

République Algérienne Démocratique et Populaire

الجمهورية الديمقراطية الشعبية الجزائرية

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ecole Nationale Supérieure Agronomique (ENSA)-El Harrach-Alger

## **THESE**

**PRESENTEE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTEUR EN  
SCIENCES AGRONOMIQUES**

**DIVERSITE DES BLES OASIENS D'ALGERIE**

**OUMATA Sabrina**

Directrice de thèse : Pr MEKLIICHE-HANIFI Leila, ENSA-Alger

Co- Directeur : Pr DAVID Jacques, SupAgro-Montpellier-France

Soutenu publiquement le 03/02/2021

### **Devant le jury**

MEKLIICHE Arezki	Maitre de conférences A, ENSA-Alger	Président
BELLIL Ines	Maitre de conférences A, Univ-Constantine	Examineur
KHELIFI Douadi	Professeur, ENSB- Constantine	Examineur

Année Universitaire 2020/2021

*A ceux à qui je dois tant, de qui je tiens tout .....Mes Parents*

## **REMERCIEMENTS**

La réalisation d'une thèse est un long parcours parsemé d'inquiétudes, de doutes, de réflexions, de travail acharné mais aussi de belles rencontres, qui ont fait beaucoup pour m'amener à concrétiser ce travail. C'est ces belles âmes que je souhaite remercier.

Tous d'abord mes remerciements les plus chaleureux s'adressent aux Directeurs de thèse qui m'ont accompagné pendant ces années de thèse : ma Directrice de thèse Madame Mekliche-Hanifi Leila, Professeur à l'ENSA qui a accepté de diriger ce travail, pour ses encouragements, sa disponibilité et sa gentillesse. A mon Co- Directeur de thèse, Jacques David, Professeur à SupAgro Montpellier qui a accepté de diriger ce travail malgré ces multiples occupations pour ses orientations, ses remarques pertinentes et sa gentillesse.

Mes vifs remerciements au Docteur Mekliche Arezki pour la présidence du jury de thèse.

Mes sincères remerciements aux membres de mon jury de soutenance, Docteur Bellil Ines et Professeur Khelifi Douadi qui malgré leur multiples occupations ont accepté d'examiner ce travail.

Mes remerciements à Maria Zaharieva et Philippe Monneveux pour tous les échanges fructueux, pour l'intérêt et le soutien dont ils ont fait preuve. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude.

Au Professeur Chehat Fouad, ancien Directeur de l'INRAA puis Ministre délégué auprès du Ministère de l'Agriculture pour m'avoir fait confiance et m'avoir permis de réaliser les prospections et collectes du matériel végétal qui a fait l'objet de cette étude.

Mes vifs remerciements s'adressent également :

- A Kharsi Mohamed, qui m'a accompagné durant toute la durée de ma thèse, pour son aide précieuse et ses encouragements.
- A Kadri Yasser, ancien directeur de la station expérimentale de l'INRAA d'Adrar pour m'avoir assisté durant mes missions.
- A Foulaf Abdel-fadil, qui m'a accompagné durant mes missions de prospection et collecte à Adrar.
- A Gasmi Mabrouk, pour m'avoir ouvert les portes du désert de Tamanrasset, pour m'avoir orienté et pour son amitié.
- A Sabrani Boubaker, Slimani Yasmine, Bensalah Mohamed, Benabdelkader Houariya de l'INRAA d'Adrar pour leur précieuse aide.

J'adresse mes remerciements aux paysans de la région d'Adrar, de Tamanrasset et de Tindouf pour leurs hospitalités, leurs gentillesse et pour leurs collaborations durant mes missions de prospections et de collectes, qu'il trouve l'expression de ma profonde reconnaissance.

## RESUME

Le blé en Algérie est une culture très importante pour l'alimentation humaine. Environ 2 millions d'hectares sont ensemencés chaque année pour répondre aux besoins des populations. Cependant, la production se heurte à de multiples contraintes liées à l'utilisation de variétés mal adaptées, qui doivent faire face à des environnements caractérisés par une irrégularité des précipitations, une rareté de l'eau et des températures contrastées. L'oasis algérienne est un milieu hostile caractérisé par des températures élevées, une rareté de l'eau et une salinité des eaux et des sols. Dans ces oasis, les paysans cultivent depuis des générations des blés oasiens qui sont probablement adaptés à ces environnements particuliers. Ces blés méritent d'être connus et exploités dans les programmes de sélections et d'amélioration des blés algériens. L'objectif de notre étude est la connaissance des pratiques culturelles et alimentaires qui expliquent le maintien de ces variétés, la description des variétés et l'analyse de la diversité en tenant compte des milieux d'origines.

