



Université Mohamed Khider de Biskra
Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie Département des Sciences
Agronomiques

MÉMOIRE DE MASTER

Science de la Nature et de la Vie Sciences Agronomiques
Hydro-pédologie

Réf. : Entrez la référence du document

Présenté et soutenu par :
AMIOUR ABDELHALIM

Le :

Optimisation de la fertilisation azotée du blé dans les conditions arides

Jury :

M. Guimeur k .

Université de Biskra

Année universitaire : 2019 - 2020

Remerciements

Au terme de ce mémoire, je remercie avant tous Dieu tout puissant, de m'avoir donné la volonté, le courage et la patience pour arriver à mon but.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à M Guimeur k , pour avoir accepté de m'encadrer, pour ses précieux conseils et ses encouragements incessants.

Ma profonde reconnaissance à .

pour l'honneur qu'elle m'a fait de présider mon Jury de soutenance.

Mes reconnaissances vont aussi à.

. qui ont bien voulu faire part du jury et examiner ce travail.

Aussi, j'adresse mes profonds remerciements à chef de département khachai et a tous les enseignants du département d'Agronomie et a M Kamel chef de laboratoire de l agronomie pour leurs dévouements et leurs conseils durant cette année d'étude.

Aussi je remercie tous les travailleurs d'entreprise C.A.S.D.A du wilaya de Biskra pour ces dévouements.

Mes remerciements vont également à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicace

*Je dédie ce travail à mes parents ma chère mère Habiba et à l'esprit pur de mon père Houcine
que Allah ait pitié de lui*

A mes sœurs

A mon frère

A toute la famille Amieur.

*Je dédie précisément a mon professeur M Guimeur Kamel qui a l'honneur de m'encourager
sans cesse de continuer mes études et m'a donné l'amour et l'attention.*

A tous mes collègues de promotion de la spécialité Hydro-pédologie

A mes chères amies.

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| Introduction Générale : | 1 |
| Chapitre 01 : La culture du blé : | |
| 1.Origine du blé | 3 |
| 1.1 Origine géographique | 3 |
| 1.2- Origine génétique du blé : | 6 |
| 1.2.1- Origine du génome A : | 7 |
| 1.2.2- Origine du génome B : | 7 |
| 1.1.3- Origine du génome D : | 8 |
| 1.3 – Classification | 9 |
| 1.3.1 – Classification génétique : | 9 |
| 1.3.2- Classification botanique : | 10 |
| 2.Importance économique du blé : | 10 |
| 2.1. Au niveau mondial | 10 |
| 2.1.1.Les tops pays producteurs du blé au monde : | 11 |
| 2.1.2.Les pays exportateur du blé au monde | 12 |
| 2.2.Au niveau nationale : | 13 |
| 2.2.1.Production du blé en Algérie : | 13 |
| 2.2.2.L'importation du blé en Algérie : | 14 |
| 3.. Les Stades phénologiques du blé : | 15 |

| | |
|---|----|
| 3.1.Période végétative : | 15 |
| 3.1.1 La germination levée : | 15 |
| 3.1.2. Le tallage : | 15 |
| 3.1.3. La montaison : | 16 |
| 3.2. Période reproductive : | 16 |
| 3.2.1. L'épiaison et la floraison : | 16 |
| 3.3.Période de maturité | 17 |
| 3.3.1. Le remplissage du grain et la maturation : | 17 |
| 4. La Morphologie du blé | 18 |
| 4.1.Le grain | 18 |
| 4.2. L'appareil végétatif | 18 |
| 4.2.1.Partie racinaire | 18 |
| 4.2.2.Partie | 19 |
| 4.2.2.1. La tige | 19 |
| 4.2.2.2. Les feuilles | 19 |
| 4.2.2.3. L'appareil reproducteur : L'épi de blé | 19 |
| 5. Besoins minérales du blé (NPK...) | 20 |
| 5.1. Les éléments majeurs..... | 20 |
| 5.2.. Les oligo-éléments | 20 |

Chapitre 02 : la fertilisation azotée

| | |
|------------------------------------|----|
| 1 . rôle de l'azotée sur blé | 21 |
|------------------------------------|----|

| | |
|---|----|
| 2 .réserves du sol en azote | 22 |
| 2.1 . Les différentes formes de l'azote dans le sol | 22 |
| 2.1.1. L'azote élémentaire | 23 |
| 2.1.2. L'azote minéral | 23 |
| 2.1.3. Azote ammoniacal ($N-NH_4^+$) | 23 |
| 2.1.4. Azote nitreux ($N-NO^-$) ² | 23 |
| 2.1.5. Azote nitrique ($N-NO^-$) ³ | 23 |
| 2.1.6. L'azote organique..... | 24 |
| 2.1.7. L'azote total | 24 |
| 3. Les engrais azotés | 25 |
| 3.1. Les engrais azotés minéraux | 25 |
| 3.1.1. Engrais nitriques | 25 |
| 3.1.1.1. Le nitrate de sodium [$NaNO_3$] | 25 |
| 3.1.1.2. Le nitrate de calcium [$Ca(NO_3)_2$]..... | 25 |
| 3.1.1.3. Le nitrate de calcium et le magnésium [$Ca, Mg(NO_3)_2$] | 25 |
| 3.1.1.4. Le nitrate de potassium [KNO_3] | 25 |
| 3.1.2. Engrais ammoniacaux-nitriques | 25 |
| 3.1.2.1. Le nitrate d'ammoniac..... | 25 |
| 3.1.2.2. Les ammonitrates | 25 |
| 3.1.2.3. Les ammonitrates enrichis en (SO_3) et/ou (MgO) | 26 |
| 3.1.3. Engrais ammoniacaux | 26 |
| 3.1.3.1. Le sulfate d'ammoniaque [$(NH_4)_2SO_4$] | 26 |
| 3.1.3.2. L'ammoniac anhydre [NH_3] | 26 |
| 3.1.4. Autres formes | 26 |

| | |
|---|----|
| 3.1.4.1. L'urée [CO(NH ₂) ₂] : 46% de N | 26 |
| 3.1.4.2. Les solutions azotées | 26 |
| 3.1.4.3. La cyanamide calcique [CN ₂ Ca] | 26 |
| 3.2. Les type des engrais azotées | 26 |
| 3.2.1. Les engrais azotées simples | 27 |
| 3.2.2. Les engrais azotées composes | 27 |
| 3.2.2.1. Des engrais ternaires NPK | 27 |
| 3.2.2.2. Des engrais binaires NK | 27 |
| 3.2.3. Engrais azotées complexes | 27 |
| 4. niveau de la fertilisation azotée en Algérie | 27 |
| 4.1. Utilisation des engrais azotées en Algérie | 27 |
| 4.2. La production d'urée en Algérie | 29 |

Chapitre 03: Matériels et Méthodes :

| | |
|--|----|
| 1. Description du site expérimental | 30 |
| 1.1. Situation géographique du site expérimental | 30 |
| 1.2: Caractéristiques pédoclimatiques du site expérimental | 31 |
| 1-2-1 : sol | 31 |
| 1-2-2 : L'eau | 31 |
| 1-2-3 : climat | 32 |
| 1-2-3-1 : température | 32 |
| 1-2-3-2 : la précipitation | 33 |
| 1-2-3-3 : L'humidité | 34 |
| 1-2-3-4. Vent | 35 |
| 2. Présentation du végétal | 36 |

| | |
|--|-----------|
| 3 .Engrais utilisés | 37 |
| 3.1. Engrais de fond | 37 |
| 3.1.1. super phosphate simple (SPS 00-18-00 - Engrais granule) | 37 |
| 3.1.1.1. Utilisation | 37 |
| 3.1.1.2. Conditionnement | 37 |
| 3.1.1.3.Caractéristiques physiques | 37 |
| 3.1.2. Sulfate de potassium K(50) S (45 | 38 |
| 3.1.2.1.Description | 38 |
| 3.1.2.2.Composition | 38 |
| 3.1.2.3.Dosage | 38 |
| 3.2. Engrais de couverture | 38 |
| 3.2.1. Urée 46% | 38 |
| 3.2.1.1.Caractéristiques | 39 |
| 4.Le dispositif expérimental | 39 |
| 4.1.Les doses d’engrais azote applique | 40 |
| 4.1.1.Chaque dose a été fractionnée en 3 apports | 40 |
| 5.Méthodologie de travail | 42 |
| 5.1.Mesures effectués sur Le sol | 42 |
| 5.1.1. Méthodes et dates de prélèvements | 42 |
| 5.1.2.Les Méthodes d'analyse | 42 |
| 5.1.2.1.Analyse granulométrique | 42 |
| 5.1.2.2.Mesure du pH | 42 |

| | |
|---|----|
| 5.1.2.3.Mesure de la conductivité électrique | 42 |
| 5.1.2.4.Dosage du calcaire actif | 42 |
| 5.1.2.5.La matière organique du sol | 43 |
| 5.1.2.6.Dosage de l'azote total | 43 |
| 5.1.2.6.Dosage du phosphore total | 43 |
| 5.1.2.7.Dosage du potassium et du sodium | 44 |
| 5.1.3.Résultats de l'analyse du sol | 44 |
| 5.1.3.1.Interprétation de l'Analyse | 44 |
| 5.2.Mesures effectuées sur l'eau | 45 |
| 5.2.1. Résultats de l'analyse d'eau CAZDA | 45 |
| 5.3.Mesures effectuées sur le végétal | 46 |
| 5.3.1. Teste de germination | 46 |
| 5.3.2. Nombre de plante par m ² | 46 |
| 5.3.4. Nombre de grains par plant | 47 |
| 5.3.5. Poids de 1000 grains | 48 |
| 5.3.6. Rendement théorique par hectare | 48 |
| 5.3.7.Notation sur les maladies | 48 |
| 5.4.Mesures effectuées sur les dose d'engrais | 48 |
| 5.4.1. les engrais de fond | 48 |
| 5.4.1.1. Calcule le poids d'engrais de chaque dose dans un pot de 7kg | 48 |
| 5.4.2. L'engrais azoté (urée 46 %) | 49 |

| | |
|--|----|
| 5.4.2.1 : calcule le poids d'engrais de chaque dose dans un pot de 7kg | 50 |
| 5.5.Mesures effectues sur les doses d'irrigation | 41 |
| 5.5.1. La dose capacité au champ | 50 |
| 5.5.1.1. les calcules des doses de capacité au champ | 51 |
| 5.6: la préparation de sol | 52 |
| 5.6.1. dessèchement de sol | 52 |
| 5.6.2 : Broyage de sol | 52 |
| 5.6.3. Tamisage de sol | 52 |
| 5.6.4.remplissage des pot | 52 |
| 5.7.Lieu de l'essai | 52 |
| 5.7.1. Dimension de la serre :..... | 53 |
| 5.8. La dose de semis du blé | 54 |
| Références bibliographiques | 56 |

Résumé

Listes des figures :

| N° Des figures | Le titre | N° page |
|------------------|--|-----------|
| Figure 1 | Centre d'origine du blé dur université Pierre Marie curie UFR des Sciences de la Vie | 2 |
| Figure 2 | Origine et diffusion de <i>Triticum turgidum</i> (Bonjean, 2001) | 2 |
| Figure 3 | Schématisation qui montre l'origine génétique du blé (Arzani, 2018) | 9 |
| Figure 4 | marché mondiale du blé (million tonnes) (FAO 2020). | 11 |
| Figure 5 | histogramme représente les grands pays producteurs du blé au monde 2019_2020 (FAO 2019) | 12 |
| Figure 6 | Les grands pays exportateurs du blé au monde 2019_2020 (FAO 2019) . | 13 |
| Figure 7 | La production du blé en Algérie pendant 4 saison dernières (UNA) | 14 |
| Figure 8 | Cycle de développement du blé | 17 |
| Figure 9 | Structure du grain du blé (Surget et Barron, 2005). | 18 |
| Figure 10 | Utilisation des engrais azotées en Algérie (FAO STAT ;2019) | 27 |
| Figure 11 | Utilisation des engrais azotées par superficie dans l'Algérie (FAO STAT ;2019) . | 28 |
| Figure 12 | La production d'urée en Afrique (Heffer and Prud'homme, 2020). | 29 |
| Figure 13 | Le site expérimentale (AMIOUR , 2020) | 30 |
| Figure 14 | Les coordonnées géographiques de ce site (AMIOUR , 2019) | 31 |
| Figure 15 | <i>Variété de blé dur de notre étude (Vitron) (AMIOUR ;2020)</i> | 37 |
| Figure 16 | les 3 apports d'azote apporté dans 3 stades de développement du blé | 40 |
| Figure 17 | Schéma représente le dispositif expérimentale .(AMIOUR ;2020) | 41 |
| Figure 18 | une photo représente le dispositif expérimentale .(AMIOUR ;2020) | 41 |
| Figure 19 | les analyses de sol d'essai fait par SIDDRA (SIDDRA ;2018) | 44 |
| Figure 20 | le teste de germination du blé dure (AMIOUR ;2020). | 47 |
| Figure 21 | La méthode utilise pour déterminer la capacité au champ dans le terrain (AMIOUR ;2020) | 52 |
| Figure 22 | La serre utilise dans l'essai . (AMIOUR ;2020) | 53 |

Listes des tableaux :

| N° des tableaux | Le titre | N° page |
|------------------------|---|----------------|
| Tableau I | Origines possibles du génome B | 8 |
| Tableau 2 | Le blé dur obéit à la classification suivante (Prats, 1960 ; Crête ,1965 ; Feillet, 2000) : | 10 |
| Tableau 3 | Températures moyennes des minima, des maxima et des moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période (2009- 2018) | 32 |
| Tableau 4 | Températures moyennes des minima, des maxima et des moyennes mensuelles de la région de Biskra durant 2018 | 33 |
| Tableau 5 | Précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra durant la période (2009-2018) | 33 |
| Tableau 6 | Précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra en 2018 | 34 |
| Tableau 7 | Humidité relative moyenne en (%) de la région de Biskra durant la période (2009-2018) | 34 |
| Tableau 8 | Humidité relative moyenne en (%) de la région de Biskra durant 2018 | 35 |
| Tableau 9 | La vitesse du vent enregistrée en m/s à Biskra durant la période (2009-2018). | 35 |
| Tableau 10 | La vitesse du vent enregistrée en m/s à Biskra durant l'année 2018 | 36 |
| Tableau 11 | Les caractéristiques de variété (vitron) (Bouthiba A et , Debaeke P (2009)) | 36 |
| Tableau 12 | les résultats d'analyses d'eau CAZDA OUTAYA Biskra . (CAZDA ;2019) | 45 |
| Tableau 13 | les résultats d'analyses physico-chimiques d'eau CAZDA OUTAYA Biskra . | 45 |
| Tableau 14 | les résultats d'analyses d'eau de département agronomie El-Elia Biskra (AMIOUR ;2020) | 46 |
| Tableau 15 | poids d'engrais pour les dose d'urée dans les pots de 7kg .(AMIOUR ;2020) | 50 |
| Tableau 16 | les mesure des doses de capacité au champ (L) (AMIOUR ;2020) | 51 |

Liste des abréviations :

N : Azote .

NH⁺₄ : Ammonium.

NH₃ : Ammoniac.

NO⁻₂ : Nitrite.

NO⁻₃ : Nitrate.

ONIGC : Office National Interprofessionnel des Grandes Cultures.

P : Phosphore.

U : Unité.

U/ha : Unité par hectare.

q/ha : Quintaux par hectare.

PMG : Poids de Mille Grains.

MT : millions tonnes.

Ssp :superphosphate simple .

Qx :Quintaux.

PH : Potentiel d'hydrogène.

m² : mètre carré .**Max** : Maximal

mg : milligramme **Mg** : Magnésium **Mini** : minimale **ml** : millilitre

mm : millimètre **Moy** :Moyen

FAO : Food and Agriculture Organization

CIC : Le Conseil international des céréales

UNA : union national des agriculteurs

OAIC : l'Office algérien interprofessionnel des céréales

Introduction Générale

Introduction Générale :

Les céréales occupent, à l'échelle mondiale, une place primordiale dans les programmes de recherche et d'amélioration agricole. La presque totalité de la nutrition de la population mondiale est fournie par les aliments en grains dont 95% sont produits par les principales cultures céréalières comme les blés qui constituent la première ressource d'alimentation humaine, elles constituent une des principales sources de protéines. La production mondiale du blé estime avec 761.5 MT en 2020 et un utilisation mondiale avec 754.1 MT au même année(FAO ;2020)

Le blé fait partie des trois grandes céréales avec le maïs et le riz. C'est la troisième espèce par importance de la récolte mondiale et la plus consommée par l'homme. On distingue deux espèces de blé: le blé tendre et le blé dur. Ces deux espèces, se différencient par la friabilité de l'amande (FAO .2020)

En Algérie, cette place est d'autant plus importants vu que le pays prévoit d'atteindre une production stable de céréales, en particulier le blé dur, demeure l'aliment de base des régimes alimentaires algériens. De plus de l'importance alimentaire, cette plante herbacée annuelle occupe une place centrale dans l'économie algérienne, elle représente l'un des plus grands marchés d'importation, et pour ces raisons sa culture occupe une majeure partie de la superficie estimée à l'agriculture.

Malheureusement, l'Algérie n'arrive pas à atteindre l'autosatisfaction, elle ne couvre que 40% des besoins et cette faiblesse du rendement est due à plusieurs facteurs biotiques (les maladies, les attaques des insectes...), ou abiotiques (mauvaise utilisation des engrais ,le climat et surtout la précipitation, la structure édaphique, ...), aussi on peut l'expliquée par la non maîtrise des itinéraires techniques (la mauvaise préparation du sol, l'adaptation des anciennes méthodes non ou peu efficaces...). la production de cette céréale reste faible et dans les trois dernières de décennies, le rendement moyen était près de 12 Qx/ha avec une production de 6MT en saison 2019 /2020.(UNA ;2020). En parallèle, il existe une évolution démographique croissante avec une consommation de 211 Kg/habitat/ans (FAOSTAT,2019a)

Quand on s'intéresse aux techniques culturales, il convient d'évoquer l'élément clé pour l'élaboration des rendements en blé, telle la fertilisation azotée qui nécessite actuellement une gestion plus stricte, qui repose sur la stratégie d'adapter les apports aux besoins de la culture durant ses différents stades de développement (JUSTES, 1993 *in* FERTAS, 2007).

