquée par la migration de l'azote des organes végétatifs vers les grains. Une forte fumure azotée provoque une diminution de poids de mille grains (PMG) et un déséquilibre entre les matières organiques (glucides, protide) aboutissant à la verse. A l'inverse une carence, conduit à une réduction du nombre de grains par épis (Belaid, 1986).

Les exigences du blé dur (*triticum durum Desf.*) sont plus importantes que celles du blé tendre, il faut 3.5 kg d'azote pour produire un quintal de grain chez le blé dur et 3 kg pour le blé tendre (Christiane et al., 2005). Du stade « épi 1 cm » jusqu'à la floraison, il y a élongation des entrenœuds et augmentation de la taille des feuilles. Pendant cette étape les besoins azotés de la culture sont les plus importants et doivent être satisfaits pour ne pas pénaliser le rendement (Gate, 1995). D'après Fink (1982), une moitié des exigences est absorbée après la floraison, quand la fertilisation azotée est intensive, pendant la phase de remplissage, la plante absorbe relativement peu d'azote, de l'ordre de 20p. 100 de la quantité totale à la récolte (Gate, 1995).

A cet égard les doses de l'azote à apporter doivent être raisonnées en fonction de la plante, de la pluviométrie, du type de sol et du précédent cultural. Pour le blé, il est recommandé d'apporter en fonction de la pluviométrie la dose suivante (tableau 04).

**Tableau 04 :** Doses d'azote préconisées par l'Institut Technique des Grandes Cultures : blé (ITGC, 2013).

| Pluviométrie Mm /an               | Quantité et stade d'apport de l'engrais azoté (qx/ha)                          |  |
|-----------------------------------|--|--|
|                                   | Sulfate d'ammonium 21%   | Urée 46%   |
| <b>Supérieur ou égale à 600mm</b> | 3q/ha fractionnés en :<br>*1.5q/ha au semis<br>*1.5q/ha au stade début tallage | 1.5q/ha fractionnés en :<br>*0.75q/ha au semis<br>*0.75q/ha au stade début tallage |
| <b>Entre 400 et 600 Mm</b>        | 2q/ha fractionnés en :<br>*0.5q/ha au semis<br>*1.5q/ha au stade début tallage | 1q/ha fractionné en :<br>*0.30q/ha au semis<br>*0.70q/ha au stade début tallage    |
| <b>Inférieur à 400mm</b>          | 1.5q/ha au stade début tallage   | 1q/ha au stade début tallage   |

### 3-3- Effet de l'azote comme élément majeur sur le blé dur :

#### 3-3-1- Effet sur le rendement :

Le blé dur comme les autres céréales passe par plusieurs stades durant son cycle de développement, ses besoins en azote différent d'un stade à l'autre. L'azote est un facteur limitant en matière de rendement même si les autres facteurs sont présents et en optimum (Halilat, 1993). Le rendement en grain est conditionné par la maîtrise de ses composantes. En effet, l'influence de l'azote se manifeste sur la première composante du rendement par l'augmentation du nombre de talles par mètre carré (Toutain, 1979).

Bahloul (1989) a rapporté que toute carence en azote au redressement floraison provoque une régression des tiges et diminue la fertilité des épis.

Pour le nombre des grains par épi, Bahloul (1981) a montré qu'il augmente avec les doses croissantes de l'azote, et l'augmentation de ce dernier réduit la stérilité des épillets de la base de l'épi (Vez, 1975).

Pour la dernière composante, Hebert (1975) déclare que la teneur en azote des grains est un bon indicateur de leur alimentation en poste anthèse, et un effet sur le poids de milles grains.

Cossani et al. (2012) ont affirmé que la consommation d'azote est étroitement et positivement liée au rendement et biomasse totale du blé dur.

#### 3-3-2- Effet sur la qualité :

Les céréales absorbent l'azote pour le stockage des protéines dans les grains. Leur efficacité optimale contrôle leur remobilisation durant la période de maturation des grains (Hawkesford, 2014). La qualité d'un blé dur est essentiellement déterminée par les effets conjugués du génotype et les facteurs agro-climatiques. La variété est un facteur important dans la détermination de la qualité. Toutefois, l'expression du potentiel génétique est étroitement liée au mode de conduite de la culture dont la fertilisation azotée (Abdellaoui et al., 2008).

La disponibilité ou la carence des éléments nutritifs ont des répercussions variées sur la composition protéique. La fertilisation azotée joue le rôle primordial dans l'accumulation des protéines dans les grains.

Plusieurs études ont montré que la fertilisation azotée influence significativement la teneur en protéines des grains qui détermine la qualité des produits (Hunter et al., 1973). En plus de ça plusieurs auteurs ont affirmé que le mode de fractionnement de la dose d'azote affecte aussi la teneur en protéines (Peltonen, 1995) ;(Martin et al., 1992).

La fertilisation azotée n'intervient pas seulement sur la quantité des protéines mais aussi comme un paramètre déterminant le taux de ses fractions, surtout glutinine et gliadine (Kunger et al., 1985), un grand effet a été remarqué par Herber et al. (1998) sur les gliadines que les glutinines notamment sur la majorité des types de protéines (gliadines, gliadines, SGFPM glutenines) en comparaison avec les types les moins représentés (w gliadines, SGHPM subunits).

Cependant, (Dexter et al., 2001) suggèrent que dans l'endosperme vitreux une teneur élevée en gliadines permettrait une meilleure adhérence des protéines aux granules d'amidon pendant la dessiccation du grain donnant une structure compacte de l'endosperme.

Abdellaoui et Mariche (2008), ont montré sur deux variétés de blé dur, traitées par plusieurs niveaux d'azote que les doses élevées d'azote diminuent le taux de mitadinage et augmentent les autres paramètres liés directement à la qualité du blé, à savoir la coloration brune et jaune, teneur en protéines, gluten sec, la capacité d'hydratation, le volume de sédimentation, ainsi que le taux d'extraction des semoules, et par conséquent sur la qualité des pâtes alimentaires (viscoélasticité, les tests de cuisson et la capacité de fixation de l'eau).

Indiquent que la relation qui existe entre la teneur en protéines et la qualité technologique d'un blé est spécifique à chaque variété. Il existe des variétés dont la qualité augmente avec l'augmentation de la teneur en protéine alors que c'est le contraire pour d'autre.

#### Carence en azote :

L'azote est indispensable à la croissance des plantes, l'azote est naturellement présent dans tous les sols.

#### 4-2- Les maladies

##### 4-2-1- Les fusarioses

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. Cette maladie présente une incidence directe sur les rendements provoquant une diminution du nombre de grains par épi, accompagnée du risque de présence de mycotoxine dans le grain, Concernant la lutte, puisque la contamination des semences par ce champignon est superficielle, il suffit de désinfecter celles-ci (Clement Grandcourt et Prat., 1970). Les traitements fongicides sur les champs ne sont pas encore satisfaisants et la recherche de variétés résistances semble encore très complexe.



**Figure 04 :** Epi sain et épi fusarié



**Figure 05 :** Grains sains et grains fusariés

#### 4-2-2- Le charbon du blé

Il est provoqué par *Ustilago tritici* ou *Ustilago hordei* (Oufroukh et Hamadi, 1993).

(Climent-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.

En ce qui concerne la lutte, la désinfection des semences constitue le moyen le plus efficace ainsi que l'élimination des épis charbonnés des champs.

D'après les mêmes auteurs, le produit le plus utilisé est le Carboxine.



**Figure 06 :** Epi atteint par le charbon

#### 4-2-4- Les rouilles

La rouille brune due à *Puccinia triticina*, se déclare entre l'épiaison et la fin de la floraison.

