

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Frères Mentouri Constantine 1



Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie et Ecologie Végétale

N° d'ordre.....

N° de série.....

Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Biologie Végétale
Option : Biologie et physiologie de la reproduction

**Appréciation de la diversité génétique des
variétés de blé tendre (*Triticum aestivum*)
originaires des oasis algériennes par l'utilisation
des propriétés physiques du grain**

Présenté par :

- Bouamama Sandra
- Rebgui Zahra Chourouk

Devant le jury :

- Président du jury : Dr. HAMOUDA Dounia. (UFMC1)
- Examineur : Dr. LOUALI Yemouna. (UFMC1)
- Encadreur : Dr. BELLIL Inès. (UFMC1)

Année universitaire 2019/2020

Remerciements

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

A travers ce mémoire de master, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin dans ce travail, et à nous former dès notre tendre enfance.

Nous aimerons d'abord exprimer nos gratitude à notre encadreur Maitre de conférences BELLIL Ines pour avoir accepté de bon gré de participer à ce mémoire, ainsi que pour ses efforts fournis, pour ses conseils judicieux prodigués et pour sa patience et sa persévérance dans notre suivi, malgré ses charges intenses.

Nos profonds remerciements vont aux membres du jury le Dr. HAMMOUDA Dounia, et Dr. LOUALI Yamouna qui nous ont fait l'honneur de participer et de juger notre mémoire.

Nous tenons également à remercier le Professeur BENBELKACEM Abdelkader.

Enfin, nous adressons nos plus sincères remerciements à nos parents, frères et sœurs ainsi qu'à toute personne qui a contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Dédicace

Je rends Grâce à Dieu ; le clément ; le miséricordieux

Je dédie ce travail à:

Mes chers parents, le soutien et les sacrifices Consentis pour mon éducation

A mon père BOUAMAMA Salim Qui m'a encouragé durant ces années d'études

A ma mère Sabah de me réconforter dans les moments Difficiles, et qui sans elle je
n'aurai pu effectuer ce Travail.

A mes sœurs CHIRAZ et ROMAISSA en reconnaissance de leurs encouragements.

A mon fiancé ANOUAR qui m'a soutenu pour toujours.

SANDRA

Liste des abréviations

- **ACP** : Analyse en Composante Principale
- **IAS** : Indice de similarité absolu
- **ISO** : Organisation internationale de normalisation
- **IRS**: Indice de Similarité
- **N** : nombre total
- **FAO**: l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
- **ITGC**: Institut Technique des Grandes cultures
- **PMG**: poids de milles grains

Liste des figures

Figure 1 : Phylogénie du blé tendre

Figure 2 : Histologie du grain de blé (Surget et Barron, 2005)

Figure 03 : Carte de la diffusion de la culture de blé tendre d'oasis en algerie

Figure 4 : Analyse de la longueur du grain chez les 43 variétés de blé tendre.

Figure 5 : Analyse de la largeur du grain chez les 43 variétés de blé tendre.

Figure 6 : Analyse de l'épaisseur du grain chez les 43 variétés de blé tendre.

Figure 7 : Analyse de la moyenne arithmétique du grain chez les 43 variétés de blé tendre.

Figure 8 : Analyse de la moyenne géométrique du grain chez les 43 variétés de blé tendre.

Figure 9 : Analyse de la sphéricité du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Figure 10: Analyse de la surface du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Figure 11 : Analyse du volume du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Figure 12 : Analyse de la moyenne carrée des diamètres du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Figure 13 : Analyse du diamètre équivalent du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Figure 14 : Analyse du ratio de l'aspect du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Figure 15 : Analyse du poids de mille grains chez les 39 variétés de blé tendre saharien analysées.

Figure 16: Dendrogramme des distances euclidiennes basé sur les propriétés physiques du grain des variétés de blé tendre étudiées.

Figure 17 : cercle de corrélation des différents caractères étudiés.

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste des variétés de blé tendre étudiées.

Tableau 2 : Les moyennes des propriétés physiques des grains de *Triticum aestivum* des oasis.

Tableau 3 : Différentes classes de la longueur du grain analysée pour les 43 variétés.

Tableau 4 : Différentes classes de la largeur du grain analysée pour les 43 variétés.

Tableau 5 : Différentes classes de l'épaisseur du grain analysée pour les 43 variétés.

Tableau 6 : Différentes classes de la moyenne arithmétique du grain analysée pour les 43 variétés.

Tableau 7 : Différentes classes de la moyenne géométrique du grain analysée pour les 43 variétés.

Tableau 8 : Différentes classes de la sphéricité du grain analysée pour les 43 variétés.

Tableau 9 : Différentes classes de la surface du grain analysée pour les 43 variétés.

Tableau 10 : Différentes classes du volume du grain analysé pour les 43 variétés.

Tableau 11 : Différentes classes de la moyenne carrée des diamètres du grain analysée pour les 43 variétés.

Tableau 12 : Différentes classes du diamètre équivalent du grain analysé pour les 43 variétés.

Tableau 13 : Différentes classes du ratio de l'aspect du grain analysé pour les 43 variétés.

Tableau 14 : Différentes classes du ratio de l'aspect du grain analysé pour les 43 variétés.

Tableau 15 : Indices de dissemblance calculés pour les 43 variétés de blé tendre analysées

Tableau 16 : Classement des variétés selon les propriétés physiques du grain.

Sommaire

| | |
|--|----------|
| Introduction générale | 1 |
| Chapitre I: Revue bibliographique | |
| I. GENERALITE SUR LE BLE | 3 |
| 1. Historique | 3 |
| 2. origine du blé | 3 |
| 3. l'origine du blé tendre | 3 |
| 3.1. Origine géographique. | 3 |
| 3.2. Origine génétique | 4 |
| 4. Classification botanique | 5 |
| 5. Caractéristiques différentielle entre blé dur et blé Tendre | 6 |
| | |
| II. LE BLÉ SAHARIEN | 6 |
| 1. Origine et historique des blés Saharien | 7 |
| 2. Diversité des formes | 7 |
| 3. Appellation | 9 |
| | |
| III. GRAIN DE BLE | 9 |
| 1. Composition des différents organes | 9 |
| 1.1. Les couches externes | 10 |
| 1.2. La couche d'aleurone | 10 |
| 1.3. Le germe | 11 |
| 1.4. L'albumen | 11 |
| | |
| IV. DIVERSITE GENETIQUE | 11 |
| 1. Biodiversité ou diversité biologique | 12 |
| 2. Diversité génétique : définition et intérêt | 12 |
| 3. La conservation des ressources génétiques | 13 |
| 4. Etude de la diversité génétique | 13 |
| 4.1. Les marqueurs morphologiques | 14 |
| 4.2. Les marqueurs biochimiques | 15 |
| 4.3. Les marqueurs moléculaires | 15 |

Chapitre II: matériel et méthodes

| | |
|--|----|
| 1. Matériel végétale | 17 |
| 2. Mesures des propriétés physiques du grain | 19 |
| 3. Le poids de mille graines | 20 |
| 4. Analyse statistique | 20 |

Chapitre III : résultats et discussion

| | |
|--|-----------|
| 1. Analyse des propriétés physiques du grain des variétés de blé tendre étudiées | 22 |
| 1.1. Analyse des variétés en fonction de la longueur du grain | 24 |
| 1.2. Analyse des variétés en fonction de la largeur du grain | 26 |
| 1.3. Analyse des variétés en fonction de l'épaisseur du grain | 27 |
| 1.4. Analyse des variétés en fonction de la moyenne Arithmétique du grain | 29 |
| 1.5. Analyse des variétés en fonction de la moyenne géométrique du grain | 30 |
| 1.6. Analyse des variétés en fonction de la sphéricité du grain | 32 |
| 1.7. Analyse des variétés en fonction de la surface du grain | 34 |
| 1.8. Analyse des variétés en fonction du volume de grain | 36 |
| 1.9. Analyse des variétés en fonction de la moyenne carrée des diamètres du grain | 37 |
| 1.10. Analyse des variétés en fonction du ratio de l'aspect du grain | 39 |
| 1.11. Analyse des variétés en fonction du poids de mille grains | 41 |
| 2. Indice de similarité/dissembance entre les variétés de blé tendre analysées basés sur les propriétés physiques du grain | 45 |
| 3. Analyse en cluster basée sur les propriétés physiques du grain | 48 |
| 4. Analyse en composante principale basée sur les propriétés physiques du grain | 51 |
| 5. Evaluation des variétés de blé tendre analysées | 52 |
| Conclusion Générale | 54 |
| Références bibliographiques | 56 |
| Résumés | 57 |

Introduction générale

La diversité existe à l'intérieur de chaque espèce, avec des différences entre les individus telles que taille, forme, couleur, rythme de croissance ainsi que des adaptations diverses au milieu environnant et à ses changements.

Le blé est la céréale universelle de l'agriculture de l'ancien monde et la principale plante cultivée et consommée suivie du riz et du maïs (FAOSTAT, 2011). Le blé a toujours été au cœur d'enjeux politiques, économiques et sociaux de premier rang. C'est un aliment de base pour 40% de la population mondiale, il fournit environ 19% des calories et 21% des besoins en protéines des besoins humains quotidiens au niveau mondial (Braun et al., 2010).

C'est une culture largement adaptée, poussant dans des environnements divers allant du niveau de la mer à des régions pouvant atteindre 4570 m d'altitude au Tibet (Percival, 1921). Il pousse du cercle polaire arctique à l'équateur, mais le plus convenablement dans la plage de latitude de 30 ° et 60 ° N et 27 ° et 40 ° S (Nuttonson, 1955).

Les ressources génétiques du blé ont joué un rôle important dans l'amélioration du blé en contribuant à d'importantes sources de gènes pour le potentiel de rendement, une large adaptation, une taille de plante courte, une qualité de grain améliorée et une résistance / tolérance aux principaux stress abiotiques et biotiques. Le blé cultivé est classé en deux types principaux: le blé tendre hexaploïde ($2n = 6x = 42$, BBAADD) et le blé dur tétraploïde ($2n = 4x = 28$, BBAA).

Compte tenu de la menace d'érosion génétique associée à de nombreux facteurs naturels et anthropiques, notamment le changement climatique et l'expansion et la domination rapides des méga cultivars de blé dans les principales agro écologies du blé, des efforts ont été faits pour collecter et conserver les ressources génétiques du blé ex situ dans les banques de gènes.

À ce jour, plus de 900 000 accessions de blé (parents sauvages, races terrestres, blés synthétiques, lignées de reproduction et stocks génétiques) sont conservées dans différentes banques de gènes au niveau mondial. Cependant, la gestion et l'utilisation de ces ressources génétiques énormes mais importantes représentent un défi de taille. L'application d'outils et de stratégies modernes, tels que la stratégie d'identification ciblée du matériel génétique, les méthodes efficaces d'introgession des gènes et la génomique, sont essentielles pour améliorer l'utilisation des ressources génétiques et améliorer l'efficacité de la sélection.

Introduction générale

Après sa culture dans les Oasis Sahariennes pendant des siècles, le blé s'est adapté aux conditions extrêmes qui caractérisent le climat Saharien et qui sont favorables à la sélection de gènes d'intérêt. Le blé fait partie des céréales et des cultures qui constituent le patrimoine génétique du Sahara algérien, et sont, par conséquent, considérées comme propre à la région. Ce germoplasme autochtone mérite donc d'être évalué et conservé en vue d'être utilisé dans les programmes d'amélioration du blé.

En effet, toute stratégie d'amélioration ou de gestion des ressources génétiques nécessite la description et la mesure préalable de la diversité de ces ressources. La caractérisation morphologique constitue la première étape incontournable pour l'évaluation, la description et la classification de tout germoplasme. Elle permet une identification des accessions spécifiques et révèlent généralement d'importants traits d'intérêts pour les sélectionneurs. En outre, les caractères morphologiques présentent l'avantage d'être facilement perceptibles et constituent un niveau de diversité auquel les agriculteurs ont un accès immédiat.

Notre étude rentre dans ce contexte et a pour objectif principal d'apprécier la diversité génétique du blé tendre originaire des oasis algériennes par l'utilisation des marqueurs morphologiques et plus particulièrement les propriétés physiques du grain.

Le présent mémoire est structuré en trois parties : une première partie représente une synthèse bibliographique concernant le blé tendre saharien et le grain ainsi que les marqueurs. La deuxième partie est consacrée successivement à la description du matériel végétal et des méthodes d'analyse utilisées. La troisième partie traite des résultats obtenus lors de cette expérimentation et leur discussion. Une conclusion générale et des perspectives sont enfin données.

Introduction générale

La diversité existe à l'intérieur de chaque espèce, avec des différences entre les individus telles que taille, forme, couleur, rythme de croissance ainsi que des adaptations diverses au milieu environnant et à ses changements.

Le blé est la céréale universelle de l'agriculture de l'ancien monde et la principale plante cultivée et consommée suivie du riz et du maïs (FAOSTAT, 2011). Le blé a toujours été au cœur d'enjeux politiques, économiques et sociaux de premier rang. C'est un aliment de base pour 40% de la population mondiale, il fournit environ 19% des calories et 21% des besoins en protéines des besoins humains quotidiens au niveau mondial (Braun et al., 2010).

C'est une culture largement adaptée, poussant dans des environnements divers allant du niveau de la mer à des régions pouvant atteindre 4570 m d'altitude au Tibet (Percival, 1921). Il pousse du cercle polaire arctique à l'équateur, mais le plus convenablement dans la plage de latitude de 30 ° et 60 ° N et 27 ° et 40 ° S (Nuttonson, 1955).

Les ressources génétiques du blé ont joué un rôle important dans l'amélioration du blé en contribuant à d'importantes sources de gènes pour le potentiel de rendement, une large adaptation, une taille de plante courte, une qualité de grain améliorée et une résistance / tolérance aux principaux stress abiotiques et biotiques. Le blé cultivé est classé en deux types principaux: le blé tendre hexaploïde ($2n = 6x = 42$, BBAADD) et le blé dur tétraploïde ($2n = 4x = 28$, BBAA).

Compte tenu de la menace d'érosion génétique associée à de nombreux facteurs naturels et anthropiques, notamment le changement climatique et l'expansion et la domination rapides des méga cultivars de blé dans les principales agro écologies du blé, des efforts ont été faits pour collecter et conserver les ressources génétiques du blé ex situ dans les banques de gènes.

À ce jour, plus de 900 000 accessions de blé (parents sauvages, races terrestres, blés synthétiques, lignées de reproduction et stocks génétiques) sont conservées dans différentes banques de gènes au niveau mondial. Cependant, la gestion et l'utilisation de ces ressources génétiques énormes mais importantes représentent un défi de taille. L'application d'outils et de stratégies modernes, tels que la stratégie d'identification ciblée du matériel génétique, les méthodes efficaces d'introgession des gènes et la génomique, sont essentielles pour améliorer l'utilisation des ressources génétiques et améliorer l'efficacité de la sélection.

Introduction générale

Après sa culture dans les Oasis Sahariennes pendant des siècles, le blé s'est adapté aux conditions extrêmes qui caractérisent le climat Saharien et qui sont favorables à la sélection de gènes d'intérêt. Le blé fait partie des céréales et des cultures qui constituent le patrimoine génétique du Sahara algérien, et sont, par conséquent, considérées comme propre à la région. Ce germoplasme autochtone mérite donc d'être évalué et conservé en vue d'être utilisé dans les programmes d'amélioration du blé.

En effet, toute stratégie d'amélioration ou de gestion des ressources génétiques nécessite la description et la mesure préalable de la diversité de ces ressources. La caractérisation morphologique constitue la première étape incontournable pour l'évaluation, la description et la classification de tout germoplasme. Elle permet une identification des accessions spécifiques et révèlent généralement d'importants traits d'intérêts pour les sélectionneurs. En outre, les caractères morphologiques présentent l'avantage d'être facilement perceptibles et constituent un niveau de diversité auquel les agriculteurs ont un accès immédiat.

Notre étude rentre dans ce contexte et a pour objectif principal d'apprécier la diversité génétique du blé tendre originaire des oasis algériennes par l'utilisation des marqueurs morphologiques et plus particulièrement les propriétés physiques du grain.

Le présent mémoire est structuré en trois parties : une première partie représente une synthèse bibliographique concernant le blé tendre saharien et le grain ainsi que les marqueurs. La deuxième partie est consacrée successivement à la description du matériel végétal et des méthodes d'analyse utilisées. La troisième partie traite des résultats obtenus lors de cette expérimentation et leur discussion. Une conclusion générale et des perspectives sont enfin données.

I. GENERALITES SUR LE BLE

1. Historique

Le mot céréale dérive de 'ceres', le nom de la déesse Préromaine de la récolte et de l'agriculture. Les céréales peuvent être définies comme des grains ou des graines comestibles de la famille de l'herbe, Gramineae (McKevith, 2004).

La domestication est le résultat d'une succession de choix, conscients ou non, de mutations spontanées améliorant la culture, la récolte, ainsi que les qualités de consommation et de conservation du produit récolté (Varoquaux et Pelletier, 2002).

Depuis la découverte et la domestication des céréales par les premiers cultivateurs des anciennes civilisations, le blé a toujours été au centre d'enjeux politiques, économiques et Sociaux de premiers rangs (Yaakoub et Delloumi.2017).

La saga du blé accompagne celle de l'homme et de l'agriculture; sa culture précède l'histoire et caractérise l'agriculture néolithique, née il y'a 9000 ans. La grande révolution aura été l'apparition de plantes auxquelles les épis et les grains restaient attachés, ce qui devait permettre de les récolter et de les cultiver; la chance de l'humanité sera que ces graines sont comestibles, riches en énergie, faciles à conserver et à transporter (Feillet, 2000).

La saveur agréable, la longue durée de conservation et les caractéristiques uniques des produits du blé tendre comme les pâtes, les nouilles et principalement le pain, le rendent très attrayant parmi les autres céréales (Nelson, 1985).

2. Origine du blé

Le foyer d'origine et le principal centre de diversification du genre *Triticum* est l'Asie du sud-ouest, en particulier les zones de chênaies de la partie montagneuse du croissant fertile de la côte méditerranéenne, jusqu'à la plaine du Tigre à l'ouest et de l'Euphrate à l'est, en passant par le désert de Syrie (Kadri et Sidi yakoub, 2006).

3. Origine du blé tendre

3.1. Origine géographique

Le blé était originaire de la vallée de la Somalie, et des plaines Mésopotamiennes du Tigre et de l'Euphrate, dans la région connue sous le nom du Croissant Fertile (Smith et Wayne, 1995). L'ensemencement de graines provenant de graminées sauvages, la culture et la récolte répétée sont conduit à la domestication du blé.

Chapitre I: revue bibliographique

La sélection des formes mutantes avec des épis rigides qui restent intacts lors de la récolte, un nombre de grains plus important et une tendance pour les épillets à rester sur la tige jusqu'à la récolte était le déclenchement de l'agriculture moderne (Dubcovsky et al. 1997).

Le blé tendre, (*Triticum aestivum* L.), a surgi, loin du croissant fertile, dans la région s'étendant de l'Arménie à la Transcaucasie dans les zones côtières du sud-ouest de la mer Caspienne en Iran (Duvorak et al, 1998).

Il comprend un nombre de sous-espèces ou d'autres taxons qui sont inter-fertiles et diffèrent les uns des autres par un seul ou plusieurs gènes majeurs (McKey, 1966).

Selon Moule (1971), les trois groupes d'espèces du genre *Triticum* auraient trois centres d'origine distincts :

- Le foyer Syrien et nord palestinien.
- Le foyer Afghano Indien
- Le foyer Abyssin
- Le Caucase.

Cette théorie est néanmoins très controversée, étant en désaccord avec les conclusions des cytogénééticiens.

3.2. Origine génétique

Le blé appartient à la tribu des *Triticeae* de la famille des Poaceae. Cette tribu est constituée de cinq genres; *Aegilops*, *Elymus*, *Hordeum*, *Secale* et *Triticum*, dont les deux derniers forment la sous tribu des *Triticineae* (Waines et Barnhart, 1992). Quatre génomes de base, désignés par A, B, D et G, contribuent à la constitution du génome de toutes les espèces de *Triticum*.

Aujourd'hui, deux espèces dominent la production, il s'agit du blé tendre (*Triticum aestivum*) et du blé dur (*Triticum durum*).

Le blé tendre est constitué de trois génomes possédant chacun 7 paires de chromosomes homéologues, soit 42 chromosomes au total. Il possède une structure génomique hexaploïde (AA BB DD) et le blé dur a une structure tétraploïde (AA BB).