Des enquêtes réalisées auprès des paysans de la région d'Adrar, de Tamanrasset et de Tindouf, ont permis de mettre en évidence le rôle des paysans dans le maintien et la gestion des ressources génétiques de blés oasiens, leur utilisation culturelle (dans l'espace et dans le temps) et culinaire. Sur les 187 échantillons de blé collectés dans les champs des paysans, 57 formes et 38 variétés botaniques ont été déterminées en se basant sur les caractéristiques de l'épi et du grain. Une prédominance des blés tendres par rapport au blé dur a été notée.

L'évaluation de la diversité intra et inter-régionale a été réalisée sur 15 caractères qualitatifs et elle a porté sur 57 variétés de blés tendres, 5 variétés de blés dur et 3 variétés populations comprenant les deux espèces, collectées dans 2 régions (Adrar et Tamanrasset) et 10 communes. La distribution des fréquences intra et inter régionale montre une large diversité. Certains caractères étaient rares et ne se trouvaient que dans certaines communes. Les valeurs de l'indice de diversité  $H'$  étaient élevées pour la majorité des caractères étudiés.

Une caractérisation agro-morphologique de 57 variétés de blés tendres oasiens originaires de plusieurs localités du Sahara Algérien et 2 variétés commerciales a été réalisée à l'aide 21 caractères quantitatifs relatifs aux plants, aux épis, aux grains et aux glumes. L'analyse de la variance a révélé une importante diversité agro-morphologique entre les variétés et entre leurs milieux d'origines. Un niveau de variabilité différent pour chaque région a été attribué aux différences agro-climatiques caractérisant les régions.

L'étude a confirmé la particularité et la grande diversité des ressources génétiques du blé des oasis algériennes et a souligné l'importance de leur préservation et de leur utilisation dans les programmes de sélection.

**Mots clés :** Blés oasiens, variétés, diversité, gestion *in-situ*, Algérie.

**ABSTRACT**

Wheat in Algeria is a very important crop for human nutrition. About 2 million hectares are sown each year to meet the needs of the population. However, production copes with multiple constraints that are often due to the use of poorly adapted varieties submitted to very contrasting environments, characterized by irregular rainfall, water scarcity and contrasting temperatures. The Algerian oasis is a hostile environment characterized by high temperatures, water scarcity and salinity. In these oases, farmers have been cultivating oasis wheat for generations. They are adapted to these particular environments and deserve to be known and exploited in the programs of selection and improvement of Algerian wheat. The objective of our study is the knowledge of the cultural and food practices which explain the maintenance of these varieties, to describe these varieties and to analyze the diversity by taking into account the environments of origin.

Surveys carried out among farmers in the Adrar, Tamanrasset and Tindouf regions have revealed the role of farmers in the maintenance and management of oasis wheat genetic resources, their use in cultivation (in space and time) and in culinary uses. Of the 187 wheat samples collected from the farmers' fields, 57 forms and 38 botanical varieties were determined on the basis of ear and grain characteristics. A predominance of bread wheat over durum wheat was recorded.

The assessment of intra and inter regional diversity was conducted with 15 qualitative characteristics and 57 varieties of bread wheat, 5 varieties of durum wheat and 3 varieties including both species, collected in 2 regions (Adrar and Tamanrasset) and 10 localities. The intra and inter regional frequency distribution shows a wide diversity. Some characteristics were rare and were only found in some areas. The values of the diversity index  $H'$  were high for the majority of the studied characters.

An agro-morphological characterization of 57 varieties of oasis bread wheat originating from different localities of the Algerian Sahara and 2 commercial varieties was carried out using 21 quantitative traits relating to plants, ears, grains and glumes. The analysis of variance revealed an important agro-morphological diversity between varieties and between their environments of origin. A different level of variability for each region was attributed to the agro-climatic differences characterizing the regions.

The study confirmed the particularity and great diversity of the genetic resources of wheat from Algerian oases and stressed the importance of their preservation and use in breeding programs.

**Keywords:** Oasis wheat, varieties, diversity, *in-situ* management, Algeria.

## ملخص

يعتبر القمح في الجزائر محصولاً مهماً جداً للاستهلاك البشري، لذلك، تزرع عدة هكتارات كل عام، لتلبية احتياجات السكان. ومع ذلك، يواجه الإنتاج صعوبات متعددة، غالباً ما تكون ناجمة عن استخدام أصناف سيئة التكيف والتي يتعين عليها التعامل مع بيئات شديدة التباين، تتميز بعدم انتظام هطول الأمطار، وندرة المياه ودرجات الحرارة المتباينة. الواحة الجزائرية، بيئة خاصة تتميز بارتفاع درجات الحرارة وندرة المياه والملوحة. قام الفلاحون ولأجيال عدة، بزراعة قمح الواحات، الذي تكيف مع هذه البيئات الخاصة، والتي تستحق أن تُعرف وتُستغل في برامج الاختيار والتحسين للقمح الجزائري. الهدف من دراستنا هو معرفة ممارسات الزراعة والغذاء التي تشرح الحفاظ على هذه الأصناف، لوصف هذه الأصناف وتحليل التنوع مع مراعاة بيئات المنشأ.