Elle se présente sous forme de macules brunes arrondies sur les feuilles.

La rouille noire due à *P.graminis*, est observée après la moisson sur les pailles, sous forme de pustules très allongées contenant des spores.

## Partie expérimentation

### I-Matériels et méthodes

#### 1-Présentation de la situation ITGC

L'essai s'est déroulé, durant la campagne 2015-2016, sur des parcelles de l'ITGC située dans la commune de Sebaine, Daïra de Damouni, à environ 37km du chef-lieu de la Wilaya de Tiaret. La zone d'étude se trouve à une altitude de 980m, avec les coordonnées suivantes :

- Latitude : 35°24'8.1''N,
- Longitude : 1°34'29.4''

##### 1-1- Situation locale

La zone d'étude se situe à l'est du chef-lieu de la wilaya de Tiaret, dans la commune de Sebaine. Elle occupe une superficie de 600ha environ. Elle est limitée au sud par Nahr-Ouassel, à l'est par la piste reliant la makabra «sidi-raï» à Nahr-Ouassel, à l'ouest par la route communale reliant Taslemt à Sebaine et au nord par la route nationale N° 14 reliant Tiaret – Tissemsilt.

#### 2-Caractéristiques de la structure ITGC

L'institut technique de développement des semences dans la commune de sebaine gère d'autres fermes similaires dans la wilaya de tissemsilt, Relizane et Mostaganem.

Il échoit à cet établissement le développement de la culture de semences sur une superficie totale de plus de 2800 hectares et produit plus de 61000 qx de différentes variétés de céréales.

Les objectifs et organisations du département, à savoir l'amélioration pour la création variétale (adaptation, résistance, productivité) et la sélection des lignées introduites selon les essais internationaux.

##### 2-1- Occupation des sols

La couverture pédologique de la zone d'étude est réservée aux grandes cultures et aux légumes secs. Il s'agit d'une rotation blé/ jachère ou blé/ légumineuse.

##### 2-2-Etude du milieu

###### 2-2-1-Climat

La croissance et développement reproductif sont tributaires des aléas climatiques, l'étude de ce derniers nous permettra sans doute de voir leurs effets et de conclure quant aux influences des techniques culturales utilisées sur les paramètres du rendement de la culture.

Elle est caractérisée par un climat continental à hiver froid et un été chaud et sec. La région de Tiaret est caractérisée par une pluviométrie moyenne de la zone d'étude, est au environ de 400 mm/an.

### 2-2-2-Température

Le régime des températures est très influencé par l'altitude car celle-ci renforce les gelées d'hiver mais aussi elle adoucit les températures d'été.

**Tableau 05** : variation de la température au cours de l'essai

| Mois                     | Oct   | Nov   | Dec   | Janv  | Fev   | Mar   | Avril | Mai   | Jun   |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| T <sup>0</sup> C<br>Mini | 11.30 | 3.90  | 0.74  | 2.25  | 3.41  | 2.32  | 5.63  | 8.56  | 12.90 |
| T <sup>0</sup> C<br>Max  | 22.97 | 16.67 | 16.21 | 14.79 | 13.87 | 13.68 | 19.90 | 24.27 | 30.40 |
| T <sup>0</sup> C<br>Moy  | 17.13 | 10.28 | 8.48  | 8.52  | 8.64  | 8.00  | 12.77 | 16.42 | 21.65 |

ITGC de Tiaret (2015-2016)

### 2-2-3- Précipitation

Les précipitations caractérisent la balance climatique d'une région, par leur intensité, leur fréquence et leur irrégularité, les pluies ont une influence énorme sur le modèle de la région.

Les précipitations enregistrées avant le semis sont non moins négligeable, ce qui fait que le stock d'humidité de sol est moyen.

Les précipitations du mois février ont eu un effet avantageux, elles vont permettre un développement plus extensif du système racinaire.

Les précipitations mensuelles enregistrées durant la période montaison, épiaison sont satisfaisantes, ce qui influence le poids des grains malgré les faibles précipitations enregistrées au mois de Mars.

**Tableau 06** : Les précipitations mensuelles (mm) au cours de l'essai

| Mois         |       | Oct   | Nov   | Dec  | Janv  | Fev   | Mars  | Avril | Mai   | Juin  |
|--------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Pluviométrie | cumul | 83.90 | 26.20 | 0.00 | 39.60 | 62.70 | 88.30 | 24.60 | 26.70 | 06.50 |
|              | Rosée | 0     | 1     | 0    | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     |
| Nbr/jr       |       | 9     | 5     | 0    | 7     | 8     | 10    | 5     | 8     | 1     |

ITGC de Tiaret (2015-2016)

#### 2-2-4- Phénomènes accidentelles

En plus de la température et de la pluviométrie d'autres facteurs sont pris en considération comme la grêle, la neige et la gelée.

- **La grêle**

Elle s'observe en saison printanière, elle accompagne souvent l'orage, le nombre moyen des jours de grêle est enregistré au mois de Février.

- **La neige**

La neige constitue un apport en eau appréciable surtout pour la végétation au début d'hiver.

L'utilité de la neige réside dans le fait de jouer le rôle de régulateur de l'écoulement superficiel et d'alimenter les nappes souterraines, en raison de l'infiltration lente et profonde de la neige dans le sol lors de sa fusion.

Les chutes de neige sont assez fréquentes mais leur épaisseur ne dépasse guère les 15cm.

- **La gelée**

Les gelées constituent l'une des plus importantes caractéristiques du climat. C'est un phénomène très marquant et très visuel à l'œil nu. Elles constituent également un facteur limitant pour le développement de la végétation.

**Tableau 07:** Evolution des accidents climatiques au cours de l'essai

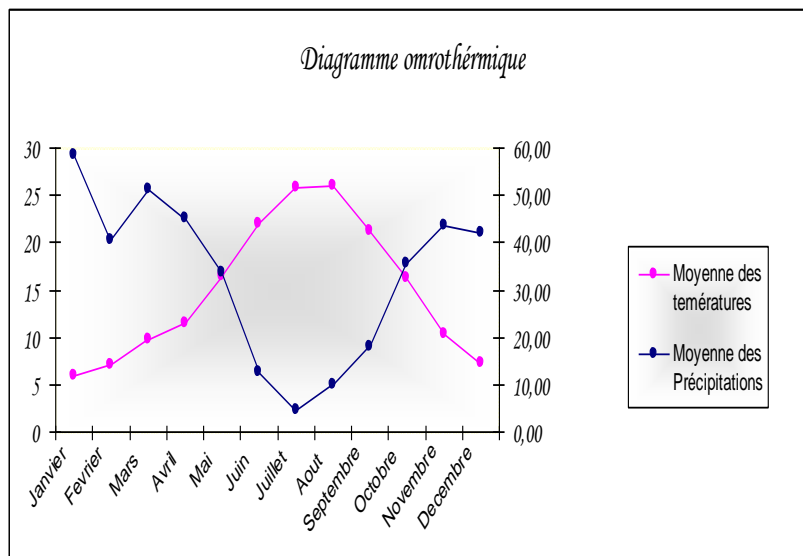
| Mois                                     |       | Oct | Nov | Dec | Janv | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Total |
|--|-------|-----|-----|-----|------|-----|------|-------|-----|------|-------|
| Phénomènes<br>Accidentelles<br>(Nbr/Jrs) | Gelée | 0   | 5   | 15  | 8    | 6   | 5    | 0     | 1   | 0    | 39    |
|  | neige | 0   | 0   | 0   | 0    | 3   | 2    | 0     | 0   | 0    | 5     |
|  | Brd   | 0   | 11  | 1   | 2    | 1   | 3    | 3     | 0   | 0    | 18    |
|  | grêle | 0   | 0   | 0   | 1    | 1   | 2    | 1     | 0   | 0    | 4     |

ITGC de Tiaret (2015-2016)

### 3- Synthèse climatique

#### Diagramme Ombrothèrmique de Gausсен et Bagnouls

Le diagramme ombrothermique de Gausсен et Bagnouls permet de calculer la durée de la saison sèche. Il tient compte de la pluviosité moyenne mensuelle et la température moyenne mensuelle qui sont portées sur des axes où l'échelle de la pluviosité est double de la température.