Le blé tendre d'un point de vue phylogénétique est issu de deux hybridations interspécifiques suivi d'un doublement chromosomique (figure 01).

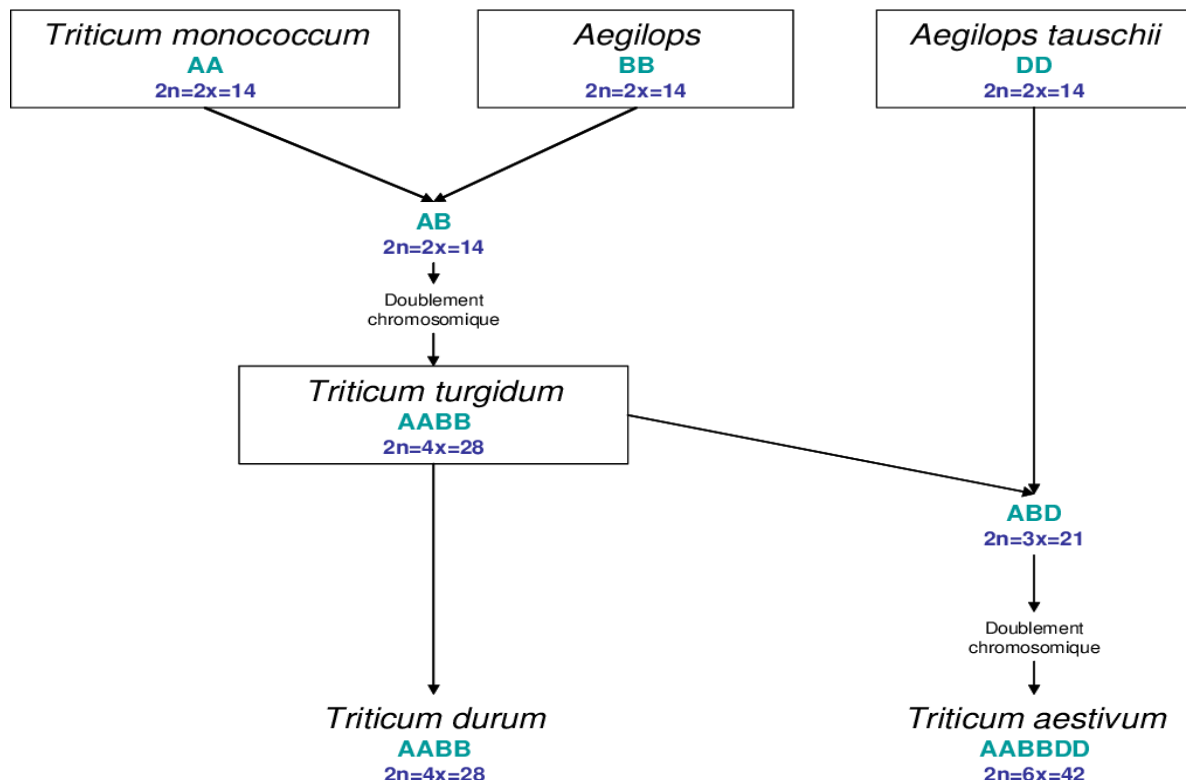


Figure 1. Phylogénie du blé tendre.

Le croisement entre *Triticum monococcum* (A) et un *Aegilops* (B) a donné un individu de structure génomique (AB) avec 14 chromosomes.

Après doublement chromosomique est apparu *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides* (AA BB), ancêtre du blé dur (Chapman, 2009 ; Chen et al, 1984 ; Gill et Kimber, 1974).

Le second croisement interspécifique a eu lieu entre *Triticum turgidum* ssp. *dicoccoides* et *Aegilops tauschii* (D) ce qui a donné un individu (ABD) possédant 21 chromosomes. Ce dernier quia lui aussi subi un doublement chromosomique (AA BB DD) est l'ancêtre de *Triticum aestivum*.

4. Classification botanique

Le blé est une plante annuelle herbacée, monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des graminées. Plusieurs espèces de blé existent.

- Règne : végétal.
- Embranchement : phanérogames.
- Sous embranchement: Angiospermes.

Chapitre I: revue bibliographique

- Classe : Monocotylédones.
- Ordre : graminales.
- Famille : graminacées (poacées).
- Genre : *Triticum*.
- Espèces : *Triticum* vulgaire aussi appelé *Triticum aestivum* (Source : Mazoyer, 2002).

5. Caractéristiques différentielle entre blé dur et blé tendre

Il est facile de distinguer un grain de blé tendre d'un grain de blé dur, toute fois il faut un œil exercé pour différencier certains forme à grain vitreux, surtout chez les variétés à grain rouge qui peuvent êtres confondues en cas d'examen superficiel avec des grains de blé dur vitreux et à grain roux (ou inversement).

Les grains de blé tendre sont arrondis et les enveloppes épaisses avec une couleur variant du blanc-jaune, brun ou roux leur texture peut être farineuse ou vitreuse, ils sont généralement renflés, larges et arrondis au sommet et présentent une brosse apicale, leur sillon est assez large, peu profond et à bord arrondi. Leur saillie dorsale est peu marquée, leur section transversale est arrondie. Leurs dimensions, sauf la largeur sont inférieures à celles de grain de blé dur.

Les entre nœuds sont généralement creux chez le blé tendre et l'orge, pleine chez le blé dur.

II. LE BLÉ SAHARIEN

La présence des Blés dans les cultures sahariennes avait pourtant été signalée depuis longtemps par de nombreux voyageurs, tels que Follie (1792), Adams (1810 et 1814) ou Caille (1828), mais les descriptions en étaient imprécises, voire erronées, et il faudra attendre le vingtième siècle pour que des études soient spécialement consacrées à ces cultures.

Les blés Sahariens sont restés pendant longtemps mal connus ; plusieurs raisons peuvent être avancées pour expliquer cette méconnaissance : l'isolement des zones sahariennes, l'autoconsommation des blés produits (la modeste production ne permet pas la constitution de surplus échangeable) et la difficulté de l'étude des blés sahariens hors de leur milieu d'origine du fait en particulier de leur extrême sensibilité à la rouille jaune.

Chapitre I: revue bibliographique

1. Origine et historique des blés Saharien :

L'étude de l'origine des blés du Sahara se heurte à de très grosses difficultés. L'examen de formes spéciales des blés du Sahara nous ont déjà amené de considérer, que malgré les vicissitudes climatiques, malgré l'emprise des sables ensevelissant peu à peu les oasis, ces forme spéciales ont subsisté comme des reliques de passé à l'ombre des palmiers, elles seraient parvenue jusqu'à nous (l'Algérie) grâce aux oasis qui n'étaient reliées autrefois au monde extérieur que par les caravanes (Merdas et Yousfi, 2005).

Mais cette hypothèse du Sahara (relique du passé) doit être confrontée :

- D'une part avec les données de la préhistoire et de l'histoire concernant les différentes civilisations qui se sont succédées dans le désert.
- D'une autre part, avec les données d'évolution du climat de cette partie de l'Afrique.

Le néolithique est la marque d'une date importante pour l'histoire de l'agriculture de Monde (Merdas et Yousfi, 2005). La préhistoire nous montre que le Sahara a été occupée par une civilisation néolithique développée, cette civilisation avait évolué lorsque l'agriculture était occupée dans d'autres pays, notamment en Egypte d'où précisément elle serait originaire.

2. Diversité des formes

L'étude de blés d'oasis montre la richesse et la diversité des formes inventoriées au Sahara dans chacun des deux grands groupes barbu et mutique, reliés d'ailleurs par des intermédiaires, on retrouve des formes à épi blanc ou rouge, possédant des glumes glabres ou velues et fournissant soit des grains roux, soit des grains blanc...(Erroux, 1963).

Des travaux consacrés à la morphologie des blés sahariens ressortent les points suivants:

L'existence d'un certain nombre de type présentant en même temps des traits caractéristiques de l'espèce (*T. aestivum* L.) et des traits qui rappellent d'autres espèces hexaploïde (*T. spelfa* L. et *T. cornpacturn* L.) : ce fait conduit Ducellier (1920), à diviser les blés sahariens en deux grands groupes :

- *T. vulgare* HOST. var. *oasicolum*
- *T. spelfa* L. var. *saharae* L.D.

Chapitre I: revue bibliographique

Cette distinction est reprise par Maire (1940) dans son étude de la flore du Sahara. Elle est ultérieurement nuancée par Erroux (1962) qui distingue :

- Les blés à faciès nettement saharien,
- Les blés à faciès Sahariens à affinité sépaloïdes,
- Les blés à faciès Sahariens à affinité compactoïdes,
- Les blés à faciès Sahariens atténués ou nuls,
- Formes peu fréquentes ou récolter à l'état dispersé (Merdas et Yousfi, 2005).

Il existe certaines affinités entre les blés oasiens et certains blés tendres d'Asie : ces affinités ont été mises en évidence par Flaksberger, et elles conduisent Erroux (1962) à proposer une classification des blés du Sahara appuyée sur des diagnoses établies par Flaksberger, Vavilov, Kobelev, Gökgöl, et Palmer, pour les blés d'Asie. La fréquence d'anomalie était élevée sur la morphologie : feuilles subculmaires ou intraculmaires (dont la base du limbe est insérée à la base de l'épi ou entre deux étages épillets orientés perpendiculairement à la normale).

Erroux (1962) propose donc une clé d'identification du blé saharien reposant sur les caractères morphologiques suivants :

- Par l'absence ou la présence de barbes.
- Par variation dans la morphologie des barbules (arêtes) qui présente chez les blés sahariens une très grande variabilité.
- Par des variations dans l'ampleur des glumes, plus ou moins "ventrues" plus ou moins coudées à la base, avec une carène nettement indiquée, ou au contraire estompée surtout à la base.
- Par des variations dans la compacité des épis et le nombre souvent élevé des fleurs fertiles dans les épillets.
- D'une façon générale, les blés typiquement sahariens ont en effet une compacité élevée supérieure à celle des blés cultivés dans les territoires du Nord.
- couleur de l'épi et du grain ; on peut distinguer, parmi les blés des oasis :
 - ✓ des types à épis blancs et à grains roux
 - ✓ des types à épis blancs et à grains blancs
 - ✓ des types à épis rouges et à grains rouges
 - ✓ des types à épis rouges et à grains blancs

Chapitre I: revue bibliographique

- ✓ villosité de l'épi, un caractère très répandu chez les blés sahariens.

3. Appellation

Les appellations révélées dans les différentes régions du Sahara pour les différentes variétés correspondent dans l'ensemble soit à :

- Une caractéristique estimée d'un stade phréologique, à titre d'exemple la précocité. Dans ce cas on peut citer: Sebaga, Chatter, Chouittar.
- Un aspect assez caractéristique d'un organe de la plante en question particulièrement l'épi par exemple : Fritas (non barbu), de la qualité de leur farine, exemple : Belmabrouk, El Farh.
- Une région, Par exemple : Touatia, Eskandaria, El Menea.
- Couleur de l'épi : le terme de Hamra (Rouge), Kahlaya(Noir).

III. GRAIN DE BLE

La structure du grain de blé est représentée dans la figure suivante.

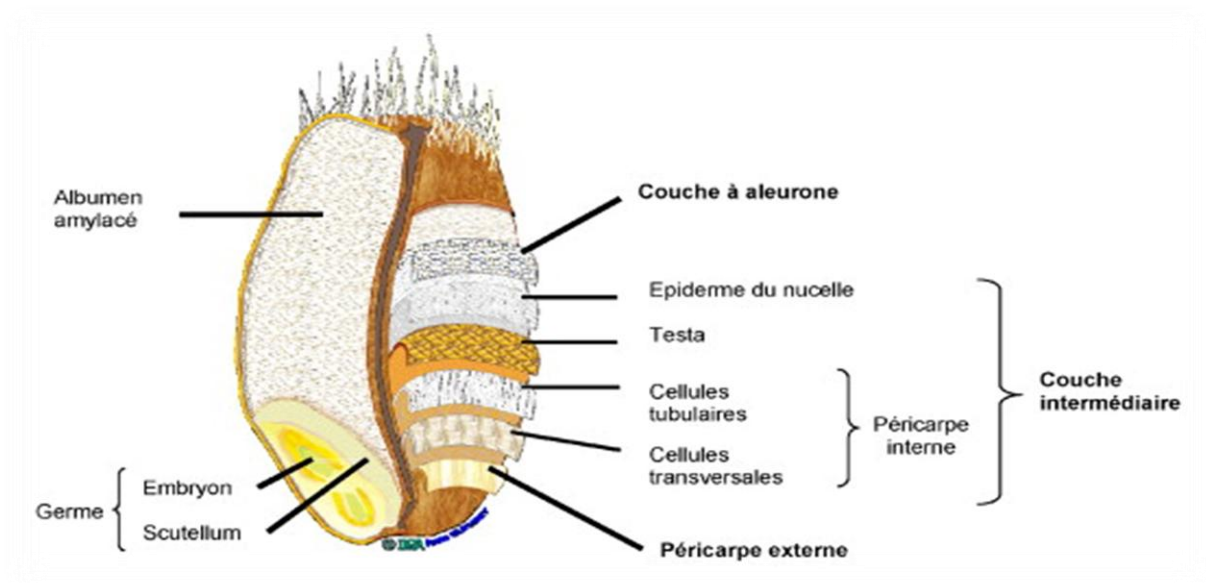


Figure 2. Histologie du grain de blé (Surget et Barron, 2005).

1. Composition des différents organes

Dans toutes les espèces céréalières, le grain est essentiellement glucidique avec 60 à 75 % de glucides digestibles (amidon principalement) (Feillet, 2000). Le blé apparaît ainsi

Chapitre I: revue bibliographique

comme un aliment essentiellement énergétique : 330 à 385 kcal/100 g. Le taux de fibre diététique est variable (2 à plus de 30 %). Il dépend notamment de la taille du grain, les grains de faibles dimensions (petits mils) ayant une plus grande proportion d'enveloppes. La teneur en protéines va de 6 à 18 % dans les cas extrêmes mais se situe le plus souvent entre 8 et 13 %, l'acide aminé limitant est la lysine. Les lipides sont relativement peu abondants mais ils sont extrêmement intéressants par la forte proportion des acides gras polyinsaturés. Les céréales sont peu minéralisées : la teneur en phosphore est élevée, celle du calcium est faible, et ne suffit pas à neutraliser tout l'acide phytique. L'acide phytique insolubilise également Mg, Zn, Fe (Favier, 1989).

1.1. Les couches externes

Sont caractérisées essentiellement par leur teneur non négligeable en protéines (7%), lipides (2%), minéraux et vitamines du groupe B (à l'exception de la vitamine B12 absente du règne végétal). La teneur en fibres est très élevée ; ces fibres sont principalement des glucides pariétaux ou glucides indigestibles : cellulose, hémicelluloses, lignine. Rappelons que la fraction fibre joue un rôle physiologique important en permettant la progression normale du bol alimentaire dans le tube digestif et en favorisant certains métabolismes (cholestérol, triglycérides). Mais elle joue aussi un autre rôle très important en diminuant la digestibilité des autres constituants de la ration, notamment les protéines. La testa de certaines céréales est riche en polyphénols (tanins) ce qui accroît leur résistance à certains stress. Mais les tanins diminuent la digestibilité des protéines et du fer en se liant à eux pour former des complexes indigestibles. Par ailleurs, en colorant les farines et semoules, les tanins les rendent moins acceptables par les consommateurs.

1.2. La couche d'aleurone

Est une couche histologique localisée à la périphérie du grain de blé entre l'albumen amylicé et les enveloppes. Elle est, avec l'embryon, l'unique tissu vivant du grain mature et permet son développement au cours de la germination. Elle assure à la fois un rôle nourricier via le stockage de métabolites et la synthèse d'enzymes d'hydrolyse des réserves, et un rôle de protection grâce à sa structure pariétale résistante. La couche à aleurone est un tissu complexe qui renferme des concentrations importantes de molécules d'intérêt nutritionnel (Antoine et al, 2003). Ainsi, dans le cas du blé, bien que constituant seulement 6 % du poids du grain, elle contient à elle seule 16 à 20 % des protéines du grain entier, 31 % des lipides, 58 % des minéraux, 32 % de la thiamine (vitamine B1), 37 à 82 % des autres vitamines du groupe B

Chapitre I: revue bibliographique

(B2, B6, PP, acide pantothénique). En raison de sa concentration élevée en nutriments nobles, la couche d'aleurone est parfois appelée «couche merveilleuse». Mais il faut savoir qu'elle contient aussi une quantité notable d'acide phytique (insolubilisant des protéines et des minéraux tels que Ca, Mg, Fe, Zn) et des fibres qui diminuent la digestibilité des constituants de la ration.

1.3. Le germe

Est riche en minéraux, protéines, lipides et vitamines. Selon les céréales, il contient à lui seul une grande partie, parfois la plus grande partie, des lipides et de la vitamine E liposoluble. Le scutellum est très riche en thiamine.

1.4. L'albumen

Est la partie du grain la plus importante en poids et en volume: 60 à 90%, il contient principalement de l'amidon qui est un glucide de réserve utilisé par les végétaux supérieurs pour stocker de l'énergie sous forme de sucre lent ou complexe. Son organisation complexe en structures cristallines et amorphes conduit à un grain dense permettant le stockage de millions d'unités glucose dans un volume extrêmement réduit. Au sein des cellules de l'albumen délimitées par les parois cellulaires l'amidon forme des grains individuels enchâssés dans une matrice protéique (Figure 2). Ces différents constituants sont retrouvés dans tous les aliments à base de blé : pain, pâtes, semoules, biscuits, etc. Ses teneurs en protéines, lipides, minéraux et vitamines sont plus faibles que celles du germe et des enveloppes. De plus, la qualité nutritionnelle de ses protéines est inférieure à celle des protéines des parties périphériques du grain.

IV. DIVERSITE GENETIQUE

Chez les végétaux, il existe non seulement une abondante diversité des espèces, sauvages ou cultivées, mais également de très nombreuses variantes entre les individus au sein d'une même espèce (variabilité génétique). C'est cette diversité génétique (aussi appelée Ressources génétiques) qui constitue la matière première du sélectionneur pour créer de nouvelles variétés.

Ces ressources génétiques représentent un patrimoine qu'il est nécessaire de préserver et de mieux connaître afin de mieux l'utiliser. Ainsi, la collecte, la caractérisation et la conservation de ces ressources sont des activités indispensables à la création des variétés de demain.

Chapitre I: revue bibliographique

1. Biodiversité ou diversité biologique

La biodiversité est définie par convention comme étant "la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie" (Extraits de la Convention sur la diversité biologique (PNUE, 5 juin 1992). Cela inclut la diversité au sein des espèces (diversité génétique) et entre espèces (diversité d'espèces) ainsi que celle des écosystèmes (diversité d'écosystèmes). La biodiversité couvre les trois niveaux d'organisation biologique : génétique, taxonomique et écologique. Elle comprend aussi les relations et interactions existant à l'intérieur et entre ces trois niveaux hiérarchiques (Parizeau 1997).

2. Diversité génétique : définition et intérêt

La diversité génétique est la variation qui existe au niveau des gènes. C'est la variation de la quantité d'information génétique des individus, des populations, des espèces, des assemblages ou des communautés. Elle est définie par le niveau de similarité ou de différence dans cette composition génétique et représente le fondement de la biodiversité (Parizeau 1997).

C'est la diversité intra-spécifique (polymorphisme génétique) qui représente le potentiel et la capacité à répondre aux changements environnementaux, à la fois sur le court terme (faculté d'adaptation) et sur le long terme (potentiel d'évolution). La richesse des espèces est la mesure d'évaluation de la biodiversité la plus largement utilisée (Lewin 1992).

Dans l'agriculture, la diversité génétique est exploitée pour créer des variétés adaptées à différents environnements et conditions de croissance. L'aptitude de telle ou telle variété à résister à la sécheresse ou à l'inondation, à se développer sur un terrain pauvre ou riche, à résister à de nombreuses espèces d'insectes ravageurs ou maladies, à fournir des produits riches en protéines ou ayant de meilleures qualités gustatives, est un caractère transmis par les gènes.

Ces ressources génétiques sont la matière première qu'emploient les sélectionneurs de plantes et les spécialistes de la biotechnologie pour produire de nouvelles variétés. Sans cette diversité, nous ne pourrions plus adapter les cultures à l'évolution constante des besoins et des conditions.