مكننا الدراسات الاستقصائية التي أجريت بين الفلاحين في منطقة أدرار وتمنراست وتندوف، من إبراز دور الفلاحين في صيانة وإدارة الموارد الوراثية لقمح الواحات، واستخدام الإستهبات (في الزمان و المكان) والطهي. فمن بين 187 عينة قمح، التي جمعت من بساتين المزارعين، تم تحديد 57 شكلاً و 38 نوعاً نباتياً، بناءً على خصائص السنبله والحبّة. لوحظ وجود غلبة للقمح اللين على القمح الصلب.

تم إجراء تقييم التنوع الإقليمي الضمّني والداخلي، باستخدام 15 خاصية نوعية و 57 نوعاً من القمح اللين، و 05 أنواع من القمح الصلب و 03 أصنافاً تشمل كلا النوعين، تم جمعها في منطقتين (أدرار وتمنراست) و 10 مواقع. يُظهر توزيع التردد داخل المناطق وفيما بينها تنوعاً واسعاً. كانت بعض الخصائص نادرة ولم توجد إلا في بعض المجتمعات المحلية. كانت قيم مؤشر التنوع H عالية لغالبية الصفات المدروسة.

تم إجراء توصيف زراعي مورفولوجي لـ 57 نوعاً من قمح الواحات من عدة مناطق في الصحراء الجزائرية باستخدام 21 خاصية كمية تتعلق بالانتخاب الكمي للنباتات والسنابل و الحبوب والقنبعة أو العصفه. كشف تحليل التباين عن تنوع زراعي مورفولوجي كبير بين السكان وبين بيئاتهم الأصلية. تم إرجاع مستوى مختلف من التباين لكل منطقة إلى الاختلافات الزراعية المناخية التي تميز المناطق. أكدت الدراسة خصوصية الموارد الوراثية لقمح الواحات الجزائرية وتنوعها الكبير وأكدت على أهمية الحفاظ عليها واستخدامها في برامج تحسين و اختيار القمح.

**الكلمات المفتاحية:** قمح الواحات، أصناف، تنوع، تسيير في الموقع، الجزائر.

**LISTE DES TABLEAUX**

Tableau 1.1	Importation des céréales en 2017.....	10
Tableau 2.1	Liste et localité des variétés identifiées.....	35
Tableau 2.2	Les différentes utilisations du blé dans les oasis du sud de l'Algérie.....	43
Tableau 2.3	Principales caractéristiques agronomiques et utilisations de certaines variétés cultivées dans les oasis du sud de l'Algérie.....	46
Tableau 3.1	Liste des variétés de blés collectées dans les régions d'Adrar et de Tamanrasset.....	59
Tableau 3.2	Comparaison des fréquences phénotypiques (%) et des indices de diversité entre les blés tendres et les blés durs pour 15 descripteurs morphologiques.....	63
Tableau 3.3	Carrés moyens de l'indice de diversité et pourcentage de la variance totale des régions d'après l'analyse de la variance de H' pour les caractères individuels (blé tendre).....	67
Tableau 3.4	Comparaison entre les régions et entre les oasis à l'intérieur des régions des fréquences phénotypiques (%) et de l'indice de diversité H' de 15 descripteurs pour le blé tendre.....	69
Tableau 3.5	Comparaison entre les régions et entre les oasis dans les régions pour la fréquence phénotypique (%) et l'indice de diversité H' de 15 descripteurs dans le blé dur.....	73
Tableau 3.6	Valeur du Khi-carré ( $X^2$ ) de Pearson pour chaque caractère (Blé tendre et dur)...	75
Tableau 3.7	Valeur du Khi- carré de Pearson ( $X^2$ ) value pour chaque caractère et variété portent le même nom.....	77
Tableau 4.1	Liste des variétés étudiées et leurs origines.....	92
Tableau 4.2	Description des caractères agro-morphologiques mesurés.....	96
Tableau 4.3	Corrélation de Pearson entre différents caractères agro-morphologiques de 55 variétés de blé sahariens.....	109