**Figure 07:** diagramme ombrothermique de la station de Tiaret

D'après la figure N<sup>o</sup> 10, on constate que pour la station la saison sèche est longue, elle comporte toute l'année: mai, juin, juillet, septembre et octobre.



### 3-1- Quotient pluviométrique D'Emberger

Emberger a préconisé pour l'étude du climat méditerranéen l'emploi du climagramme qui porte son nom. Ce climagramme est une tentative de synthèse climatique, il permet de connaître l'étage bioclimatique de la région d'étude.

- En abscisse la moyenne des minima du mois le plus froid.
- En ordonnées le quotient pluviométrique (Q2) D'Emberger.

Le quotient pluviométrique D'Emberger (Q2) est déterminé par la combinaison des trois (03) principaux facteurs du climat, il est donné par la formule suivante:

$$Q2 = \frac{100 \times P}{[(M - m) \times (M + m)] / 2} = \frac{2000 \times P}{M^2 - m^2}$$

**P:** Pluviométrie moyenne annuelle en (mm).

**M:** Moyenne des maxima du mois le plus chaud en degré absolu (K).

**m :** Moyenne des minima du mois le plus froid en degré absolu (K).

## 4- Protocole de l'essai

### 4-1- Matériel végétale utilisé

Le matériel végétal est constitué de deux variétés de blé dur (*triticum durum* Desf.)

#### 1- Boussalem

C'est une variété d'origine ICARDA-CIMMYT, qui vient de connaître un début d'adoption dans les régions de Tiaret et Sétif.

Pedigree: Heider/MT/HO DZ-ITGC-Set IC D 86-0414-ABL –OTR-4AP-OTR-14AP-OTR.

#### 2- Simeto

C'est une variété d'origine sicilienne (Italienne).

Pedigree : CAPEITI-8/ VALNOVA(1620)(1622)(1623)(1625)(1666).

**Tableau 08:** Les caractéristiques morphologiques, culturelles et qualitatifs des deux variétés expérimentées (Boufenar et al, 2006).

| Variétés                                | Boussalem          | Simeto              |
|---|--------------------|---------------------|
| <b>Caractéristiques morphologique :</b> |                    |                     |
| Compacité de l'épi                      | Demi-lache         | Clares              |
| Couleur de l'épi                        | Lache              | Glumes claires      |
| Hauteur de la plante à la maturité      | 90-100cm           | 80-90cm             |
| <b>Caractéristiques culturelles :</b>   |                    |                     |
| Alternativité                           | Hiver<br>mi-tardif | printemps<br>tardif |
| Cycle végétatif                         | fort               |                     |
| Tallage                                 |                    |                     |
| Résistance :                            | bonne              | Peu sensible        |
| -au froid                               | bonne              | Très sensible       |
| -à la verse                             | bonne              | sensible            |
| -à la sechresse                         |                    |                     |
| Résistance aux maladies :               | résistance         | Assez résistant     |
| -Rouille jaune                          | résistance         | Assez sensible      |
| -Rouille brune                          | résistance         |                     |
| -Septoriose                             |                    |                     |
| <b>Conditions techniques :</b>          |                    |                     |
| Date de semis                           | Nov à début Dec    |                     |
| Dose de semis kg/ha                     |                    |                     |

|  |                |       |
|--|----------------|-------|
| Fertilisation (U/ha)                   | 130-150        |       |
| -Azotée                                |                |       |
| -phosphatée                            | 46-90          |       |
| -potassique                            | 46-90          |       |
|  | 46             |       |
| <b>Caractéristiques qualitatives :</b> |                |       |
| Poids de mille grains(PMG)             | Elevé          | Elevé |
| Qualité semoulière                     | Blé correcteur |       |
| Mitadinage                             | Résistante     | moyen |

#### 4-2- Dispositif mise en place

L'essai s'étale sur une superficie de 770 mètres carrés ; il est conçu selon un dispositif en Split plot, il comporte 4 blocs chaque blocs contient 20 parcelles élémentaires (parcelle élémentaire, longueur =10m ; largeur= 2.4m) dont deux facteurs principaux sont étudiés (la variété et la dose d'azote apporté) et un facteur secondaire (bloc).

**Facteurs 01 :** 2 variétés de blé dur à savoir :

V1 : Simeto

V2 : Bousselem

**Facteurs 02 :** dose d'azote apportée avec 5 niveaux à savoir :

N0 : 0 U/ha (témoin)

N1 : 140 U/ha

N2 : 175 U/ha

N3 : 210 U/ ha

N4 : 105 U/ ha

L'engrais azote utilisé est l'Urée 46%, la quantité totale apporté été fractionnée en deux dose dont ; la première été appliqué le (14/11/2015) (stade tallage-épi 1cm), la deuxième dose été appliquée le 12/03/2016 (stade début floraison).

### 4-3- Schéma de l'essai

Ce schéma est généré par le logiciel STATBOX 6.40

|    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|
| N2 |    | N0 |    | N3 |    | N4   |    | N1 |    |
| V1 | V2 | V1 | V2 | V2 | V1 | V1   | V2 | V1 | V2 |
| B4 |    |    |    |    |    | 2,4m |    |    |    |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| N2 |    | N3 |    | N4 |    | N1 |    | N0 |    |
| V2 | V1 | V2 | V1 | V1 | N2 | V1 | V2 | V1 | V2 |
| B3 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| N2 |    | N3 |    | N4 |    | N0 |    | N1 |    |
| V1 | V2 | V2 | V1 | V1 | V2 | V2 | V1 | V1 | V2 |
| B2 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

|    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| N4 |    | N1 |    | N0 |    | N3 |    | N2 |    |
| V2 | V1 | V1 | V2 | V2 | V1 | V1 | V2 | V2 | V1 |
| B1 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |

Surface de l'expérimentation= 770 mètres carrés

N0= 0 U ; N1=140 U ; N2= 175 U ; N3= 210 U ; N4= 105 U

V1= Simeto

V2= Bousselem

### 4-4- Conduite de l'essai

#### 4-5-1-Le travail du sol

Labour est effectué à l'aide d'une Charrue à Disque avec une profondeur 25 cm (16/10/2015).

#### \*Apport des engrais de fond

L'engrais de fond apporté est le TSP 46% 1q/ha.

#### \*Le semis

Le semis est réalisé le 14/11/2015.

**\*Apport de l'azote**

L'engrais azoté utilisé est l'Urée 46%, la quantité totale d'azote apporté est fractionné en deux doses dont ; la première a été appliquée le 14/11/2015 (stade tallage épi 1cm), la deuxième dose a été appliquée le 12/03/2016.

**\*Le désherbage**

Pour éliminer les mauvaises herbes, un désherbage chimique a été effectué le 24/02/2016 par un pulvérisateur 1200 Litres avec une combinée de dose Grand Star 15g/ha et Brunby 0.75 li/ ha.

**5-Analyse d'un échantillon de sol****5-1- Analyses physiques****5-1-1- Granulométrie**

L'analyse granulométrique a pour but de donner la composition élémentaire ou texture d'un sol. Elle permet de classer les particules minérales constitutives agrégats en un certain nombre de fraction par catégorie de diamètre (on suppose que ces particules minérales sont sphériques).