Dans la dernière moitié du 20^{ème} siècle, une augmentation importante des rendements a été rendue possible par l'utilisation de l'azote, produit industriellement depuis les années 40. Ainsi, une meilleure nutrition des plantes par la fertilisation peut permettre une augmentation des rendements et de la qualité tout en préservant les sols et les ressources naturelles. L'utilisation des engrais doit être effectuée de façon adéquate pour protéger l'environnement et restituer au sol les ressources exportées par les plantes ; elle dépend de la richesse initiale du sol en éléments fertilisants, du type de sol, du stade d'apport et du niveau de rendement visé (BADRAOUI et al, 2000 ; EVANS, 1998 in LATIRI ,2002 ; LATIRI, 2002).

En Algérie, cette pratique est moins maîtrisée par nos agricultures et on constate une anarchie d'utilisation d'azote au cour des années (FAOSAT.2019

L'objectif de notre étude est d'Optimisation de la fertilisation azotée du blé dans les conditions arides dans la région de Biskra, l'essai se fait dans des pots on utilise la culture de blé dur (*Triticum durum* Desf) variété vitron soumise à sept régimes azotés pour but de conclure la meilleure dose, pour l'élévation des rendements de blé.

Chapitre 01 :
La culture du blé

1. Origine du blé :

1.1. Origine géographique :

L'histoire de l'homme et celle des plantes cultivées constituent un ensemble d'interactions continues dans le temps et l'espace (Bonjean et Picard ,1990). Au Néolithique le passage des premiers groupements humains de l'état de chasseurs - cueilleurs d'une civilisation de nomades à celle d'agriculteurs sédentarisées est le résultat de la domestication progressive de graminées cultivées dont la plus ancienne semble être le blé dur (Feillet, 2000).

Le blé est l'une des premières espèces cueillies et cultivées par l'homme au proche Orient, il y a environ 10.000 à 15.000 ans avant J.C (Hervé, 1979) .Des restes de blés, diploïde et tétraploïde, ont été découverts sur des sites archéologiques au proche Orient d'après Harlan (1975) et on croit que le blé dur provient des territoires de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran selon Feldmen (2001).

La culture du blé s'est diffusée vers le Nord-Ouest par les plaines côtières du bassin méditerranéen et au travers des Balkans (URSS) puis en suivant la vallée du Danube (Allemagne) pour arriver a la vallée du Rhin (France) entre 5000 et 6000 avant J.C.

Les restes archéologiques montrent que le blé atteint L'Ouest de l'Europe 5000 avant J.C environ. Dans le même temps, il diffuse vers l'Asie et l'Afrique.

Son introduction en Amérique, et plus encore en Australie, n'est que très récente. L'évolution du blé s'est donc produite dans de nombreux écosystèmes, de manière relativement indépendante jusqu'au XIX siècle (Bonjean, 2001).

L'aire géographique du blé est *le Tigre et L'Euphrate* en Iraq, elle s'est étendue jusqu'au Nil en Egypte où des variétés de blé ont été découvertes dans les temples égyptiens. Par ailleurs, des peintures murales témoignent de son existence 1300 ans avant notre ère en Amérique et même en Australie.

On a retrouvé en Palestine le blé sauvage à l'Est de la mer morte et dans les régions de Syrie ainsi que sur les côtes et dans les vallées Magrébines. (Anonyme, 1994).

Vavilov (1934) fait intervenir, pour la première fois dans la classification l'origine géographique en distinguant nettement deux sous espèces :

1-La sous espèce *Europeum* Vav. qui se trouve dans les Balkans et la Russie.

2-La sous espèce *Mediterraneum* Vav. rencontrée dans le bassin méditerranéen Grignac (1978) rapporte que le moyen Orient où coexistent les deux espèces parentales et se rencontrent de nombreuses formes de blé dur, serait le centre d'origine géographique du blé. L'espèce *Triticum durum* s'est différenciée dans trois centres secondaires différents qui sont :

- Le bassin occidental de la Méditerranée,
- Le sud de la Russie,
- Le proche Orient.

Chaque centre secondaire donna naissance à des groupes de variétés botaniques aux caractéristiques phénologiques, morphologiques et physiologique particulières selon Monneveux (1991).

La diversification morphologique a été mise à profit en sélection, notamment dans la recherche de gènes intéressants tels ceux qui contrôlent la résistance aux basses températures, plus présents chez les pôles Européens, ceux qui contrôlent la durée du cycle (précocité aux stades épiaison et maturité), chez les pôles Syriens et Jordaniens et ceux contrôlant la grosseur et la vitrosité du grain, chez les pôles Méditerranéens (Monneveux, 1991).

Selon Hamed (1979), le centre d'origine du blé est le Tigre et l'Euphrate, puis l'espèce s'est étendue en Egypte, en Chine, en Europe et en Amérique (Figure 1).

Par ailleurs, Orlov et Vavilov in Gueorguiev et Arifi (1978), considèrent le Maghreb comme origine secondaire du blé. Bonjean et Picard (1990) affirment que le monde Romain a largement contribué à la diffusion des céréales du bassin méditerranéen vers l'Europe centrale et l'Europe de l'Ouest.

Les formes sauvages identifiées de ces diverses espèces (*T. monococcum* et *T. dicoccum*) seraient originaires du proche Orient et du moyen Orient.

Le blé dur selon plusieurs auteurs serait une plante anciennement cultivée et était à la base de l'alimentation des premières civilisations humaines.

En général, le blé dur, autour duquel ont gravité au cours des siècles, de multiples événements

qui ont façonné et contribué à la compréhension de l'histoire, constitue un indicateur irréfutable de la santé socio - économique des pays (Figure 2).

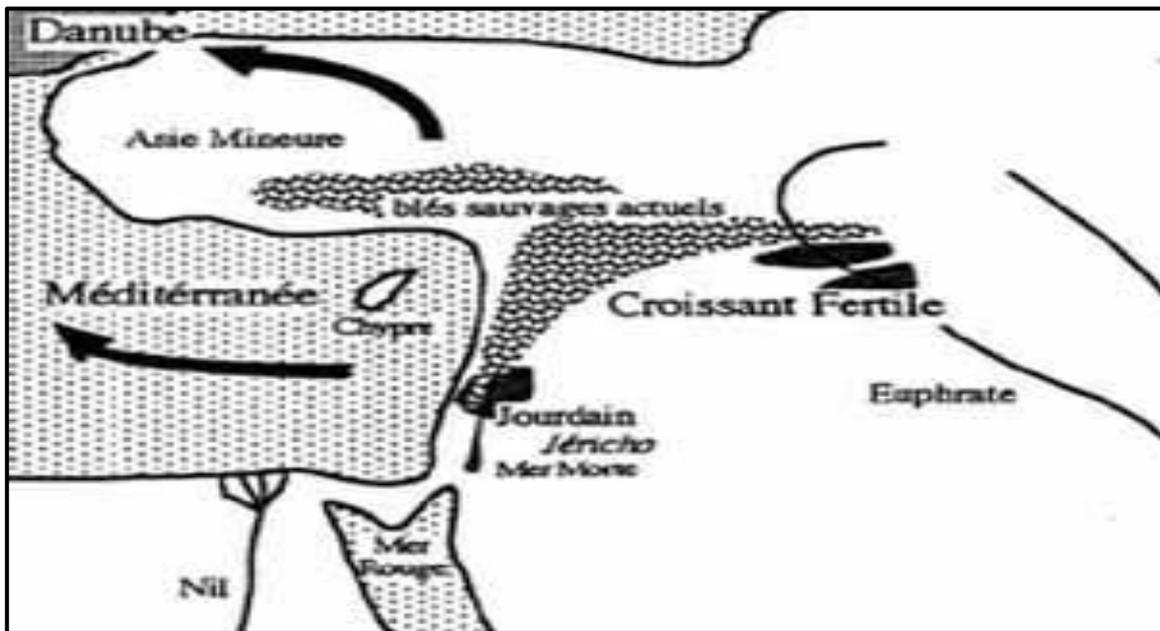


Figure 01 : Centre d'origine de blé dur Université Pierre Marie Curie UFR des Sciences de la Vi

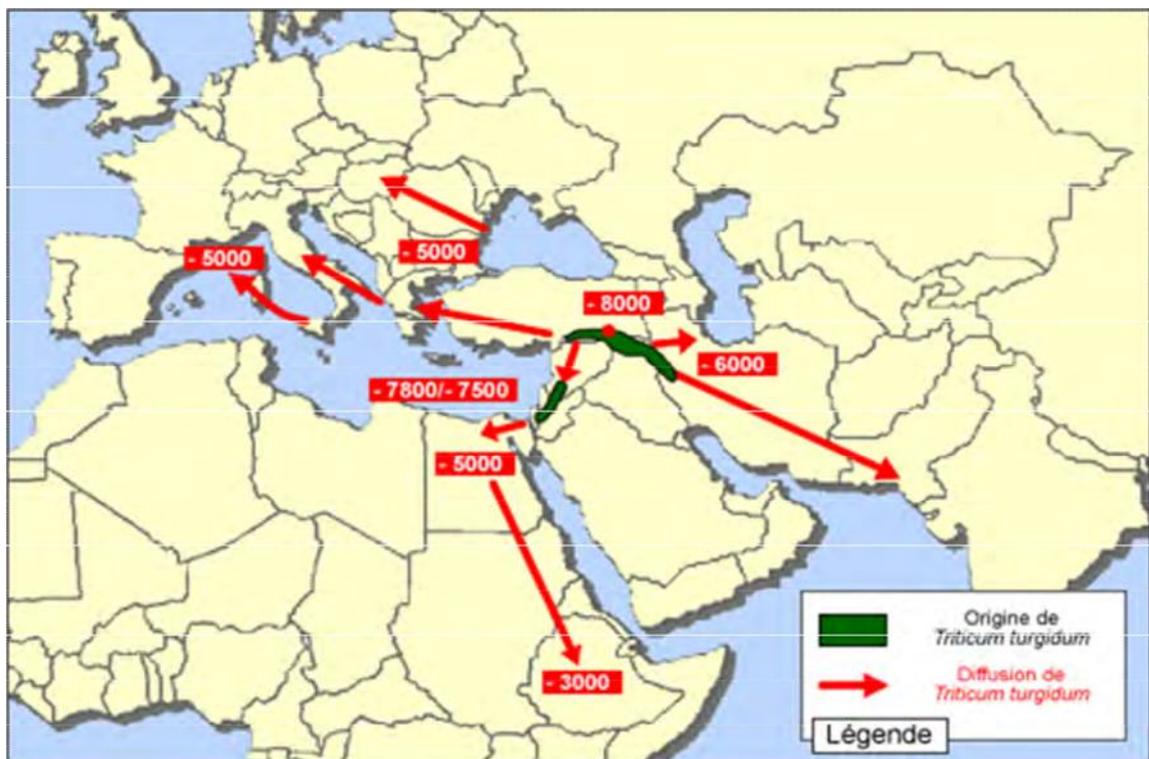


Figure 2 : Origine et diffusion de *Triticum turgidum* (Bonjean, 2001)

1.2. Origine génétique du blé :

L'observation du comportement des chromosomes pendant la méiose et les résultats d'expériences d'hybridation a montré que les génomes (jeux complets de matériel génétique) des graminées peuvent souvent être regroupés en deux types distincts. Chaque type a reçu un nom A, B ou D.

Les graminées qui partagent le même génome seront plus ou moins inter-fertile et peuvent être traités par les botanistes comme une seule espèce.

L'identification des types de génome constitue un outil intéressant pour identifier les hybridations par exemple. Si deux plantes diploïdes s'hybrident pour donner une nouvelle forme polyploïde (un allopolyploïde), les deux génomes originaux seront présents dans cette nouvelle forme.

La détermination de l'origine de chacun des génomes du blé est difficile du fait de l'évolution des espèces.

La connaissance actuelle concernant l'origine des génomes des blés a été acquise grâce à des études cytologiques, mais le développement des outils moléculaires a permis d'affiner et de compléter ces connaissances (Rayburn et Gill, 1985 ; Picard, 1988).

Sakamura (1918) distingue trois grands groupes naturels emekorn ou engrains, emmer ou amidonniers et dinkel ou épeautres qui avaient respectivement 14, 28 et 42 chromosomes. Kihara (1919) *et al* (in Cauderon, 1979) ont montré que l'allopolyploïde a joué un rôle fondamental dans l'évolution du blé.

L'allopolyploïdie est un phénomène résultant de l'hybridation d'un ensemble d'espèces d'un même genre dont les degrés de ploïdie sont différents (Gorenflot *et al.*, 1990).

Les allopolyploïdes se répartissent en deux catégories ; les allopolyploïdes génomiques dérivant du croisement entre espèces aux génomes distincts et les allopolyploïdes segmentaires résultant d'un croisement entre espèces plus proches et qui présentent une homologie partielle de leurs génomes (Gorenflot *et al.*, 1990).

En dépit d'une certaine affinité, les chromosomes homéologues des génomes A, B et D ne s'apparient pas normalement à la méiose, l'appariement se fait seulement entre chromosomes

homologues. Toutes les espèces de blés, même polyploïdes, ne présentent que des bivalents à la méiose en prophase I et l'hérédité de type disomique.

Selon Gorenflot (1990), l'existence des bivalents chez certains polyploïdes hybrides inter spécifiques auxquels appartiennent les espèces de *Triticum* tétraploïdes et hexaploïdes n'est pas en rapport avec une homologie des génomes en présence.

On peut déduire que les génomes A, B et D du blé sont relativement proches au point de vue phylogénétique et que leurs chromosomes sont homéologues : c'est-à-dire partiellement homologues (Gorenflot *et al.*, 1990) .

Il a été possible de créer selon Bernard (1992), des espèces polyploïdes naturelles en augmentant le nombre de chromosomes de base (x).

D'après Auriou 1978 (in Gallais et Bannerot, 1992), les blés tétraploïdes à 28 chromosomes sont issues d'une hybridation suivie du dédoublement chromosomiques entre *Triticum Urartu* et une graminée sauvage *Aegilops* de la section *Sitopsis* dont le nombre de chromosomique de base est 7. Les blés à 28 chromosomes sont des allotétra ploïdes et les blés à 42 chromosomes résultent d'une deuxième hybridation entre les blés tétraploïdes et *Aegilops squarrosa* après dédoublement chromosomique.

1.2.1- Origine du génome A :

Les travaux de Kihara (1924) cité par Felix (1966) ont permis d'attribuer l'origine du génome A à *Triticum monococcum* var. *boeoticum* ou var *.urartu*.

Une étude récente basée sur le polymorphisme des séquences répétées à établi que *Triticum urartu* qui est un proche parent de *Triticum boeoticum* mais non inter-fertile est le donneur du génome A pour tous les blés polyploïdes (Dvorak,1988).

1.2.2- Origine du génome B :

De nombreuses hypothèses sont émises quant a l'origine du génome B du blé : Le tableau I synthétise ses explications plausibles.

| Auteur | Année | Origine possible du génome B |
|---------------------------|------------|---|
| Pathak | 1940 | <i>Aegilops speltoides</i> |
| Sarkar et Stebbins | 1956 | <i>Aegilops speltoides</i> |
| Johnson | 1975 | <i>Triticum urartu</i> |
| Konarev et al | 1976 | <i>Aegilops longissima</i> |
| Feldman | 1978 | <i>Aegilops searsii</i> |
| Kushnir et Halloran | 1981, 1983 | <i>Aegilops sharonensis</i> |
| Lange et Balkema boomstra | 1988 | <i>Aegilops</i> , Viz de la section <i>Sitopsis</i> |

Tableau 01 : Origines possibles du génome B .

D'après ce tableau, l'origine du génome B demeure incertaine (source non identifiée) et controversée. Il est présent chez la plupart des blés tétraploïdes, il est similaire a *Aegilops speltoides*. Ainsi six espèces ont été données ou proposées en tant que donneuses potentielles et *Aegilops searsii* semble être le donneur le plus probable (Kerby et Kuspira, 1987).

1.2.3- Origine du génome D :

Mc Fadden (1926) a montré que l'espèce *Aegilops taushii* (*Aegilops squarrosa*) est l'origine du génome D chez les blés hexaploïdes, leur conférant une plus grande résistance au froid et certaines caractéristiques morphologiques distinctes.

Cauderon (1979) signale qu'il a fallu près de 30 ans pour connaître l'origine du génome D. Il indique que l'analyse génomique par croisement de 2 blés *T. aestivum* et *T. turgidum* et 3 espèces d'*Aegilops* ; *Aegilops . cylindrica* , *Aegilops. caudata* et *Aegilops . squarrosa* a ramené a la conclusion que l'espèce *Aegilops squarrosa* est l'origine du génome D.

Chaque génome A, B et D provient d'une espèce diploïde ancestrale différente .Ces trois espèces seraient elles mêmes issues d'un ancêtre diploïde commun.

Cette origine lui a sans doute conféré cette souplesse d'adaptation d'où sa culture dans de très nombreuses régions dans le monde (Piccard, 1988).

Les génomes A et B contrôlent de manière générale l'architecture, la résistance et la

fertilité de l'espèce, aussi le génome D confère au blé tendre son aptitude à la technologie du pain.