## LISTE DES FIGURES

Figure 1.1	Superficies (ha) du blé dans le monde en 2017.....	7
Figure 1.2	Production (q) du blé dans le monde en 2017.....	8
Figure 1.3	Variation des superficies (ha) des céréales de 2014 à 2018.....	8
Figure 1.4	Variation des productions céréalières (q) de 2014 à 2018.....	9
Figure 1.5	Pourcentage de vente des semences par variété de blé dur 2018/2019.....	16
Figure 1.6	Pourcentage de vente des semences par variétés de blé tendre 2018/2019.....	17
Figure 1.7	Carte représentant les régions (Wilayas) de l'étude.....	18
Figure 1.8	Carte de l'Algérie montrant la région d'Adrar.....	20
Figure 1.9	Variation des températures à Adrar de 1980-2020.....	21
Figure 1.10	Variation des températures à Tamanrasset de 1980-2020.....	22
Figure 1.11	Variation des températures à Tindouf de 1980-2020.....	23
Figure 2.1	Carte de la région d'étude.....	31
Figure 2.2	Parcelle « <i>guemoun</i> » .....	39
Figure 2.3	Irrigation du « <i>guemoun</i> » par submersion.....	40
Figure 2.4	Entreposage et couverture du blé dans le champ.....	41
Figure 2.5	Battage manuelle des épis.....	41
Figure 2.6	Mode de conservation traditionnel du blé « <i>Matmoura</i> » .....	42
Figure 2.7	Mode de conservation des grains de blé .....	42
Figure 2.8	Moulin traditionnel en pierre.....	44
Figure 2.9	Ustensiles utilisés pour la cuisson du pain.....	44
Figure 3.1	Carte d'Algérie montrant les régions (Adrar et Tamanrasset) et les oasis où les variétés ont été collectées. ....	58
Figure 4.1	Carte représentant les deux régions et les 10 communes de l'étude.....	91
Figure 4.2	Variation des températures durant l'année 2012.....	94
Figure 4.3	Essai expérimental (2012-2013).....	95
Figure 4.4	Récolte de l'essai à la fin du mois d'avril.....	95
Figure 4.5	Variation de la longueur de la tige.....	98
Figure 4.6	Variation du nombre d'épis.....	99
Figure 4.7	Variation de la longueur de l'entre-nœud.....	100
Figure 4.8	Variation de la longueur du col de l'épi.....	100
Figure 4.9	Variation de la longueur de l'épi.....	101
Figure 4.10	Variation de la largeur (face) de l'épi.....	101
Figure 4.11	Variation du nombre d'épillets.....	102
Figure 4.12	Variation du nombre de grains par épi.....	103
Figure 4.13	Variation du poids de 1000 grains.....	104
Figure 4.14	Variation de la longueur du grain.....	104
Figure 4.15	Variation de la largeur du grain.....	105
Figure 4.16	Variation de la largeur de la glume.....	106
Figure 4.17	Représentation graphique des corrélations entre les variables quantitatives et les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales.....	110
Figure 4.18	Projection de 55 variétés sahariennes sur le plan 1-2 de l'analyse en composante principale réalisées sur 15 variables quantitatives.....	111

## LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 Exemples de variabilité retrouvés dans les régions d'étude
- Annexe 2 Fiche questionnaire de l'enquête
- Annexe 3 Échantillons, espèces, variétés, origines, caractères étudiés et variétés botaniques
- Annexe 4 Couleur de la glume
- Annexe 5 Forme du grain - a (1): ovoïde b (3): elliptique c (5): ovale
- Annexe 6 Analyse de variance de 21 caractères agro-morphologiques entre les régions d'origine des blés sahariens
- Annexe 7 Analyse de variance de 21 caractères agro-morphologiques entre les communes d'origine des blés sahariens
- Annexe 8 Analyse de variance de 21 caractères agro-morphologiques entre les variétés
- Annexe 9 Valeurs moyennes par caractère et par région (Wilaya)
- Annexe 10 Valeurs moyennes des différentes communes pour les différents caractères étudiés
- Annexe 11 Coordonnées factorielles basées sur les corrélations
- Annexe 12 Coordonnées factorielles des variables, basées sur les corrélations (55 variétés)

## PUBLICATION

Oumata S, David J, Mekliche-Hanifi, L, Kharsi M, Zaharieva M, Monneveux P (2020).  
Oasis wheats of the South of Algeria: landraces, cultural practices and utilization. *Genet Resour  
Crop Evol* 67, 325–337. <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00874-7>.

## SIGLES ET ABREVIATIONS

- FAO:** Food and Agriculture Organization of the United Nations (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
- FAOSTAT:** Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (base de données statistiques de l'organisation des Nation Unis)
- IBPGR:** International Board for Plant Genetic Resources (Institut international des ressources phytogénétiques)
- ICARDA :** International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (Centre international de recherche agricole dans les zones arides)
- INRAA :** Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie
- CYMMIT :** International Maize and Wheat Improvement Center (Centre international d'amélioration du maïs et du blé)
- MADR:** Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural
- OAIC :** Office Algérien Interprofessionnel des Céréales.
- UPOV :** Union pour la Protection des Obtentions Végétales