L'association internationale des sciences du sol adopté l'échelle d'ATTERBERGE qui classe les particules des façons suivantes :

Argile.....jusqu'à 0.002mm.

Limons fin.....de 0.002 à 0.02 mm.

Limons grossier.....de 0.02 à 0.05mm.

Sable fin.....de 0.05 à 0.2 mm.

Sable grossier.....de 0.2 à 2mm.

La technique d'analyse en granulométrie est essentiellement fonction de la nature des grains et de leur dimension. Il est parfois possible de mesurer directement la taille des grains à l'œil nu lorsque des particules sont de grande dimension (plusieurs centimètres comme les galets ou les graviers).

La méthode granulométrique la plus courante est le tamisage, en science de la terre le tamisage permet de connaître les tailles des grains de sable ou de graviers.

### Principe de la méthode

On prend un échantillon de terre séchée à l'air, broyée et tamisée à 2mm. On détruit la matière organique qui joue le rôle de ciment entre les agrégats.

Dans le cas de sol calcaire, on élimine avec une solution d'acide chlorhydrique avant la destruction de la matière organique, si le calcaire ne joue pas le rôle important dans la texture, l'échantillon est agité avec une solution hexamétaphosphate de sodium.

### Réactifs :

- Eau oxygénée (10%).
- Hexamétaphosphate de sodium (50g/l).
- Ammoniaque pur.
- Acide chlorhydrique pur (pour le sol calcaire).

### Mode opératoire

L'humidité :

- Peser dans une capsule en verre 10 g de terre broyée et tamisée à 0.2mm.
- Porter la capsule avec l'échantillon à l'étuve (105c°) pendant 24heures.
- Peser la capsule avec l'échantillon.

Le pourcentage de l'humidité se déduit des pesées suivantes :

- Capsule vide : P
- Capsule + terre sécher à l'air : P<sub>1</sub>.

Capsule + terre sécher à 1105c° : P<sub>2</sub>.

$$(\%) H = \frac{P_1 - P_2}{P - P_1} \cdot 100$$

Cette humidité interviendra dans la correction des résultats des analyses qui seront multipliés par le facteur :

## 100/100-H

- 1- Peser 10g de terre broyée et tamisée à 2mm et faire la destruction de la matière organique :

Destruction de la matière organique ; celle-ci interviendra dans la correction des résultats par le facteur :

## 100/100-MO

- 2-Mouiller l'échantillon par l'eau distillée et ajouter 50ml d'eau oxygéné (10%)

Laisser macérer pendant 24 heures.

- 3- Porter au bain de sable pour évaporer partiellement jusqu'à cessation de l'effervescence en couvrant le bécher d'un verre de montre et en évitant une ébullition trop forte qui décomposerait rapidement l'eau oxygéné.

- 4- Agiter fréquemment le bécher pour faire descendre la mousse en y ajoutant au besoin quelques gouttes d'alcool pour faciliter la destruction.

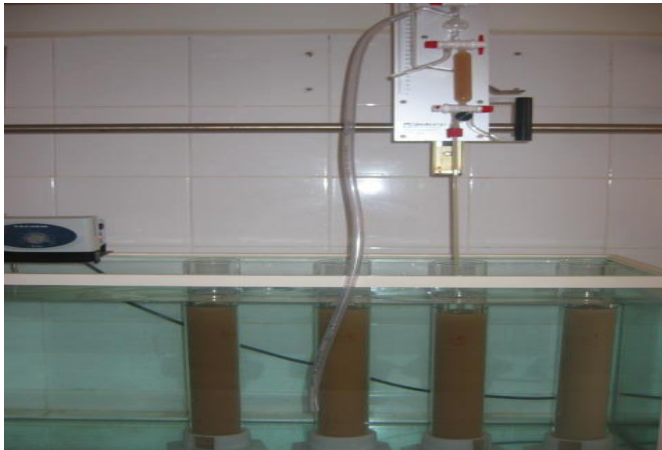
La réaction est terminée quand la mousse a disparu et que les petites bulles d'oxygène ne viennent plus crever en surface.

### Analyse granulométrique proprement dite

En utilisant la méthode internationale, la pipette de ROBINSON, pour la fraction inférieure à 0.02mm (argile, limons).

### Description et principe de la pipette de ROBINSON

C'est une pipette à longue tige de volume connu surmontée d'un robinet à 3voies. Elle est fixée sur un bâti coulissant verticalement par crémaillère. Un videx solidaire de la pipette, permet de réparer son niveau sur une règle graduée. La pointe de la pipette est formée par un embout qui présente des ouvertures latérales, ainsi l'aspiration de liquide se produit dans plan horizontal à la profondeur désirée (h), ainsi après un temps (t), on trouve avec leur concentrations initiales tous les particules ayant une vitesse de chute inférieure à  $(h/t)$ . les autres étant déposées.



**Figure 08 :** Pipette de ROBINSON

### **Manipulation :**

- Fermer le robinet à 3 voies.
- Descendre la pipette jusqu'à ce que l'embout touche le niveau supérieur de la Suspension et noter la position de l'index devant la règle graduée.
- descendre la pipette de y cm, 20 à 30 secondes avant la fin du délai de sédimentation pour la fraction considéré pour la profondeur et pour la température de la suspension.
- Ouvrir lentement le robinet au temps (t) et aspirer très régulièrement pour remplir la Pipette (v ml) en 20seconde environ.
- Fermer le robinet quand le liquide arrive à son niveau et vider le trop plein par l'ajustage latéral.
- Rem enter la pipette.
- Vider lentement son contenu dans une capsule tarée de 50ml environ.
- Placer celle-ci à l'étuve à 105c° pendant 24 heures.
- Peser le résidu sec.

### **1- Mesure Argile + limons**

Déterminer un temps de sédimentation des particules inférieur à 0.02mm pour la profondeur de prélèvement retenue (de préférence 10cm à 20 c°) et pour la température du laboratoire. Par différence de poids de la capsule vide plus fraction inférieure à 0.02mm.



## 2- Mesure Argile

Après une nouvelle agitation vigoureuse, opérer exactement de la même façon après repos de 8 heures à 20c° suivant la température moyenne de la suspension modifier à l'aide du tableau des temps de sédimentation.

## 3- sables

Elles sont obtenues par tamisage après élimination des fractions fines.

- Remettre en suspension par agitation.
- Faire passer tout le contenu de l'allonges sur deux tamis superposés de diamètre 0.05mm à 2mm en entraînant et levant les sables sur le tamis par un courant d'eau ordinaire.
- Verser le contenu de chaque tamis dans des capsules tarées.
- Sécher à l'étuve à 105c° et peser le résidu sec de chaque capsule.

## 4- fraction limon grossier

Elle obtenir par différence à 100 après le calcul des autres fractions.

### Calcul

Il faut effectuer toutes les corrections dues au dispersant, à l'humidité, la matière organique et le calcaire si on le détruit.

Soit :

P : prise d'essai.

P<sub>1</sub> : poids d'argile + limon + Hexamétaphosphate de sodium prélevé et pesé à sec.

P<sub>2</sub> : poids d'argile + Hexamétaphosphate.

P<sub>r</sub> : poids de l'Hexamétaphosphate de sodium.

P<sub>3</sub> : poids des sables fins.

P<sub>4</sub> : poids des sables grossiers.

v : volume de la pipette.

V : volume total de la suspension.

MO : pourcentage de la matière organique.

H : pourcentage de l'humidité.