La diversité naturelle des plantes a fasciné l'humanité à travers l'histoire, principalement en raison de la variation énorme qui existe pour la morphologie ainsi que

Chapitre I: revue bibliographique

d'autres traits de développement. Les effets de forme physique d'une telle variation naturelle présente parmi des espèces (interspécifique) ont conduit à l'évolution de plantes par sélection naturelle, cette diversité de développement étant la base de la taxonomie et de la phylogénie (Cronk 2001).

En outre, une variation comparable liée au développement existe dans beaucoup d'espèces (intraspécifiques), reflétant probablement des adaptations à différents environnements naturels.

Cette variation intra spécifique a été employée pour la domestication et l'amélioration génétique de plus de 100 espèces de plantes (Alonso-Blanco et al. 2005) en appliquant une sélection dirigée sur des aspects multiples liés au développement. De cette façon, des variétés adaptées à divers environnements agricoles et avec un rendement accru ont été produites chez beaucoup de plantes cultivées pour la nourriture humaine par exemple le blé dur.

Un défi important de biologie est de comprendre la base génétique et les mécanismes moléculaires de toute cette variation naturelle au niveau du nucléotide, de la protéine et de la cellule (Alonso-Blanco et al. 2005). Cette analyse a commencé tout récemment grâce à la disponibilité de séquences entières de génome, qui permettent le développement des outils génomiques visant l'identification des fonctions de gènes dans les espèces modèles comme *A. thaliana* et le riz.

3. La conservation des ressources génétiques

Dans le souci de conserver la diversité génétique de plusieurs espèces de plantes, de nombreuses collections de génotypes ont été assemblées autour du monde. Pour une meilleure évaluation et utilisation de ces collections, il était nécessaire d'identifier un petit nombre d'individus ou une core collection représentative de la variation génétique de la collection entière. D'après Brown (1989b ; 1989a), une core collection de 10% d'accessions contient théoriquement 70% des allèles de la collection entière. Ces cores collections sont établies par différentes méthodes de maximisation de diversité comme le groupement par la moyenne de la distance Euclidienne entre différents génotypes sur la base de différents caractères agronomiques (Skinner et al. 1999).

4. Etude de la diversité génétique

L'utilisation de la diversité génétique dans un programme de sélection passe inévitablement par son estimation et par le choix du type de marqueur susceptible de la

Chapitre I: revue bibliographique

traduire le plus fidèlement possible. Les marqueurs génétiques sont des caractéristiques héréditaires qui renseignent sur le génotype qui le porte (De Vienne 1998). On appelle un marqueur génétique tout marqueur biochimique, chromosomique ou moléculaire qui permet de révéler un polymorphisme. Le développement de la biochimie des protéines, de l'enzymologie puis de la biologie moléculaire du gène ont permis d'avoir accès soit au produit du gène, la chaîne peptidique, soit à la séquence du gène lui-même. Aussi, dans bien des cas, les analyses biochimique des protéines ou moléculaire du gène donnent accès à des polymorphismes sans traduction perceptible à l'échelle morphologique ou physiologique et permettent de percevoir, à cette échelle, un polymorphisme génétique non perceptible à l'échelle de l'organisme (Serre2006). L'identification de formes de polymorphismes dans les espèces peut aider à comprendre leurs distributions et leur évolution historique et aussi bien leur mécanisme d'interaction et leurs coévolutions avec les autres espèces (De Moraes et al. 2007). Un marqueur génétique « idéal » doit être polymorphe (la matière première du généticien est la variabilité), multi-allélique, codominant (l'hétérozygote présente simultanément les caractères des deux parents), non épistatique (son génotype peut être lu à partir de son phénotype quelque soit le génotype des autres loci), neutre (les substitutions alléliques au locus marqueur n'ont pas d'autres effets phénotypiques), insensible au milieu (le génotype peut être inféré à partir du phénotype quelque soit le milieu) (De Vienne 1998). Trois types de marqueurs sont largement utilisés pour l'évaluation de la variabilité génétique, à savoir les marqueurs morphologiques, biochimiques et moléculaires.

4.1. Les marqueurs morphologiques

Dans les programmes de sélection des plantes, les caractères morphologiques sont les premiers à être observés. Ces caractères intéressent diverses parties de la plante, par exemple longueur des tiges, surface foliaire, initiation de la floraison (Cui et al. 2001 ; Gomez et al. 2004). Ces caractères sont utilisés de même pour estimer la variation intra- et inter-populations.

Ils sont généralement limités en nombre de caractères relevés et directement influencés par l'environnement. Néanmoins, ils fournissent des informations utiles pour décrire et identifier le matériel biologique (Andersson et al. 2006).

4.2. Les marqueurs biochimiques

Les marqueurs biochimiques ont été les premiers marqueurs à avoir été mis en œuvre pour étudier la variabilité génétique (Harry 2001). En 1966, deux avancées, l'une conceptuelle et l'autre technologique, ont permis d'appréhender pour la première fois la variabilité génétique.

En effet, l'étude des gènes pouvait être faite de façon indirecte au travers de l'étude de la séquence des acides aminés codés par ces gènes. En partant du principe que toute variation de la séquence d'acides aminés reflète une variation au niveau du gène codant pour cette protéine.

L'avancée technologique repose sur la mise au point de l'électrophorèse des protéines (Harry 2001). Les marqueurs biochimiques, dont les isoenzymes, ont été utilisés pour caractériser la diversité génétique de plusieurs plantes. Les isoenzymes constituent de multiples formes moléculaires de la même enzyme qui catalysent la même réaction dans la cellule.

4.3. Les marqueurs moléculaires

Pendant longtemps, les caractères morphologiques ont été les seuls outils disponibles pour retracer l'histoire des populations. Toutefois, ce type de marqueurs ne rend souvent pas fidèlement compte de l'histoire des populations. En effet, il arrive fréquemment que les variations phénotypiques ne soient pas seulement liées à l'histoire évolutive des populations mais soient également déterminées par des facteurs tels que l'adaptation locale.

Les marqueurs moléculaires, réputés neutres (n'agissant pas sur les caractères sélectionnés), s'affranchissent de ces facteurs confondants et peuvent permettre d'accéder à l'histoire des populations. L'analyse de la diversité génétique neutre permet de comprendre la structuration spatiale de la diversité et de construire des hypothèses sur les différents événements liés à la domestication et à la diffusion de la plante (Nordborg et al. 2005).

Les marqueurs moléculaires sont basés sur la mise en évidence de variations de séquences nucléotidiques dans l'ADN entre les individus. Ils présentent comme avantage d'être pratiquement en nombre illimité. Leur niveau de variation (polymorphisme) est plus grand que pour les autres types de marqueurs. D'autre part, ils ne sont pas modifiés par le milieu ambiant ni par la nature de l'échantillon prélevé chez un individu. Les marqueurs moléculaires se classent en trois grands groupes : les RFLP (Restriction Fragment Length

Chapitre I: revue bibliographique

Polymorphisme), les marqueurs basés sur la PCR (Polymérase Chain Réaction) et les SNPs (Single Nucléotide Polymorphisme).

Chapitre 2: matériel et méthodes

1. Matériel végétal

La caractérisation morphologique en se basant sur les propriétés physiques du grain a porté sur 40 variétés de blé tendre (*Triticum aestivum*) représentatives de la variabilité existante dans certaines Oasis du Sahara Algérien (Tableau 2, Figure 3). Ces variétés ont été collectées dans plusieurs régions qui sont rattachées à la wilaya de Tougourt, d'Adrar, et de Tamanrasset. Ces régions couvrent un cinquième du Sahara Algérien et près d'un sixième du territoire national. Trois variétés du blé tendre du nord ont été également testées.

Tableau 1. Liste des variétés de blé tendre étudiées.

| Pop | Origin | willaya |
|-----|--------------------|-------------|
| 1 | Ouled Rached | Adrar |
| 2 | Zte Hinoune Aoulef | Adrar |
| 3 | Layada | Adrar |
| 4 | Tamantit | Adrar |
| 5 | Touat | Adrar |
| 6 | Tilouline | Adrar |
| 7 | Aoulef | Adrar |
| 8 | Aguil | Adrar |
| 9 | El Mansour | Adrar |
| 10 | Ouled Rached | Adrar |
| 11 | Ouled Rached | Adrar |
| 12 | El Barka | Tamanrasset |
| 13 | Touat | Adrar |
| 14 | Adjir | Adrar |
| 15 | Zte Kounta | Adrar |
| 16 | Sali | Adrar |
| 17 | Baouandji | Adrar |
| 18 | Tsabit | Adrar |

Chapitre 2: matériel et méthodes

| | | |
|-----------|-------------------------|-------------|
| 19 | Aguil | Adrar |
| 20 | Layada | Adrar |
| 21 | Touat | Adrar |
| 22 | In Salah | Tamanrasset |
| 23 | Adrar | Adrar |
| 24 | Aghil touat | Adrar |
| 25 | Tamantit | Adrar |
| 26 | Zaghlou Touat | Adrar |
| 27 | Tamantit | Adrar |
| 28 | Ouled Rached | Adrar |
| 29 | touat | Adrar |
| 30 | Touat | Adrar |
| 31 | Tamantit | Adrar |
| 32 | Tidmaine | Adrar |
| 33 | Igosten | Adrar |
| 34 | ouled el hadj el mamoun | Adrar |
| 35 | aIn zaghlouf | Adrar |
| 36 | Tamantit | Adrar |
| 37 | Tougourt | Tougourt |
| 38 | Tougourt | Tougourt |
| 39 | Tougourt | Tougourt |
| 40 | Adrar | Adrar |
| 41 | / | Constantine |
| 42 | / | Constantine |
| 43 | / | Constantine |

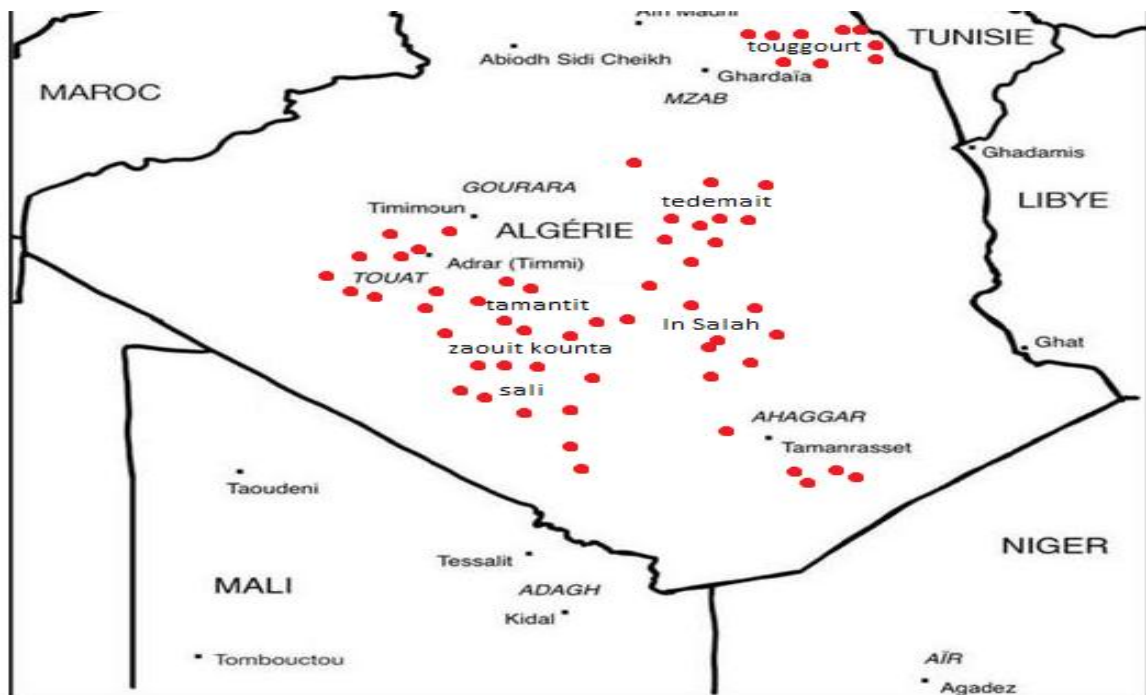


Figure 3. Présentation des zones de prospection et de collecte des variétés de blé tendre analysées.

2. Mesure des propriétés physiques du grain

Les grains ont été nettoyés manuellement. Les grains cassés et immatures sont éliminés.

Afin de déterminer la taille moyenne du grain, dix grains sont pris au hasard et leurs trois dimensions linéaires ; longueur L, largeur, W et épaisseur T ; sont mesurées à l'aide d'un pied à coulisse 0-150mm (6'') avec une précision de 0.01mm.

Le diamètre moyen du grain a été calculé en utilisant la moyenne arithmétique et la moyenne géométrique des trois dimensions axiales selon les relations suivantes (Mohsenin 1970) :

- $Da = (L+W+T)/3$
- $Dg = (LWT)^{1/3}$

Chapitre 2: matériel et méthodes

La sphéricité des grains a été calculée selon l'équation suivante (Mohsenin 1970) :

- $\Phi = (LWT)^{1/3}/L$

La surface du grain a été analysée par l'analogie avec la sphère du même diamètre moyen géométrique selon l'expression suivante, citée par Olajide et Ade-Omowaye (1999) :

- $S = \pi \cdot Dg$

Le volume du grain a été calculé selon Subukola et Onwuka (2011) comme suit :

- $V = (\pi \cdot LWT) / 6$

La moyenne carrée et les diamètres équivalents ont été calculés selon la formule de Asoegwu et al (2006) :

- $Dsq = ((LW+WT+LT)/3)^{1/2}$

- $De = (Da+Dg+Dsq)/3$

Finalement, le ratio de l'aspect du grain a été déterminé selon l'équation utilisée par Seifi et Alimardani (2010) :

- $Ras = W/L$

3. Le poids de mille grains

Le poids de mille grains est obtenu par pesée directe sur la balance de précision (Mettre- P.C 400), de 1000 grains /variété. Il est exprimé en gramme.

Chez les céréales, le poids de mille grains (PMG) est un paramètre qui décrit la capacité d'accumulation des substances de réserves en conditions environnementales optimales.

La masse de 1000 grains appelée poids de 1000 grains est un critère de grand intérêt, il permet de caractériser une variété et de mettre en évidence des anomalies comme l'échaudage (ISO 520:2010).

4. Analyse statistique des données

Après la mesure des paramètres physiques du grain, nous avons calculé les indices de dissemblance des variétés analysées comparées deux à deux.

Les distances euclidiennes et le regroupement des variétés ont été utilisés pour estimer la variabilité dans la forme du grain. La relation entre les variétés étudiées a été démontrée en établissant un dendrogramme à l'aide du logiciel Statistica version 6.0. Pour montrer la relation entre les 11 propriétés physiques du grain étudiées et identifier les quelles

Chapitre 2: matériel et méthodes

contribuent le plus dans la séparation et la discrimination des variétés de blé tendre étudiées, une analyse des composantes principales a été effectuée.

1. Analyse des propriétés physiques du grain des variétés de blé tendre étudiées

Pour caractériser les différentes variétés étudiées, des paramètres statistiques pour les variables physiques mesurées, ont été calculés :

- La longueur du grain
- La largeur du grain
- L'épaisseur di grain
- La moyenne arithmétique du grain
- La moyenne géométrique de grain
- La sphéricité du grain,
- La surface du grain
- Le volume du grain
- La moyenne carrée des diamètres du grain
- Le diamètre équivalent du grain
- Le ratio de l'aspect du grain.
- Le poids de mile grain

Les résultats de l'analyse des propriétés physiques du grain des variétés du blé tendre saharien ont révélé des différences remarquables entre les variétés. Ces résultats nous ont conduits alors à analyser chaque propriété physique du grain à part car chaque caractère pourra participer à la discrimination entre les variétés. Trois variétés du nord ont été utilisées comme témoins pour effectuer des comparaisons et évaluer l'effet écogéographique, il s'agit des variétés 41,42 et 43.

Les moyennes des propriétés physiques des grains du bé tendre saharien *Triticum aestivum* sont présentées dans le tableau suivant.

Chapitre 3 : résultats t discussion

Tableau 2 : Les moyennes des propriétés physiques des grains de *Triticum aestivum* des oasis.

| Variétés | L (mm) | W (mm) | T (mm) | Da | Dg | ϕ (%) | S (mm ²) | V (mm ³) | Dsq | De | Ras | PMG |
|----------|-----------|-----------|-----------|------|------|---------------|-------------------------|-------------------------|------|------|------|-------|
| 1 | 6,20 | 3,43 | 3,37 | 4,33 | 4,15 | 0,67 | 54,17 | 37,50 | 4,23 | 4,24 | 0,55 | 35,25 |
| 2 | 5,64 | 3,68 | 3,64 | 4,32 | 4,23 | 0,75 | 56,08 | 39,50 | 4,27 | 4,27 | 0,65 | 49,00 |
| 3 | 5,83 | 3,62 | 3,58 | 4,34 | 4,23 | 0,72 | 56,06 | 39,47 | 4,28 | 4,28 | 0,62 | 53,28 |
| 4 | 6,09 | 3,14 | 3,13 | 4,12 | 3,91 | 0,64 | 48,02 | 31,30 | 4,00 | 4,01 | 0,52 | 48,33 |
| 5 | 6,92 | 2,81 | 2,78 | 4,17 | 3,78 | 0,55 | 44,79 | 28,19 | 3,93 | 3,96 | 0,41 | 41,63 |
| 6 | 6,21 | 3,59 | 3,52 | 4,44 | 4,28 | 0,69 | 57,53 | 41,04 | 4,35 | 4,36 | 0,58 | 52,28 |
| 7 | 6,62 | 3,62 | 3,54 | 4,59 | 4,39 | 0,66 | 60,55 | 44,32 | 4,48 | 4,49 | 0,55 | 57,30 |
| 8 | 6,66 | 3,59 | 3,53 | 4,59 | 4,39 | 0,66 | 60,41 | 44,17 | 4,48 | 4,48 | 0,54 | 64,15 |
| 9 | 6,07 | 3,74 | 3,66 | 4,49 | 4,36 | 0,72 | 59,81 | 43,50 | 4,42 | 4,43 | 0,62 | 58,75 |
| 10 | 6,22 | 3,24 | 3,18 | 4,21 | 4,00 | 0,64 | 50,18 | 33,43 | 4,09 | 4,10 | 0,52 | 43,80 |
| 11 | 6,47 | 3,43 | 3,36 | 4,42 | 4,21 | 0,65 | 55,53 | 38,92 | 4,30 | 4,31 | 0,53 | 50,97 |
| 12 | 6,00 | 3,51 | 3,46 | 4,32 | 4,18 | 0,70 | 54,74 | 38,09 | 4,24 | 4,25 | 0,59 | 50,05 |
| 13 | 6,43 | 3,73 | 3,65 | 4,60 | 4,44 | 0,69 | 61,83 | 45,73 | 4,51 | 4,52 | 0,58 | 59,63 |
| 14 | 6,35 | 3,54 | 3,49 | 4,46 | 4,28 | 0,67 | 57,42 | 40,92 | 4,35 | 4,36 | 0,56 | 51,50 |
| 15 | 5,97 | 3,45 | 3,40 | 4,27 | 4,12 | 0,69 | 53,33 | 36,63 | 4,19 | 4,19 | 0,58 | 46,43 |
| 16 | 6,45 | 3,41 | 3,30 | 4,39 | 4,17 | 0,65 | 54,57 | 37,91 | 4,26 | 4,27 | 0,53 | 53,56 |
| 17 | 6,48 | 3,76 | 3,68 | 4,64 | 4,47 | 0,69 | 62,84 | 46,85 | 4,55 | 4,55 | 0,58 | 63,78 |
| 18 | 6,22 | 3,84 | 3,77 | 4,61 | 4,48 | 0,72 | 62,99 | 47,02 | 4,54 | 4,54 | 0,62 | 56,03 |
| 19 | 6,55 | 3,66 | 3,63 | 4,61 | 4,43 | 0,68 | 61,61 | 45,48 | 4,51 | 4,52 | 0,56 | 55,25 |
| 20 | 6,95 | 3,90 | 3,89 | 4,91 | 4,72 | 0,68 | 69,99 | 55,07 | 4,80 | 4,81 | 0,56 | 58,05 |
| 21 | 5,86 | 3,64 | 3,61 | 4,37 | 4,25 | 0,73 | 56,79 | 40,25 | 4,30 | 4,31 | 0,62 | 51,58 |
| 22 | 6,22 | 3,53 | 3,48 | 4,41 | 4,24 | 0,68 | 56,50 | 39,94 | 4,31 | 4,32 | 0,57 | 48,20 |
| 23 | 6,60 | 3,05 | 3,06 | 4,24 | 3,95 | 0,60 | 48,99 | 32,25 | 4,07 | 4,09 | 0,46 | 35,38 |
| 24 | 6,12 | 3,61 | 3,54 | 4,42 | 4,28 | 0,70 | 57,39 | 40,89 | 4,34 | 4,35 | 0,59 | 53,80 |
| 25 | 6,70 | 3,56 | 3,50 | 4,59 | 4,37 | 0,65 | 59,95 | 43,66 | 4,46 | 4,47 | 0,53 | 58,23 |
| 26 | 6,45 | 3,54 | 3,49 | 4,50 | 4,31 | 0,67 | 58,22 | 41,78 | 4,39 | 4,40 | 0,55 | 52,38 |
| 27 | 6,50 | 3,57 | 3,50 | 4,52 | 4,33 | 0,67 | 58,83 | 42,44 | 4,41 | 4,42 | 0,55 | 59,15 |
| 28 | 6,53 | 2,97 | 3,00 | 4,17 | 3,87 | 0,59 | 47,12 | 30,43 | 3,99 | 4,01 | 0,46 | 38,95 |
| 29 | 6,14 | 3,70 | 3,64 | 4,49 | 4,35 | 0,71 | 59,54 | 43,21 | 4,41 | 4,42 | 0,60 | 56,08 |
| 30 | 6,51 | 2,95 | 2,95 | 4,14 | 3,84 | 0,59 | 46,31 | 29,64 | 3,96 | 3,98 | 0,45 | 33,23 |