## Table des matières

<b>INTRODUCTION GENERALE</b> .....	1
<b>CHAPITRE I</b>	
<i>Généralités</i> .....	5
I. LE BLE .....	5
I.1.Taxonomie .....	5
I.2.Origine.....	6
I. 3. Statistiques générales sur la production.....	7
I.3.1. Le blé dans le monde .....	7
I.3.2. Le blé en Algérie .....	8
I.3.3. Disponibilité et importations des céréales.....	10
I.4. Diversité des blés en Algérie.....	10
I.4.1. Les blés cultivés anciennement.....	10
I.4.1.1. Les blés tendres.....	10
I.4.1.2. Les blés sahariens .....	12
I.4.1.3. Les blés durs .....	13
I.4.2. Les blés cultivés actuellement .....	15
II. CONTEXTE DE L'ETUDE.....	18
II.1. Cadre de la prospection et de la collecte des variétés de blés sahariens.....	18
II.2. Description de la zone d'étude.....	19
II.2.1. Adrar.....	19
II.2.2.Tamanrasset.....	21
II.2.3.Tindouf.....	22
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	24
<b>CHAPITRE II</b>	
<i>Gestion in- situ des blés sahariens et diversité des variétés botaniques</i> .....	28
INTRODUCTION.....	29
I. MATERIEL ET METHODES.....	31
I.1. Caractéristiques générales de la zone étudiée.....	31
I.2. Missions de collecte et enquêtes.....	32
II. RESULTATS.....	34
II.1. Espèces, variétés et formes dans les variétés présentes dans les oasis.....	34
II.2. Pratiques agronomiques.....	38
II.3. Utilisation traditionnelle des variétés.....	43
II.4. Caractéristiques agronomiques des variétés.....	47

III. DISCUSSION.....	48
CONCLUSION.....	51
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	52

**CHAPITRE III**

<i>Diversité des caractères qualitatifs des blés tendres et durs provenant de la région d’Adrar et Tamanrasset.....</i>	55
INTRODUCTION.....	56
I. MATERIEL ET METHODES.....	57
I.1. Matériel végétal.....	57
II. METHODES.....	61
II.1. Conditions expérimentales.....	61
II.2. Détermination de la distribution des fréquences et de l’indice de diversité.....	61
II.3. Analyses statistiques.....	62
II. RESULTATS.....	62
II.1. Comparaison entre le blé tendre et le blé dur.....	62
II.2. Comparaisons entre les régions et entre les oasis à l’intérieur des régions.....	66
II.3. Diversité entre les variétés et entre celles ayant les mêmes noms vernaculaires.....	75
III. DISCUSSION.....	79
CONCLUSION.....	83
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	84

**CHAPITRE IV**

<i>Diversité agro-morphologique des blés oasiens.....</i>	89
INTRODUCTION.....	90
I.MATERIEL ET METHODES.....	91
I.1. Matériel végétal.....	91
I.2. Conditions expérimentales.....	94
I.3. Caractérisation agro-morphologique.....	95
I.4. Analyses statistiques.....	97
II. RESULTATS.....	97
II.1.Diversité entre les régions, les communes et les variétés d’Adrar et de Tamanrasset.....	97
II.1.1.Caractères agro-Morphologiques relatifs aux plants.....	98
II.1.1.Caractères agro-Morphologiques relatifs aux épis.....	101
II.1.2.Caractères agro-Morphologiques relatifs aux grains.....	103
II.1.3. Caractères agro-Morphologiques relatifs aux glumes et glumelles.....	105
II.2. Structure de la diversité agro-morphologique.....	106

II.2.1. Corrélations entre les caractères phénotypiques.....	106
II.2.2. Analyse en composantes principales.....	110
III. DISCUSSION.....	112
CONCLUSION.....	116
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	117
<b>CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>120</b>
Conclusion générale.....	120
Perspectives.....	122
<b>ANNEXES .....</b>	<b>124</b>

## INTRODUCTION GENERALE

La diversité biologique des plantes cultivées joue un rôle essentiel sur les plans génétique, environnemental, alimentaire, socio-économique et culturel. Pourtant, les ressources qui pourraient contenir des gènes intéressants de résistances aux bio-agresseurs ou aux environnements sont menacées d'érosion génétique. La déperdition se traduit par une perte de gènes individuels ou d'une combinaison de gènes retrouvés dans les variétés traditionnelles adaptées aux conditions locales. Le remplacement des variétés locales par des variétés commerciales dans les systèmes agricoles traditionnels, l'uniformisation et l'intensification des cultures, l'urbanisation, la déforestation ont conduit à une réduction et à la disparition du patrimoine génétique. Leur conservation, leur description et leur amélioration sont nécessaires pour assurer une sécurité alimentaire.

Face au constat de déperdition des ressources génétiques, une convention sur la diversité biologique (CDB) a été adoptée en 1992 lors du sommet de la terre à Rio de Janeiro (Brésil). Ses principaux objectifs sont la conservation de la biodiversité, l'utilisation durable de ses éléments et le partage juste et équitable des avantages découlant de l'exploitation des ressources génétiques.