CaCO<sub>3</sub> : pourcentage de calcaire.

$$(\%) \text{argile} = (p_2 - p_r) * \frac{v}{v} * \frac{100}{P - P (MO + H + CaCO_3)}$$

$$(\%) \text{Limos fins} = (p_1 - p_2) * \frac{v}{v} * \frac{100}{P - P (MO + H + CaCO_3)}$$

$$(\%) \text{limons grossiers} = 100 - (A\% + Lf\% + Sf\% + Sg\%)$$

$$(\%) \text{ Limons grossiers} = 100 - (A\% + Lf\% + Sf\% + Sg\%)$$

Ou :

A : Argile.

Lf : Limon fin.                      Lg : limon grossier.

Sf : sable fin.                      Sg : Sable grossier.

**Tableau 09:** Analyse d'un échantillon de sol

| Echantillon     | Granulométrie |             |                  |             |                  | Texture                |
|-----------------|---------------|-------------|------------------|-------------|------------------|------------------------|
|                 | Argile %      | Limon fin % | Limon grossier % | Sable fin % | Sable grossier % |                        |
| <b>T4</b>       | 29,20         | 9,06        | 10,52            | 23,97       | 27,25            | Sablo argilo limoneuse |
| <b>T1</b>       | 33,78         | 7,06        | 7,57             | 33,35       | 18,24            | Sablo argilo limoneuse |
| <b>T0</b>       | 26,72         | 11,09       | 9,28             | 33,88       | 19,03            | Sablo argilo limoneuse |
| <b>T3</b>       | 29,70         | 1,51        | 15,53            | 33,10       | 20,15            | Sablo argilo limoneuse |
| <b>T2</b>       | 30,79         | 7,07        | 8,39             | 33,50       | 20,25            | Sablo argilo limoneuse |
| <b>T4 après</b> | 27,24         | 16,14       | 13,84            | 31,68       | 18,09            | Sablo argilo limoneuse |

|                 |       |       |      |       |       |                        |
|-----------------|-------|-------|------|-------|-------|------------------------|
| <b>T1 après</b> | 33,72 | 9,06  | 6,08 | 32,82 | 18,32 | Sablo argilo limoneuse |
| <b>T0 après</b> | 31,72 | 11,58 | 4,72 | 34,15 | 17,82 | Sablo argilo limoneuse |
| <b>T3 après</b> | 34,76 | 10,07 | 4,00 | 34,19 | 18,09 | Sablo argilo limoneuse |
| <b>T2 après</b> | 30,77 | 11,10 | 5,39 | 32,97 | 19,77 | Sablo argilo limoneuse |

### 5-1-2- Analyse du pH

Le pH est une expression logarithmique de l'acidité d'une solution. C'est le logarithme négatif de la concentration  $H^+$ .

$$pH = - \log H^+$$

On peut mesurer plusieurs types d'acidité du sol, les plus fréquentes étant : L'acidité actuelle: est la quantité d'ions  $H^+$  libres d'une suspension sol – eau (le rapport sol /eau = 2/5).

#### Mesure du pH: (par pH mètre)

Ces mesures s'effectuent à l'aide d'une électrode de verre accouplée à une électrode de référence, ces deux électrodes peuvent être soit séparées, soit être combinées concentriques de façon à viens former qu'une seul.

L'électrode n'indique pas la valeur absolue de pH mesuré. Pour cette raison il est nécessaire avant de procéder à une mesure d'étalonner l'électrode de mesure au moyen de solutions dont le pH est connu. Lorsque des mesures de pH doivent donner des résultats d'une grande précision, pour cette étalonnage il faut choisir une solution tampon dont le pH soit très voisin de celui de la solution mesurer, il est recommandé de faire une mesure de contrôle au moyen d'une seconde solution tampon ayant un pH différent de celui du tampon étalonner.

La mesure du pH se fait sur une suspension du sol (rapport sol /eau = 2/5) d'abord dans l'eau distillée, puis dans une solution KCL.



**Figure 09 :** pH mètre

### Mode opératoire

#### 1- pH (sol - eau distillée) :

- Peser 20g de sol broyée et tamisée à 2mm dans un bécher de 100ml.
- Ajouter 50ml d'eau distillée.
- Agiter pendant quelques minutes à l'aide de l'agitateur magnétique.
- Après l'étalonnage de pH mètre (par les solutions tampon) introduire avec précaution l'électrode de verre dans la suspension (l'échantillon).
- Lire le pH quand l'aiguille est stabilisée.

Dans la plupart des terres cette stabilisation est réalisée dans la premier minute, mais dans certain cas, il est parfois nécessaire d'attendre jusqu'à 4 minutes.

#### 2- pH (sol - KCL) :

- Après avoir mesuré le pH dans l'eau distillée, ajouter 3.725g de KCL cristallisé (broyé fin).
- Agiter pendant quelque minutes à l'agitateur magnétique.
- Faire la lecture du pH lorsque l'aiguille stable.

#### 3- la différence (pH eau – pH KCL) :

Cette différence varie avec le degré de saturation en base du complexe adsorbant.

Diff < 0.5 .....Sol faiblement.

0.5 < Diff < 1 .....Sol saturé.

Diff > 1 .....Sol fortement saturé.

**Tableau 09 : pH mètre**

| Echant    | T0   | T1   | T2   | T3   | T4   | T1après | T2après | T3après | T4après |
|-----------|------|------|------|------|------|---------|---------|---------|---------|
| <b>pH</b> | 6.67 | 6.63 | 6.78 | 6.74 | 6.48 | 6.88    | 7.13    | 7.02    | 6.82    |

### 5-1-3- Matière organique :

La détermination de la teneur en matière organique a été obtenu par le dosage du carbone.

Le taux de la matière organique :

$$(\%) \text{ MO} = 1.72 \times \text{C}$$

Ou :

MO : matière organique.

C : le carbone organique.

### Dosage du Carbone :

Méthode d'ANNE

### Réactif :

- Dichromate de potassium (08%).
- Acide sulfurique pur.
- Sel de Mohr (0.25N)
- Diphénylamine (0.5%).
- Acide phosphorique pur ( H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>).

### Mode opératoire :

- Peser 1g de sol broyé et tamisée a 0.2mm dans un erlenmyer de 500ml.
- Ajuster 10ml de Dichromate de potassium.
- En suite ajouter rapidement 20ml d'acide sulfurique et agiter bien.

- Laisser reposer pendant 30min.
- Ajouter 200ml d'eau distillé.
- Prélever 20ml et introduire dans un erlenmyer de 250ml, dilué à 150ml0.
- Ajouter 1 ml de  $H_3PO_4$  et 3 gouttes de diphénylamine.
- Titrer en agitant avec la solution de sel de Mohr (0.2N), la couleur obtiennent bleu vert.

Soit : (N : le nombre de millilitre de sel de Mohr versés).

- Procéder à un témoin en remplaçant la terre par 1g de sable calciné (en trois répétitions).

Soit : (n : le nombre de millilitre de sel de Mohr versés).

### Calcul

$t = 10/n$  (nombre théorique de ml / nombre de ml versé)

Ou :

t : titre de sel de Mohr.

1ml de sel de Mohr (0.25N) correspond à :

$3 \times 0.25 / 1000 = 0.75$  mg de carbone (3 c'est trois gammes).