Chapitre 3 : résultats t discussion

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 31 | 6,66 | 3,79 | 3,71 | 4,72 | 4,54 | 0,68 | 64,80 | 49,06 | 4,62 | 4,63 | 0,57 | 63,43 |
| 32 | 6,54 | 3,58 | 3,51 | 4,54 | 4,34 | 0,66 | 59,27 | 42,92 | 4,43 | 4,44 | 0,55 | 57,33 |
| 33 | 6,11 | 3,29 | 3,22 | 4,21 | 4,01 | 0,66 | 50,57 | 33,82 | 4,10 | 4,10 | 0,54 | 41,23 |
| 34 | 6,25 | 3,42 | 3,34 | 4,34 | 4,15 | 0,66 | 54,01 | 37,34 | 4,23 | 4,24 | 0,55 | 53,28 |
| 35 | 6,32 | 3,55 | 3,50 | 4,46 | 4,28 | 0,68 | 57,55 | 41,06 | 4,36 | 4,36 | 0,56 | 61,20 |
| 36 | 6,40 | 3,52 | 3,46 | 4,46 | 4,27 | 0,67 | 57,18 | 40,67 | 4,35 | 4,36 | 0,55 | 50,85 |
| 37 | 5,47 | 3,07 | 3,11 | 3,88 | 3,73 | 0,68 | 43,79 | 27,25 | 3,80 | 3,80 | 0,56 | 35,25 |
| 38 | 8,70 | 3,04 | 3,00 | 4,91 | 4,30 | 0,49 | 57,92 | 41,46 | 4,53 | 4,58 | 0,35 | 54,03 |
| 39 | 6,33 | 3,07 | 3,09 | 4,16 | 3,92 | 0,62 | 48,14 | 31,41 | 4,02 | 4,03 | 0,48 | 47,28 |
| 40 | 5,66 | 1,90 | 2,07 | 3,21 | 2,81 | 0,50 | 24,85 | 11,65 | 2,97 | 3,00 | 0,34 | 44,55 |
| 41 | 6,08 | 3,38 | 3,28 | 4,25 | 4,07 | 0,67 | 51,98 | 35,25 | 4,15 | 4,15 | 0,56 | 54,55 |
| 42 | 6,51 | 3,44 | 3,40 | 4,45 | 4,24 | 0,65 | 56,41 | 39,85 | 4,33 | 4,34 | 0,53 | 56,95 |
| 43 | 6,51 | 3,16 | 3,15 | 4,27 | 4,01 | 0,62 | 50,60 | 33,86 | 4,12 | 4,14 | 0,49 | 39,48 |

L : Longueur, **W** : Largeur, **T** : Epaisseur, **Da** : la moyenne arithmétique, **Dg** : la moyenne géométrique, **Φ** : la sphéricité, **S** : la surface, **V** : le volume, **Dsq** : la moyenne carré des diamètres, **De** : le diamètre équivalent, **Ras** : le ratio de l'aspect du grain, **PMG** : poids de mille grains.

1.1. Analyse des variétés en fonction de la longueur du grain

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien analysées en fonction de la longueur du grain est représenté dans la figure 4.

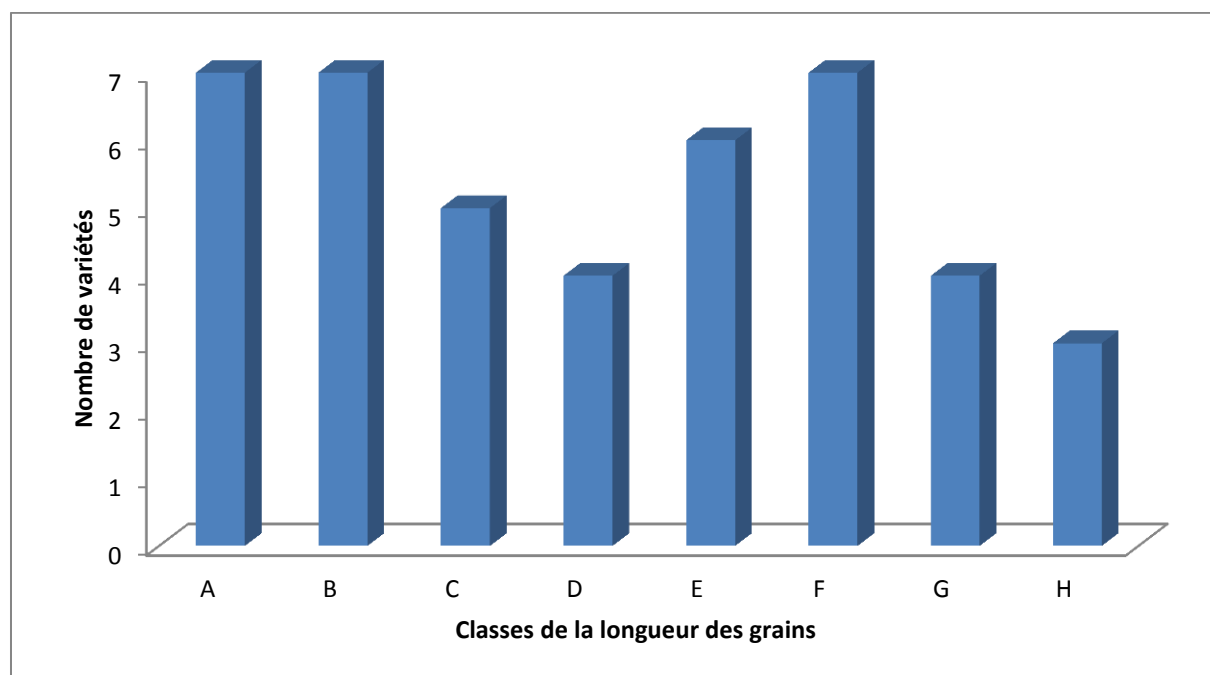


Figure 4. Analyse de la longueur du grain chez les 43 variétés de blé tendre.

Chapitre 3 : résultats t discussion

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 43 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 3).

Tableau 3. Différentes classes de la longueur du grain analysée pour les 43 variétés.

| Classes | A | B | C | D | E | F | G | H |
|------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Intervalles (mm) | 5 - 6 | 6,01-6,20 | 6,21-6,30 | 5,31-6,40 | 6,41-6,50 | 6,51-6,60 | 6,61-6,70 | 6,71-9 |
| N° variétés | 7 | 7 | 5 | 4 | 6 | 7 | 4 | 3 |

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes de la longueur du grain obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien varient relativement de 5 mm jusqu'à 9 mm. La longueur du grain minimale de 5.47 mm a été enregistrée pour la variété 37 provenant de Tougourt alors que la valeur maximale de 8.7 mm est enregistrée pour la variété 38 qui provient de Tougourt également.

Nous constatons d'après la figure 4 que les classes A, B et F enregistrent le nombre le plus élevé de variétés (7 variétés) suivies des classes E et C qui enregistrent un nombre de 6 et 5 variétés, respectivement. Les classes D et G sont caractérisées chacune par 4 variétés. La classe H enregistre le nombre le plus faible de 3 variétés.

Nous remarquons également que 3 variétés présentent la même longueur du grain à savoir les variétés (10, 18 et 22) (tableau 3) et appartiennent toutes les 3 à la classe C. Deux variétés du blé tendre du nord à savoir les variétés 42 et 43 présentent également la même longueur du grain (6.51 mm) et appartiennent alors à la classe F quant à la variété 41, elle présente la valeur la plus faible de 6.08 mm dans le groupe des variétés du nord et appartient à la classe B.

Sachant que la valeur moyenne de la longueur du grain est de 7.08 mm en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupe des variétés de blé tendre analysées, nous pouvons diviser notre populations en deux groupes :

- 1^{er} groupe : 5.47 mm – 7.08 mm
- 2^{eme} groupe : 7.08 mm – 8.70 mm

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées appartiennent au groupe 1 tandis que le groupe 2 renferme une seule variété.

1.2. Analyse des variétés en fonction de la largeur du grain

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien analysées en fonction de la largeur du grain est représenté dans la figure 5.

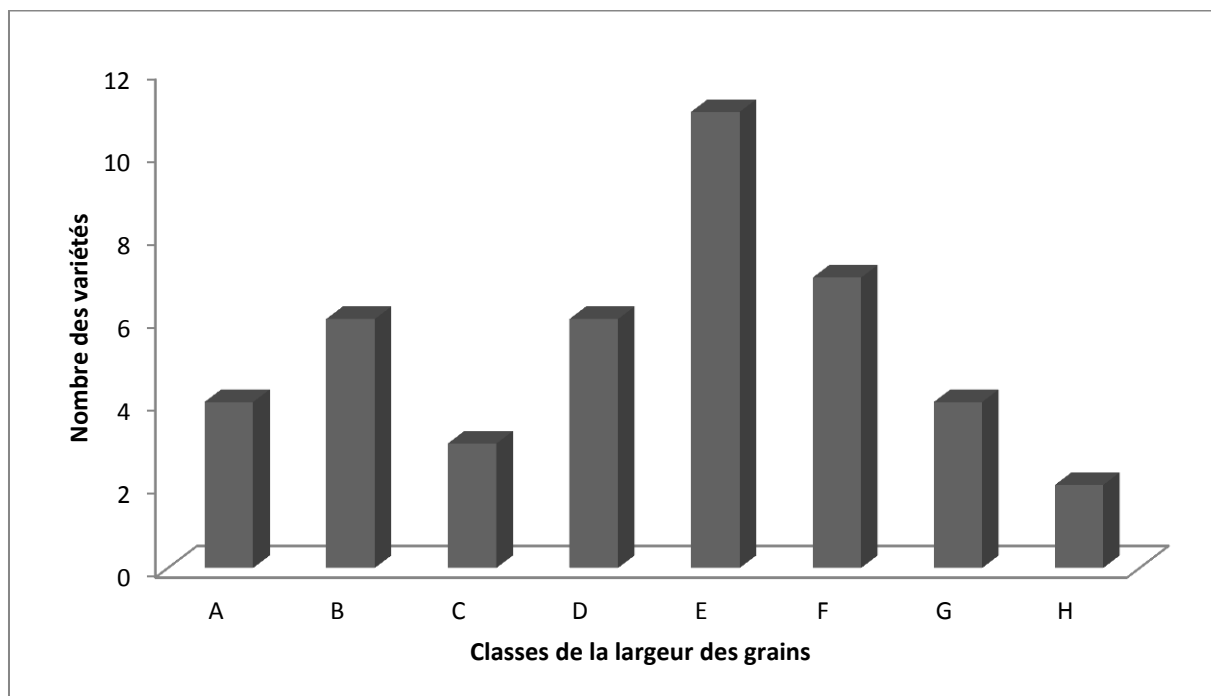


Figure 5. Analyse de la largeur du grain chez les 43 variétés de blé tendre.

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 43 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 4):

Tableau 4. Différentes classes de la largeur du grain analysée pour les 43 variétés.

| Classes | A | B | C | D | E | F | G | H |
|------------------|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| Intervalles (mm) | 1-3 | 3,01-3,20 | 3,21-3,40 | 3,41-3,50 | 3,51-3,60 | 3,61- 3,70 | 3,71-3,80 | 3,81-3,90 |
| N° variétés | 4 | 6 | 3 | 6 | 11 | 7 | 4 | 2 |

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes de la largeur du grain obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien varient relativement de 1 mm jusqu'à 4 mm. La largeur du grain minimale de 1.90 mm a été enregistrée pour la variété 40 provenant de Constantine alors que la valeur maximale de 3.90 mm est enregistrée pour la variété 20 qui provient de Layada.

Nous constatons d'après la figure 5 que la classe E enregistre le nombre le plus élevé de variétés (11 variétés) suivie des classes F avec 7 variétés, B et D renfermant chacune 6

Chapitre 3 : résultats t discussion

variétés. Les classes A et G sont caractérisées chacune par 4 variétés. La classe H enregistre le nombre le plus faible de 2 variétés.

Nous remarquons également que les trois variétés du blé tendre du nord à savoir les variétés 41,42 et 43 présentent les largeurs 3.38 mm, 3.44 mm et 3.16 mm, respectivement et appartiennent à des classes différentes qui sont C, D et B, respectivement. La variété 43 présente la valeur la plus faible dans le groupe des variétés du nord.

Sachant que la valeur moyenne de la largeur du grain est de 2.9 mm en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupes des variétés de blé tendre analysées, nous pouvons diviser notre populations en deux groupes :

- 1^{er} groupe : 1.9 mm – 2.9 mm
- 2eme groupe : 2.9 mm – 3.9 mm

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées appartiennent au groupe 2 tandis que le groupe 1 renferme 4 variétés.

1.3. Analyse des variétés en fonction de l'épaisseur du grain

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien analysées en fonction de l'épaisseur du grain est représenté dans la figure 6.

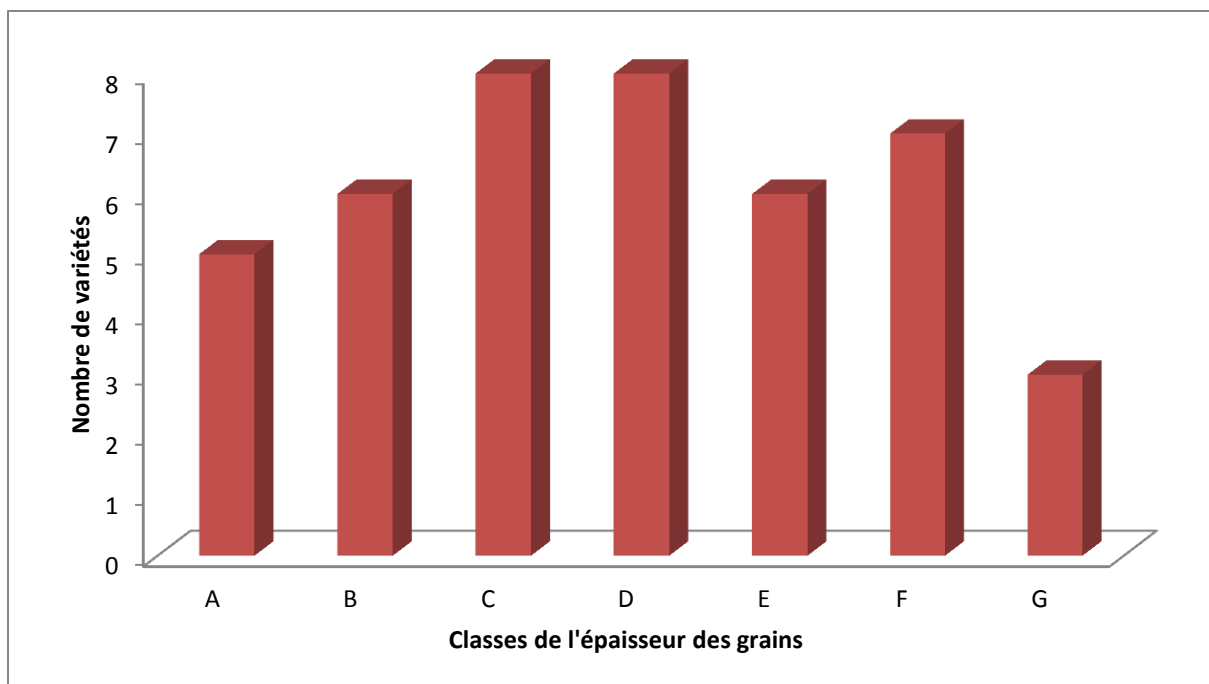


Figure 6. Analyse de l'épaisseur du grain chez les 43 variétés de blé tendre.

Chapitre 3 : résultats t discussion

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 43 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 5):

Tableau 5. Différentes classes de l'épaisseur du grain analysée pour les 43 variétés.

| Classes | A | B | C | D | E | F | G |
|------------------|-----|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| Intervalles (mm) | 2-3 | 3,01- 3,20 | 3,21- 3,40 | 3,41 -3,50 | 3,51 -3,60 | 3,61 -3,70 | 3,71 - 3,90 |
| N° variétés | 5 | 6 | 8 | 8 | 6 | 7 | 3 |

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes de l'épaisseur du grain obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien varient relativement de 2 mm jusqu'à 3.9 mm. Comme dans le résultat précédent relatif à la largeur du grain, l'épaisseur du grain minimale de 2.07 mm a été enregistrée également pour la variété 40 provenant Adrar et la valeur maximale de 3.89 mm est enregistrée aussi pour la variété 20 qui provient de Lyada.

Nous constatons d'après la figure 6 que les classes C et D enregistrent chacune le nombre le plus élevé de variétés (8 variétés) suivies des classes F qui enregistre un nombre de 7 variétés et les classes B et E renfermant chacune 6 variétés. La classe A est caractérisée par 5 variétés. La classe G enregistre le nombre le plus faible de 3 variétés.

Nous remarquons également que les trois variétés du blé tendre du nord à savoir les variétés 41,42 et 43 présentent les épaisseurs 3.28 mm, 3.40 mm et 3.15 mm, respectivement et appartiennent à des classes différentes où les deux variétés 41 et 42 appartiennent à la classe C. La variété 43 présente la valeur la plus faible dans le groupe des variétés du nord et appartient à la classe B.

Sachant que la valeur moyenne de l'épaisseur du grain est de 2.98 mm en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupes des variétés de blé tendre analysées, nous pouvons diviser notre populations en deux groupes :

- 1^{er} groupe : 2.07 mm – 2.98 mm
- 2eme groupe : 2.98 mm – 3.89 mm

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées appartiennent au groupe 2 tandis que le groupe 1 renferme uniquement 5 variétés.

1.4. Analyse des variétés en fonction de la moyenne arithmétique du grain

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien analysées en fonction de la moyenne arithmétique du grain est représenté dans la figure 7.