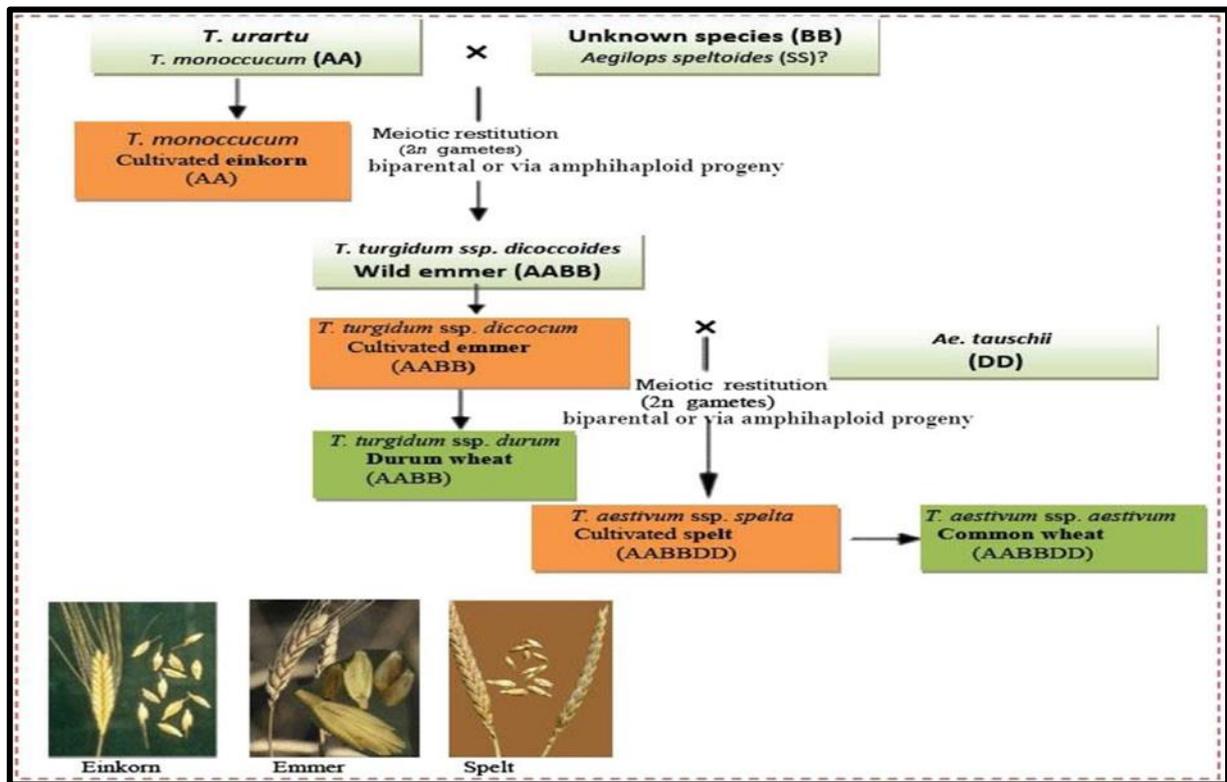


Figure 3 : Schématisation qui montre l'origine génétique du blé (Arzani, 2018)

1.3 . Classification :

1.3.1 . Classification génétique :

Les blés forment un complexe ou de nombreuses espèces ont été dénommées. Les botanistes ont eu longtemps tendance à donner un nom d'espèce à chaque variant morphologique.

Depuis le début de XIX siècle, les blés ont fait l'objet de nombreuses études cytogénétiques, et l'on sait maintenant qu'ils se classent dans une série polyploïde. Ils diffèrent par leur nombre de chromosomes et par la constitution de leur génome.

Certains sont diploïdes (ils ont deux jeux de chromosomes) et partagent le génome appelé AA. D'autres sont tétraploïdes (quatre jeux de chromosomes) et de formule AA BB. Un groupe est hexacorde (six jeux de chromosomes) et de formule AA BB DD. Enfin, des blés endémiques de Georgie forment une série parallèle, avec les génomes AA GG et AA AA GG comme il est

présenté dans le tableau II.

A l'intérieur de chaque groupe, les formes sont inter fertiles alors que les hybrides entre groupes sont fortement stériles. De plus, on doit à un très faible nombre de gènes les différences spectaculaires entre formes sauvages (à rachis fragile) et forme cultivées (à rachis solide), ou bien entre grains vêtus (à

glumes et glumelles adhérentes au grain). Et grains nus. Les auteurs modernes (Mac key, 1966, Zohary et Hopf, 1993) estiment que c'est à ces groupes naturels qu'il faut accorder le statut d'espèce

1.3.2- Classification botanique :

Tableaux 02 : Le blé dur obéit à la classification suivante (Prats, 1960 ; Crête ,1965 ; Feillet, 2000) .

| | |
|--------------------|----------------------------|
| Embranchement | Angiospermes |
| Sous embranchement | Spermaphytes |
| Classe | Monocotylédones |
| Ordre | Glumiflorales |
| Super ordre | Comméliniflorales |
| Famille | Gramineae |
| Tribu | Triticeae |
| Sous tribu | Triticinae |
| Genre | Triticum |
| Espèce | <i>Triticum durum</i> Desf |

2. Importance économique du blé :

2.1. Au niveau mondial :

Le blé vient en tête des productions céréalières et présentes environ un tiers du total mondial, (27.32%) La production mondiale de blé est estimée à 761,5 millions de tonnes, soit 3,2 millions de tonnes de plus par rapport au mois précédent et un résultat équivalent à celui de

l'année dernière . l'utilisation mondiale du blé en 2020 estime 754.1 million de tonnes (FAO 2020) .

| Marché mondial du blé | | | | | | |
|---|------------------------------------|---------|---------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|
| | 2016/17 | 2017/18 | 2018/19 | 2019/20 estimation | 2020/21 prévision | |
| | | | | | précédente (04 juin 2020) | dernière (02 juil. 2020) |
| | (..... millions de tonnes)) | | | | | |
| Production1/ | 763.5 | 761.6 | 732.4 | 761.5 | 758.3 | 761.5 |
| Disponibilités2/ | 1 006.5 | 1 027.5 | 1 020.1 | 1 033.6 | 1 034.5 | 1 036.5 |
| Utilisation | 736.8 | 738.4 | 750.8 | 757.0 | 754.3 | 754.1 |
| Commerce3/ | 176.9 | 177.4 | 168.3 | 177.1 | 177.5 | 178.7 |
| Stocks de clôture4/ | 265.9 | 287.7 | 272.1 | 275.0 | 280.3 | 283.8 |
| | (..... pour cent)) | | | | | |
| Rapport stocks mondiaux- utilisation | 36.0 | 38.3 | 35.9 | 36.5 | 36.3 | 36.8 |
| Rapport stocks des principaux exportateurs- utilisation totale5/ | 19.8 | 21.0 | 18.2 | 15.7 | 15.7 | 16.7 |

Figure 04 : marché mondiale du blé (million tonnes) (FAO 2020).

2.1.1. Les tops pays producteurs du blé au monde :

Le classement de l'année 2019 des principaux premiers producteurs du blé indique que la chine est toujours en première position. Et l'Inde en deuxième position Par contre la fédération de la Russie se situent en quatrième position et les Etats unis se situent en cinquième (FAO, 2019).

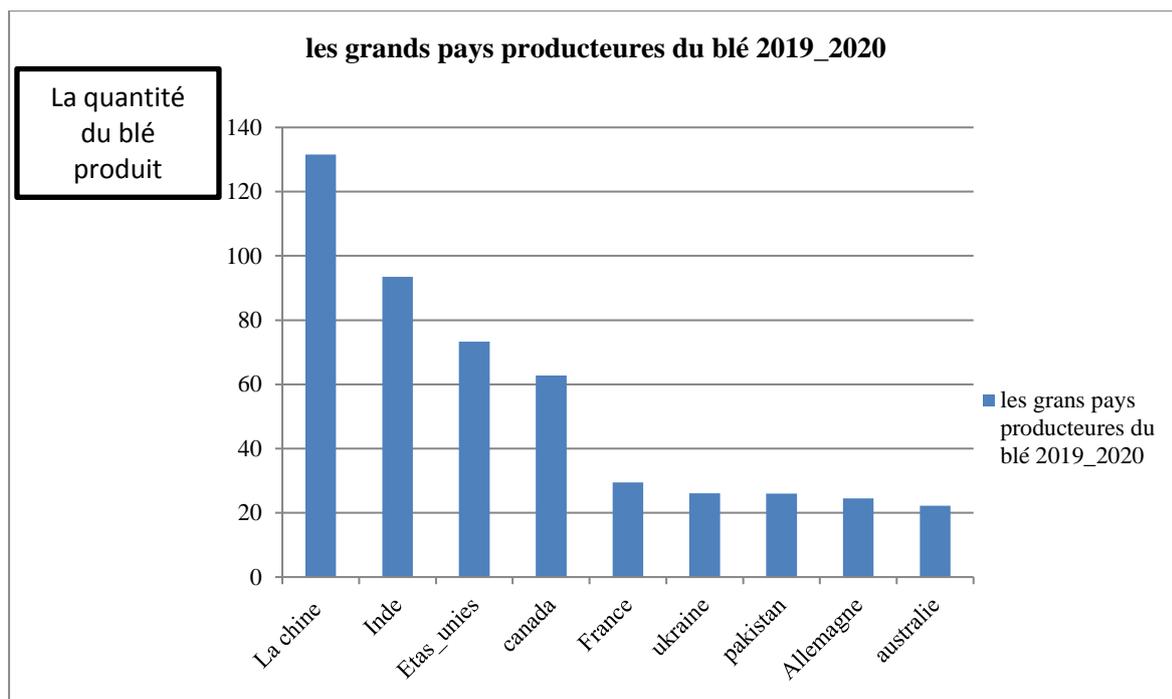


Figure 05 : histogramme représente les grands pays producteurs du blé au monde 2019_2020 (FAO 2019)

2.1.2. Les pays exportateur du blé au monde :

Sur les 761.5Mt de blé produits dans le monde, 174 Mt (22%) seront exportés durant la campagne 2019-2020, selon Le Conseil international des céréales(CIC). Toutefois, 94 % du commerce mondial est assuré par 7 pays producteurs et par l'Union européenne. Ensemble, ces huit producteurs écouleront 162 Mt (+ 5 Mt sur un an), soit 40 % de leur récolte (378 Mt). Ils réaliseront ainsi 95 % des transactions commerciales mondiales (171 Mt).

Durant la campagne actuelle 2019-2020, la Russie restera le premier pays exportateur de blé (36 Mt) même si le pays ne renouvelle pas l'exploit réalisé trois ans auparavant. En produisant 85 Mt, elle avait alors vendu 41 Mt durant la campagne 2017-2018.

L'effondrement de l'URSS n'a en rien modifié la liste des pays anciennement communistes producteurs de blé : Russie, Ukraine et Kazakhstan tous trois riverains de la Mer Noire, encore appelés pays RUK. Ils sont retournés sur le marché mondial du blé dans les années 2000, après plus de quatre-vingt ans d'absence.

Les Etats-Unis, l'Union européenne et le Canada sont au coude à coude sur le marché du blé. Les trois puissances céréalières ambitionnent d'écouler entre 24 et 25 Mt chacune d'ici fin

juin 2020. L'Union européenne retrouve cette année un niveau de production conforme aux campagnes précédentes (148,7 Mt selon le CIC) après une forte baisse l'an passé. La France ayant récolté 39 Mt, dopera cette année les ventes européennes (25 Mt environ). L'Ukraine projette d'expédier 17,5 Mt. Dans l'hémisphère sud, l'Australie et l'Argentine exporteront 14 Mt chacune environ. Enfin, le huitième pays exportateur mondial, le Kazakhstan, expédiera 8 Mt.

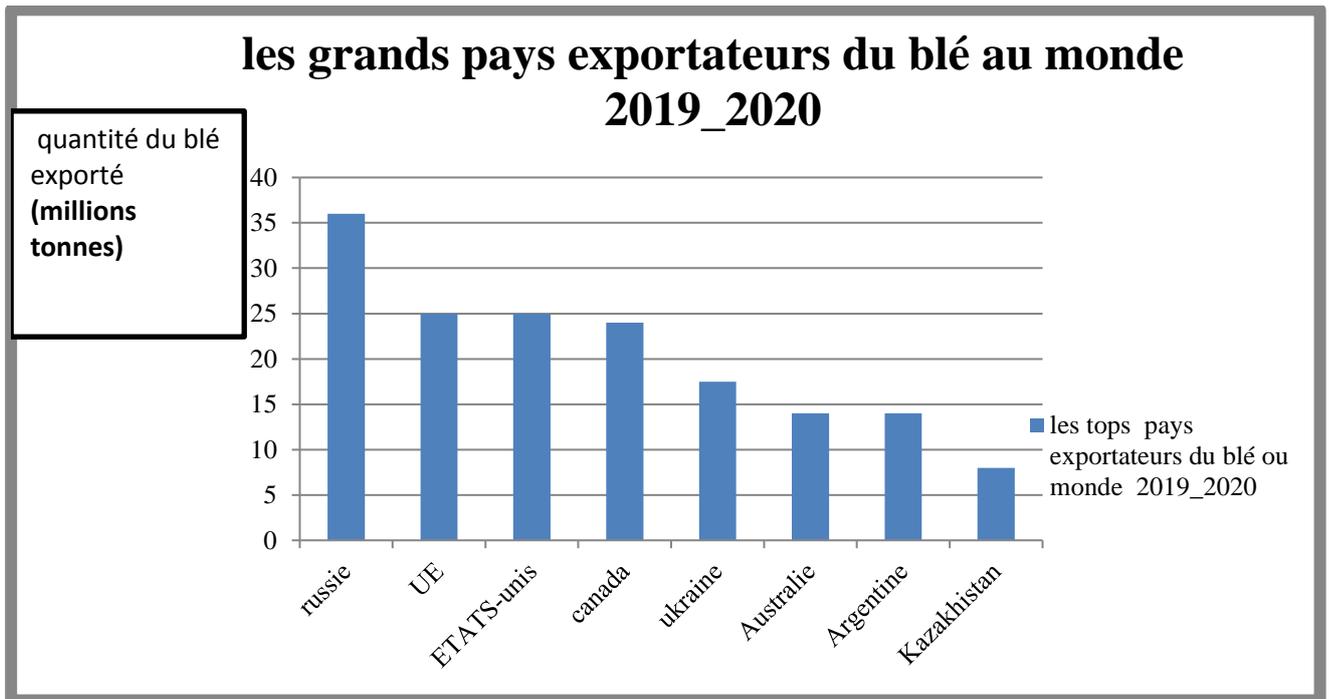


Figure 06 : Les grands pays exportateurs du blé au monde 2019_2020 (FAO 2019) .

2.2. Au niveau nationale :

2.2.1. Production du blé en Algérie :

La production du blé en saison 2019 /2020 estimée plus de 6 million tonnes (UNA 2020)

Ce chiffre est revient à l'augmentation des surfaces exploitées d'environ 20% par rapport à l'année dernier , grâce au soutien financier alloué par le gouvernement. Et la Coupure de pluie , pour une période de 3 mois depuis décembre, a sauvé les épis .

La capacité de production de blé a doublé ces dernières années et est passée à 6 millions de tonnes en 2019 et 2018, contre 4,2 millions de tonnes en 2017, environ 3,3 millions de tonnes en 2016 et environ 4 millions de tonnes l'année précédente.(UNA 2020) .

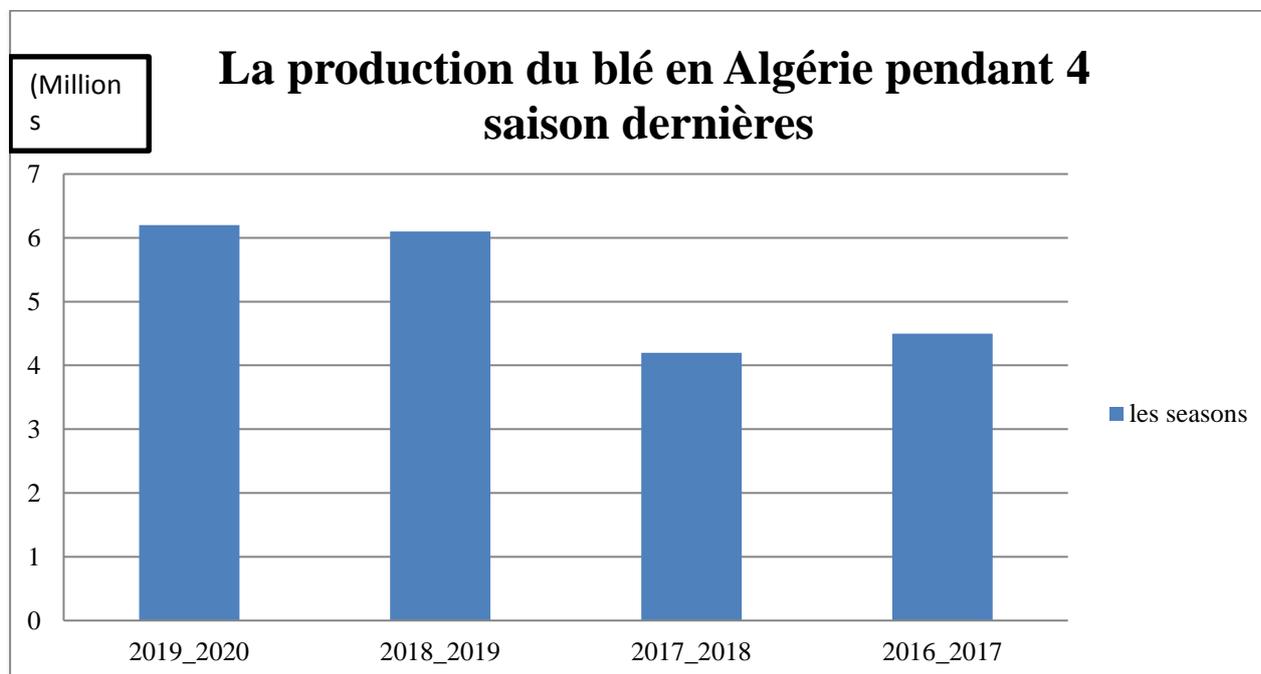


Figure 07 : La production du blé en Algérie pendant 4 saison dernières (UNA , 2020)

2.2.2. L'importation du blé en Algérie :

Campagne de commercialisation 2019/2020 (OAIC l'Office algérien interprofessionnel des céréales 2019)

Le volume de blé importé par l'Algérie devrait augmenter à 7,5 millions de tonnes durant la saison 2020/2021, selon les prévisions pour le marché céréalier du Département de l'Agriculture des Etats-Unis (USDA) publiées le mois de mai écoulé.

L'Algérie est à ce jour le principal débouché du blé français à l'export. Les quantités exportées varient selon les années vers cette destination et dépendent principalement des productions algériennes et françaises, mais aussi des prix des concurrents. Toutefois, la France pourrait perdre sa place fragile de leader, entre la Russie qui cherche à pénétrer le marché et devenir un fournisseur du pays, et l'Algérie qui, de son côté, cherche à rationaliser ses achats en luttant contre la corruption au sein de l'Office algérien interprofessionnel des céréales (**OAIC**), un organisme étatique en charge de la majeure partie des achats de céréales pour le pays.

Chaque année, entre 20 et 25 % des exportations françaises de blé se font à destination de l'Algérie, Durant la campagne 2018/19, l'Algérie a importé 7,5 Mt de blé, dont 5,1 Mt de blé français. 68 % (France Agri Mer l'établissement national des produits de l'agriculture et de la mer)

3. Les Stades phénologiques du blé :

3.1. Période végétative :

3.1.1 La germination levée :

Elle correspond à la reprise d'une activité physiologique importante du germe et se traduit par une croissance rapide des méristèmes embryonnaires. Les conditions du milieu, telles que la température, l'humidité et l'aération du sol doivent être, pour cela favorables. La teneur en eau du sol optimal est comprise entre 30-40% de la capacité du champ et la température dans l'intervalle 15-22°C. La levée se distingue par l'apparition, hors de la surface du sol, de la coléoptile (GHOUAR, 2006).