$0.75 \times 1.33 = 0.9975$  mg (1.33 : facteur de correction, car le carbone n'est oxydé que partiellement).

$$(\%) C = 0.9975 \times t(N - n)$$

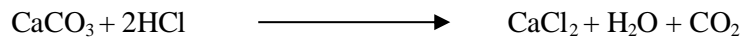
**Tableau 10** : Matière organique %

| Echant | T0   | T1   | T2   | T3   | T4   | T0après | T1après | T2après | T3après | T4après |
|--------|------|------|------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| pH     | 0.61 | 0.62 | 0.74 | 0.47 | 0.48 | 0.51    | 0.45    | 0.68    | 0.54    | 0.69    |

**ANALYSES CHIMIQUES :****1-Dosage du calcaire total :****Principe :**

Le dosage du calcaire total contenu dans un échantillon de sol est déterminé par gazomètre,

Il est fondé sur la réaction caractéristique du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) au contact de l'acide sulfurique ( $\text{HCl}$ )



Il s'agit de comparer le volume de  $\text{CO}_2$  dégagé par le contact d' $\text{HCl}$  avec un poids précis de sol avec celui dégagé par le contact d' $\text{HCl}$  avec  $\text{CaCO}_3$  pur et sec en qualité connue, les conditions de température et de pression restant inchangées.

**Appareillage :**

Le calcimètre de BERNARD : une burette graduée en millilitre reliée par le bas au moyen d'un tube de caoutchouc à une ampoule et par le haut à un erlenmyer mûri à l'intérieur d'un petit tube en verre à essai.



**Figure 10 :** Calcimètre de BERNARD

**Mode opératoire :**

- Remplir l'ampoule par NaCl (300g/l) de manière à ce que le niveau soit légèrement en dessous du zéro.
- Introduire 0.3g de CaCO<sub>3</sub> pur et sec au fond de l'erenmyer et va servir à étalonner l'appareil
- Remplir le petit tube au  $\frac{3}{4}$  d' HCl (1/2 dilué) que l'on déplace délicatement au moyen de pinces dans l'erenmyer en ayant soin qu'aucune goutte ne tombe le CaCO<sub>3</sub>.
- Boucher soigneusement l'erenmyer en le mettant ainsi en relation avec la burette.
- Décrocher l'ampoule. Faire correspondre le niveau (faire la lecture du niveau de la burette),

Soit V<sub>0</sub> le niveau lu.

- En inclinant l'erenmyer (verser l'HCl sur le CaCO<sub>3</sub>), marquant le dégagement de gaz carbonique.
- Décrocher l'ampoule, mettre en correspondance les niveaux et faire seconde lecture,

Soit V<sub>1</sub> le niveau lu.

Le volume après la réaction,  $V = V_1 - V_0$

- Dosage du calcaire total dans l'échantillon de sol on opère de même façon que pour « essai témoin » en remplaçant le calcaire pur par 1g de sol broyée et tamisé a 0.2mm.

Soit V<sub>1</sub> le volume dégager par l'échantillon de sol.

**Calcul :**

$$(\%) \text{ CaCO}_3 = \frac{P_T \cdot V_1}{V \cdot P}$$

Ou :

P<sub>T</sub> : poids de CaCO<sub>3</sub> pur.

P : poids de sol.



$V_1$ : volume de  $\text{CO}_2$  produit par le sol.

$V$  : volume de  $\text{CO}_2$  produit par le  $\text{CaCO}_3$  pur.

| TAUX DE $\text{CaCO}_3$ TOTAL    | QUALIFICATION DU SOL        |
|----------------------------------|-----------------------------|
| $\text{CaCO}_3 \leq 5\%$         | SOL NON CALCAIRE            |
| $5 < \text{CaCO}_3 \leq 12,5\%$  | SOL FAIBLEMENT CALCAIRE     |
| $12,5 < \text{CaCO}_3 \leq 25\%$ | SOL MODEREMENT CALCAIRE     |
| $25 < \text{CaCO}_3 \leq 50\%$   | SOL FORTEMENT CALCAIRE      |
| $\text{CaCO}_3 > 50\%$           | SOL TRES FORTEMENT CALCAIRE |

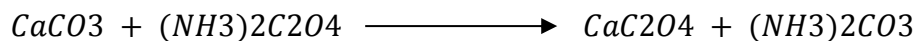
Si la teneur  $\text{CaCO}_3$  supérieur ou égale à 5% il sera nécessaire d'étudier le calcaire actif.

## 2-Dosage du calcaire actif :

Le calcaire actif est une partie de calcaire totale qui se dans le sol à des dimensions très fines.

Pour doser le calcaire actif, ont exploité la propriété du calcaire à se combiner aux oxalates d'ammonium par précipiter sous forme d'oxalate de calcium.

### \*Le principe de dosage résume :



L'oxalate précipité est éliminé par la filtration, l'oxalate en excès est dosé par permanganate de potassium.



Figure 11: Filtration



Figure12 : Titration

**Réactif :**

- Oxalate d'ammonium : (0.2N)
- Permanganate de potassium : (0.1N)
- Acide sulfurique pur

**Mode opératoire :**

- Peser 10g de sol broyé et tamisé à 2mm.
- Ajouter 250ml oxalate d'ammonium (0.2N).
- Agiter pendant deux heures dans l'agitateur mécanique.
- Filtrer en ecratant les premiers millilitres du filtrat.
- Prélever 20ml de filtrat.
- Verser 5ml de l'acide sulfurique pur, et chauffer à une température de 60c°.
- Titrer par le permanganate de potassium (0.1N) jusqu'à coloration rose.

Soit n : le volume de permanganate de potassium obtenus.

- De la même façon titrer 20ml d'oxalate d'ammonium (témoin).

Soit N : le volume de permanganate de potassium obtenu.

**Calculus:**

$$(\%) CA = (N - n) \times 1.25$$

Ou :

CA : le calcaire actif.

**Tableau 11:** Calcaire%

| Echant | T0   | T1   | T2   | T3   | T4   | T0après | T1après | T2après | T3après | T4après |
|--------|------|------|------|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Total  | 0.83 | 2.08 | 1.67 | 1.25 | 2.92 | 0.42    | 1.25    | 1.25    | 0.83    | 6.25    |
| Actif  | 00   | 00   | 00   | 00   | 00   | 00      | 00      | 00      | 00      | 2.00    |

### 3-Mesure de la conductivité:

#### Principe :

La conductivité d'un liquide est fonction de sa concentration en électrolyte, en pratiquant des extraits aqueux de sols, la mesure de la conductivité permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale en sels dissous.

L'extrait aqueux à saturation est indispensable pour obtenir par recoupement les proportions des cations échangeables du complexe adsorbant et des cations solubles de la solution du sol.

La conductivité d'une solution est donnée par l'expression :

$$CE = \frac{K}{R}$$

Ou :

K : constante d'étalonnage de la cellule.

R : la résistivité.

CE : exprime en (mmhos/cm) ou par (s/cm), cette mesure est donnée à des températures différentes : en France, 25c° aux USA.

#### 2-1-Mesure de la conductivité de l'extrait à saturation :

Les extraits aqueux de sols se pratiquent sur les sols salés, que cette salinisation (ou alcalisation) soit naturelles, qu'elle soit artificielle (sols de serres, salinisés par engrais).

La mesure de la conductivité permet d'obtenir rapidement une estimation de la teneur globale en sels dissous.

L'extrait aqueux à saturation est indispensable pour obtenir par recoupement les proportions des cations échangeables du complexe adsorbant et des cations solubles de la solution du sol.

L'extrait aqueux à saturation est indispensable pour obtenir par recoupement les proportions des cations échangeables du complexe adsorbant et des cations solubles de la solution du sol.

La conductivité d'une solution est donnée par l'expression :

$$CE = \frac{K}{R}$$

Ou :

K : constante d'étalonnage de la cellule.

R : la résistivité.

CE : exprime en (mmhos/cm) ou par (s/cm), cette mesure est donnée à des températures solubles de la solution du sol.