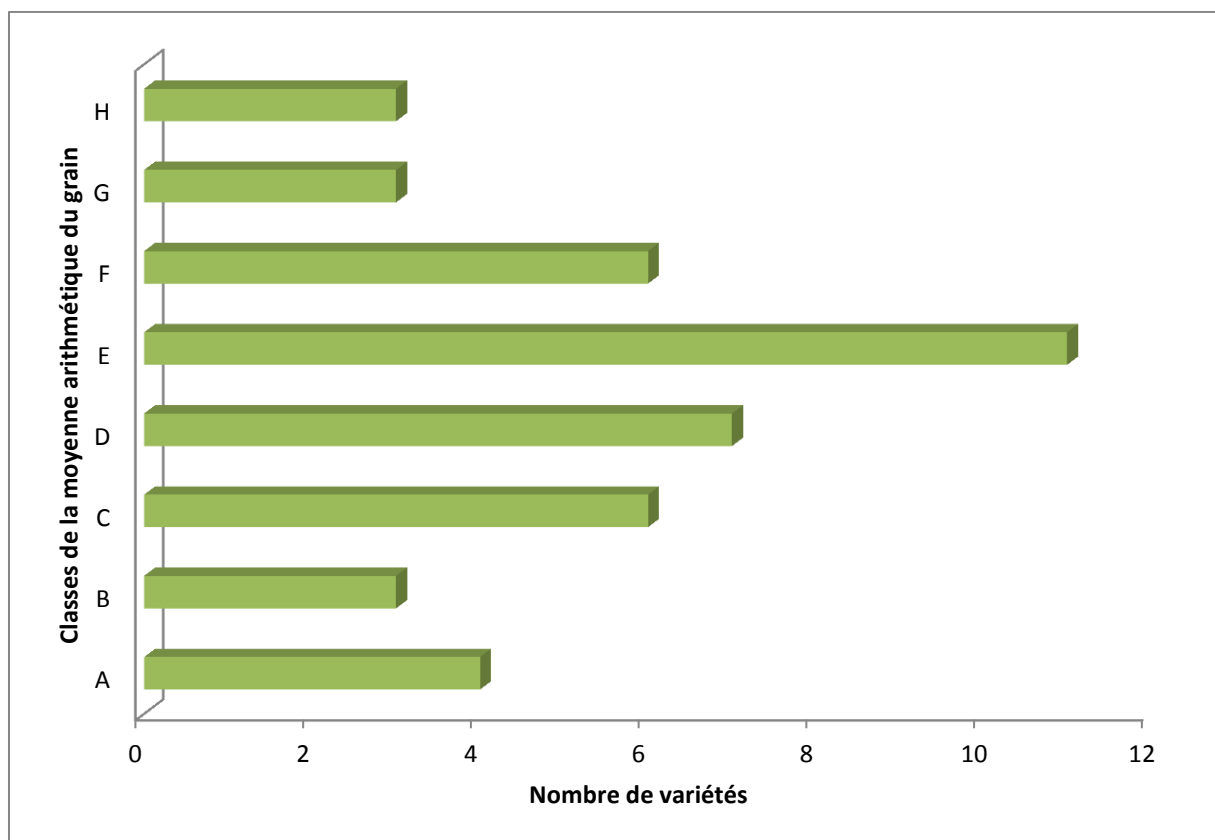


Figure 4. Analyse de la moyenne arithmétique du grain chez les 43 variétés de blé tendre.

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 43 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 6):

Tableau 6 . Différentes classes de la moyenne arithmétique du grain analysée pour les 43 variétés.

| Classes | A | B | C | D | E | F | G | H |
|-------------------------|---------|------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|---------|
| Intervalles (mm) | 3 -4,15 | 4,16- 4,20 | 4,21 - 4,30 | 4,31- 4,40 | 4,41 - 4,50 | 4,51- 4,60 | 4,61- 4,70 | 4,71- 5 |
| N° variétés | 4 | 3 | 6 | 7 | 11 | 6 | 3 | 3 |

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes de la moyenne arithmétique du grain obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien varient relativement entre 3 et 5. La valeur la plus faible est enregistrée chez la variété 40 provenant de la région d'Adrar avec

Chapitre 3 : résultats t discussion

3.21 alors que la moyenne arithmétique la plus élevée est enregistrée chez les variétés 20 et 38 avec une valeur de 4.91.

Nous constatons d'après la figure 7 que la classe E enregistre un nombre important de variétés (11 variétés) suivies des classes D qui enregistre un nombre de 7 variétés et les classes C et F renfermant chacune 6 variétés. La classe A est caractérisée par 4 variétés. Les classes B, G et H enregistrent chacune le nombre le plus faible de 3 variétés.

Nous remarquons également que les trois variétés du blé tendre du nord à savoir les variétés 41,42 et 43 présentent les moyennes arithmétiques 4.25, 4.45 et 4.27, respectivement et appartiennent à des classes différentes où les deux variétés 41 et 43 appartiennent à la classe C et la variété 42 appartient à la classe B.

Sachant que la valeur moyenne des moyennes arithmétiques du grain est de 4.06 en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupe des variétés de blé tendre analysées, nous pouvons diviser notre populations en deux groupes :

- 1^{er} groupe : 3.21 mm – 4.06 mm
- 2eme groupe : 4.06 mm – 4.91 mm

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées appartiennent au groupe 2 et sont en dessus de la moyenne tandis que le groupe 1 renferme uniquement 4 variétés.

1.5. Analyse des variétés en fonction de la moyenne géométrique du grain

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien analysées en fonction de la moyenne géométrique du grain est représenté dans la figure 8.

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 43 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 7):

Tableau 7. Différentes classes de la moyenne géométrique du grain analysée pour les 43 variétés.

| Classes | A | B | C | D | E | F | G | H |
|------------------|-------------|---------|-------------|-------------|--------------|------------|-------------|----------|
| Intervalles (mm) | 2,80 - 3,80 | 3,81- 4 | 4,01 - 4,10 | 4 ,11- 4,20 | 4,21 - 4 ,27 | 4,28- 4,30 | 4,31 - 4,40 | 4,41 - 5 |
| N° variétés | 3 | 6 | 3 | 5 | 6 | 5 | 8 | 6 |

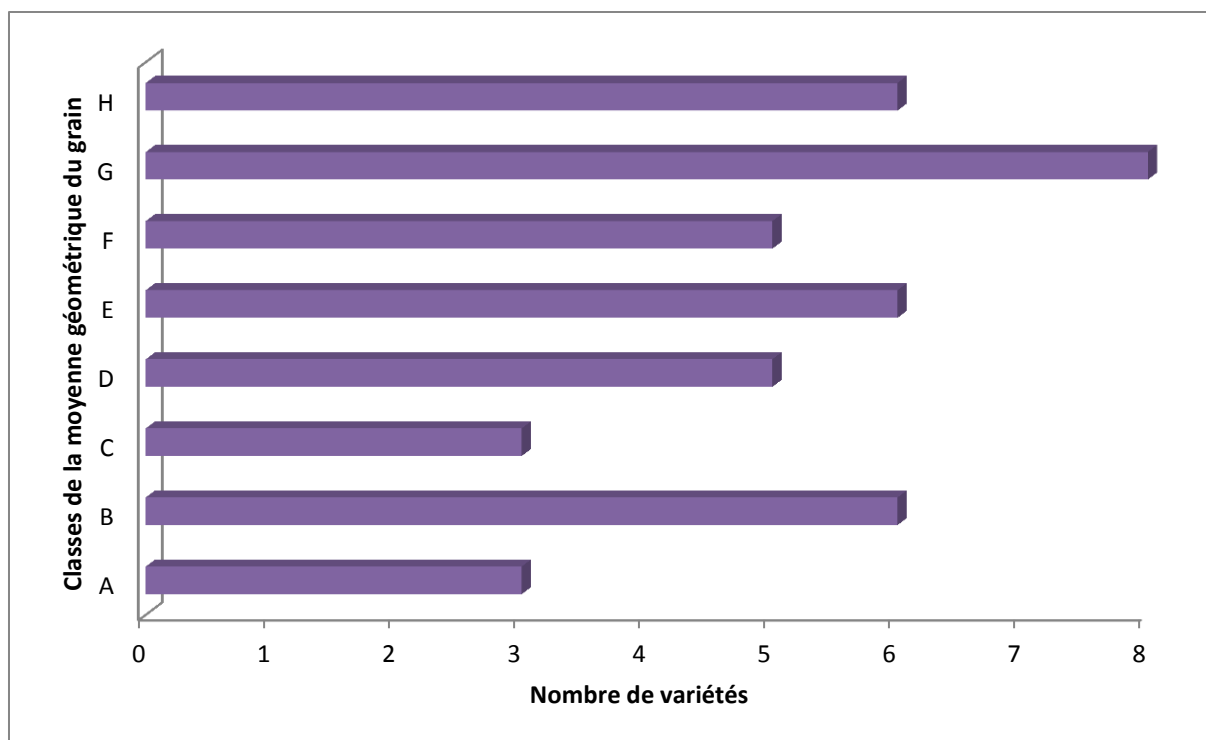


Figure 8. Analyse de la moyenne géométrique du grain chez les 43 variétés de blé tendre.

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes de la moyenne géométrique du grain obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien varient relativement entre 2.80 et 5. La valeur la plus faible est enregistrée également chez la variété 40 provenant de la région d'Adrar avec 2.81 alors que la moyenne géométrique la plus élevée est enregistrée également chez la variété 20 avec une valeur de 4.72.

Nous constatons d'après la figure 8 que la classe G enregistre un nombre élevé de variétés (8 variétés) suivie des classes B, E et H renfermant chacune 6 variétés. Les classes D et F sont caractérisées par 5 variétés chacune. Les classes A et C enregistrent chacune le nombre le plus faible de 3 variétés.

Nous remarquons également que les trois variétés du blé tendre du nord à savoir les variétés 41, 42 et 43 présentent les moyennes géométriques 4.07, 4.24 et 4.01, respectivement et appartiennent à des classes différentes où les deux variétés 41 et 43 appartiennent à la classe C et la variété 42 appartient à la classe E.

Sachant que la valeur moyenne des moyennes géométriques du grain est de 3.76 en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupe des variétés de blé tendre analysées, nous pouvons diviser notre population en deux groupes :

Chapitre 3 : résultats t discussion

- 1^{er} groupe : 2.81 mm – 3.76 mm
- 2eme groupe : 3.76 mm – 4.72 mm

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées enregistrent des valeurs supérieure à la moyenne et appartiennent au groupe 2 tandis que le groupe 1 renferme uniquement 3 variétés.

1.6. Analyse des variétés en fonction de la sphéricité du grain

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien analysées en fonction de la sphéricité du grain est représenté dans la figure 9.

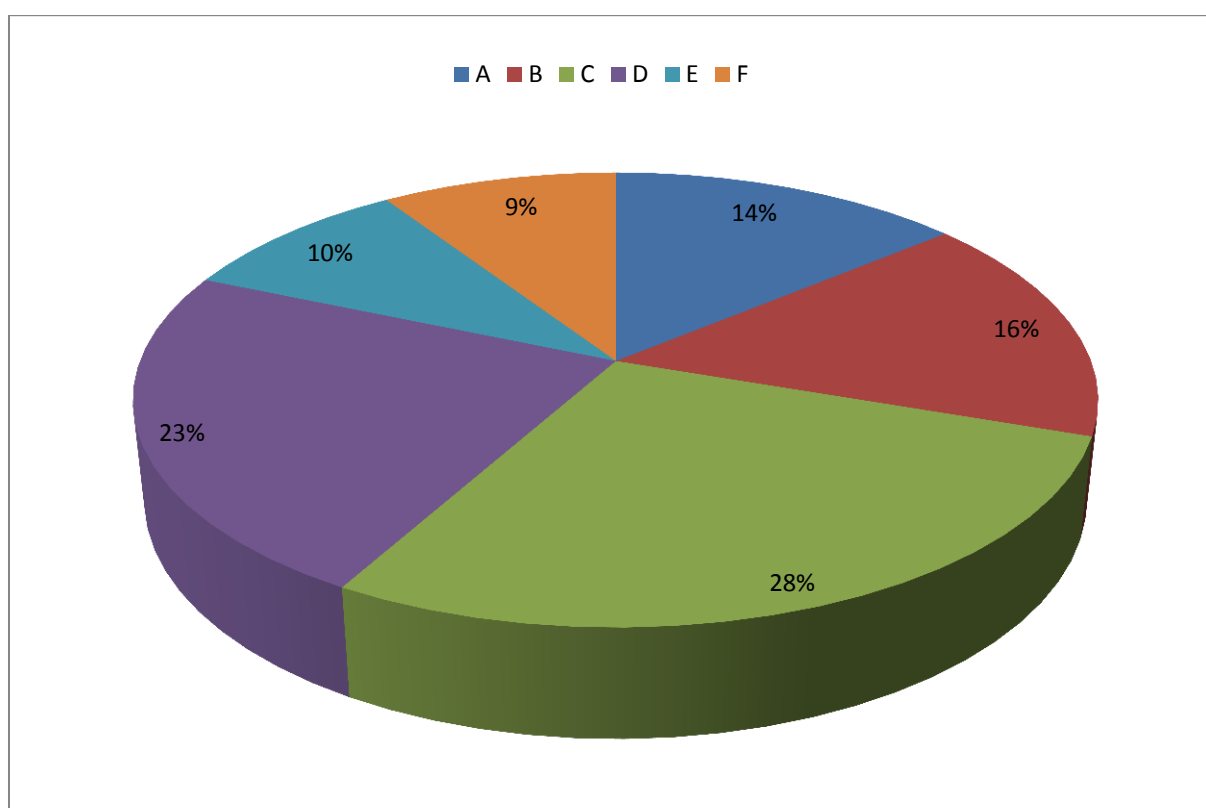


Figure 9. Analyse de la sphéricité du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 43 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 8):

Tableau 8. Différentes classes de la sphéricité du grain analysée pour les 43 variétés.

| Classes | A | B | C | D | E | F |
|------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|------------|------------|
| Intervalles (mm) | 0,45-0,60 | 0,61-0,65 | 0,66 - 0,67 | 0,68 - 0,69 | 0,70- 0,71 | 0,72- 0,73 |
| N° variétés | 6 | 7 | 12 | 10 | 4 | 4 |

Chapitre 3 : résultats t discussion

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes de la sphéricité du grain obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien varient relativement de 0.45 % jusqu'à 0.75%. Le pourcentage de sphéricité du grain le plus élevé de 0.75 % a été enregistrée pour la variété 2 provenant de Zte Hinoune Aoulef alors que la valeur minimale de 0.49 % est enregistrée toujours pour la variété 38 qui provient de Tougourt.

Nous constatons d'après la figure 9 que la classe C enregistre le nombre le plus élevé de variétés (12 variétés) représentant ainsi 28% de la population analysées suivie de la classe D qui renferme 23 % des variétés analysées. Les classes B et A sont caractérisées par 7 et 6 variétés, respectivement représentant ainsi 16% et 14%, respectivement de la population analysée. Les classes E et F enregistrent le nombre le plus faible de 4 variétés chacune.

Nous remarquons également que 7 variétés (2, 5, 21, 23, 29, 38 et 40) présentent un pourcentage de sphéricité qui leur est propre et qui ne ressemble pas à celui d'une autre variété. Par contre d'autres variétés ont la même sphéricité du grain et appartiennent à différentes classes. La classe A, E et F renferme chacune un seule groupe de 2 variétés sahariennes qui présentent le même pourcentage de sphéricité à savoir les variétés 28 et 30 qui proviennent respectivement de (tableau 8), les variétés 12 et 24 provenant de El Barka et Aghil touat ainsi que les variétés 9 et 18 provenant de El Mansour et Tsabit, respectivement.

Trois groupes de variétés appartenant à la classe B renferment des variétés qui ont la même sphéricité du grain. Les deux premiers groupes sont caractérisés chacun par 2 variétés, le premier renferme une variété du nord (43) et une variété saharienne (39) qui provient de Constantine et Tougourt ,alors que le second contient les variétés sahariennes 4 et 10 qui proviennent de Tamantit et Oueled Rached, respectivement (Tableau 8). Le troisième groupe renfermant 4 variétés dont une est des nord (42) et 3 autres variétés sahariennes (11, 16 et 25) provenant d'Ouled Rached , Sali et Tamantit , respectivement (Tableau 8).

La classe C renferme également deux groupes contenant 5 (7, 8, 32, 33 et 34) et 6 variétés (1, 14, 26, 27, 36, et 41), respectivement dont la variété 41 est un blé tendre du nord qui présentent le même pourcentage de sphéricité.

Les variétés du blé tendre saharien 19, 20, 22, 31, 35 et 37 et les variétés 6, 13, 15 et 17 présentent également la même sphéricité du grain et forment 2 groupes appartenant à la classe D.

Chapitre 3 : résultats t discussion

Sachant que la valeur moyenne de la sphéricité du grain est de 0.6 % en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupe des variétés de blé tendre analysées, nous pouvons diviser notre populations en deux groupes :

- 1^{er} groupe : 0.45 % – 0.6 %
- 2eme groupe : 0.6 % – 0.75 %

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées appartiennent au groupe 2 tandis que le groupe 1 renferme 6 variétés uniquement.

1.7. Analyse des variétés en fonction de la surface du grain

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien analysées en fonction de la surface du grain est représenté dans la figure 10.

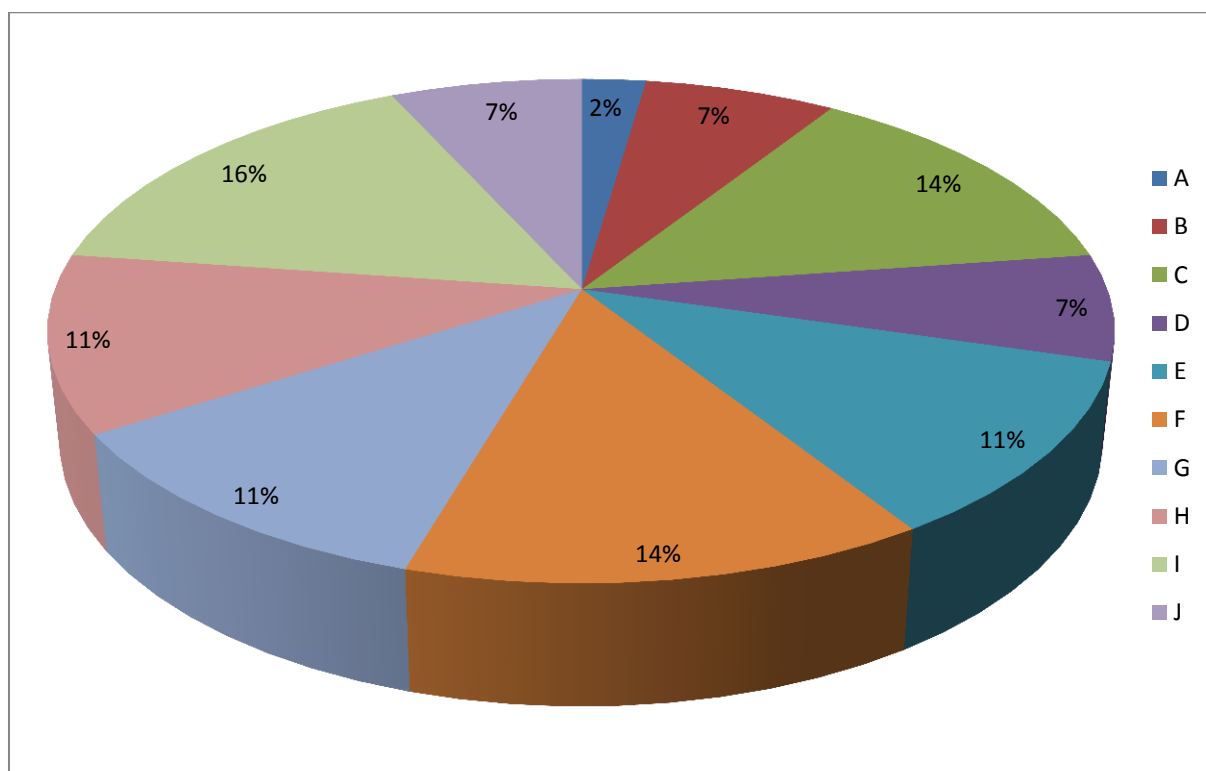


Figure 7. Analyse de la surface du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 43 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 9):

Chapitre 3 : résultats t discussion

Tableau 9. Différentes classes de la surface du grain analysée pour les 43 variétés.

| Classes | Intervalles (mm ²) | N° variétés |
|---------|--------------------------------|-------------|
| A | 23-43 | 1 |
| B | 43,1- 46,9 | 3 |
| C | 47-50 | 6 |
| D | 51-52 | 3 |
| E | 53-54,9 | 5 |
| F | 55-56,9 | 6 |
| G | 57-57,5 | 5 |
| H | 58-59,9 | 5 |
| I | 60-62 | 7 |
| J | 63-70 | 3 |

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes de la surface du grain obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien varient relativement de 23 mm² jusqu'à 70 mm². La surface du grain la plus élevée de 69.99 mm² a été enregistrée pour la variété 20 provenant Lyada alors que la valeur minimale de 24.85 mm² est enregistrée pour la variété 40 qui provient d'Adrar.

Nous constatons d'après la figure 10 que la classe I enregistre le nombre le plus élevé de variétés (7 variétés) représentant ainsi 16% de la population analysées suivie des classes C et F qui renferment 14 % des variétés analysées. Les classes E, G et H sont caractérisées par 5 variétés chacune représentant ainsi 11% de la population analysée suivies des classes B, D, et J représentées par 3 variétés chacune. La classe A enregistre le nombre le plus faible de 1 variété seulement.