D'après SOLTNER (2005), toute semence mise en terre ne peut germer que si deux sortes de conditions sont réunies : la graine doit être capable de germer, et le sol doit fournir à la graine l'eau, l'oxygène et la chaleur. On parlera de levée lorsque 50% des plantes seront sorties de terre (BELAID, 1986).

3.1.2. Le tallage :

BOUFNARE-ZAGHOUNE et ZAGHOUNE (2006) mentionnent que le tallage se caractérise par l'entrée en croissance de bourgeons différenciés à l'aisselle des feuilles. Il est un mécanisme en trois phases : formation du plateau du tallage, l'émission des talles et la sortie de nouvelles racines. Ce stade est réalisé lorsque 50 % des plantes ont une talle (INOGAT et COUVREUR, 1980 *in* HARRAT, 2005 ; SOLTNER, 2005).

Le nombre de talles produites est en fonction de la variété, du climat, de l'alimentation minérale et hydrique de la plante, ainsi que de la densité de semis. La nutrition minérale notamment azotée est faible jusqu'au stade 2-3 feuilles car satisfaite par les ressources de la graines et l'azote minéral présente dans le sol. Le facteur nutritionnel peut modifier la vitesse du tallage herbacé, la durée du tallage et le nombre de talles (MASLE, 1980 ;

AUSTIN et JONES, 1975 *in* DERDOUR, 2007).

3.1.3. La montaison :

D'après SOLTNER (1999), les entre-nœuds d'un certain nombre de talles herbacées s'allongent très rapidement, tandis que sur le dernier nœud s'élève l'épi continuant à se former. Les talles-épis entrent alors en concurrence avec celles qui n'ont pu monter faute de nourriture : ces dernières régressent et meurent. Ce phénomène se manifeste chez les jeunes talles par une diminution de la croissance puis par un arrêt de celle-ci (MASLE-MEYNARD, 1981 *in* GHOUAR, 2006).

Il est évident qu'à ce moment, la croissance entraîne des besoins élevés en éléments fertilisants, et particulièrement en azote nécessaire à la formation des nucléoprotéines des noyaux des cellules jeunes. C'est donc de la période tallage-montaison que dépend en définitive le tallage-épi, garantissant le peuplement maximum en épis à l'hectare. La durée de ce stade est très variable ; elle est de 29 à 30 jours. Elle se termine au moment de la différenciation des stigmates (PRATS et CLEMENT-GRANDCOURT, 1971).

3.2. Période reproductive :

3.2.1. L'épiaison et la floraison :

D'après GATE, 1987 *in* GHOUAR (2006), l'épiaison se caractérise par l'émission de l'épi hors de la gaine de la feuille étendard. La vitesse de croissance de la plante est alors maximum, consécutivement à l'élaboration d'une quantité élevée de la matière sèche. On estime que la plante élabore les trois quarts de sa matière sèche totale entre le tallage et la floraison (PRATS et CLEMENT-GRANDCOURT, 1971).

C'est au cours de cette période que s'achève la formation des organes floraux que s'effectue la fécondation, sans que rien ne vienne signaler cette pollinisation interne. Ce n'est qu'ensuite que le filet de chaque étamine s'allongera, faisant apparaître les anthères hors des glumelles : c'est la floraison. Le nombre des fleurs fécondées au cours de cette période critique dépendra de la nutrition azotée disponible et d'une évapotranspiration pas trop élevée. Il est d'observation courante que les bonnes années à blé sont celles où l'on observe 3 grains à l'épillet (PRATS et CLEMENT-GRANDCOURT, 1971 ; SOLTNER, 1999).

3.3. Période de maturité :

3.3.1. Le remplissage du grain et la maturation :

BOUFNARE-ZAGHOUNE et ZAGHOUNE (2006) notent qu'au cours de cette phase, l'embryon se développe et l'albumen se charge de substance de réserve. On observe une augmentation du volume du poids des graines. La phase se termine par le stade laiteux. En suite, le poids frais des grains continue à augmenter alors que celui des tiges et des feuilles diminue. La phase se termine par le stade pâteux. Entre ces deux stades, la quantité d'eau contenue dans le grain est stable, c'est le palier hydrique. Puis le grain devient dur et sa couleur devient jaunâtre (la maturité). C'est une étape qui est sensible aux effets de variation environnementale, qui se répercute sur le rendement grains (ROBERT, GATE et COUVREUR, 1993 *in* HARRAT, 2005 ; GRIGNAC, 1964 ; LELIEVRE et NOLOT, 1977 *in* GHOUAR, 2006).

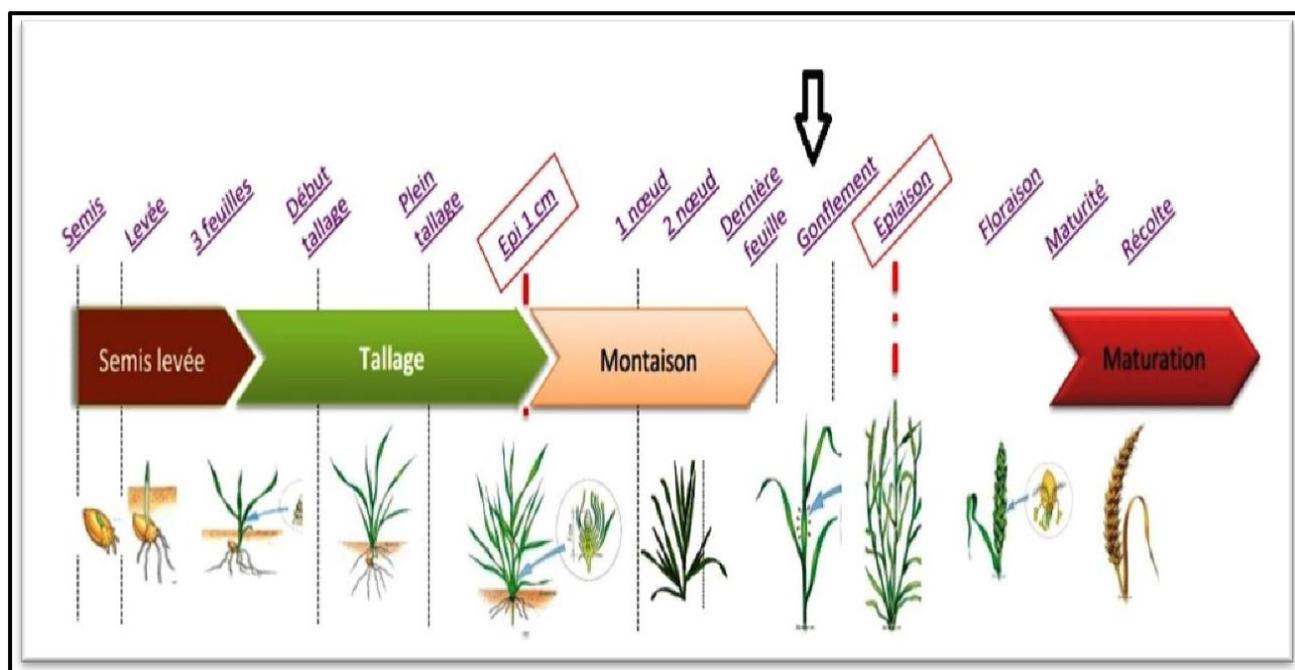


Figure 08 : Cycle de développement du blé .

4. La Morphologie du blé :

4.1. Le grain :

Le fruit du blé est un caryopse (figure 1). Dans un grain de blé (caryopse) on distingue communément l'amande et les enveloppes qui protègent la graine. Il protège la première feuille et l'apex caulinaire. Il s'allonge davantage chez les plantes cultivées à l'obscurité. Par contre les premières feuilles ont une croissance sensiblement égale à la lumière et à l'obscurité, la différence porte essentiellement sur la couleur (synthèse de chlorophylle et photosynthèse) (Soltner, 2005).

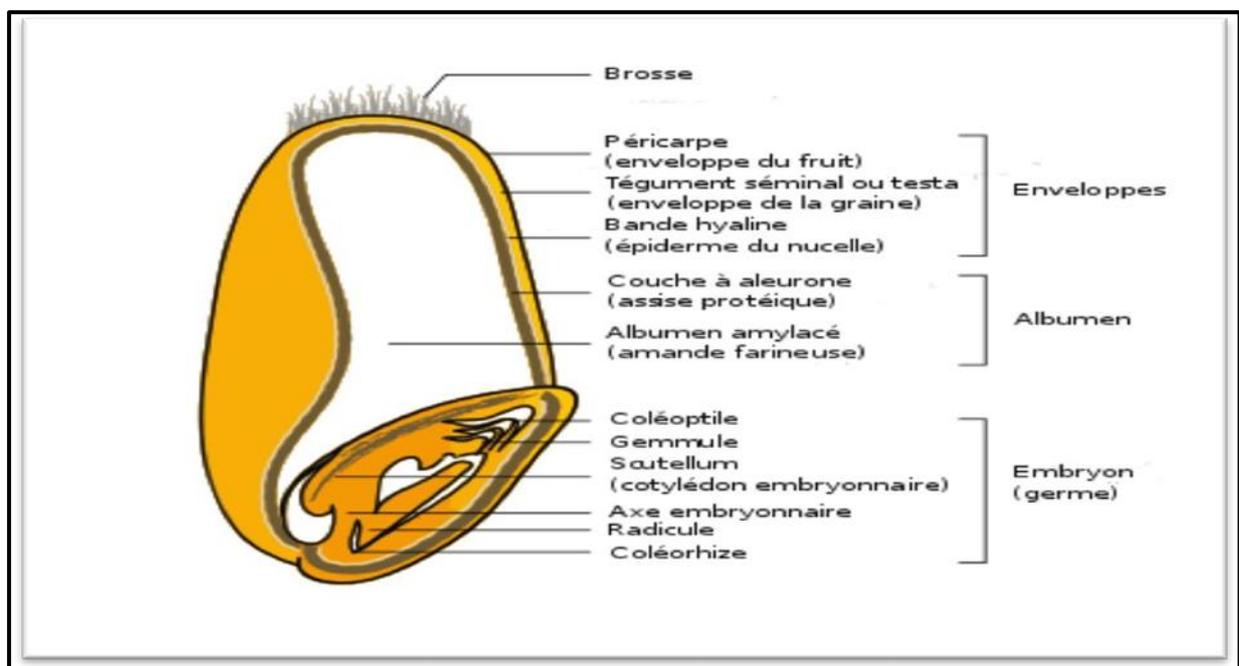


Figure 09 : Structure du grain du blé (Surget et Barron, 2005).

4.2. L'appareil végétatif :

4.2.1. Partie racinaire :

La racine du blé est fibreuse. A la germination la radicule ou racine primaire, est un entre-nœud sub-coronal émergent du grain ; cet entre-nœud évolue vers la formation d'un collet près de la surface du sol. Le système racinaire secondaire peut être assez développé, s'enfonçant à des profondeurs atteignant jusqu'à deux mètres. Il apporte les éléments nutritifs à la plante ; (Soltner, 1988).

4.2.2. Partie aérienne :

4.2.2.1. La tige :

La tige ou talle du blé est constitué de chaumes cylindriques, comprend cinq ou six entrenœuds, qui sont séparés par des structures denses appelées nœuds d'où naissent les feuilles, cette tige est le plus souvent pleine chez le blé dur et renferme de nombreux faisceaux conducteurs de sève. Ces faisceaux à leur tour renferment des fibres à parois épaisses, assurant la solidité de la structure.

4.2.2.2. Les feuilles :

Les feuilles engainent la tige puis s'allongent en un limbe étroit à nervures parallèles lancéolés, ce limbe possède souvent à la base deux prolongements aigus embrassant plus ou moins complètement la tige. Quant à la gaine, elle est un cylindre qui permet d'attacher le limbe au nœud le plus bas

Les oreillettes ou stipules à la soudure du limbe et de la gaine peut se trouver une petite membrane non vasculaire entourant en partie le chaume (Belaid, 1986).

Avant de s'allonger, les gaines protégeant l'apex qui se trouve en cercle concentrique au plateau de tallage, et après que les feuilles s'allongent, elles jouent leur rôle chlorophyllien et photosynthétique ; respiration et conservation de l'eau, aussi d'après Soltner la feuille terminale a un rôle primordial dans la reproduction (Soltner, 1988).

Au cours du cycle végétatif du blé, les feuilles prennent un aspect vert jaunâtre, vert foncé ou vert franc.

4.2.2.3. L'appareil reproducteur : L'épi de blé :

Les fleurs sont regroupées en une inflorescence qui est un épi muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entrenœuds. Un épillet regroupe de deux à cinq fleurs, et souvent trois fleurs à l'intérieur de deux glumes, chaque fleur est dépourvue de pétales, et entourée de deux glumelles avec des barbes colorées.

D'après Prats, la fleur contient trois étamines qui ont la forme en X, un ovaire surmonté de deux styles plumeux dichotomique. La fleur du blé est dite clé isogame (Prats, 1966), à cause du caractère clé isogame de la fleur, l'autofécondation est le mode de reproduction le plus fréquent

chez les blés.

5. Besoins minérales du blé (NPK...) :

Comme tous les êtres vivants, le blé a besoin de nourriture pour croître, se développer et se reproduire. L'homme et les animaux ne vivent que d'aliments sous forme organique, c'est-à-dire dérivés de plantes ou d'animaux. Les plantes, au contraire, peuvent constituer des tissus organiques directement à partir d'éléments minéraux. Pour se développer, le blé utilise de l'eau et des substances minérales à partir du sol, de la lumière (énergie solaire), du carbone (sous forme de CO_2) et l'oxygène de l'air. Et ces éléments minéraux se divisent en :

5.1. Les éléments majeurs :

Parmi les éléments minéraux essentiels, six (6) sont nécessaires en grande quantité, ce sont les éléments majeurs: l'azote (N), le phosphore (P), le potassium (K), le soufre (S), le calcium (Ca) et le magnésium (Mg). Les trois premiers, N, P et K, sont les éléments minéraux dont la plante a besoin en plus grandes quantités, c'est pourquoi ces 3 éléments sont intégrés dans la composition de la majorité des engrais chimiques.

5.2. Les oligo-éléments :

Des éléments mineurs, dits oligo-éléments, sont également nécessaires en quantité moindre : le fer, le zinc, le cuivre, le bore, le manganèse, le silicium, le molybdène, le sodium, le cobalt et le chlore.

Chapitre 02 :

La fertilisation azotée .

1 . Rôle de l'azotée sur blé :

L'azote est essentiel à la croissance des plantes, son action positive sur les rendements des céréales fait de lui un facteur limitant quand les autres facteurs sont à leur optimum (eau, conditions climatique, nutrition minérale et techniques culturales). Les agronomes le considèrent comme le pivot de la fumure car son apport au sol peut augmenter sensiblement les rendements des cultures (POUSSET, 2002 ; HARRAT, 2005).

D'après BELAID (1986), l'azote est un élément nécessaire à la multiplication cellulaire et au développement des organes végétatifs. Il joue un rôle prépondérant dans la synthèse des glucides et la constitution des réserves azotées ; et aussi dans la multiplication des chloroplastes, expliquant la couleur vert foncé après l'apport d'azote. De plus, il entre dans la composition des nucléoprotéines des noyaux des cellules, il est donc le facteur déterminant de la croissance des organes végétatifs (SIMON et *al*, 1989 ; HAMDI, 1994).

GHOUAR (2006) pense qu'une plante qui est approvisionnée suffisamment en azote se développe rapidement et donne beaucoup de feuilles et de tiges. Par contre, SIMON et *al* (1989) ; GATE, 1995 *in* HARRAT (2005), notent qu'il y a des répercussions sur la plante lorsque l'azote se trouve en excès :

- ✓ Par l'augmentation du risque de verse du fait de l'élongation de l'état végétatif de la plante et la diminution du rapport C/N des premiers entre nœuds de la tige ;
- ✓ Par l'augmentation de la sensibilité à la sécheresse dans les situations à faibles disponibilités en eau, dans le sens où la production de la biomasse consécutive à l'azote absorbé, se traduit par une plus grande consommation d'eau ;
- ✓ Peut entraîner un retard de maturité : la période végétative va être allongée au détriment de la phase reproductrice ;
- ✓ Favoriser le développement des maladies cryptogamiques.

La carence en azote, au contraire, se traduit par une réduction de taille et teinte vert jaunâtre. Les végétaux prennent un port dressé. Les bourgeons se développent mal ou n'évoluent pas ; chez les céréales, la réduction du tallage est particulièrement nette. Les racines apparaissent très longues, peu ramifiées et blanches. La croissance des feuilles est réduite ; leur coloration est plus claire ; l'interception du rayonnement solaire diminue et par conséquent la photosynthèse aussi (DIEHL, 1975 ; VILAIN, 1997 ; LEMAIRE et *al*, 1989 *in* BOUHIDEL, 2006).

L'action de l'azote sur les céréales dépend surtout de l'époque de son apport. En effet, tous les chercheurs dont REMY et VIAUX (1980) qui se sont préoccupés des apports azotés admettent que pour avoir de bons résultats, il est nécessaire que l'azote soit disponible en quantité suffisante sous forme assimilable au début montaison. Lors du gonflement floraison, la matière végétale augmente rapidement et par conséquent les besoins en azote du blé deviennent importants (GRIGNAC, 1984). Un manque en azote à cette période se traduit par une floraison précoce qui peut répercuter sur les rendements. Pendant la maturation, l'azote minéral du sol en quantité insuffisante ne peut pas couvrir les besoins du blé (MASLE, et MEYNARD, 1981).

Globalement l'absorption d'azote suit le développement du blé et ceci durant les quatre phases :

1. Herbacée jusqu'à la montaison avec une absorption de l'ordre de 4,5 Kg d'azote/quintal.
2. Elongation avec une activité intense de croissance, cette phase se termine à la floraison.
3. Fructification où l'absorption se ralentit et où les phénomènes de translocation deviennent importants.
4. Maturation avec la sénescence des tissus suivie d'une perte d'eau, de matière sèche et même d'azote.