Plus tôt, sur le plan mondial, la prise de conscience s'est concrétisée par la création de plusieurs centres internationaux de conservation des ressources, qui gèrent de nombreuses collections de plantes cultivées dans les banques de gènes tels que le CIMMYT créé dans les années 40-50 et l'ICARDA créé en 1977.

D'autre part, plusieurs pays se sont dotés de banques de gènes pour la conservation des ressources génétiques. Les objectifs des banques sont : la collecte, la conservation, la multiplication et la description du matériel. La plus médiatique est Svalbard Global Seed Vault, en Norvège, qui propose une conservation de sécurité à l'échelle mondiale, en stockant des duplicata de ressources génétiques provenant d'autres banques de gènes. La plus grande banque de gènes d'Afrique est située à Addis-Abeba (Ethiopie) à l'institut éthiopien de la biodiversité (EBI) (PNUD, 2015). Plusieurs espèces domestiquées (cultivées) ou apparentées y sont conservées et font l'objet d'évaluation et/ou d'amélioration pour répondre aux attentes et aux défis. Parmi celles-ci, se trouve le blé qui fait l'objet de travaux de recherches entrepris dans cette thèse. Il fait partie des céréales les plus cultivées dans le monde avec une production et une consommation (734 Millions de tonnes) importante (FAOSTAT, 2018).

Les premiers indices de consommation du blé sauvage par l'humanité remontent à 19000 ans (Sissons et al., 2012) ; le blé a depuis lors occupé une place importante dans l'alimentation humaine. A partir d'espèces sauvages, l'homme, à travers différentes étapes et processus de sélection et de domestication est parvenu à la création de variétés répondant aux critères agronomiques qui lui conviennent (Nesbitt et Samuel, 1995).

Le blé a depuis toujours attiré l'intérêt des chercheurs de part le monde. On recense des milliers de travaux de recherche sur le genre *Triticum*. Les travaux entrepris sont axés sur plusieurs aspects ; la taxonomie, l'origine, la diversité génétique (morpho-physiologiques, technologiques...etc.) dont l'objectif est une meilleure connaissance et utilisation dans les programmes d'amélioration pour rechercher toujours des géotypes plus performants afin de répondre aux besoins des populations et de l'industrie.

Pour documenter l'histoire de la domestication, préserver l'humanité de la famine par la biodiversité, dès 1916, Vavilov agronome, botaniste et généticien a entrepris de parcourir le monde (64 pays) pour recenser la diversité au sein des espèces. Il établit une collection de 31 000 échantillons de blés.

Cet effort a ensuite été repris dans de nombreux pays. En Europe, ce sont surtout les premiers sélectionneurs qui ont constitué des collections des variétés locales à mesure que les variétés modernes les remplaçaient (Vilmorin, 1889).

Ensuite ce sont les institutions publiques qui ont pris le relais et ont constitué d'importantes collections qui se sont beaucoup échangées, pour les efforts de sélection d'abord puis d'études scientifiques ensuite.

En Algérie, le blé est la principale céréale produite et consommée, il est d'une grande importance alimentaire et économique. Les besoins en blé sont estimés à 251 kg/ habitant/ an. Chaque année, environ 2 Millions d'hectares sont emblavées afin de répondre à la demande du consommateur (<http://www.fao.org/faostat/fr>). Cependant, la production nationale reste limitée et ne couvre pas les besoins nationaux. Le gouvernement a recours chaque année aux importations. Des fluctuations des productions sont observées d'une année à une autre, elles sont dues aux aléas climatiques (sécheresse, gelée) et aux variétés commerciales semencées souvent peu adaptées aux caprices du climat algérien.

Parallèlement, des travaux de recherches sont menés dans les instituts de recherche, et techniques, centre de recherche et universités Algérienne pour l'amélioration et la création de variétés nouvelle. Cependant peu d'obtentions variétales sont enregistrées, les nouvelles variétés inscrites au catalogue national proviennent de variétés introduites de centres

internationaux tels que l'ICARDA, CYMMIT, des firmes semencières étrangères ou sont le fruit d'obtention réalisé à partir d'un croisement utilisant des génotypes de variétés étrangères.

Les blés locaux sont souvent négligés notamment les blés sahariens qui ont reçu très peu d'attention des sélectionneurs et des améliorateurs. Ces blés anciens sont cultivés exclusivement dans les oasis du sud Algérien. Ils sont cultivés et maintenus uniquement par les paysans de ces régions. Une attention particulière devrait être portée sur les blés sahariens provenant de régions hostiles d'autant plus que l'Algérie est particulièrement affectée par la sécheresse et est vulnérable face aux changements climatiques. A noter que dans le système de production des blés sous pivot dans le Sahara Algérien, les variétés cultivées sont celles cultivées au Nord du pays.