Nous remarquons également que les trois variétés du blé tendre du nord à savoir les variétés 41,42 et 43 présentent les surfaces du grain 51.98 mm², 56.41 mm² et 50.6 mm², respectivement et appartiennent à des classes différentes.

Sachant que la valeur moyenne de la surface du grain est de 47.42 mm² en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupe des variétés de blé tendre analysées, nous pouvons diviser notre populations en deux groupes :

- 1^{er} groupe : 24.85 mm² – 47.42 mm²
- 2eme groupe : 47.42 mm² – 69.99 mm².

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées appartiennent au groupe 2 tandis que le groupe 1 renferme 4 variétés seulement.

1.8. Analyse des variétés en fonction du volume de grain

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien analysées en fonction du volume du grain est représenté dans la figure 11.

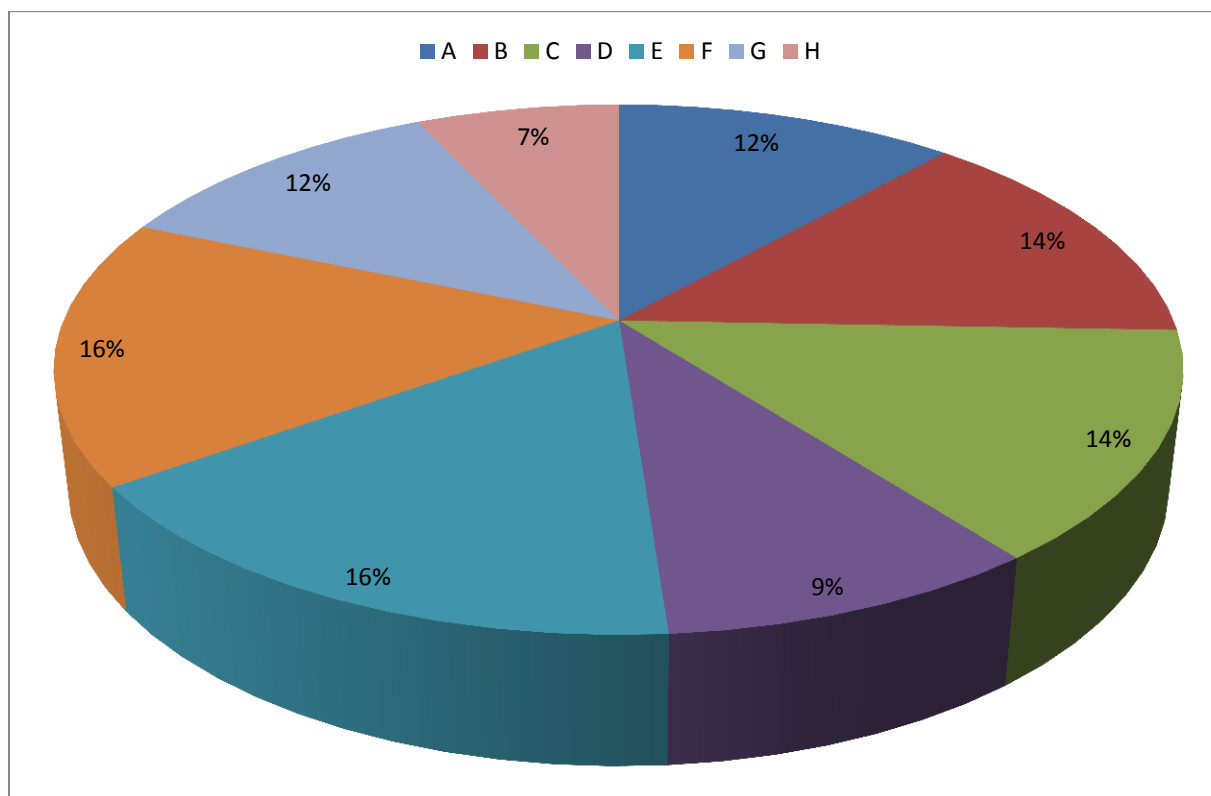


Figure 11. Analyse du volume du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 43 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 10):

Tableau 10. Différentes classes du volume du grain analysé pour les 43 variétés.

| Classes | Intervalles (mm ³) | N° variétés |
|---------|--------------------------------|-------------|
| A | 11-30,5 | 5 |
| B | 31-34,5 | 6 |
| C | 35-37,9 | 6 |
| D | 38-39,9 | 4 |
| E | 40-41 | 7 |
| F | 42-44 | 7 |
| G | 45-47 | 5 |
| H | 48-55 | 3 |

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes du volume du grain obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien et du nord varient relativement de 11 mm³ jusqu'à 55 mm³. Le

Chapitre 3 : résultats t discussion

grain le plus volumineux de 55.07 mm^3 a été enregistré également pour la variété 20 provenant Lyada alors que le grain le moins volumineux de 11.65 mm^3 est enregistré aussi pour la variété 40 qui provient d'Adrar.

Nous constatons d'après la figure 11 que les classes E et F enregistrent le nombre le plus élevé de variétés (7 variétés) représentant ainsi 16% de la population analysées suivies des classes B et C qui renferment 14 % des variétés analysées. Les classes A et G sont caractérisées par 5 variétés chacune représentant ainsi 11% de la population analysée suivies de la classe D représentée par 4 variétés. La classe H enregistre le nombre le plus faible de 3 variétés seulement.

Nous remarquons également que les trois variétés du blé tendre du nord à savoir les variétés 41,42 et 43 présentent les volumes du grain 35.25 mm^3 , 39.85 mm^3 et 33.86 mm^3 , respectivement et appartiennent à des classes différentes.

Sachant que la valeur moyenne du volume du grain est de 33.36 mm^3 en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupe des variétés de blé tendre analysées, nous pouvons diviser notre populations en deux groupes :

- 1^{er} groupe : $11.65 \text{ mm}^3 - 33.36 \text{ mm}^3$
- 2eme groupe : $33.36 \text{ mm}^3 - 55.07 \text{ mm}^3$.

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées appartiennent au groupe 2 tandis que le groupe 1 renferme 11 variétés.

1.9. Analyse des variétés en fonction de la moyenne carrée des diamètres du grain

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien et du nord analysées en fonction de la moyenne carrée des diamètres du grain est représenté dans la figure 12.

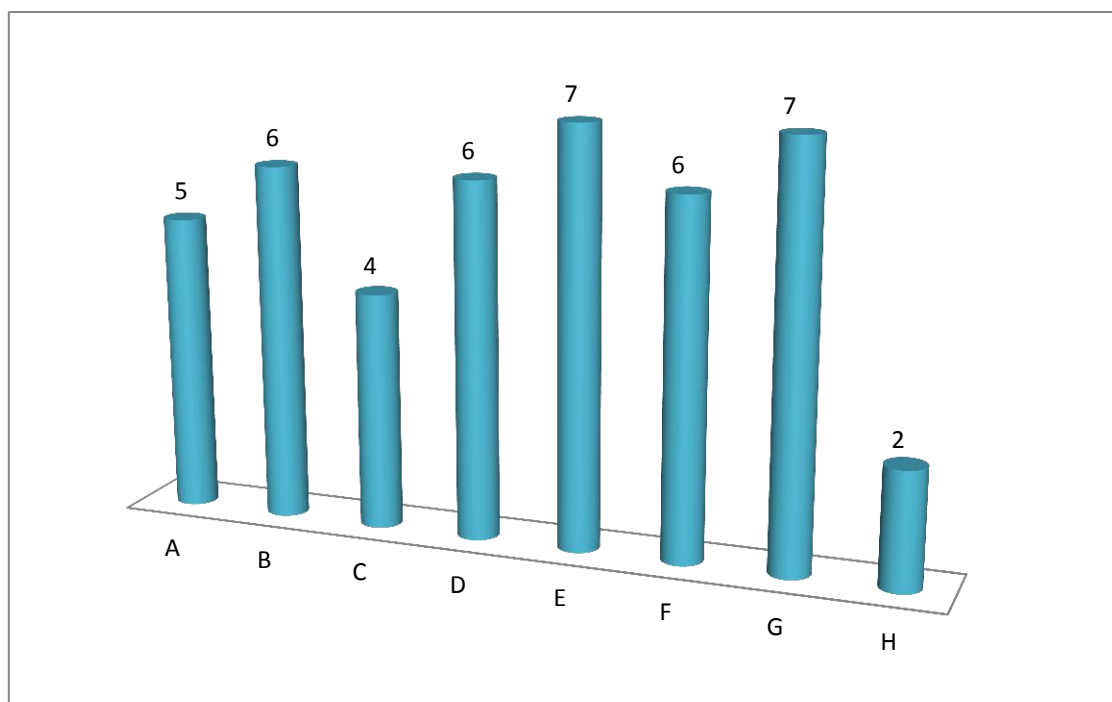


Figure 12. Analyse de la moyenne carrée des diamètres du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 43 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 11):

Tableau 11. Différentes classes de la moyenne carrée des diamètres du grain analysée pour les 43 variétés.

| Classes | Intervalles (mm ²) | N° variétés |
|---------|--------------------------------|-------------|
| A | 2-3,99 | 5 |
| B | 4-4,15 | 6 |
| C | 4,16-4,21 | 4 |
| D | 4,22-4,30 | 6 |
| E | 4,31-4,40 | 7 |
| F | 4,41-4,49 | 6 |
| G | 4,50-4,59 | 7 |
| H | 4,60-4,66 | 2 |

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes du volume du grain obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien et du nord varient relativement entre 2 et 5 mm². La valeur maximale de 4.8 mm² est enregistrée également pour la variété 20 provenant Lyada alors que la valeur minimale de 2.97 mm² est enregistrée aussi pour la variété 40 qui provient d'Adrar.

Chapitre 3 : résultats t discussion

Nous constatons d'après la figure 12 que les classes E et G enregistrent le nombre le plus élevé de variétés (7 variétés) suivies des classes B, D et F qui renferment 6 variétés chacune. Les classes A et C sont caractérisées par 5 et 4 variétés, respectivement. La classe H enregistre le nombre le plus faible de 2 variétés seulement.

Nous remarquons également que les trois variétés du blé tendre du nord à savoir les variétés 41, 42 et 43 présentent les moyennes carrées des diamètres du grain 4.15 mm^2 , 4.33 mm^2 et 4.12 mm^2 , respectivement et appartiennent à des classes différentes. Les variétés 41 et 43 appartiennent à la même classe.

Sachant que la valeur moyenne de la moyenne carrée des diamètres du grain est de 7.77 en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupe des variétés de blé tendre analysées, nous pouvons diviser notre populations en deux groupes :

- 1^{er} groupe : $2.97 \text{ mm}^2 - 3.88 \text{ mm}^2$
- 2^{eme} groupe : $3.88 \text{ mm}^2 - 4.8 \text{ mm}^2$.

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées appartiennent au groupe 2 tandis que le groupe 1 renferme 5 variétés.

1.10. Analyse des variétés en fonction du diamètre équivalent du grain

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien et du nord analysées en fonction de la moyenne carrée des diamètres du grain est représenté dans la figure 13.

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 43 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 12):

Chapitre 3 : résultats t discussion

Tableau 12. Différentes classes du diamètre équivalent du grain analysé pour les 43 variétés.

| Classes | Intervalles (mm ³) | N° variétés |
|---------|--------------------------------|-------------|
| A | 2-3,99 | 3 |
| B | 4-4,15 | 8 |
| C | 4,16- 4,20 | 4 |
| D | 4,21-4,30 | 5 |
| E | 4,31-4,39 | 7 |
| F | 4,40-4,45 | 4 |
| G | 4,46-4,50 | 3 |
| H | 4,51-4,54 | 5 |
| I | 4,55-5 | 4 |

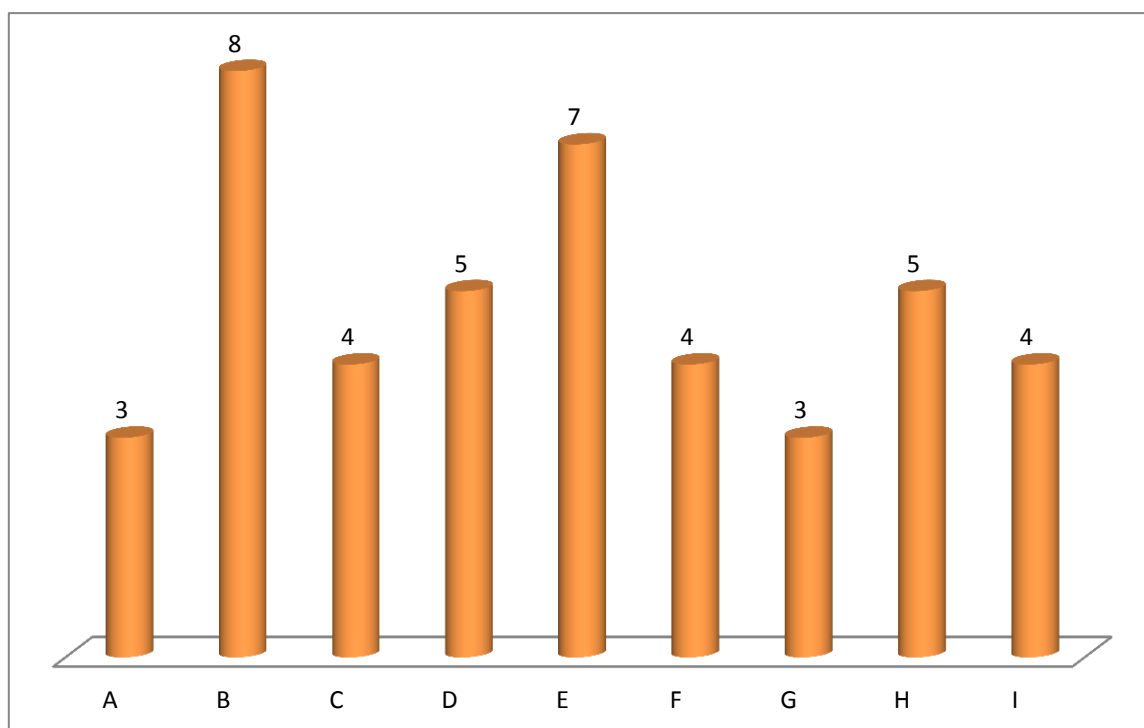


Figure 13. Analyse du diamètre équivalent du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes du diamètre équivalent du grain obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien et du nord varient relativement entre 3 et 5. La valeur maximale de 4.81 est enregistrée toujours pour la variété 20 provenant de Lyada alors que la valeur minimale de 3 est enregistrée aussi pour la variété 40 qui provient d'Adrar.

Nous constatons d'après la figure 13 que la classe B enregistre le nombre le plus élevé de variétés (8 variétés) suivie de la classe E qui renferme 7 variétés. Les classes D et H sont

Chapitre 3 : résultats t discussion

caractérisées par 5 variétés chacune et les classes C, F et I par 4 variétés chacune. La classe G enregistre le nombre le plus faible de 3 variétés seulement.

Nous remarquons également que les trois variétés du blé tendre du nord à savoir les variétés 41, 42 et 43 présentent les volumes du grain 4.15, 4.34 et 4.14, respectivement et appartiennent à des classes différentes. Les variétés 41 et 43 appartiennent toujours à la même classe.

Sachant que la valeur moyenne du diamètre équivalent du grain est de 3.90 en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupe des variétés de blé tendre analysées, nous pouvons diviser notre populations en deux groupes :

- 1^{er} groupe : 3 – 3.90
- 2^{eme} groupe : 3.90 – 4.81.

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées appartiennent au groupe 2 tandis que le groupe 1 renferme 3 variétés seulement.

1.11. Analyse des variétés en fonction du ratio de l'aspect du grain

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien analysées en fonction du ratio de l'aspect du grain est représenté dans la figure 14.

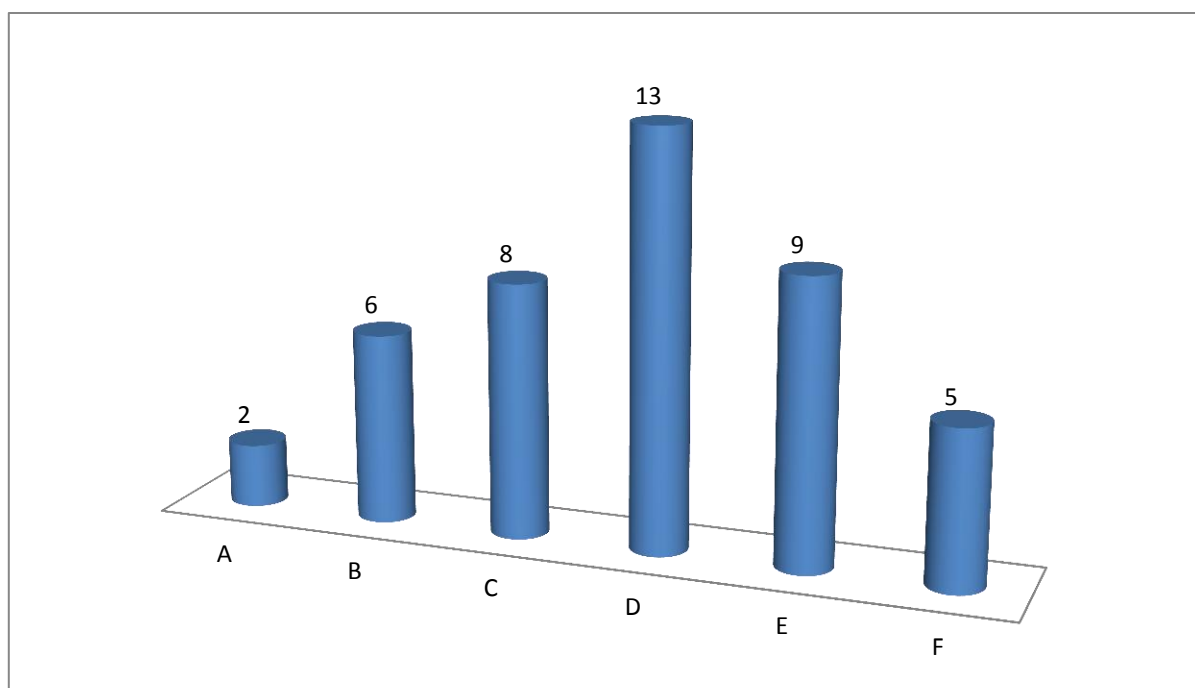


Figure 14. Analyse du ratio de l'aspect du grain chez les 43 variétés de blé tendre analysées.

Chapitre 3 : résultats t discussion

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 43 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 13):

Tableau 13. Différentes classes du ratio de l'aspect du grain analysé pour les 43 variétés.

| Classes | A | B | C | D | E | F |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Intervalles | 0,30-0,35 | 0,40-0,50 | 0,51-0,54 | 0,55-0,56 | 0,57-0,60 | 0,61-0,66 |
| N° variétés | 2 | 6 | 8 | 13 | 9 | 5 |

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes du ratio de l'aspect du grain obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien varient relativement de 0.30 jusqu'à 0.70. Le ratio de l'aspect du grain le plus élevé de 0.65 a été enregistrée pour la variété 2 provenant de Zte Hinoune Aoulef alors que la valeur minimale de 0.34 est enregistrée toujours pour la variété 40 qui provient d'Adrar.

Nous constatons d'après la figure 14 que la classe D enregistre le nombre le plus élevé de variétés (13 variétés) suivie de la classe E qui renferme 9 variétés. Les classes C et B sont caractérisées par 8 et 6 variétés, respectivement. La classe F contient 4 variétés. La classe A enregistre le nombre le plus faible de 2 variétés.

Nous remarquons également que 8 variétés (2, 5, 29, 30, 38; 39; 40 et 43) dont la 43 est un blé du nord présentent un ratio de l'aspect du grain qui leur est propre et qui ne ressemble pas à celui d'une autre variété. Par contre d'autres variétés ont le même ratio de l'aspect du grain et appartiennent à différentes classes.

La classe B et F renferme chacune un seul groupe de variété qui présentent le même aspect du grain à savoir les variétés (23, 28) provenant d'ait Abdel Moumen et Ouled Rached de la classe B ainsi que les variétés 3, 9, 18 et 21 qui représentent la classe F et proviennent de Lyada, El Mansour, Tsabit et Touat, respectivement.