2 . Réserves du sol en azote :

La principale source d'azote est l'atmosphère où on le rencontre sous sa forme diatomique (N_2). La fixation biologique, symbiotique ou non, est à l'origine de l'enrichissement du sol en produits organiques azotés. La majorité de l'azote du sol est formée d'azote organique qui ne sera disponible pour les plantes que par minéralisation, processus lié étroitement avec l'activité des microorganismes. Seule une petite fraction se trouve sous des formes inorganiques et est directement disponible pour les plantes. Ainsi, la matière organique constitue la principale réserve d'azote du sol (Henintsoa, 2013).

2.1 . Les différentes formes de l'azote dans le sol :

L'azote est présent sous deux états : à l'état libre (N_2) dans l'atmosphère et à l'état combiné, sous forme minérale (ammoniacale et nitrique) ou organique. (CHRISTIAN et al .2005)

2.1.1. L'azote élémentaire :

En phase gazeuse, la teneur en azote élémentaire (N₂) est voisine de celle de l'atmosphère 20 à 21 %. Seuls certains micro-organismes sont capables d'utiliser cet azote (VILAIN, 1997).

2.1.2. L'azote minéral :

Dans le sol, l'azote minéral peut être présent sous trois formes : l'ion ammonium (NH₄⁺) ou azote ammoniacal, l'ion nitrite (NO₂⁻) ou azote nitreux et l'ion nitrate (NO₃⁻) ou azote nitrique. Les deux formes (ammoniacal et nitrique) sont présentes dans la solution du sol et facilement extractibles au laboratoire (VILAIN, 1997 ; BAIZE, 2000 ; CHRISTIAN *et al*, 2005).

2.1.3. Azote ammoniacal (N-NH₄⁺) :

Selon VILAIN (1997) ; MATHIEU et PIELTAIN (2003), le sol renferme peu d'azote ammoniacal, c'est une forme essentiellement transitoire, rapidement transformée en azote nitrique à la belle saison. Les plantes peuvent absorber légèrement les ions ammonium (NH₄⁺).

BARROIN *et al* (1997) *in* LEMAIRE et NICOLARDOT (1997), mentionnent que c'est la forme la plus réduite de l'azote. L'ammoniac, produit de la dissolution du gaz ammoniac (NH₃) dans l'eau, se présente sous deux formes : Une forme non dissociée (NH₃) et une forme dissociée en anion hydroxyle (OH⁻) et cation ammonium (NH₄⁺). Ces deux formes sont à l'équilibre :



2.1.4. Azote nitreux (N-NO₂⁻) 2 :

C'est une forme de transition, éphémère, soit de l'oxydation d'N-NH₄⁺ en azote nitrique (N-NO₃⁻), soit de la réaction inverse de réduction (BARROIN *et al*, 1997 *in* LEMAIRE et NICOLARDOT, 1997).

2.1.5. Azote nitrique (N-NO₃⁻) 3 :

BARROIN *et al* (1997) *in* LEMAIRE et NICOLARDOT (1997), constatent que l'azote nitrique représente la forme la plus oxydée de l'azote ; Il est considéré comme une source de l'azote pour les organismes végétaux. L'azote nitrique très mobile est la forme principale

d'absorption de l'azote par les plantes, ce surtout les ions nitrate (NO_3^-) qu'elles utilisent (MATHIEU et PIELTAIN, 2003).

2.1.6. L'azote organique :

C'est celui qui est intégré à des molécules organiques plus ou moins complexes résultant de la décomposition des matières végétales, animales ou microbiennes (protéines, acides nucléiques, amino-sucres, etc.). C'est également celui qui compose la biomasse vivante du sol (micro-organismes). De plus, HEBERT (1979) *in* BOUHIDEL (2006), note que l'azote organique représente plus de 95% de l'azote total, dans la plupart des sols. Ces formes ne sont pas généralement assimilables sauf les très petites molécules telles que l'urée (BAIZE, 2000).

D'après CHRISTIAN *et al* (2005), la masse d'azote, presque exclusivement organique, contenue dans les sols cultivés, atteint souvent 3 à 5 tonnes par hectare. Elle est principalement localisée dans la couche labourée (0 à 30 cm environ).

2.1.7. L'azote total :

C'est l'ensemble de toutes les formes d'azote minéral et organique présentent dans un échantillon du sol, excepté l'azote gazeux (essentiellement représenté par le N_2 de l'air). L'azote total représente un pourcentage variant dans de larges limites. Sa teneur en sol cultivé est comprise entre 0.1 et 0.5%. Les abaques de fertilité, que rapportent CALVET et VILLEMIN (1986) *in* BOUHIDEL (2006) concernant l'azote total permettent de séparer :

- Sol très pauvre avec : $\text{N} < 0.05 \%$
- Sol pauvre avec : $0.05 > \text{N} > 0.10 \%$
- Sol moyen avec : $0.10 > \text{N} > 0.15 \%$
- Sol riche avec : $0.15 > \text{N} > 0.25 \%$
- Sol très riche avec : $\text{N} > 0.25 \%$

3. Les engrais azotés :

Les engrais azotés sont appliqués depuis plus de 150 ans. Jointes aux progrès de la sélection génétique et des itinéraires techniques, ils permettent d'atteindre des rendements culturaux suffisamment élevés et assurer un faible coût de production (GHOUAR, 2006)

3.1. Les engrais azotés minéraux :

3.1.1. Engrais nitriques :

CHRISTIAN *et al* (2005), notent qu'ils contiennent de l'azote sous forme nitrique, (NO_3^-).

3.1.1.1. Le nitrate de sodium [NaNO_3] : 16% de N et 36.5% de (Na_2O).

3.1.1.2. Le nitrate de calcium [$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$] : 15.5% de N et 34% de (CaO).

3.1.1.3. Le nitrate de calcium et le magnésium [$\text{Ca, Mg}(\text{NO}_3)_2$] : 15% de N, 46% de (CaO) et 8 % de (MgO).

3.1.1.4. Le nitrate de potassium [KNO_3] : 13 % de N et 46% de (K_2O).

Les nitrates sont directement assimilables par la plante. Sous cette forme, ils sont très peu utilisés sur céréales (SIMON *et al*, 1989).

3.1.2. Engrais ammoniacaux-nitriques :

PONTAILLER (1971) et CHRISTIAN *et al* (2005) indiquent que ceux-ci contiennent à la fois de l'azote nitrique (apporté par l'acide nitrique) et de l'azote ammoniacal (apporté par le radical ammoniac).

3.1.2.1. Le nitrate d'ammoniac : résulte de la combinaison de l'acide nitrique et de l'ammoniac qui donne un sel à 34,5 % d'azote pur.

3.1.2.2. Les ammonitrates : Ils sont constitués par du nitrate d'ammoniaque mélangé avec une charge, du carbonate de chaux, par exemple. Ils sont habituellement sous forme granulée et sont disponibles sous deux dosages : ammonitrates à 27% ou 33.5% de N.

3.1.2.3. Les ammonitrates enrichis en (SO_3) et/ou (MgO) : le rôle du soufre et du magnésium étant, dans l'alimentation des plantes, souvent en synergie avec l'azote, des ammonitrates peuvent être complétés avec (SO_3) ou (SO_3) + (MgO) (sulfonitrates). Leur dosage est de 25 à 28% de N, 20 à 35 % de (SO_3) et 8 % de (MgO).

Selon SIMON et *al* (1989), l'ammonitrate est l'engrais le plus utilisé sur céréales.

3.1.3. Engrais ammoniacaux :

Cette forme d'azote limite les pertes par lessivage car ils sont constitués en grande partie d'ammoniaque, retenue par le complexe argilo-humique (SIMON et *al*, 1989).

PONTAILLER (1971) et CHRISTIAN et *al* (2005) signalent que ces engrais contiennent leur azote sous forme ammoniacale, NH_4^+ .

3.1.3.1. Le sulfate d'ammoniaque $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$: c'est la combinaison de l'ammoniac et de la acide sulfurique, il renferme de 21% de N et 61% de (SO_3) .

3.1.3.2. L'ammoniac anhydre $[\text{NH}_3]$: c'est un gaz qui se liquéfie assez facilement quand on le comprime ; c'est un corps très riche en azote (environ 82% de N). Il est injecté dans le sol. Son emploi se justifie pour des doses variant de 80 à 200 Kg de $\text{N}\cdot\text{ha}^{-1}$.

3.1.4. Autres formes :

3.1.4.1. L'urée $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$: 46% de N : D'après CHRISTIAN et *al* (2005), c'est l'engrais azoté solide le plus concentré. Très soluble, l'urée se transforme rapidement dans le sol en gaz carbonique et en azote ammoniacal. Elle est habituellement sous forme perlée ou, de plus en plus, granulée. La plante peut assimiler l'urée soit directement sous forme d'ammoniaque, soit après nitrification (PONTAILLER, 1971).

3.1.4.2. Les solutions azotées : Elles sont fabriquées à partir du nitrate d'ammoniaque et de l'urée, parfois du sulfate d'ammoniaque. Elles sont généralement employées sur des cultures en cours de végétation. Elles nécessitent l'utilisation de dispositifs de stockage et d'épandage spécifique (CHRISTIAN et *al* 2005).

3.1.4.3. La cyanamide calcique $[\text{CN}_2\text{Ca}]$: 18 à 21% de N : PONTAILLER (1971) considère qu'elle est un excellent engrais azoté, surtout employé dans les terres acides ou pauvres en chaux (60-70% de CaO).

3.2 .Les type des engrais azotées :

3.2.1. Les engrais azotées simples :

Les engrais azotées simples sont des engrais qui ne contiennent qu'un seul élément azotée fertilisant, il en existe donc plusieurs engrais azotés : urée, solution azotée , ammonitrates (FAO ;2005)

3.2.2. Les engrais azotés composés :

Les engrais azotés composés sont des engrais qui contiennent au moins deux des trois éléments fertilisants de base. Parmi ces engrais composés on peut citer par exemple les suivants :

3.2.2.1.Des engrais ternaires NPK.

3.2.2.2.Des engrais binaires NK : tels que le nitrate de potassium [KNO_3] (13 % N et 46 % K_2O).

3.2.3. Engrais azotés complexes :

Soit par fabrication chimique pour obtenir des engrais complexes. Le procédé chimique produit un engrais où chaque grain contient à la fois le N, le P et le K (FAO, 2005).

4. niveau de la fertilisation azotée en Algérie :

4.1. Utilisation des engrais azotés en Algérie :

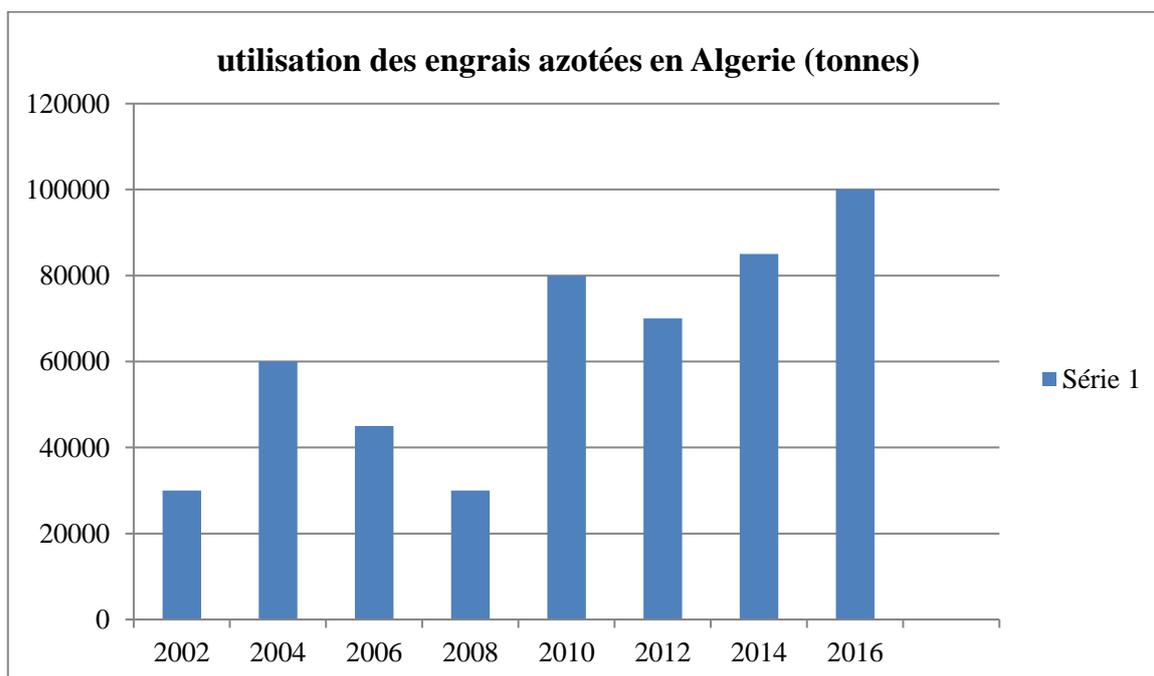


Figure 10 : Utilisation des engrais azotés en Algérie (FAO STAT ;2019) .

L'utilisation des engrais azotés pour les pratique culturales, dans le monde connait une augmentation au cours des dernières années. La consommation de ces engrais en 2002 était aux près de 82529086 tonnes et atteint 110182362 tonnes en 2016. L'utilisation de ce type de fertilisant, en Algérie connait une large variation dans la quantité utilisée au cours de la période 2002 à 2016. Cette variation est indépendante des disponibilités des fertilisants, il est corrélé très fortement avec la dose appliqué par les agricultures, Il est variable au cours des années ; en 2004, il atteint un utilisation d'azote dans les 15 dernières années précédentes. La dose appliquée est de près de 13kg/ha contrairement à l'année 2005, avec une dose appliquée autours de 1kg/ha (FAOSTAT, 2019).

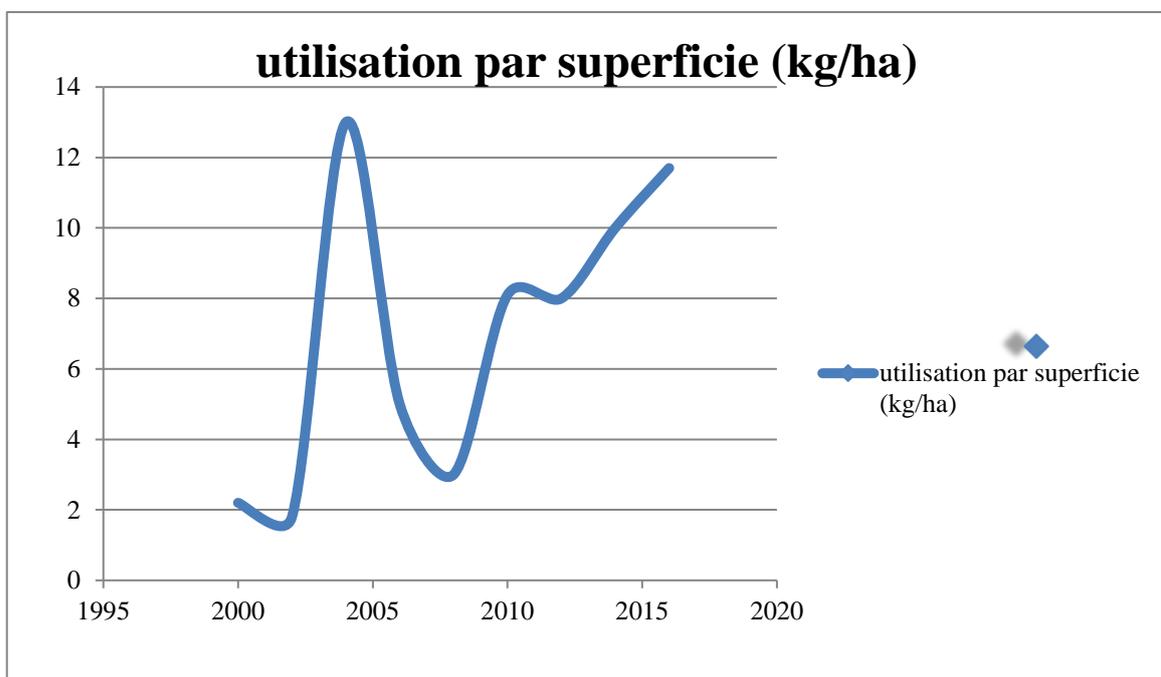


Figure 11 : utilisation des engrais azotés par superficie dans l'Algérie (FAO STAT ;2019) .

La variation interannuelle d'utilisation d'azote en Algérie, ainsi que la dose appliquée par hectare permettent de constater que cette pratique est moins maîtrisée par les agricultures algériens. Elle est considérée comme une technique culturale négligeable.

4.2. La production d'urée en Algérie :

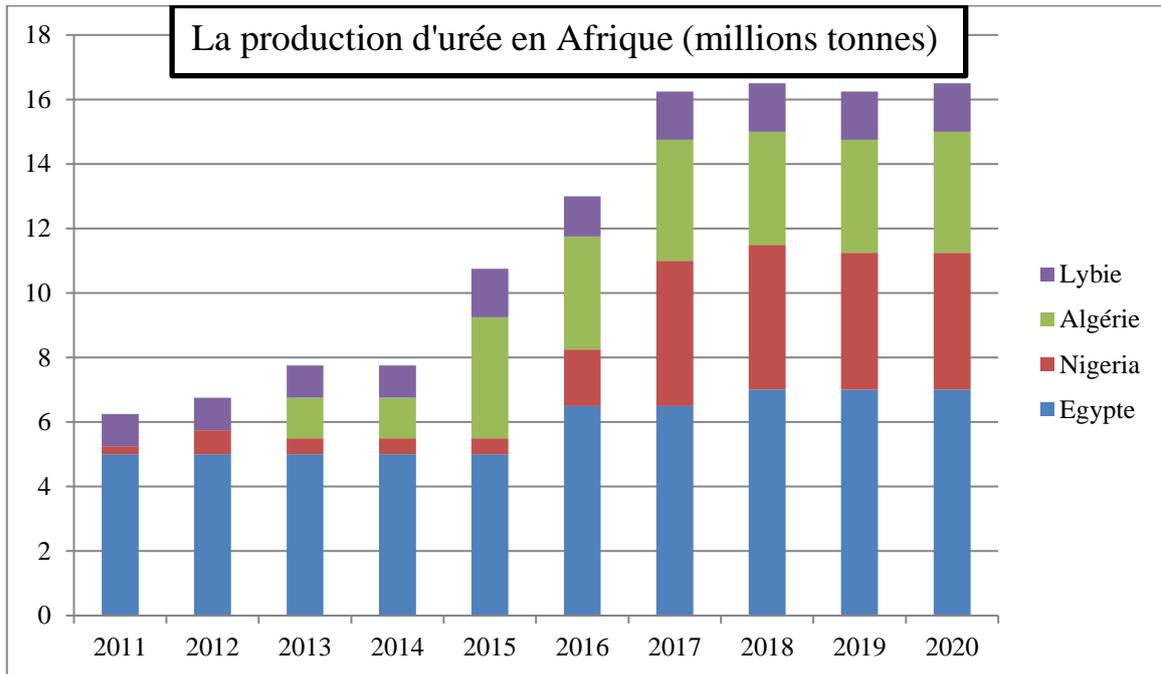


Figure 12 : La production d'urée en Afrique (Heffer and Prud'homme, 2020).