Dans ce contexte général, les blés des oasis pourraient jouer un rôle dans le développement de la production du blé en Algérie. Les céréales cultivées dans les oasis du Sahara sont souvent soumises à des stress dus à la salinité (eaux et sols) et à de faibles précipitations (moins de 50 mm/an), une irrigation irrégulière ou insuffisante et une forte évapotranspiration ; les températures sont très élevées durant la maturation des graines (35-40°C) et présentent de grandes amplitudes entre le jour et la nuit (Zaharieva et al., 2014). Les blés du Sahara devraient donc présenter des tolérances à ces contraintes. L'accumulation de connaissances sur la diversité est une voie pour le développement, la préservation, la conservation et l'utilisation de cette ressource dans les programmes de sélection et d'amélioration du blé en Algérie.

L'objectif général de cette étude est la connaissance des pratiques et utilisations des blés oasiens dans les régions sahariennes d'Adrar, Tamanrasset et Tindouf, la description et l'analyse de la diversité génétique et agro-morphologique des blés sahariens.

La présente thèse est structurée en quatre chapitres :

1. Un premier chapitre présente des données générales sur les blés, leurs importances et leurs diversités.
2. Un deuxième chapitre présente la gestion *in-situ* des blés sahariens dans les oasis et la diversité des variétés botaniques.

3. Un troisième chapitre présente l'analyse de la diversité des caractères qualitatifs des blés tendres et durs dans la région d'Adrar et de Tamanrasset.
4. Un quatrième chapitre présente la diversité agro-morphologique des blés tendres sahariens.
5. Enfin, la conclusion générale et les perspectives de l'étude font suite aux quatre chapitres.

## CHAPITRE I Généralités

### I. LE BLE

#### I. 1. Taxonomie

Les Blés sont subdivisés en trois groupes selon le nombre chromosomique (hexaploïde, tétraploïde et diploïde) : (1) :  $2n=42$  *Triticum aestivum* ssp. *aestivum*, *Triticum* ssp. *aestivum* spelt ; (2) :  $2n=28$  *Triticum durum* ssp. *durum* Desf. , *Triticum turgidum* ssp *diccoides* L., *Triticum turgidum* ssp *diccicum*; (3) :  $2n=14$  *Triticum monococcum* L., *Triticum urartu* (Bennici, 1986).

Deux espèces sont principalement cultivées et consommées: le blé dur *Triticum durum* ssp *durum* et le blé tendre *Triticum aestivum* ssp *aestivum*. Ces deux espèces se différencient principalement par la ploïdie de leur génome : tétraploïde pour le blé dur (AABB) essentiellement utilisé pour les pâtes et la semoule (couscous et pain en Algérie) ; et hexaploïde pour le blé tendre (AABBDD) qui sert à la fabrication du pain.

Le génome des différents blés est donc polyploïde et complexe. Selon l'espèce, il résulte de plusieurs étapes d'hybridation naturelle ou spontanée entre espèces de niveau de ploïdie inférieure. L'étude cytologique des espèces diploïdes de blé: *Triticum monococcum*, *Triticum speltoides* et *Triticum tauschii* a permis d'établir l'origine des blés cultivés.

L'emmer (*T. turgidum* L. spp. *diccicum* Schrank ex Schübler) est un blé tétraploïde (AABB ;  $2n = 4x = 28$ ) qui est une forme domestiquée de *T. turgidum* spp. *diccoides* (blé emmer sauvage). *Triticum turgidum* ssp. *durum* Desf., le blé dur (tetraploïde AABB;  $2n = 4x = 28$ ) provient de l'emmer domestiqué. L'épeautre (*T. aestivum* subsp. *spelta*) est un blé hexaploïde (AABBDD ;  $2n = 6x = 42$ ) est très probablement l'ancêtre du blé tendre. Ainsi, l'engrain, l'emmer et l'épeautre représentent les trois espèces cultivées de blé qui comprennent une espèce passerelle entre le blé cultivé (blé tendre et blé dur) et le blé sauvage. L'engrain, l'emmer et l'épeautre sont les types de blé les plus anciennement cultivés (Arzani et Ashraf, 2017).

Les génomes A des blés tétraploïdes et hexaploïdes sont clairement liés aux génomes A des espèces sauvages (*T. urartu*), alors que le génome D du blé hexaploïde proviendrait d'*Ae. tauschii*. En fait, la formation du blé hexaploïde est apparue si récemment que peu de divergences ont eu lieu entre les génomes D présents dans les

espèces hexaploïdes et diploïdes. En revanche, le génome B de blé tétraploïde et hexaploïde proviendraient probablement du génome S présent dans la section Sitopsis d'*Aegilops*, l'*Ae. speltoides* étant l'espèce actuelle la plus proche (Shewry, 2009). Le génome S d'*Ae. speltoides* est également le plus proche du génome G de *T. timopheevi*, une espèce de tétraploïde avec les génomes A et G (Feldman, 2001).