La classe D contient 2 groupes de variétés chacun qui se caractérisent par le même aspect du grain. Le premier groupe renferme 6 variétés 14, 19, 20, 35, 37 et 41 provenant de Adjir, Aguil, lyada, aIn zaghoulouf et tougourt. Le second présente des variétés 1, 7, 26, 27, 32, 34, et 36 qui proviennent, respectivement de Ouled Rached, Aoulef, Zaghoulou Touat, Tamantit, Tidmaine, ouled el hadj el mamoun et Tamantit, respectivement.

Chapitre 3 : résultats t discussion

Trois groupes de variétés appartenant à la classe C renferment des variétés qui ont le même aspect du grain. Les deux premiers groupes sont caractérisés chacun par 2 variétés, le premier renferme des variétés sahariennes (4 et 10) qui proviennent de Tamantit et Ouled Rached, alors que le second contient les variétés sahariennes 8 et 33 qui proviennent d'Aguil et Igosten respectivement (Tableau 2). Le troisième groupe renfermant 4 variétés dont une est des nord (42) et 3 autres variétés sahariennes (11, 16 et 25) provenant de Ouled Rached et Sali et Tamantit, respectivement (Tableau 2).

La classe E renferme également trois groupes dont un contenant 4 (6, 13, 15, et 17) et les deux autres renferment 2 variétés chacun (12 et 24) et (22 et 31).

Sachant que la valeur moyenne du ratio de l'aspect du grain est de 0.49 en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupe des variétés de blé tendre analysées, nous pouvons diviser notre populations en deux groupes :

- 1^{er} groupe : 0.34 – 0.49
- 2eme groupe : 0.49 – 0.65

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées appartiennent au groupe 2 tandis que le groupe 1 renferme 8 variétés uniquement.

1.12. Analyse des variétés en fonction du poids de mille grains

Le résultat de l'analyse des variétés de blé tendre saharien analysées en fonction du poids de mille grains est représenté dans la figure 15.

Chapitre 3 : résultats t discussion

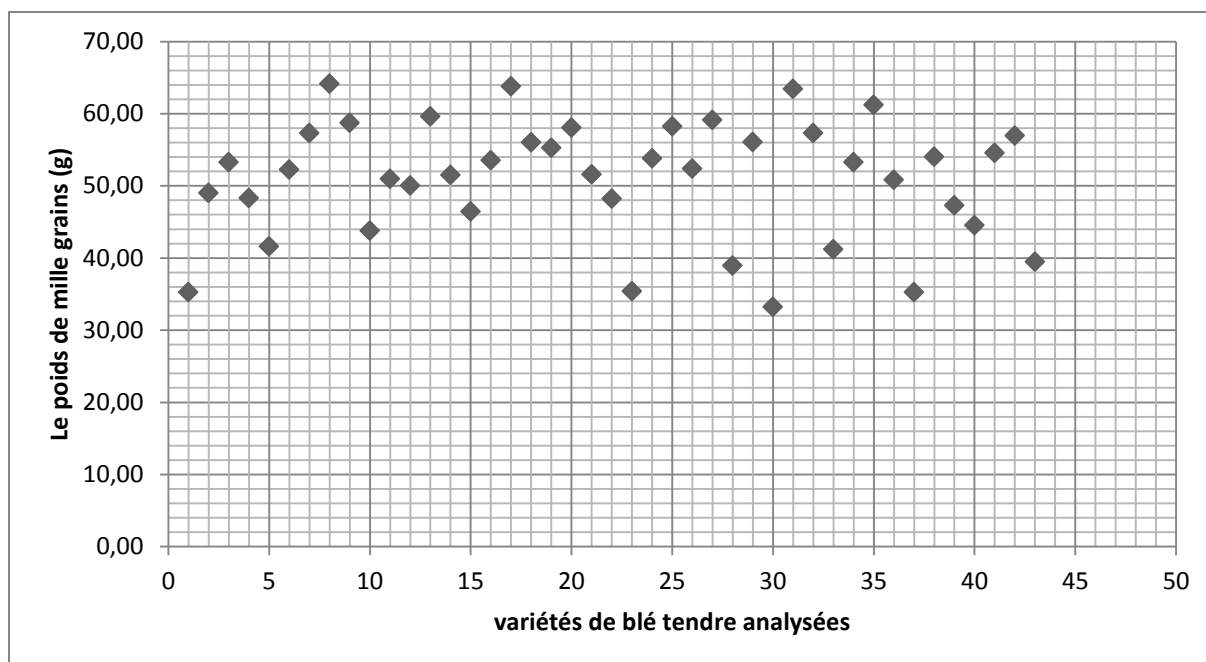


Figure 15. Analyse du poids de mille grains chez les 39 variétés de blé tendre saharien analysées.

Les moyennes des valeurs obtenues pour les 39 variétés ont été réparties sur plusieurs classes représentant des intervalles bien définis (tableau 14):

Tableau 14. Différentes classes du ratio de l'aspect du grain analysé pour les 43 variétés.

| Classes | A | B | C | D |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| Intervalles (g) | 30-40 | 41-50 | 51-60 | 61-70 |
| N° variétés | 6 | 12 | 21 | 4 |

Il ressort de ces résultats que les valeurs moyennes du poids de 1000 grains obtenues pour les 43 variétés de blé tendre saharien et du nord varient relativement de 30g jusqu'à 70 g. Le poids de mille grains le plus élevé de 64.15 g a été enregistrée pour la variété 8 provenant d'Aguil alors que la valeur minimale de 33.22 g est enregistrée pour la variété 30 qui provient de Touat.

Nous constatons d'après la figure 15 que la classe C enregistre le nombre le plus élevé de variétés (19 variétés) suivie de la classe B qui renferme 11 variétés. Les classes A et D sont caractérisées par 5 et 4 variétés, respectivement et enregistrent de ce fait le nombre le plus faible de variétés.

Nous remarquons également que 35 variétés (tableau 14) présentent un poids de mille grains qui leur est propre et qui ne ressemble pas à celui d'une autre variété. Par contre d'autres variétés qui sont au nombre de 4 ont le même poids de mille grains deux à deux et

Chapitre 3 : résultats t discussion

appartiennent à différentes classes. La classe A et C renferme chacune un seul groupe de variétés sahariennes qui présentent le même poids de 1000 grains à savoir les variétés 1 et 37 qui proviennent respectivement de Ouled Rached et Tougourt caractérisant la classe A, et les variétés 3 et 34 provenant de Layada et Ouled el hadj el mamoun de la classe (C) (tableau 2).

Nous remarquons également que les trois variétés du blé tendre du nord à savoir les variétés 41,42 et 43 présentent des poids de mille grains de 54.55 g, 56.95 g et 39.48 g, respectivement et appartiennent à des classes différentes. Les variétés 41 et 42 appartiennent à la même classe.

Sachant que la valeur moyenne du poids de 1000 grains est de 48.68 g en tenant compte des valeurs minimale et maximale enregistrées dans le groupe des variétés de blé tendre des oasis analysées, nous pouvons diviser notre populations en deux groupes :

- 1^{er} groupe : 33.22 g – 48.68 g
- 2eme groupe : 48.68 g – 64.15 g

Et nous pouvons constater d'après ce résultat que la majorité des variétés analysées appartiennent au groupe 2 tandis que le groupe 1 renferme 12 variétés uniquement.

2. Indice de similarité/dissembance entre les variétés de blé tendre analysées basés sur les propriétés physiques du grain

Les indices de dissemblances calculés pour les 43 variétés de blé tendre analysées dans cette étude sont présentés dans la matrice suivante (tableau 15).

Il ressort des résultats obtenus que l'indice de dissemblance se situe entre 1.41% et 4.69 % :

- ❖ les IRD allant jusqu'à 3,05% traduisent des grains voisins et que les grains ont plus de ressemblances que de dissemblances.
- ❖ les valeurs d'IRD supérieures à 3,05% indiquent que les accessions sont moyennement différentes.

Des valeurs élevées signifient que les variétés présentent de nombreuses dissemblances dans les caractéristiques physiques du grain, c'est le cas des variétés (11) d'Ouled Rached avec (19) d'Aguil ; (16) de Sali avec (43) qui est un blé tendre du nord et la variété (4) de Tamantit avec la variété (20) de Layada (IRS= 4.69%).

Chapitre 3 : résultats t discussion

A l'inverse, la variété (14) d'Adjir avec (36) de Tamantit et (21) de Touat avec (3) de Layada apparaissent voisines et leurs grains présentent les mêmes propriétés physiques avec un indice de dissemblance faible (1.41 %).

L'analyse des caractères morphologiques en calculant des indices de similarité/dissemblances mettent en exergue le degré de parenté ou l'éloignement morphologique des variétés. Seulement, il existe deux autres présentations des résultats obtenus en établissant l'arbre phylogénique ou dendrogramme et l'analyse en Composante Principale (l'ACP).

3. Analyse en cluster basée sur les propriétés physique du grain

Le dendrogramme généré à partir des propriétés physiques du grain est illustré dans la figure 16.

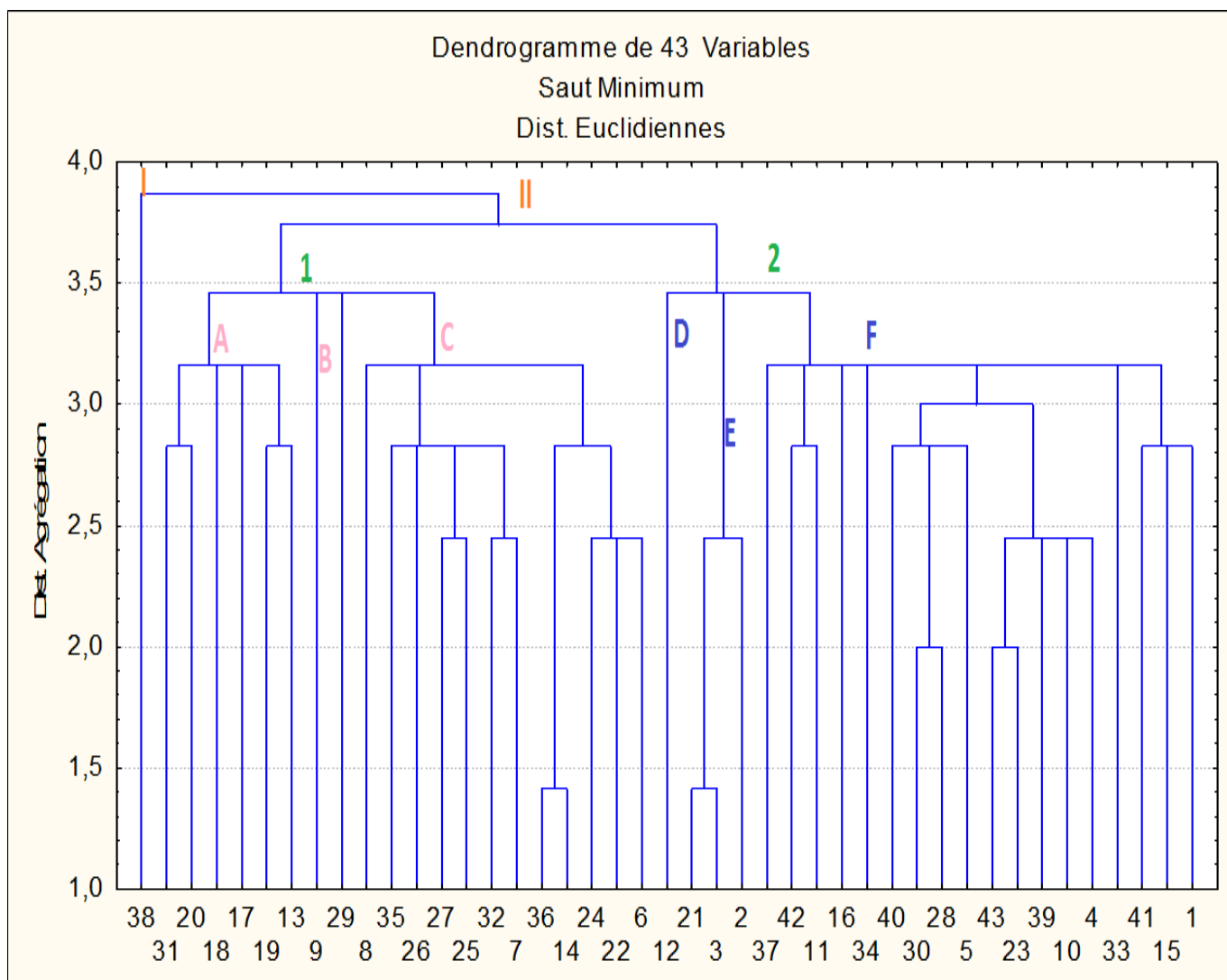


Figure16: Dendrogramme des distances euclidiennes basé sur les propriétés physiques du grain des variétés de blé tendre étudiées.

Le dendrogramme est composé de 2 groupes majeurs à la distance d'agrégation $d=3,88$. La variété (38) provenant de Tougourt constitue un groupe à part (I). Cette variété présente alors des propriétés physiques du grain qui sont différentes de celles des autres variétés. Le 2eme groupe (II) est très polymorphe, il est formé par le reste des variétés à la distance 3,7. Nous constatons l'existence de 2 sous groupes à la distance $d=3,48$:

Chapitre 3 : résultats t discussion

- Le 1^{er} sous groupe (1) à $d=3,48$, est divisé à son tour en 3 groupes (A, B, C). Pour le groupe (A), on trouve 2 clades renfermant les variétés 31 et 20 de Tamntit et Lyada (Adrar) respectivement et les variétés 13 et 19 provenant de Touat et Aguil, respectivement. Ces 2 clades sont liés à une distance euclidienne ($d=2,8$) et les variétés qui les composent présentent beaucoup de similitudes dans les propriétés physiques du grain. A la distance 3,19 on trouve deux variétés 17 et 18 provenant de Tsabit et Baouandji, respectivement, et qui constituent chacune un groupe à part.
- Le groupe (B) contient deux variétés 9 et 29 provenant de El Mansour et Touat, respectivement à $d=3,48$. Chaque variété constitue un groupe distinct.
- Le groupe (C) est plus polymorphe, il est constitué de 3 cluster dont le 1^{er} est constitué d'une seule variété à $d= 3,19$ (8) provenant d'Aguil qui se caractérise par des propriétés physique du grain différentes. Le second comprend six variétés comme suit: deux variétés constituent chacune un groupe à part (35 avec 26) d'In zaghlouf et Zaghlou Touat, respectivement à $d=2,8$. La coupure à $d=2,48$ montre 2 clade renfermant les variétés 27 de Tamantit avec 25 de Tamantit le 2eme clade à la même distance renferme les variétés (32 avec 7) provenant de Tidmaine et Aoulef, respectivement. Les variétés constituant chaque clade sont très semblables et très proches. Le 3eme cluster à la distance $d=1,41$ renferme les variétés (14 d'Adjir avec 36 de Tamantit) qui présentent des propriétés physique du grain similaires et un autre clade formé de 3 variétés à la distance d'agrégation $d= 2,48$ (24, 22 et 6) provenant de Aghil touat, In Salah et Tilouline, respectivement.
- Le grand second groupe (2) à la distance $d=3,48$ se subdivise en trois groupes :
 - La variété 12 provenant de el barka constitue un groupe à part (D) à la distance d'agrégation $d= 3.48$. Cette accession présente alors des propriétés physiques du grain qui sont différentes de celles des autres accessions.
 - Le 2eme groupe (E) à ($d=2.48$) comprend la variété 2 provenant de ztehinou neaoulef. Cette dernière est liée à la distance euclidienne $d= 1.4$ aux variétés 21 et 3 provenant de Touat et Layada, respectivement et qui forme un groupe entre elles.
 - Le 3eme groupe (F) à $d=3.19$ est le plus polymorphe et se subdivise alors en 7 sous-groupes bien distincts qui sont comme suit :
- Les variétés 37, 16, 34 et 33 provenant de Tougourtb, Sali, ouled el hadj el mamoun et Igosten, respectivement constituent des sous-groupes à part.

Chapitre 3 : résultats t discussion

- le 1^{er} sous groupe à $d=2.8$ comprend les variétés 42 et 11 provenant de Constantine et Ouled Rached, respectivement et qui forment un groupe entre elles (clade)
- Alors que le 2eme sous-groupe se subdivise à son tour en 2 autres sous groupes à la distance euclidienne $d=3$: le premier sous-groupe à $d=2.8$ se compose de deux variétés 40 et 5 provenant d'Adrar et Touat, respectivement, qui constitue chacune un groupe à part et qui sont liés à la distance d'agrégation $d=2$ avec les variétés 30 et 28 provenant de Toua et Ouled Rached, respectivement et qui forment un clade entre elles et partagent les mêmes caractères. Le 2eme sous-groupe à $d=2.48$ renferme les variétés 39 ; 10 et 4 provenant de Tougourt, Ouled Rached et Tamantit qui constitue chacune un groupe à part et qui sont liées à la distance d'agrégation $d=2$ avec les variétés 43 et 23 provenant de Constantine et de Ait Abdel Moumen, respectivement. Elles forment un group entre elles et montrent les mêmes caractéristiques physiques du grain. Le dernier groupe à la distance euclidienne $d=2.8$ comprend les variétés 41 ,15 et 1 provenant de Constantine, Zte Kounta et Ouled Rached, respectivement.

La distance euclidienne la plus éloignée est observée entre «36 -14 » et « 21-3 » et «38 » d'une part et avec les autres accessions d'autre part. En parallèle, la plus faible distance est observée entre les accessions « 36 - 14 » et « 21-3 ».

La variabilité de l'espèce *Triticum aestivum* entre les sites étudiés est examinée par la matrice de similarité (Tableau15). La faible valeur de la distance euclidienne indique un haut niveau d'homologie dans le modèle de variation des caractères physiques du grain. Les variétés « 36-14 - 21-3 » qui proviennent de Tamantit, Adjir , Touat et Layada, respectivement ont la faible distance ($d=1.41$) et sont presque identiques. La variété 38 appartenant à ($d=3,38$) présente beaucoup de différences dans ses caractères physiques du grain par rapport à toutes les autres variétés.

4. Analyse en composante principale basée sur les propriétés physiques du grain

Afin de clarifier les relations entre les variétés de blé tendre analysées en fonction des caractères physiques des grains qui contribuent le plus à la séparation des variétés, une Analyse en Composante Principale (ACP) a été réalisée. Les résultats de l'ACP sont présentés dans la figure 17.

Les variables bien représentées sont celles qui sont proches du cercle, celles qui sont proches de l'origine sont mal représentées.

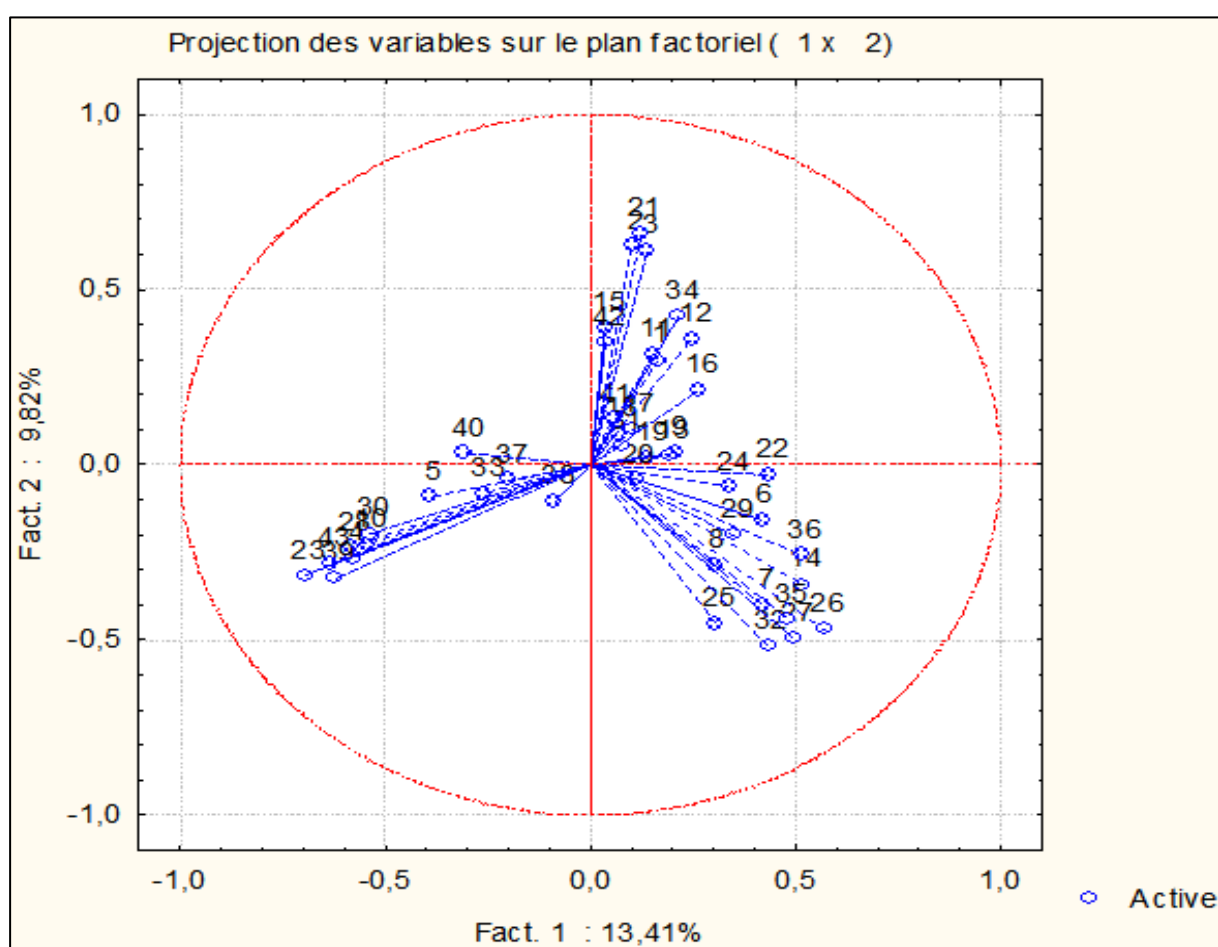


Figure 17 : cercle de corrélation des différents caractères étudiés

Les deux premiers axes de l'ACP (Figure 17) qui ont expliqué 23.23 % de la variabilité totale ont été retenus pour l'analyse. Près de 13.41 % de cette variabilité est associé à l'axe I (F1). L'axe II (F2) a expliqué 9.82 % de la variabilité.