La production d'engrais azotés en Afrique est concentrée dans six pays : Afrique du Sud, Égypte, Tunisie, Algérie, Nigeria et Maroc. Ces pays ont une industrie des engrais développée et un niveau élevé d'utilisation.

L'Algérie un gros producteur d'urée en Afrique , elle occupée la troisième place derrière Égypte et Nigeria , l'Algérie produit plus de 3.5 millions tonnes d'urée dans l'année 2019 , l'augmentation de la production d'urées en Algérie retour à les investissements de la gouvernement algérienne par la création des usines qui produit l'urée .

Chapitre 03 :
Matériels et Méthodes.

1. Description du site expérimental :

1.1. Situation géographique du site expérimental :

L'essai a été mené durant la campagne 2020 le 28 janvier, au niveau de l'entreprise CAZDA COSIDER de Biskra, (figure 13) Les parcelles expérimentales sont situées à « ferme Dris Amor », à sud de la commune de L'Outaya (environ 5 km). Elles sont situées au nord de la ville de Biskra (environ 16km), Les coordonnées géographiques de ce site sont :

$$X = 34^{\circ} 58.057' N$$

$$Y = 005^{\circ} 36.939' E ,$$

$$Z = 205 \text{ m}$$



Figure 13 : Le site expérimentale (AMIOUR , 2020)



Figure 14: La détermination des coordonnées géographiques de site par GPS (AMIOUR , 2019)

1.2: Caractéristiques pédoclimatiques du site expérimental :

1-2-1 : sol :

L'étude morpho-analytique des sols de la région de Biskra montre l'existence de plusieurs types de sols.

Les régions nord : où le sol est absent, c'est une zone d'affleurements de la roche mère.

Les régions sud : sont caractérisées par les accumulations salées gypseuses et calcaires.

- Au sud-est de la wilaya : les sols sont halomorphes (Sadrati, 2011).
- Au sud-ouest de la wilaya : les sols sont argilo-limoneux à limono-sableux.

1-2-2 : L'eau :

La région de Biskra possède quatre nappes ou réservoirs souterrains caractérisée par ses abondances, salure et une profondeur variable.

Biskra est caractérisée par :

- La nappe phréatique de quaternaire (eaux salé ou très salée).
- La nappe desmio-pliocène.
- La nappe calcaire.
- La nappe profonde : La nappe de continental intercalaire.

1-2-3 : climat :

Afin de caractériser le climat dans la wilaya de Biskra d'une façon générale, les données des températures, précipitations, humidité et vent, de la période allant de 2009- 2018 sont exploitées voir. Les données climatiques sont obtenues de la station météorologique de l'aéroport de Biskra.

1-2-3-1 : température :

Les températures enregistrées à Biskra durant la période allant de 2009 à 2018, montrent que le mois de Juillet est le plus chaud avec une moyenne des températures maximales de 35,0°C. Tandis que le mois de Mars est le plus frais, avec une température moyenne minimale de 12,7°C.

Tableau 03: Températures moyennes des minima, des maxima et des moyennes mensuelles de la région de Biskra durant la période (2009- 2018) (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

| Périodes 2009-2018 | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|-----------------------|---------|---------|-------------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|
| T max | 18 | 18.7 | 23.2 | 27.7 | 32.54 | 37.7 | 41.6 | 39.99 | 35.2 | 30.0 | 23.0 | 18.5 |
| T min | 7.25 | 9.9 | 11.5 | 15.3 | 19.74 | 24.52 | 28.37 | 27.58 | 23.7 | 18.3 | 15.3 | 9.8 |
| T moy | 12,7 | 13,2 | 17,4 | 20,9 | 26,13 | 31,1 | 35,0 | 33,8 | 29,1 | 24,2 | 17,6 | 13,1 |

Par l'année 2018 la plus forte température est enregistrée le mois de Juillet avec 34.35 °C, tandis que la température moyenne minimale est enregistrée le mois de Janvier avec 13.5 C (Tableau 03).

Tableau 04 : Températures moyennes des minima, des maxima et des moyennes mensuelles de la région de Biskra durant 2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra 2019).

| Année 2018 | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|------------|---------|---------|------|-------|------|-------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Tmax | 19.8 | 20.9 | 23.4 | 29.1 | 33 | 38 | 40.6 | 39.2 | 34.7 | 31.8 | 22.8 | 31.8 |
| Tmin | 7.2 | 9.4 | 11.6 | 16.4 | 19.8 | 24.9 | 28.1 | 26.8 | 23.4 | 19.9 | 12.1 | 10 |
| Tmoy | 13.5 | 15.1 | 17.5 | 22.75 | 26.4 | 31.45 | 34.35 | 33 | 29 | 25.85 | 17.45 | 20.9 |

1-2-3-2 : la précipitation :

La précipitation constitue un facteur écologique d'importance fondamentale. Biskra est une région sèche à faible pluviométrie. Pour la période 2009-2018, le mois le plus pluvieux est Octobre avec un total de précipitation de 27.91 mm et le moins pluvieux est Juillet avec un total de 0.7 mm (Tableau 05).

Tableau 05: Précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra durant la période (2009-2018) (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

| Périodes 2009-2018 | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|--------------------|---------|---------|------|-------|------|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Precipitation | 10.1 | 14.1 | 15.6 | 19.1 | 15.3 | 15.2 | 0.7 | 2.5 | 20.6 | 27.9 | 11.1 | 4.7 |

Pour l'année 2018 le mois le plus pluvieux est avril avec 53.86 mm de pluie et les mois les plus secs sont janvier et juillet avec 00 mm (Tableau 06).

Tableau 06: Précipitations moyennes mensuelles (mm) de la région de Biskra en 2018.

| Année 2018 | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|------------------|---------|---------|------|-------|------|-------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Précipitation Mm | 0 | 0.51 | 3.05 | 53.86 | 1.52 | 19.05 | 0 | 0.76 | 31.5 | 1.77 | 22.6 | 6.35 |

(Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

1-2-3-3 : L'humidité :

Pour la période,(2009-2018) l'humidité relative mensuelle moyenne varie beaucoup au cours de l'année, elle est à son maximum le mois de Décembre avec une humidité relative moyenne de 58.6% et a son minimum le mois de Juillet avec une humidité relative moyenne den 27.4 % (Tableau 07).

Tableau 07 : Humidité relative moyenne en (%) de la région de Biskra durant la période (2009-2018) (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

| Périodes 2009-2018 | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|--------------------|---------|---------|------|-------|------|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| H % | 57.3 | 50.1 | 46.1 | 42.0 | 35.8 | 31.1 | 27.4 | 33.5 | 40.5 | 46.2 | 53.5 | 58.6 |

Pour l'année 2018, l'humidité relative mensuelle moyenne est à son maximum le mois de Décembre avec une humidité relative moyenne de 65.9% et elle est à son minimum le mois de Juillet avec une humidité relative moyenne de 27.9%(Tableau 08).

Tableau 08: Humidité relative moyenne en (%) de la région de Biskra durant 2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

| 2018 | Janvier | Février | Mar | Avri | Mai | Juin | Juillet | Aou | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|------|---------|---------|------|------|------|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| H% | 53.8 | 47.5 | 37.9 | 44.3 | 33.4 | 33.4 | 27.9 | 33.2 | 44.9 | 43.3 | 58.8 | 65.9 |

1-2-3-4.Vent :

En hiver, la région de Biskra est dominée par des vents froids et plus ou moins humides venant des hauts plateaux et du Nord-Ouest. Par contre, en été les vents qui soufflent du Sud et du Sud-Est sont chauds et secs (sirocco) ; les vents soufflent durant toute l'année. Pour la période de, la 2009-2018 vitesse moyenne maximale du vent a été enregistrée le mois de Juin avec une moyenne de 6.8 km/h, La vitesse minimale est notée le mois de Décembre avec une vitesse mensuelle moyenne de 2.9 m /s. (Tableau 09)

Tableau09: La vitesse du vent enregistrée en m/s à Biskra durant la période (2009-2018).

| Périodes 2009-2018 | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|---------------------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Vitesse de vent m/s | 5.2 | 4.8 | 4.9 | 4.5 | 4.4 | 6.8 | 6.6 | 5.8 | 3.1 | 3.2 | 3.8 | 2.9 |

(Source : Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019)

Pour l'année 2018, la vitesse moyenne maximale du vent a été enregistrée le mois Mars et avec une moyenne de 6.2 m/s, la vitesse moyenne minimale est notée le mois de Janvier avec une vitesse mensuelle moyenne de 5 m /s(Tableau10).

Tableau10: La vitesse du vent enregistrée en m/s à Biskra durant l'année 2018 (Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019).

| Année2018 | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|------------------------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Vitesse de vent m/s | 5 | 4.7 | 6.2 | 5.4 | 4.9 | 4.6 | 3.9 | 3.2 | 3.1 | 4.1 | 4.3 | 3 |

(Source : Station météorologique de l'aéroport de Biskra, 2019)

2.Présentation du végétal :

- La variété de blé dur utilisée dans notre étude est «vitron ». C'est une variété lignée pure introduite en Espagne.
- Les caractéristiques de cette variété selon Bouthiba A et , Debaeke P (2009) sont

Tableau 11 : Les caractéristiques de variété (vitron) (Bouthiba A et , Debaeke P (2009)) .

| Caractéristique | Variété vitron (Surce :salhi A.kader, (1988) et Bouthiba A et ,Debaeke P (2009)). |
|--|--|
| - morphologies | <ul style="list-style-type: none"> - Epi compact. - Hauteur de la plante à la maturité : 63-72 cm - Paille longue mesurant environ 90-100 cm - grain demi-allongée |
| -Cultural | <ul style="list-style-type: none"> - Cycle : semi tardif. - Tallage : forts. |
| -Tolérances aux maladies et aux déférentes conditions climatiques : | <ul style="list-style-type: none"> - Rouille brune : modérément sensible. - Oïdium : modérément sensible. - Septoriose : modérément sensible. - Fusariose : assez sensible. Froids : moyennement résistent. - Sécheresse : moyennement tolérante. - Verse : bonne résistent. |
| -Technologies | <ul style="list-style-type: none"> - Qualité de sommellerie : bon. - Mitadinage : modérément résistent. - Moucheture : modérément sensible. - variété hautement productive. - PMG élevé |



Figure 15 : Variété de blé dur de notre étude (Vitron) (AMIOUR ;2020) .

3 . Engrais utilisés :

3.1. Engrais de fond :

3.1.1. super phosphate simple (SPS 00-18-00 - Engrais granule) :

3.1.1.1.Utilisation :

Le SPS est un engrais phosphaté concentré. Il peut être directement appliqué pour la fertilisation des sols ou utilisé comme matière première pour le blend.

3.1.1.2. Conditionnement :

- En vrac
- Sacs de 50 kg

3.1.1.3. Caractéristiques physiques :

- PH : 3
- Densité non tassée : 1,06
- Densité tassée : 1,17

- Etat physique Granulé
- Couleur : Gris

3.1.2. Sulfate de potassium K(50) S (45) :

3.1.2.1. Description :

- Sulfate de potassium est un engrais de couverture concentré en potassium issu de sels bruts naturels.
- Sac de 25 Kg.
- Formulation Cristaux solubles dans l'eau - Engrais CE.
- Engrais concentré en potassium issu de sels bruts naturels.
- Engrais très pauvre en chlore (en moyenne 0,15%) est utilisable en traitements foliaires ou en Fertirrigation (goutte à goutte).

3.1.2.2. Composition :

K₂O  50%

-SO₃  45%

3.1.2.3. Dosage :

- Traitement foliaire : 2-4 kg/100L de bouillie .
- Fertirrigation : dosage selon la concentration potassium finale souhaitée dans l'eau 50 % K₂O, oxyde de potassium soluble dans l'eau 45 % SO₃, anhydride sulfurique soluble dans l'eau .

3.2. Engrais de couverture :

3.2.1. Urée 46% :

Urée avec 46% d'azote sous forme ammoniacale, l'Urée est l'engrais sec le plus riche en azote et il est complètement soluble à l'eau. Il agit moins rapidement que les nitrates, et son effet dur plus longtemps, l'hydrolyse de l'Urée dépend de la température du sol. Elle ne nécessite que de trois à cinq jours en sol froid tandis que quelques heures suffisent en réchauffé. Son application est recommandée avant une pluie et il doit être enfoui afin d'éviter, d'éventuelles

pertes par volatilisation.

3.2.1.1. Caractéristiques :

- *Forme*.....*granulé*
- Couleurblanche
- Azote total.....46%
- Humidité.....,5% max
- Biuret.....% max
- Granulométrie.....1-4mm 90%
- Conditionnement... ..sec polypropylène de 50 kg
- Domaines d'application..... polyvalents
- Azote sous forme urée (H₄CON₂).....46%
- Phosphate.....0%
- -Potasse.....0%

4. Le dispositif expérimental :

L'expérimentation a été installée dans le Département des Sciences Agronomiques El-Alia (Biskra) . les grains du blé planter dans des pots de (7kg du sol d'Outaya wilaya du biskra) chaque pot contient 25 grains du blé . l'expérimentation se fait dans une serre Couverte par Insecte-Proof pour évité les précipitations et les maladies et pour bon lumière.

Le dispositif expérimental adopté dans cet essai est le dispositif factoriel en bloc à 3 répétitions. La superficie totale de l'essai est de 30 m² (longueur = 5 m, largeur = 6 m). chaque bloc est divisé en 7 pots présentant chacun un traitement du facteur étudié .

- -Le facteur principale à étudier : dose engrais d'azote .

- -Facteur contrôle : bloc avec trois répétitions le nombre des parcelles élémentaire est de 21 (07 traitement *03 blocs =21 observations).

4.1. Les doses d'engrais azote applique :

- Un traitement témoin T0 sans apport N0
- Un traitement T1 représente un apport d'azote de 100 UN/ ha
- Un traitement T2 représente un apport d'azote de 110 UN/ ha
- Un traitement T3 représente un apport d'azote de 120 UN/ ha
- Un traitement T4 représente un apport d'azote de 130 UN/ ha
- Un traitement T5 représente un apport d'azote de 140 UN/ ha
- Un traitement T1 représente un apport d'azote de 150 UN/ ha

4.1.1. Chaque dose a été fractionnée en 3 apports :

- Un apport de 1/3 dans le stade début tallage .
- Un autre apport de 1/3 dans le stade tallage .
- Un autre apport de 1/3 dans le stade épis 1 cm .

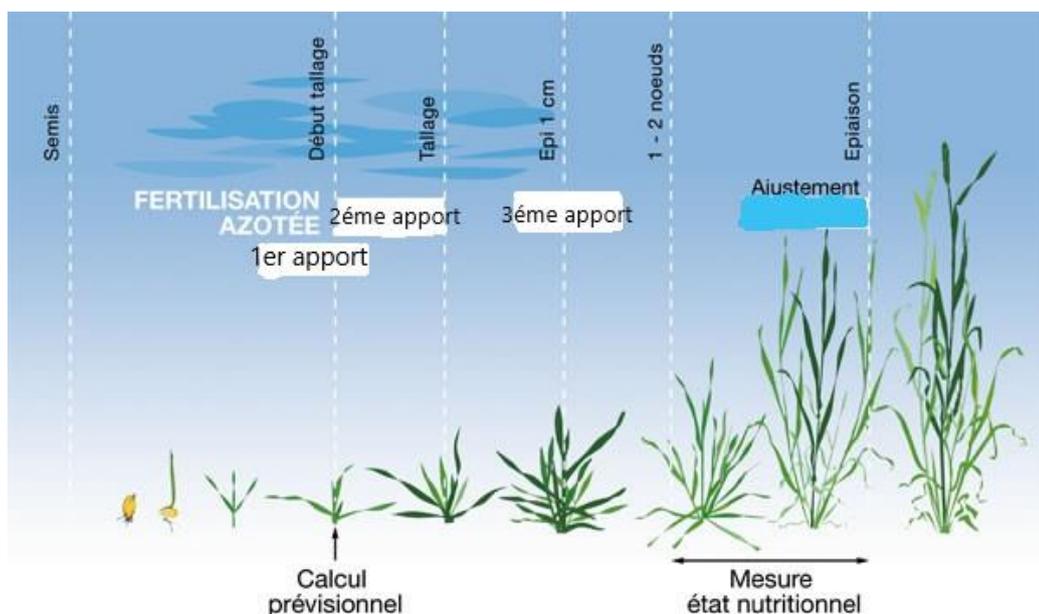


Figure 16 : les 3 apports d'azote sont apportés dans 3 stades de développement du blé différents