### 2-2-Mode opératoire pour l'extrait à saturation :

- Peser 250g de terre fine dans une capsule de porcelaine.
- Humecter la terre, sans malaxer, avec de l'eau distillée jusqu'à ce que l'eau ne s'infilte

Plus, utiliser une burette pour connaître le volume d'eau utilisée.

- Malaxer avec une spatule et rajouter de l'eau jusqu'à obtention d'une pâte satisfaisant aux conditions suivantes :
  - . La terre se détache de la spatule.
  - . La masse de terre glisse doucement sur le fond de la spatule.
  - . La pâte présente une surface brillante, sans qu'il se forme de l'eau libre.

. Un sillon de quelques millimètre trace dans la pâte se referme au bout de 10 coups.

- Noter le nombre de ml d'eau versés.
- Rassembler la pâte au fond de la capsule en ménageant un trou 2 à 3cm.
- Couvrir et laisser reposer quatre heures pour assurer la diffusion des sels solubles.
- Au bout d'une heure, si de l'eau s'est rassemblée dans le creux, le point de saturation a été dépassé et il convient de rajouter une quantité mesurée de terre.

Dans le cas contraire, renouveler les teste précédents.

- Passer la pâte sur le centrifugeuse à 2400 tours par minute pendant 10minutes.
- Récupère la solution dans un flacon.

Noter le volume, est mesurer la conductivité avant toute dilution et toute d'autre détermination (dosages des Anions (chlorures  $\text{Cl}^-$ , carbonates  $\text{CO}_3^{--}$ , bicarbonates  $\text{HCO}_3^-$  et des sulfates  $\text{SO}_4^{--}$ ), et les bases échangeables.

### 2-3- Mesure de la conductivité de l'extrait aqueux: (le rapport sol /eau = 1/5).

#### Mode opératoire :

- Peser 20g de terre broyer et tamisée à 2mm dans un flacon de 500ml.
- Ajouter 100ml d'eau distillée.
- Agiter pendant une heure dans l'agitateur rotatif.
- Laisser en repos une demi-heure.
- Décanté et centrifuger l'échantillon à 2000 tr/min pendant 10 minutes.
- Décanté dans béccher et effectue la mesure de la conductivité en notant la température.

#### Remarque :

Le procéder est commode maison s'éloigne des conditions naturelles. On provoque un hydrolyse importante des sels de  $\text{Na}^+$  tandis que ceux de  $\text{Ca}^{++}$  et  $\text{Mg}^{++}$  ne sont pas hydrolysée, tous les sels, gypse en particulier ne sont pas extraits.

Expression de la salure :

En appliquant la relation de L.A.RICHARD :

$$\text{Salure (SST) méq/l} = 10.\text{ce (millimhos)}$$

Le taux de sels solubles totaux en poids de terre :

$$\text{SST (méq/100g)} = 10.\text{CE.} \quad \frac{100}{1000} \quad \frac{100}{20} \equiv 5.\text{CE}$$

Echelle de salure en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux au 1/5 :

#### 2-4-Mode opératoire pour l'extrait à saturation :

- Peser 250g de terre fine dans une capsule de porcelaine.
- Humecter la terre, sans malaxer, avec de l'eau distillée jusqu'à ce que l'eau ne s'infilte

Plus, utiliser une burette pour connaître le volume d'eau utilisée.

- Malaxer avec une spatule et rajouter de l'eau jusqu'à obtention d'une pâte satisfaisant aux conditions suivantes :
  - . La terre se détache de la spatule.
  - . La masse de terre glisse doucement sur le fond de la spatule.
  - . La pâte présente une surface brillante, sans qu'il se forme de l'eau libre.
  - . Un sillon de quelques millimètre trace dans la pâte se referme au bout de 10 coups.
- Noter le nombre de ml d'eau versés.
- Rassembler la pâte au fond de la capsule en ménageant un trou 2 à 3cm.
- Couvrir et laisser reposer quatre heures pour assurer la diffusion des sels solubles.
- Au bout d'une heure, si de l'eau s'est rassemblée dans le creux, le point de saturation a été dépassé et il convient de rajouter une quantité mesurée de terre.

Dans le cas contraire, renouveler les teste précédents.

- Passer la pâte sur le centrifugeuse à 2400 tours par minute pendant 10minutes.
- Récupère la solution dans un flacon.

Noter le volume, est mesurer la conductivité avant toute dilution et toute d'autre détermination (dosages des Anions (chlorures  $\text{Cl}^-$ , carbonates  $\text{CO}_3^{2-}$ , bicarbonates  $\text{HCO}_3^-$  et des sulfates  $\text{SO}_4^{2-}$ ), et les bases échangeables.

$$\text{SST (méq/100g)} = 10 \cdot \frac{100}{1000} \cdot \frac{100}{20} = 5 \cdot \text{CE}$$

Echelle de salure en fonction de la conductivité électrique de l'extrait aqueux au 1/5 :

|                       | Non salé | Peu salé | salé | Très salé |
|-----------------------|----------|----------|------|-----------|
| CE (mmhos/cm)         | 0.6      | 1.2      | 2.4  | 6         |
| Salure (SST) méq/100g | 3        | 6        | 12   | 30        |

### 2-5- Mesure simple de la conductivité :

-Peser 10g de terre broyer et tamisée à 2mm dans un bécher de 100 ml et ajouter 50 ml d'eau distillée.

- Agiter pendant quelques minutes dans l'agitateur magnétique.
- Laisser en repos une demi-heure.
- Mesure la conductivité en notant la température.



Figure 13: Conductimètre

Tableau 12: Conductivité électrique  $\mu\text{s}/\text{cm}$  1/5

| Echant | T0  | T1  | T2  | T3  | T4  | T0après | T1après | T2après | T3après | T4après |
|--------|-----|-----|-----|-----|-----|---------|---------|---------|---------|---------|
| Condc  | 430 | 401 | 430 | 433 | 431 | 423     | 439     | 436     | 437     | 438     |

### 3- Dosage du l'azote total :

#### Principe :

La plus grande partie de l'azote dans les sols sous trouve sous forme organique, afin dans le doser, on emploi la méthode de « KJELDAHL » ou on transforme l'azote des composer organique en azote ammoniacal par l'acide sulfurique pur, à l'ébullition qui agit comme oxydant et détruit les matières organiques (sous forme minéral).

Le carbone et l'hydrogène se dégagent a l'état de gaz carbonique et d'eau. L'azote se transformé en ammoniacque et fixé par l'acide sulfurique à l'état de sulfate d'ammonium.

Puis distillé l'ammoniaque et recueilli dans une solution d'acide borique. Et en fin doser ce dernier par l'acide sulfurique.

#### Réactif :

- Acide sulfurique pur.
- Acide sulfurique (N/10).



- Mélange catalyseur (10.25g) :  
(Sulfate de potassium 5g, sulfate de cuivre 5g et sélénium 0.25g)
- NaOH (50%).
- Indicateur mixte.
- Acide borique 2% (20g dans 100ml d'eau distillé + 5ml de l'indicateur).

**Mode opératoire :**

## 1-Digestion : (minéralisation de l'azote)

- Introduire 10g de sol broyé et tamisé à 0.2mm dans un matras.
- Ajouter 20ml d'eau distillé.
- Agiter, puis laisser réagir pendant 30min.
- Ajouter 10.25g de mélange catalyseur.
- Ajouter 20 à 30 ml d'acide sulfurique pur, et mettre les matras au digesteur.
- régler la température à 400 c° pour une heure.

(L'aspirateur absorber les gaz qu'est dégager au cour de la dégestion).