Chapitre 3 : résultats t discussion

Les variétés qui ont fortement contribué à la formation du PC1 sont les variétés sahariennes 26 provenant de Zaghlou Toua et 27 provenant de Tamantit et 32 provenant de Tidmaine et celles qui contribuent le plus à la formation du PC2 et qui sont bien corrélée avec les deux facteurs sont les variétés 21, 2 et 3 provenant respectivement de Touat et Zte Hinoune Aoulef et Layada

La projection des 43 variétés sur le plan formé par les deux premiers axes de l'ACP a mis en évidence trois groupes. Le groupe 1 comprend 14 variétés caractérisées par une longueur, une largeur et une épaisseur du grain supérieure à la moyenne de chaque paramètre et un poids de mille grains élevé. Le deuxième groupe est composé de 17 variétés caractérisées également par une longueur, largeur et épaisseur du grain élevées ainsi que le poids de mille grains. Au niveau du troisième groupe se positionnent les 12 variétés présentant les grains les plus petits, avec poids de mille grains moyen à faible (Figure 17). Les principaux traits ayant servi à répartir les variétés sahariennes font partie des caractères physiques du grain et qui font partie des caractères morphologiques les plus discriminants pour la classification des variétés.

5. Evaluation des variétés de blé tendre analysées

L'évaluation des 43 variétés de blé tendre analysées permet leur classement en fonction des caractéristiques physiques du grain et est représentée dans le tableau 16.

Tableau 16. Classement des variétés selon les propriétés physiques du grain.

| Valeurs | L (mm) | W (mm) | T (mm) | Da | Dg | ϕ (%) | S (mm ²) | V (mm ³) | Dsq | De | Ras | PMG |
|----------|-----------|-----------|-----------|-------|----|---------------|-------------------------|-------------------------|-----|----|-----|-----|
| minimale | 37 | 40 | 40 | 40 | 40 | 38 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 30 |
| maximale | 38 | 20 | 20 | 20/38 | 20 | 2 | 20 | 20 | 20 | 20 | 2 | 8 |

A la lumière de tous les résultats précédents, nous avons pu classer nos variétés de blé tendre des oasis étudiées. L'évaluation des paramètres physiques du grain de chaque variété nous a permis d'établir le classement global et de ressortir la variété présentant de gros grains et la variété présentant les plus petits grains. Il ressort que la variété 40 caractérisée par des valeurs minimales de 9 paramètres sur les 12 paramètres analysés est la variété qui présente les grains les plus petits tandis que la variété 20 caractérisée par les valeurs maximales de 7 paramètres évalués est celle qui présente les plus gros grains.

Chapitre 3 : résultats t discussion

La taille des grains est considérée comme un facteur important de la valeur semoulière du blé dur. Les variétés à gros grains sont généralement préférées aux variétés à petits grains car ils donnent des rendements semouliers supérieurs à l'exception des grains mitadinés ou échaudés par le froid ou le stress hydrique qui peuvent perturber l'interprétation des résultats.

Conclusion générale

Notre étude a pour objectif principal d'apprécier la diversité génétique du blé tendre originaire des oasis algériennes par l'utilisation des marqueurs morphologiques et plus particulièrement les propriétés physiques du grain.

Les principaux résultats obtenus ont permis de tirer les conclusions suivantes :

- Les résultats de l'analyse des propriétés physiques du grain des variétés du blé tendre saharien ont révélé des différences remarquables entre les variétés.
- La majorité des variétés analysées ont une longueur du grain qui dépasse les 7.08 mm et uniquement 1 seule variété présente une longueur inférieure à la valeur moyenne
- La majorité des variétés analysées ont une largeur du grain qui dépasse les 2.9 mm et uniquement 4 variétés présentent des largeurs inférieures à la valeur moyenne.
- La majorité des variétés analysées ont une épaisseur du grain qui dépasse les 2.98 mm à l'exception de 5 variétés caractérisées par une «épaisseur du grain inférieure à la valeur moyenne.
- La majorité des variétés analysées ont une moyenne arithmétique du grain supérieure à 4.06 sauf 4 variétés qui présentent des valeurs inférieures à la moyenne.
- La majorité des variétés analysées ont une moyenne géométrique du grain supérieure à 3.76 et uniquement 3 variétés présentent des valeurs inférieures à la moyenne.
- La sphéricité du grain est supérieure à 0.6 % chez la majorité des variétés de blé tendre analysées à l'exception de 6 variétés.
- La surface du grain dépasse les 47.42 mm² pour la majorité des variétés analysées mis à part 4 variétés dont la surface est inférieure à la valeur moyenne.
- 11 variétés de blé tendre analysées sont caractérisées par un volume de grain qui est inférieur à 33.36 mm³, contrairement à la majorité où le volume du grain est supérieur à la valeur moyenne.
- La majorité des variétés de blé tendre présentent une moyenne carrée des diamètres du grain supérieur à 7.77 à l'exception de 5 variétés.
- Le diamètre équivalent du grain est supérieur à 3.90 chez la plus part des variétés analysées. Trois variétés présentent des valeurs inférieures à la valeur moyenne.
- Le ratio de l'aspect du grain est de 0.49. La majorité des variétés analysées présentent des valeurs qui dépassent la valeur moyenne tandis que 8 variétés présentent des valeurs inférieures.

Conclusion générale

- 12 variétés sont caractérisées par un poids de 1000 grains inférieur à 48.68g, ce qui n'est pas le cas pour les autres variétés dont les 1000 grains pèsent plus que la valeur moyenne du poids.
- Il ressort des résultats obtenus que l'indice de dissemblance se situe entre 1.41% et 4.69%.
- Le dendrogramme est composé de 2 groupes majeurs à la distance d'agrégation $d=3,88$ et la variété (38) provenant de Tougourt constitue un groupe à part.
- La distance euclidienne la plus éloignée est observée entre les variétés «36 -14 », « 21-3 » et «38 » d'une part et avec les autres accessions d'autre part. En parallèle, la plus faible distance est observée entre les variétés « 36 - 14 » et « 21-3 ».
- La projection des 43 variétés sur le plan formé par les deux premiers axes de l'ACP a mis en évidence trois groupes.
- L'évaluation des paramètres physiques du grain de chaque variété nous a permis d'établir le classement global et de ressortir la variété présentant de gros grains et la variété présentant les plus petits grains. Il ressort que la variété 40 présente les grains les plus petits tandis que la variété 20 présente les plus gros grains.

En perspective, il conviendrait aussi d'élargir ce travail par l'étude de la diversité génétique de blé tendre des oasis par des marqueurs biochimiques et moléculaires.

Résumé

Toute stratégie d'amélioration ou de gestion des ressources génétiques nécessite la description et la mesure préalable de la diversité de ces ressources. La caractérisation morphologique constitue la première étape incontournable pour l'évaluation, la description et la classification de tout germoplasme. Elle permet une identification des accessions spécifiques et révèlent généralement d'importants traits d'intérêts pour les sélectionneurs. En outre, les caractères morphologiques présentent l'avantage d'être facilement perceptibles et constituent un niveau de diversité auquel les agriculteurs ont un accès immédiat.

Notre étude rentre dans ce contexte et a pour objectif principal d'apprécier la diversité génétique du blé tendre originaire des oasis algériennes par l'utilisation des marqueurs morphologiques et plus particulièrement les propriétés physiques du grain.

La caractérisation morphologique en se basent sur les propriétés physiques du grain a porté sur 40 variétés de blé tendre (*Triticum aestivum*) représentatives de la variabilité existante dans certaines Oasis du Sahara Algérien. Trois variétés du blé tendre du nord ont été également testées.

Les résultats de l'analyse des propriétés physiques du grain des variétés du blé tendre saharien ont révélé des différences remarquables entre les variétés. Il ressort des résultats obtenus que l'indice de dissemblance se situe entre 1.41% et 4.69 %. La classification hiérarchique représenté par un dendrogramme révèle que ce dernier est composé de 2 groupes majeurs à la distance d'agrégation $d=3,88$ et la variété 38 provenant de Tougourt constitue un groupe à part. La distance euclidienne la plus éloignée est observée entre les variétés «36 - 14 », « 21-3 » et «38 » d'une part et avec les autres accessions d'autre part. En parallèle, la plus faible distance est observée entre les variétés « 36 - 14 » et « 21-3 ». La projection des 43 variétés sur le plan formé par les deux premiers axes de l'ACP a mis en évidence trois groupes.

L'évaluation des paramètres physiques du grain de chaque variété nous a permis d'établir le classement global et de ressortir la variété présentant de gros grains et la variété présentant les plus petits grains. Il ressort que la variété 40 présente les grains les plus petits tandis que la variété 20 présente les plus gros grains.

En perspective, il conviendrait aussi d'élargir ce travail par l'étude de la diversité génétique de blé tendre des oasis par des marqueurs biochimiques et moléculaires.

Mots clés : blé tendre (*Triticum aestivum*), oasis algérienne, propriétés physiques du grain.

Abstract

Any strategy for improving or managing genetic resources requires the description and prior measurement of the diversity of these resources. Morphological characterization is the first essential step in the evaluation, description and classification of any germplasm. It allows for the identification of specific accessions and generally reveals important traits of interest to breeders. In addition, the morphological characters have the advantage of being easily noticeable and constitute a level of diversity to which farmers have immediate access.

Our study fits into this context and the main objective is to assess the genetic diversity of bread wheat originating in Algerian oases through the use of morphological markers and more particularly the physical properties of the seed.

The morphological characterization based on the physical properties of the seed focused on 40 varieties of bread wheat (*Triticum aestivum*) representative of the variability existing in certain Oases of the Algerian Sahara. Three varieties of soft northern wheat were also tested.

The results of the analysis of the physical properties of the seed of Saharan bread wheat varieties revealed remarkable differences between the varieties. The results obtained show that the dissimilarity index is between 1.41% and 4.69%. The hierarchical classification represented by a dendrogram reveals that the latter is made up of 2 major groups at the aggregation distance $d = 3.88$ and the variety 38 from Tougourt constitutes a separate group. The furthest Euclidean distance is observed between varieties "36 -14", "21-3" and "38" on the one hand and with the other accessions on the other. In parallel, the smallest distance is observed between the varieties "36 - 14" and "21-3". The projection of the 43 varieties on the plane formed by the first two axes of the PCA revealed three groups.

The evaluation of the physical parameters of the seed of each variety allowed us to establish the overall classification and to highlight the variety with large seeds and the variety with the smallest seeds. It appears that variety 40 has the smallest seeds while variety 20 has the largest seeds.

In perspective, it would also be appropriate to extend this work by studying the genetic diversity of bread wheat from oases by biochemical and molecular markers.

Key words: bread wheat (*Triticum aestivum*), Algerian oases, physical properties of the seed.

ملخص

تتطلب أي استراتيجية لتحسين أو إدارة الموارد الجينية الوصف والقياس المسبق لتنوع هذه الموارد. التوصيف المورفولوجي هو الخطوة الأساسية الأولى في تقييم ووصف وتصنيف أي مادة وراثية. وهو يسمح بتحديد أنواع معينة من المُدخّلات ويكشف عموماً عن سمات مهمة تهتم المربين. بالإضافة إلى ذلك ، تتميز الخصائص المورفولوجية بكونها ملحوظة بسهولة وتشكل مستوى من التنوع يمكن للمزارعين الوصول إليه على الفور.

تتلاءم دراستنا مع هذا السياق والهدف الرئيسي هو تقييم التنوع الجيني القمح اللين الذي نشأ في الواحات الجزائرية من خلال استخدام العلامات المورفولوجية وخاصة الخصائص الفيزيائية للبذور.

ركز التوصيف المورفولوجي القائم على الخصائص الفيزيائية للبذرة على 40 نوعاً من القمح اللين (*Triticum aestivum*) ممثلاً للتنوع الموجود في بعض واحات الصحراء الجزائرية. كما تم اختبار ثلاثة أصناف من القمح الشمالي اللين.

أظهرت نتائج تحليل الخصائص الفيزيائية لبذور أصناف القمح اللين الصحراوي اختلافات ملحوظة بين الأصناف. بينت النتائج المتحصل عليها أن مؤشر الاختلاف يتراوح بين 1.41% و 4.69%. يكشف التصنيف الهرمي الذي يمثله مخطط شجر الأسنان عن أن الأخيرة تتكون من مجموعتين رئيسيتين على مسافة التجميع $d = 3.88$ والصنف 38 من تقرب يشكل مجموعة منفصلة. لوحظت أبعد مسافة إقليدية بين الأصناف "14-36" و "3-21" و "38" من ناحية ومع الأنواع الأخرى من ناحية أخرى. في موازاة ذلك ، لوحظت أصغر مسافة بين الصنفين "14-36" و "3-21". كشف إسقاط الأصناف الـ 43 على متن الطائرة المكونة من المحورين الأولين من PCA عن ثلاث مجموعات.

سمح لنا تقييم المعلمات الفيزيائية للبذرة لكل صنف بتحديد التصنيف العام وإبراز الصنف ذي البذور الكبيرة والصنف ذي البذور الأصغر. يبدو أن الصنف 40 يحتوي على أصغر البذور بينما يحتوي الصنف 20 على أكبر البذور.

في المنظور ، سيكون من المناسب أيضاً توسيع هذا العمل من خلال دراسة التنوع الجيني للقمح اللين من الواحات بواسطة الواسمات البيوكيميائية والجزيئية.

الكلمات المفتاحية: القمح اللين (*Triticum aestivum*) ، الواحات الجزائرية ، الخصائص الفيزيائية للبذور.

Références bibliographiques

- C Antoine, S Peyron, V Lullien-Pellerin...** - *Journal of Cereal ...*, 2004 - Elsevier
- Chapman, g.p.**, 2009. Grass evolution and domestication. Grass evolution and domestication, xviii + 390 pp.
- Ducellier, I.** (1920).les blés du sahara, alger, 56 p. (bibliothèque du colon du nord de l'Afrique).
- Dvorak, j., lu, m.c., yang, z.l., and zhang, h.b.** 1998. The structure of aegilops tauschii genepool and the evolution of hexaploid wheat, *theor. Appl. Genet.*, 97(4): 657–670.
- Erroux**, 1963-les blés des oasis sahariennes. Mémoire n°7. Institut de recherche sahariennes. Alger.
- Feillet. P.** 2000-le grain de blé, composition et utilisation. Inra (l'institut nationale de la recherche agricole) alger.
- Kadri. D et sidi yakoub. Z** ,2006-contribution à l'étude de trois formules de fertilisation sur le blé dur (triticum durum) dans la région de sidi bel abbés ; mémoire de fin d'étude. Faculté de science. Agronomie (tlemcen).
- Mazoyer. M.** 2002-larousse agricole.ed : mathilde majorelassitée de nora scottthierryoliveaux : dossiers (institutions et organismes) et (données économique)
- Mckevith, b.** 2004. Nutritional aspects of cereals. *Nutrition bulletin*, 29: 111-142.
- Moule** ,1971-les céréales. Ed. Maison rustique. Paris
- Nelson, j. H.** 1985. Wheat: its processing and utilization. *American journal of clinical nutrition*, 41: 1070–1076.
- Smith, c. And wayne, a.** 1995. Crop production. John wiley and sons; 60-62.
- Varoquaux f. Et pelletier g.** 2002. Evolution des techniques, outils et méthodes en-46-amélioration des plantes. "le sélectionneur français" 2002 (53) ; 55-67.

Références bibliographiques

Waines, j. G. And barnhart, d. 1992. Biosystematic research in aegilops and triticum
hereditas, 116: 207-212.

Année universitaire : **2019/2020**

Présenté par : BOUAMAMA Sandra
REBGUI Zahra Chourouk

Mémoire pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et Ecologie Végétale
Option : Biologie et physiologie de la reproduction

Thème : Appréciation de la diversité génétique des variétés de blé tendre (*Triticum aestivum*) originaires des oasis algériennes par l'utilisation des propriétés physiques du grain

Résumé

Toute stratégie d'amélioration ou de gestion des ressources génétiques nécessite la description et la mesure préalable de la diversité de ces ressources. La caractérisation morphologique constitue la première étape incontournable pour l'évaluation, la description et la classification de tout germoplasme. Elle permet une identification des accessions spécifiques et révèle généralement d'importants traits d'intérêts pour les sélectionneurs. En outre, les caractères morphologiques présentent l'avantage d'être facilement perceptibles et constituent un niveau de diversité auquel les agriculteurs ont un accès immédiat.

Notre étude rentre dans ce contexte et a pour objectif principal d'apprécier la diversité génétique du blé tendre originaire des oasis algériennes par l'utilisation des marqueurs morphologiques et plus particulièrement les propriétés physiques du grain.

La caractérisation morphologique en se basant sur les propriétés physiques du grain a porté sur 40 variétés de blé tendre (*Triticum aestivum*) représentatives de la variabilité existante dans certaines Oasis du Sahara Algérien. Trois variétés du blé tendre du nord ont été également testées.

Les résultats de l'analyse des propriétés physiques du grain des variétés du blé tendre saharien ont révélé des différences remarquables entre les variétés. Il ressort des résultats obtenus que l'indice de dissemblance se situe entre 1.41% et 4.69%. La classification hiérarchique représentée par un dendrogramme révèle que ce dernier est composé de 2 groupes majeurs à la distance d'agrégation $d=3,88$ et la variété 38 provenant de Tougourt constitue un groupe à part. La distance euclidienne la plus éloignée est observée entre les variétés «36 -14 », « 21-3 » et «38 » d'une part et avec les autres accessions d'autre part. En parallèle, la plus faible distance est observée entre les variétés « 36 - 14 » et « 21-3 ». La projection des 43 variétés sur le plan formé par les deux premiers axes de l'ACP a mis en évidence trois groupes. L'évaluation des paramètres physiques du grain de chaque variété nous a permis d'établir le classement global et de ressortir la variété présentant de gros grains et la variété présentant les plus petits grains. Il ressort que la variété 40 présente les grains les plus petits tandis que la variété 20 présente les plus gros grains.

En perspective, il conviendrait aussi d'élargir ce travail par l'étude de la diversité génétique de blé tendre des oasis par des marqueurs biochimiques et moléculaires.

Laboratoire de Génétique Biochimie et Biotechnologies Végétales, Département de Biologie Végétale et Ecologie, Faculté des Sciences de la Nature et de la vie Université des frères Mentouri Constantine 1

Mots clés : blé tendre (*Triticum aestivum*), oasis algérienne, propriétés physiques du grain.

Jury d'évaluation :

Président du jury : Dr. HAMOUDA Dounia (UFMC1)

Encadreur : Dr. BELIL.Ines (UFMC1)

Examineur : Dr. LOUALI Yamouna (UFMC1)