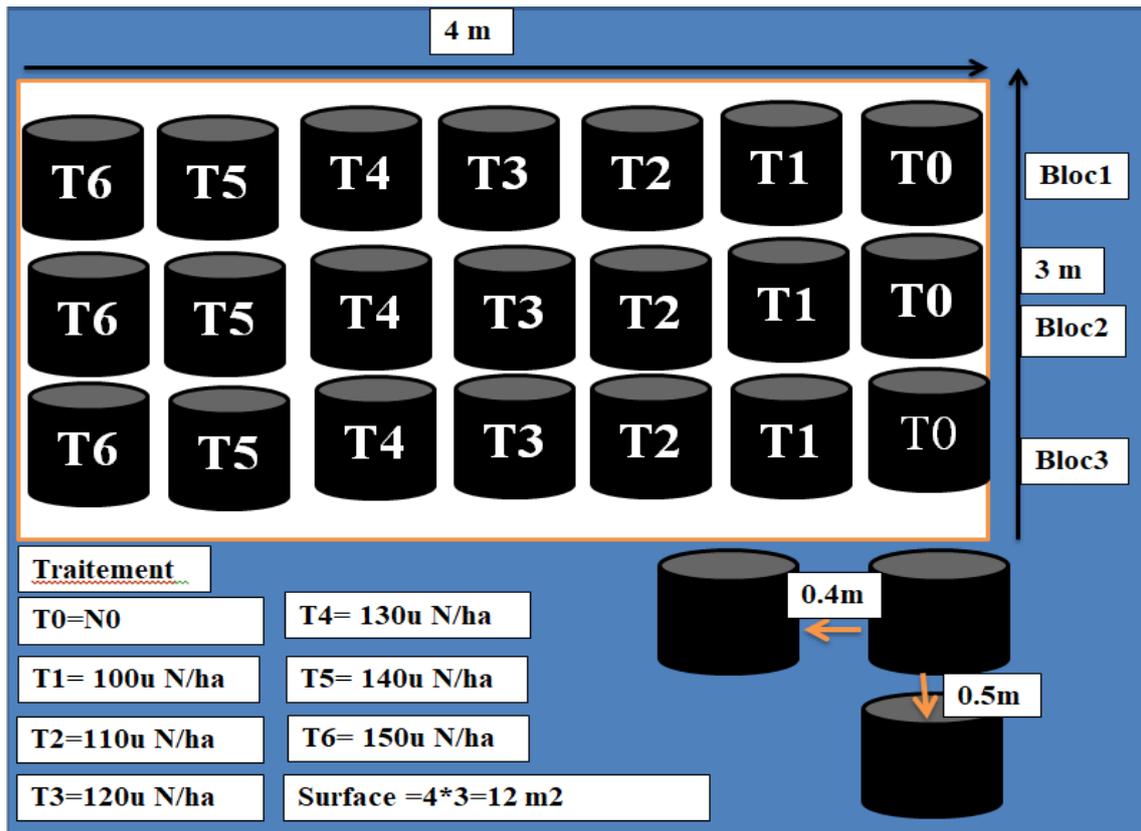


Figure 17 :schéma représente le dispositif expérimentale .(AMIOUR ;2020)

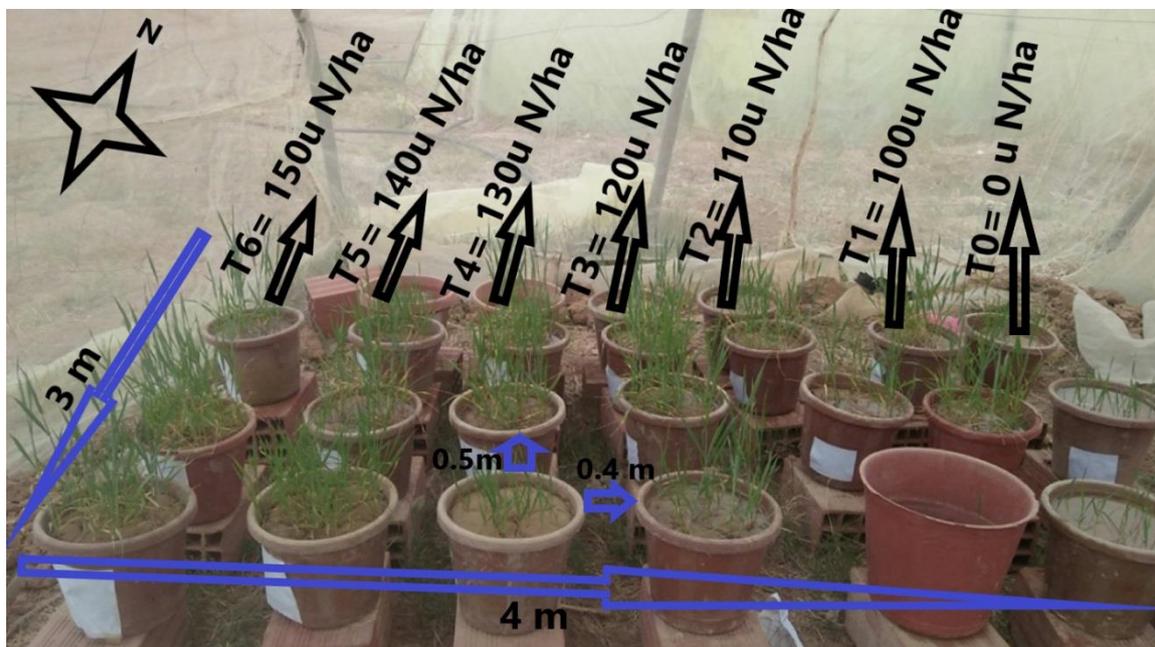


Figure 18: une photo représente le dispositif expérimentale .(AMIOUR ;2020)

5. Méthodologie de travail :

5.1. Mesures effectuées sur Le sol :

5.1.1. Méthodes et dates de prélèvements :

Les échantillons du sol ont été prélevés le 21 novembre 2019 ensuite ont été conservés dans des sachets plastique étiquetés et acheminés vers laboratoire. Le prélèvement a été réalisé à des endroits différents avec une profondeur variable (0-20cm). Ensuite les échantillons du sol ont été mélangés pour constituer un échantillon moyen représentant la parcelle

5.1.2. Les Méthodes d'analyse :

5.1.2.1. Analyse granulométrique : Méthode de tamisage pour déterminer les proportions physiques de trois particules primaires du sol (sable grossière, sable fin, et limon+ argile) par rapport à leurs caractéristiques (poids, taille) par la méthode de la pipette de robinson.

5.1.2.2. Mesure du pH : C'est un facteur qui influe directement sur l'absorption des éléments nutritifs. Le Ph a été Effectuée l'aide d'un pH mètre à électrodes et réalisée sur une suspension du sol dans l'eau distillée selon un rapport de 1/5.

5.1.2.3. Mesure de la conductivité électrique : La conductivité électrique est une moyenne d'apprécier la teneur globale en sels dans la solution du sol. Elle a été déterminée par le conductimètre sur une suspension avec un rapport de sol/eau de 1/5 à une température de 25°C.

Dosage du calcaire : Dans notre essai il est dosé par la méthode volumétrique utilisant le calcimètre de BERNARD.

5.1.2.4. Dosage du calcaire actif : la méthode utilisée est de DROUINEAU- GALET cette méthode ne convient qu'aux sols contenant moins de 2% de MO. Pour le dosage de calcaire actif, on utilise la propriété du calcaire de se combiner aux oxalates pour donner de l'oxalate de calcium insoluble. L'excès de solution d'oxalate est ensuite dosé par une solution de permanganate de potassium en milieu sulfurique.

Dosage de l'azote total : La technique adoptée est la méthode Kjeldahl. Cette méthode consiste à attaquer le sol avec l'acide sulfurique pour transformer l'azote organique en sulfate d'ammonium.

5.1.2.5. La matière organique du sol : Le dosage de la matière organique se fait par la méthode Walkley et Black. Elle consiste à prendre 1g d'échantillon du sol de terre fine à la quelle on ajoute 10ml de solution aqueuse de bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) à 8% et 15ml de l'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré pendant 30mn. En suite on ajoute 150ml d'eau distillée et quelques gouttes de dephnyllamine et titré par une solution de sulfate de fer ($FeSO_4$) et comparer la couleur (virage du bleu foncé au bleu vert) par rapport à la solution avec le témoin (sans sol).

5.1.2.6. Dosage de l'azote total : Afin de déterminer le taux d'azote accumulé par les plantes, il a été choisi d'appliquer la méthode de Kjeldhal modifiée, après la minéralisation à chaud de nos échantillons selon le protocole qu'on a décrit, l'azote ammoniacal (NH_4^+) produit est piégé, après une distillation dans la première solution d'acide borique à 4 %. Nous dosons l'azote total après une titration avec de HCl (0.1N) .

5.1.2.6. Dosage du phosphore total : par colorimétrie .

5.1.2.7. Dosage du potassium et du sodium : *Comme pour l'azote ces deux éléments minéraux sont sous forme organique dans la plante, c'est pour sa on doit passer par une minéralisation avant de poursuivre le dosage.*

A) La minéralisation :

La minéralisation est faite comme pour l'azote ; par la méthode d'attaque par les acides à chaud « le même protocole utilisé dans la minéralisation de l'azote ».

B) Le dosage :

Ces éléments sont dosés par le spectromètre à flamme, la bonne lecture des résultats exige la présence d'une courbe d'étalonnage, pour cela des échantillons sont préparés afin d'étalonner l'appareil.

4.1.3. Résultats de l'analyse du sol :



Figure 19 : les analyses de sol d'essai fait par SIDDRA (SIDDRA ;2018)

5.1.3.1. Interprétation de l'Analyse :

Il s'agit d'un sol très lourd, avec un drainage interne très mauvais et une capacité de rétention de l'eau et des engrais très élevée. Il y a risque de rétrogradation du phosphore et de potassium, ainsi que d'asphyxie racinaire dans les cas extrêmes. En général le sol est de fertilité élevée. Il peut y avoir des problèmes de salinité si la culture est sensible. Il conviendra donc de déterminer si cela est dû ou non à la qualité de l'eau d'arrosage. Le pH actuel du sol est alcalin et peut produire des problèmes d'assimilation de micro-éléments. Pour la culture BLÉ le pH du sol le plus adéquat est compris entre 5.8 et 7.5. Le faible rapport carbone/azote indique une minéralisation rapide de la matière organique du sol. La teneur en carbonates est élevée. Il faut donc attendre une forte fixation du phosphore, qui réduit sa disponibilité et qu'il faudra tenir compte lors de l'apport d'engrais. La teneur en matière organique est faible, ce qui a un effet très négatif sur les caractéristiques physico-chimiques du sol. Il faut triturer les résidus culturaux puis les enterrer après avoir incorporé 50 kg/ha d'urée ou l'équivalent d'un autre engrais azoté. Il n'y a

pas de risque grave de carence induite en Mg. Le rapport K/Mg est normal. Apporter 40 UF de N. (SIDRA ;2018)

5.2. Mesures effectuées sur l'eau :

5.2.1. Résultats de l'analyse d'eau CAZDA :

Tableau 12 : les résultats d'analyses d'eau CAZDA OUTAYA Biskra. (CAZDA ;2019)

| Analyse d'eau CAZDA faite le jeudi:11/04/2019 (conductimètre de type ISOLAB) | | | |
|---|------------|---------------------|------|
| Echantillon | CE (ms/Cm) | charge saline (g/l) | pH |
| F1 unité 2 | 4.13 | 2.64 | 7.55 |
| F2 unité 2 | 7.52 | 4.81 | 7.45 |
| F3 unité 3 | 6.16 | 3.94 | 7.87 |
| Analyse d'eau CAZDA faite le dimanche:14/04/2019 (conductimètre de type HANA) | | | |
| Echantillon | CE (ms/Cm) | charge saline (g/l) | pH |
| F1 unité 2 | 4.02 | 2.57 | 7.23 |
| F2 unité 2 | 4.82 | 3.08 | 7.28 |
| F3 unité 3 | 5.91 | 3.78 | 7.38 |

Tableau 13 : les résultats d'analyses physico-chimiques d'eau CAZDA OUTAYA Biskra .

| Les paramètres | CE mS/cm | pH | Ca ²⁺ (mg/l) | Mg ²⁺ (mg/l) | Na ⁺ (mg/l) | K ⁺ (mg/l) | HCO ₃ ⁻ (mg/l) | Cl ⁻ (mg/l) | SO ₄ ²⁻ (mg/l) |
|----------------|----------|-----|-------------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|
| Moyenne | 4.91 | 7.3 | 200.6 | 183.8 | 440 | 3.73 | 149.5 | 725 | 959.4 |

5.2.1.1. Interprétation d'Analyse des eaux CAZDA :

Les résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques des eaux CAZDA montrent des valeurs élevées de la conductivité électrique (4.02 – 7.52 mS/cm). Elle a une corrélation très significative liée, principalement, à la forte présence de calcium Ca⁺⁺, chlorures Cl⁻, sodium Na⁺ et magnésium Mg⁺⁺. Les eaux sont fortement liées entre les éléments évaporitiques (Na⁺, Cl⁻, SO₄⁻⁻, Mg⁺⁺ et Ca⁺⁺) et principalement due à la nature des matériaux provoquant la salinisation de ces eaux .

Tableau 14: les résultats d'analyses d'eau de département agronomie El-Elia Biskra (AMIOUR ;2020) .

| | CE mS/cm | pH | Ca ²⁺ (mg/l) | Mg ²⁺ (mg/l) | Na ⁺ (mg/l) | K ⁺ (mg/l) | HCO ₃ ⁻ (mg/l) | Cl ⁻ (mg/l) | SO ₄ ²⁻ (mg/l) |
|--------------|-------------|------|----------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------|---|---------------------------|---|
| Echantillon1 | 5.12 | 7.22 | 168 | 187 | 552 | 6 | 290 | 1799 | 833 |
| Echantillon2 | 5.22 | 7.33 | 159 | 172 | 512 | 11 | 286 | 1811 | 855 |
| Echantillon3 | 5.85 | 6.97 | 148 | 186 | 541 | 9 | 293 | 1762 | 815 |
| Moyenne | 5.39 | 7.17 | 158.3 | 181.6 | 535 | 7.6 | 289.6 | 1790.6 | 834.3 |

5.2.1.2. Interprétation d'Analyse des eaux de département agronomie El-Elia Biskra :

Les résultats d'analyses des paramètres physico-chimiques d'eau de département agronomie El-Elia Biskra montrent des valeurs élevées de la conductivité électrique (5.12 – 5.85 mS/cm).avec un PH neutre

Les paramètres physico-chimiques d'eau de département agronomie El-Elia Biskra sont presque les même valeurs des paramètres physico-chimiques des eaux CAZDA , la différence c'est dans les valeurs de chlorure et bicarbonate .

5.3. Mesures effectuées sur le végétal. :

5.3.1. teste de germination :

La germination, est un ensemble de phénomènes par les quels la plantule en vie ralentie dans la graine mure, commence une vie active et se développe grâce à l'énergie contenue dans les réserves de la graine (Celement, 1981).

Le test de germination standard est utilisé pour déterminer la viabilité des semences. Le pourcentage de germination est le nombre de grains germant, au cours d'un temps déterminé, sur le nombre total de graines mises à germer.

Les graines sont stérilisées pendant 5 min dans l'hypochlorite de sodium dilué pour

éliminer toute contamination fongique, puis elles sont rincées abondamment à l'eau distillée. Elles sont, ensuite, mises à germer dans des boîtes de pétri sur du papier filtre imbibé d'eau à raison de 22 graines par boîte., (4 répétitions sont réalisées). Pendant 72h dans à température (25°C). Après trois jours, le pourcentage est calculé par la formule suivante (Mazliak, 1982) :

$$G\% = g \times 100 \div N.g$$

G : pourcentage de germination.

g : le nombre des graines germés.

N.g : le nombre des graines mises à germer.

$$G\% = 74 \times 100 \div 86 = 86.04 \%$$

Le pourcentage de germination est élevé (86.04 %) donc c'est bon qualité des semences .



Figure 20 : le teste de germination du blé dure (AMIOUR ;2020).

5.3.2. Nombre de plante par m² :

Le nombre de plante par mètre carré a été évalué au stade de la levée (3feuille) par le comptage de toutes les plantes dans un cadran d'un mètre carré de chaque parcelle

5.3.3. Nombre épi par m² :

Le nombre d'épi par mètre carré pour les différents traitements a été déterminé au stade formation des grains,

5.3.4. Nombre de grains par plant :

Le nombre de grains a été évalué au stade maturité physiologique par le comptage des moyennes de grains d'un échantillon de 25 épis prise au hasard pour chaque parcelle.

5.3.5. Poids de 1000 grains :

Le poids de mille grains a été évalué au stade maturité physiologique, après l'isolement les épis choisis sont mis à sécher à l'air libre pendant 24 heures, puis on a pesé un échantillon de mille grains pour chaque parcelle d'essai avec une balance de précision.

5.3.6. Rendement théorique par hectare :

Le rendement par hectare a été évalué au stade maturité agronomique en calculant la production en gramme par mètre carré et on rapporte la production en quintaux par hectare.

5.3.7. Notation sur les maladies :

Nous avons noté l'apparition d'une seule maladie (Oïdium) et de deux ravageurs (puceron et criocère), qui sont attaqués et éliminés dans différents stades .

5.4. Mesures effectuées sur les doses d'engrais :

5.4.1. les engrais de fond :

- Les doses d'engrais de fond sont:

Sulfate de potassium 50%  150 unité /ha .

Superphosphate simple 18%  150 unité /ha .

5.4.1.1. calcule le poids d'engrais de chaque dose dans un pot de 7kg :

a) calcule la masse de 1 hectare :

$$d_a = 1.4 \text{ g/cm} .$$

$$\text{volume d'un hectare} = 100 \text{ m} \times 100 \text{ m} \times 0.2 \text{ m (couche arable 20 cm)} = 2000 \text{ m}^3 .$$

$$d_a = M_s \div V_t \quad \longrightarrow \quad M_s = d_a \times v_t = 2000 \times 1.4 = 2800 \text{ Kg}$$

La masse d'un hectare est : 2800 Kg

b) calcule unité d'engrais dans un pot de 7Kg :

$$150 \text{ unité} \quad \longrightarrow \quad 2800 \text{ Kg} .$$

$$X \quad \longrightarrow \quad 7 \text{ Kg} .$$

$$X = 150 \times 7 \div 2800 = 0.375 \text{ unité} .$$

c) calcule le poids d'engrais de 0.375 unité :

- pour Sulfate de potassium 50 % :

$$100 \text{ g d'engrais} \quad \longrightarrow \quad 50 \text{ unité de K} .$$

$$Y \quad \longrightarrow \quad 0.375 \text{ unité} .$$

$$Y = 100 \times 0.375 \div 50 = 0.75 \text{ g d'engrais pour chaque pot de 7Kg} .$$

6 Pour Superphosphate simple 18% :

$$100 \text{ g d'engrais} \quad \longrightarrow \quad 18 \text{ unité de P} .$$

$$Z \quad \longrightarrow \quad 0.375 \text{ unité} .$$

$$Z = 100 \times 0.375 \div 18 = 2.08 \text{ g d'engrais pour chaque pot de 7Kg} .$$

5.4.2. l' engrais azoté (urée 46 %) :

-Les doses d'engrais azote sont :

- Un traitement témoin T0 sans apport N0
- Un traitement T1 représente un apport d'azote de 100 UN/ ha
- Un traitement T2 représente un apport d'azote de 110 UN/ ha
- Un traitement T3 représente un apport d'azote de 120 UN/ ha
- Un traitement T4 représente un apport d'azote de 130 UN/ ha
- Un traitement T5 représente un apport d'azote de 140 UN/ ha
- Un traitement T6 représente un apport d'azote de 150 UN/ ha

5.4.2.1 : calcule le poids d'engrais de chaque dose dans un pot de 7kg :

Tableau 15 : Le poids d'engrais pour les dose d'urée dans les pots de 7kg .(AMIOUR ;2020)

| Les doses de l'azote (U /ha) | Les dose de l'azote dans pot de 7kg (U/ 7kg) | Le poids d'engrais de chaque dose dans un pot 7kg (g) |
|--------------------------------|--|---|
| T0 0 U/ha | 0 unité | 0 |
| T1 100 U/ha | 0.25 unité | 0.543 g |
| T2 110 U/ha | 0.275 unité | 0.597 g |
| T3 120 U/ha | 0.3 unité | 0.652 g |
| T4 130 U/ha | 0.325 unité | 0.706 g |
| T5 140 U/ha | 0.35 unité | 0.760 g |
| T6 150 U/ha | 0.375 unité | 0.815 |

5.5. Mesures effectuées sur les doses d'irrigation:

5.5.1. La dose capacité au champ :

La **capacité au champ** représente la quantité maximale d'eau que peut contenir le sol grâce à ses micro porosités. On parle aussi de **capacité de rétention en eau du sol**.