- Laissez refroidir (mais pas trop longtemps pour éviter que la solution se colle en bas des matras).

- Transvasez dans des fioles jaugées de 250 ml et compléter jusqu'à le trait par l'eau distillé.

**Figure14:** Aspirateur**Figure 15:** Digestion

### 2-Distillation :

- Mettez 20ml de l'acide borique (2%) et l'indicateur dans une erlenmyer de 250ml.
- Agiter bien la solution de terre et prélever 20ml.
- Ajouter 20ml de NaOH (50%).
- Le tout dans l'appareil de Kjeldahl (ampoule de distillation).
- Commencer à chauffer et distiller jusqu'à l'obtention 150ml de distillat dans l'erlenmyer.
- Titrer par l'acide sulfurique (N/10) jusqu'à l'obtention la couleur rose.
- Faire un témoin de même façon mais sans terre.

**Figure16:**Distillateur

Calcul :

$$(\%) N = \frac{A - (T - B) \cdot N \cdot 1.4}{A' \cdot S}$$

Ou :

T : volume de l'acide sulfurique utilisé pour le dosage de l'échantillon.

B : volume de l'acide sulfurique utilisé pour le dosage de témoin.

A : volume de la fiole jaugée.

A' : volume prélevé de la fiole.

N : normalité de l'acide sulfurique.

S : poids de l'échantillon.

**Tableau 13** : Azote total %

| Echant      | T0   | T1   | T2  | T3   | T4   | T0après | T1après | T2après | T3après | T4après |
|-------------|------|------|-----|------|------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Azote total | 0.02 | 0.17 | 0.5 | 0.15 | 0.12 | 0.04    | 0.20    | 0.18    | 0.08    | 0.15    |

**Récolte :**

La récolte a été effectuée à l'aide d'une moissonneuse batteuse expérimentale le 12/06/2016.

**Les stades phénologiques**

**\*La date de levée**

La date de levée est notée, à l'apparition de 50% de plants levés (02/12/2015).

**\*La date de 1<sup>ère</sup> talle**

05/01/2016

**\*La date de tallage**

20/02/2016

**\*La date de montaison**

30/03/2016

**Résultat et discussion****Tableau 13 : Analyse de variance**

|                 | <b>S.C.E</b> | <b>DDL</b> | <b>C.M.</b> | <b>TEST F</b> | <b>PROBA</b> | <b>E.T.</b> |            |
|-----------------|--------------|------------|-------------|---------------|--------------|-------------|------------|
| VAR.TOTALE      | 3491.385     | 39         | 89.523      |               |              |             |            |
| VAR.FACTEUR1    | 1095.776     | 4          | 273.944     | 5.327         | 0.00277      |             | <b>T.S</b> |
| VAR.FACTEUR2    | 922.466      | 1          | 922.466     | 17.939        | 0.00029      |             | <b>H.S</b> |
| VAR.INTERF1*2   | 67.882       | 4          | 16.97       | 0.33          | 0.85593      |             | <b>N.S</b> |
| VAR.BLOCS       | 16.862       | 3          | 5.621       | 0.109         | 0.95295      |             | <b>N.S</b> |
| VAR.RESIDUELLE1 | 1388.399     | 27         | 51.422      |               |              | 7.171       |            |

<0.05 Significatif ; <0.01 Très significatif ; <0.001 Très significatif

**T.S** : très significatif

**H.S** : hautement significatif

**N.S** : non significatif

Le blé dur fait partie de céréales dont les derniers constitués l'une des bases importants de l'agroalimentaire d'un l'intérêt porter à l'amélioration des techniques culturales.

Dans notre essai, nous avons testé les effets d'apports d'azotes sur la production en parmi à deux stades physiologiques conditionnement l'amélioration qui sur tallage et début floraison.

Les résultats obtenus et comparaison des rendements entre témoins et testé d'apport d'azote après entre statistique ont montrés que la variabilité des doses est très significatives.

Mazoyer et al. En (2002) ont montrés que l'azote est un élément fertilisant qui joue un rôle primordial dans le métabolisme des plantes, et reste le constituant numéro 1 des protéines, il est le facteur de croissance et de qualité pour un meilleur teneur en protéines.

Sera différents essai effectués sur céréales ont protéine une augmentation linéaires du rendement avec le taux de protéine.

Dans notre essai nous avons relevé que on augmentait la dose d'azote plus le rendement s'élevé.

Etres les conditions agro climatiques de la station d'expérimentation.

Pour l'étude et l'essai des apports d'azote aux stades tallage et début floraison on retient que l'apport d'azote en stade tallage et le plus conséquent.

Au stade tallage, l'azote joue un rôle important sur l'augmentation de nombre de talles qui reste la première composante du rendement.

On retenir que la disponibilité de l'azote dans le sol ainsi que non assimilant lors de la phase montaison, floraison il agit respectivement sur l'allongement de la tige ainsi que la diminution de l'avortement des fleurs en conséquent une amélioration de la fertilisation.

A stade floraison jusqu'à au remplissage du grain, l'azote est concerné en grande partie sur la montré des exigences selon Fink (1982) et Gate (1995).

Concernent l'essai variétale, on relève qu'il y a différences hautement signification et le rendement des deux variétés testés.

La variété Boussalem a donné un rendement plus élevé que la variété Simeto.

#### Tableau 14 : Comparaison de moyennes

**TEST DE NEWMAN-KEULS-SEUIL = 5%**

#### FACTEUR 1 : fert

| F1  | LIBELLES | MOYENNES | GROUPES HOMOGENES |   |
|-----|----------|----------|-------------------|---|
| 4.0 |          | 24.32    | A                 |   |
| 3.0 |          | 23.638   | A                 |   |
| 2.0 |          | 18.521   | A                 | B |
| 5.0 |          | 16.059   | A                 | B |
| 1.0 | F1n1     | 10.089   |                   | B |

Pour la fertilisation azotée, le test de NEWMAN-KEULS-SEUIL permet de ressortir 4 groupes homogènes.

L'augmentation des doses d'azote a un effet positif sur le taux de rendement, sachant que la faible valeur de rendement est représentée par le témoin D0 (10.08%) alors que la valeur maximale est représentée par la dose D3 (24.32%).

Les doses D2, D3 forment le premier groupe A avec des valeurs élevés de l'ordre de 23.63% et 24.32% respectivement.

La dose D0 forme le groupe B avec de valeur moyenne 10.08%, les doses D1 et D4 forment le groupe AB avec des valeurs de l'ordre de 18.52% et 16.05%.



## Conclusion

Les céréales occupent une place très importante comme d'alimentation humaine.

Parmi des céréales ; le blé dur reste une espèce important dont le grain sert à la production des pâtes alimentaires (pain, couscous, divers gâteaux, frik).

Mais pour représente à des besoins croissant en ce produit en quantité et en qualité.

Nous avons entre permis cet essai expérimentale pour déterminez la variété la plus

Il est à retenir que la variété Boussalem exprime une meilleure productive en rendement avec des apports d'azote varie en fraction du stade physiologique tel la montaison, et début floraison.

Cet essai a été mené dans des conditions agro-pédologique et climatique dans une région à potentialité céréalière.

Afin de conférence les effets de doses variables d'azote par rapport aux stades végétatifs, nous souhaitons que d'autres essais pousseur être progressées.

Selon les résultats obtenus dans cet essai, nous proposons un essai avec les mêmes variantes sauf pour le stade entre le début et fin montaison.

Les différents résultats obtenu seront traduirais des conditions climatiques de l'exercée en cours, mais ne au moins, on prônera apprécier les effets d'apports d'azote fractionné en différents stades physiologique de l'espèce blé dur qui est le plus cultivée.