Lorsque l'on explique les échanges d'eau dans le sol, on a l'habitude de comparer le sol à une éponge. Ainsi la capacité au champ s'obtient quand l'**éponge est saturée d'eau** et qu'elle ne goutte plus. Si l'éponge goutte cela signifie qu'il y a trop d'eau, l'eau est alors drainée en profondeur.

Cette eau est perdue pour le développement de la culture, elle ruisselle ou percole vers le sous-sol. Connaître la capacité au champ de sa parcelle est déterminant pour calculer la **dose d'eau maximale à apporter à sa culture**.

5.5.1.1. les calculs des doses de capacité au champ :

La détermination des dose de capacité au champ commencé le 27 janvier 2020 , chaque opération prend 24 heures .

Tableau 16 : les mesure des doses de capacité au champ (L) (AMIOUR ;2020

| Les irrigation | Quantité d'eau Appliqué au pot (L) | Quantite d'eau infiltré (L) | Les doses de capacité au champ (L) |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Irrigation 1 (28 janvier2020) | 3 L | 0.391 L | 2.609 L |
| Irrigation 2 (7février2020) | 3 L | 0.330 L | 2.670 L |
| Irrigation 3 (14février2020) | 3 L | 0.277 L | 2.728 L |
| Irrigation 4 (21février2020) | 3 L | 0.229 L | 2.771 L |
| Irrigation 5 (28février2020) | 3 L | 0.195 L | 2.805 L |
| Irrigation 6 (6mars2020) | 3 L | 0.212 L | 2.788 L |
| Irrigation 7 (13mars2020) | 3 L | 0.171 L | 2.829 L |
| Irrigation 8 (23mars2020) | 3 L | 0.119 L | 2.881 L |

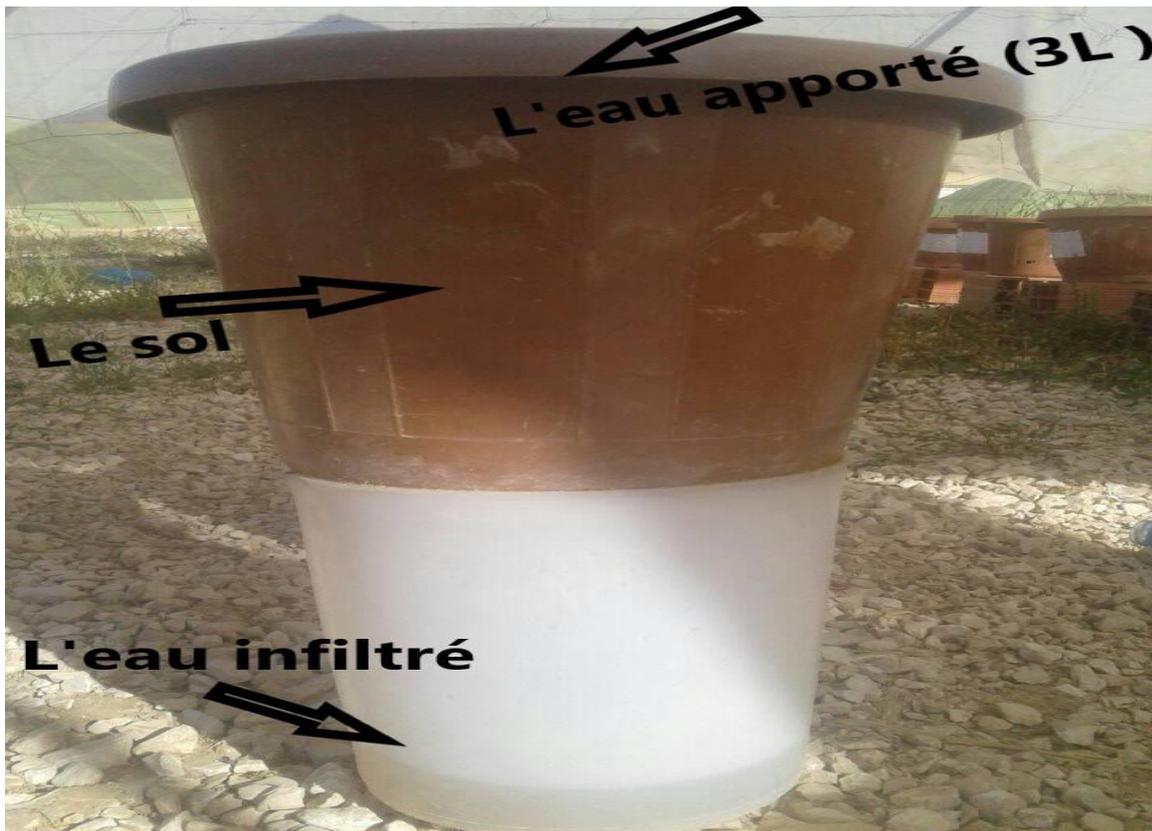


Figure 21 : La méthode utilise pour déterminer la capacité au champ du sol (AMIOUR ;2020)

5.6: la préparation de sol :

5.6.1. dessèchement de sol : le dessèchement de sol par l'exposition des échantillonnage de sol à la lumière de soleil pendant 24 h .

5.6.2 : Broyage de sol : après le dessèchement de sol on fait un broyage des particules de sol par un broyeur.

5.6.3. Tamisage de sol : après le battement des particules du sol on fait un tamisage de sol par un tamis de 2mm .

5.6.4.remplissage des pot : remplir les pot en sol on utilise un balance et on mesurons 7 kg de sol dans chaque pot .

5.7.Lieu de l'essai :

L'essai se fait dans une serre couverte par Le filet anti-insectes au niveau de département agronomique El-Alia Biskra .

Le filet anti-insectes permet de créer un barrage aux insectes ravageurs afin que ces derniers ne puissent plus endommager vos blé . Ce voile anti-insectes est une solution naturelle et respectueuse de l'environnement, il permet de réduire l'utilisation de pesticides qui se sont montrés inefficaces et néfaste pour la santé et l'environnement. Vous pouvez donc utiliser les filets anti insectes en agriculture biologique. Direct-Filet a élaboré pour vous une gamme complète de filets anti-insectes répondant à différentes problématique de cultures céréalières . le filet anti-insecte éviter les maladies du blé est donne une aération améliorer pour la respiration du blé .il permet aussi de donne un bon température pour la photosynthèse .

5.7.1. Dimension de la serre :

La serre utiliser caractérisée par une longueur de 3m et un lqrgueur de 4 m , donc sa surface est 12 m² , la taille de la serre est suffisante parce que on utilise 21 pot pour notre l'essai.



Figure 22 : La serre utilise pour l'essai . (AMIOUR ;2020)

5.8. La dose de semis du blé :

La **densité de semis** est égale généralement au nombre de grains semés par mètre carré. Elle peut aussi s'exprimer en kg de semences/ha mais cette seconde unité est variable d'une année à l'autre selon le poids des grains (exprimé en poids de 1000 grains (PMG)).

La densité de semis est fonction de la culture implantée, de la date de semis, du type de variété (lignée ou hybride), des conditions de semis et du type de sol. La densité du semis a une influence sur le développement de la culture et sur le coût de son implantation.

La dose de semis appliqué dans l'essai est 25 grains /pot .

Conclusion

Conclusion

Référence bibliographique

Référence bibliographique :

BADRAOUI M, AGBANI M, EL GHAROUS M, KARROU M et SOUDI B,2000. Normes d'interprétation des analyses de sol pour les cultures de blé et de betterave en irrigué dans les Doukkala. Séminaire 'Intensification agricole et qualité des sols et des eaux', Rabat, 2-3 Novembre 2000. 31-47 pp.

BAIZE, D. (2000). Guide des analyses en pédologie. Choix. Expression. Présentation. Interprétation. 257p. Paris: 2ème Ed. INRA. Paris

BELAID D, 1986. Aspect sur la céréaliculture Algérienne. Ed. OPU. pp 75-86

BONJEAN et PICARD, 1990- Les céréales à paille : origine, histoire, économie, sélection. Softword – Groupe ITM, Paris, 208p

BOUFNAR-ZAGHOUANE F et ZAGHOUNE O, 2006. Guide des principales variétés de céréales à paille cultivée en Algérie. 1^{ère}Ed. ITGC, ALGER. pp 22-24.

BOUHIDEL I, 2006. Etude expérimentale de l'influence de gypse sur la minéralisation de l'urée et la cinétique d'absorption. Thèse. Mag. Agro. Batna. 180p

Bouthiba A, Debaeke., 2009 " Besoins en eau de différentes variétés de blé dur en conditions semi-arides", Symposium international «Agriculture durable en région Méditerranéenne (AGDUMED)».Partie 3: Relations eau-production agricole. Rabat, Maroc, 8 p.

Cauderon., 1979- Etudes des relations physiologiques chez le blé : cytogénétique et biochimique .Journées d'études .Biochimie et génétique du blé .INRA. Paris .Pp30-33.

CHRISTIAN S, MULLER J-C, DECROUX J. 2005. Guide de la fertilisation raisonnée. Ed. France Agricole. pp105-142

CLEMENT-GRANDCOURT et PRAT., 1970- Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. PP351-360.

Crête P., 1965 - Précis de botanique .Tome II, systématique des angiospermes .2 Ed .Paris : 11-38

FAO, 2005. Utilisation des engrais par culture en Algérie. Service de la gestion des terres et de

la nutrition des plantes. Division de la mise en valeur des terres et des eaux. Rome, 2005. 61p.

FAO, 2005. Utilisation des engrais par culture en Algérie. Service de la gestion des terres et de la nutrition des plantes. Division de la mise en valeur des terres et des eaux. Rome, 2005. 61p.

FERTAS K, 2007. Essais d'optimisation du fractionnement et de la période d'apport de l'azote pour la culture du blé dur (variété waha) en zone semi – aride irriguée. Thèse. Mag. Agro. Univ. Batna. 78p.

Feillet P. (2000), Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris. 308p

Feldman, M., 2001 : The Origin of cultivate wheat. In: Bonjean, A.P., Angus, W.J. (eds.).

Felix T .,1996 – Etude de la diversité allélique des protéines de réserves (Gluténines et Gliadines) en relation avec des testes de technologie appréciant la valeur d'utilisation de blé tendre (*Triticum aestivum* L.)

HAMDI F, 1994. Etude de fertilisation azotée du blé dur (*Triticum durum* Desf) en Mitidja. Mem. Ing. Agro. INA. Alger. pp 19-24.

HARRAT W, 2005. Fertilisation azotée du blé dur (Triticum durum Desf) variété simeto, en Mitidja : comparaison des formes et modalités d'apport de l'azote (au sol et foliaire). Mem. Ing. Agro. INA. Alger. 16p.

Henintsoa M. (2013). Disponibilité et dynamique du carbone, de l'azote et du phosphore sous association culturale Riz-Haricot soumise à différents types de fertilisation phosphatée apportée à dose croissante. Cas de l'expérimentation agronomique de La zaina sur sol ferrallitique de « tanety ». Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'études approfondies. Département des eaux et forêts, Université D'Antananarivo école supérieure des sciences Agronomiques, 71p.

In Gallais et Bannerot, 1992, amélioration des espèces végétales cultivées, p 14-15-16. INRA. Clément. Ferrand.

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

GHOUAR W, 2006. Effet du cumul de pluie hivernale sur la réponse du cultivar « Waha » (*Triticum durum* Desf.) à la fertilisation azotée. Thèse. Mag. Agro. Batna. 66p.

Grignac P.H.,1978 , Amélioration variétale de blé dur (*Triticum durum* Desf.).Annale de l'INA (El -Harrach) : 83 -110

Gueorguiv D .,et Arifi . ,1978 - Corrélation entre la tallage et l'épiaison du blé dur .AL AWAMIA. Revue. Marocaine N° 55, 57- 53.

Kerby K. and Kuspira J., 1987 - The phylogeny of the polyploidy wheat *Triticum aestivum* L. (bread wheat) and *Triticum turgidum* (macaroni wheat). Genome, 29:722-737.

Kihara H., 1924. Cytologische und Genetische studien bei wichtigen gatridearrten mit besondersnuchtsicht anf das verhalten der chromosomen und die sterilidat in den bastarden. Mem. Coll. Sci, Kyoto. Imp. Uni, p 200.

LEMAIRE G et NICOLARDOT B, 1997. Maîtrise de l'azote dans les agrosystèmes. Ed: INRA. Paris. France. Les Colloques, n°83. pp 40-42-87- 100

Mac Fadden E.S. and Sears E.S., 1926 - The origin of *Triticum spelta* and its free threshing hexaploïd relatives. In K.S. Quisenberry and L.P. Reitz: wheat and wheat improvement, Madison, USA: 19-87.

Masle J.,Meynard J.1981a.Influence du facteurazoté dans l'élaboration du rendement. «Devenirde l'azote dansla fertilisation azotée desblés d'hiver. Influencede l'alimentation hydrique». Document INRAF., 38p

Masle-Meynard J., 1981b. Elaboration du nombre d'épis d'un peuplement de blé d'hiver en situation de compétition pour l'azote. 1. - Mise en évidence d'un stade critique par rapport à la montée d'une talle. Agronomie, 1 (8), 623-632.

Monneveux P (1991) Quelles stratégies pour l'amélioration génétique de la tolérance au déficit hydrique des céréales d'hiver ? In: L'amélioration des plantes pour l'adaptation aux milieux arides (AUPELF - UREF, ed) John Libbey Eurotext, Paris, 165-186

Picard, E. (1990). Les céréales à paille : origine, historique, économie et sélection. Ed. Nathan, Paris. 235p.

PONTAILLER S, 1971. Engrais et fumure. 4^{ème} Ed .Presse universitaire de France. 127p.

Prats H ., 1960 – Vers une classification des graminées .Revue d'Agrostologie .Bull. Soc Bot.

France ,32- 79

Rayburn, A.L., Gill, B.S. (1985). Molecular evidence for the origin and evolution of chromosome 4A in polyploidy wheats . Can . J. Genet . Cytol. 27 : 246-250.

REMY JC. et VIAUX PH. , 1980 : Evolution des engrais azotés dans le sol. Perspectives agricoles spéciales.

Soltner D.2005. Les bases de la production végétale 24 eme Ed : coll.sci et Tec Agri, 77p

Surget A, Barron C (2005) Histologie du grain de blé. industrie des céréales 145 : 3-7

Simon H, Produire des céréales à paille. Agriculture d'aujourd'hui. Ed Lavoisier Paris. 333p.

VILAIN M, 1997. Production végétale. Vol 2. Ed. Lavoisier. Tech et doc. 449p.

Site d'internet :

FAOSTAT (WWW Document),2019b.url. <https://www.FAO.org/FAOSTAT/en/data/QC>
accessed 3.21.19)

FAOSTAT (WWW Document),2019b.url. <https://www.FAO.org/FAOSTAT/en/data/RFN>
accessed 3.21.19)

FAO 2020 , situation alimentaire mondiale. <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr>.

Résume :

Les céréales et leurs dérivées constituent l'épine dorsale du système alimentaire Algérien. La présente étude a été conduite au cours de la campagne agricole 2019 /2020 au niveau de la département agronomie de université Biskra . L'objectif de ce travail est d'étude l'optimisation de la fertilisation azotée du blé (*Triticum durum* Desf) (variété Vitron) au condition semi-aride (Biskra).La culture du blé à été soumise à sept dose azoté (0 U/ha ,100U/ha,110U/ha,120U /ha,130U/ha,140U/ha,150U /ha) appliques en trois fraction pour étudier l'effet des engrais azotée sur le rendement du blé dure.

Mots clés : Blé dur, Vitron , Fertilisation azotée, types, fractionnements ,urée , dose d'azote , rendement , zone semi-aride (Biskra).

Summary :

Cereals and their derivatives are the backbone of the Algerian food system. The present study was conducted during the 2019/2020 agricultural campaign at the level of agronomy department of Biskra university .the objective of this work is to study the optimization of nitrogen fertilization of wheat (*Triticum durum* Desf) (Vitron variety) in semi-arid condition (Biskra). The wheat crop was subjected to seven nitrogen doses (0 U/ha .100U/ha.110U/ha.120U/ha.130U/ha.140U/ha.150U/ha) applied in three portions to study the effect of nitrogen fertilizers on the yield on hard wheat .

Key word : Durum wheat . vitron .nitrogen fertilization .type .fractionations. urea . nitrogen dose .yield . semi-aridzone(Biskra).

الملخص :

تشكل الحبوب و مشتقاتها العمود الفقري لنظام الغذائي الجزائري .اجريت هذه الدراسة خلال الحملة الزراعية 2019 /2020 على مستوى قسم الهندسة الزراعية بجامعة بسكرة. الهدف من هذا العمل دراسة امثليه التسميد بالنيتروجين لقمح(صنف فيترون) في حالة شبه قاحلة (بسكرة) حيث تعرض محصول القمح لسبع جرعات من النيتروجين (0 _100_110_120_130_140_150 وحدة في الهكتار) تطبق على ثلاثة اجزاء لدراسة تأثير الاسمدة النيتروجينية على لمحصول القمح الصلب.

الكلمات المفتاحية : القمح الصلب . التسميد الأزوتي . النوع . الفترون . التجزئة . اليوريا . جرعة الازوت . الانتاج . المنطقة شبه الجافة .