Goncharov et al. (2008) démontrent que *Aegilops speltoides* est un donneur de plasmon pour toutes les espèces de blé polyploïde, alors que les génomes chloroplastiques de l'espèce diploïde *Triticum* sont proches des autres espèces d'*Aegilops*.

## I.2. Origine

Les premières formes cultivées étaient diploïdes (génome AA) (einkorn, *T. monococcum* qui dérive de la forme sauvage *T. boeoticum* et tétraploïde (génome AABB) (*T. dicoccoides*, emmer) et leurs relations génétiques indiquent qu'ils sont originaires du Sud-est de la Turquie (Heun et al., 1997 ; Dubcovsky et Dvorak, 2007).

Le blé Emmer (*Triticum dicoccum*), le blé einkorn (*Triticum monococcum*) et l'orge ont été les trois cultures dites fondatrices du Néolithique dans le développement de l'agriculture (Cooper, 2015). Les données archéologiques indiquent que ces espèces sont cultivées depuis plus de 10 000 ans. Au fil des années, les agriculteurs ont réalisé des sélections dans leurs champs de blé pour des caractéristiques (morphologiques, phénologiques...etc.) favorables pour laisser place aux blés cultivés actuellement.

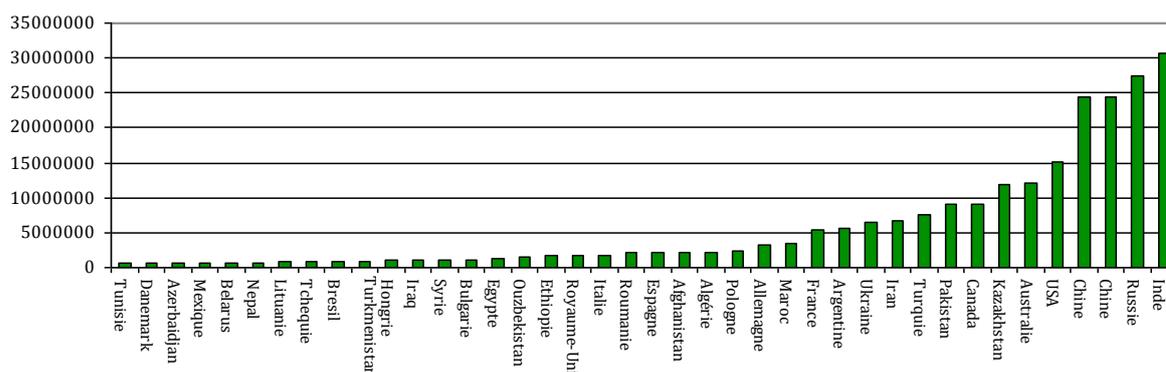
Les anciens blés cultivés (einkorn, emmer et épeautre) sont originaires du Croissant fertile, une région du Moyen-Orient qui s'étend de la Jordanie, de la Palestine et du Liban à la Syrie, à la Turquie, à l'Irak et à l'Iran, où l'on trouve encore leurs ancêtres sauvages (Harlan et Zohary, 1966). Selon Vavilov (1951) et Feldman (2001), le centre d'origine du blé dur est la Jordanie, le Liban, la Palestine et la Syrie. L'analyse phylogénétique des populations a indiqué que l'Éthiopie pourrait représenter un deuxième centre d'origine du blé dur, plutôt qu'un centre de domestication secondaire (Kabbaj et al., 2017). Lelley et al., (2000) a désigné la région autour de la mer Caspienne comme le centre d'origine du blé tendre.

### I. 3. Statistiques générales sur la production

#### I.3.1. Le blé dans le monde

En 2017, deux cent dix neuf millions d'hectares de blé ont été cultivés dans le monde soit 29,9 % des superficies consacrées aux céréales. La production mondiale de blé pour la même année était estimée à 772 millions de tonnes soit 25,9 % des productions céréalières.

Les plus grandes superficies emblavées par la culture du blé sont localisées en Inde (30,6 millions d'hectares), la Russie (27,52 millions d'hectares) et la Chine (24,5 millions d'hectares) (Figure 1.1). Le Maroc se classe dans la 15ème position (3,38 millions d'hectares), l'Algérie occupe la 18ème place dans le monde avec 2,12 millions d'hectares, la Tunisie se place à la 40ème place (585 923 ha) et la Libye à la 57ème place avec une superficie de 194 364 ha (FAOSTAT, 2017)



**Figure 1.1** - Superficies (ha) du blé dans le monde en 2017(FAOSTAT, 2017)

Les plus grands pays producteurs de blé dans le monde sont la Chine avec une production de 134,34 millions de tonnes, l'Inde avec une production de 98,51 millions de tonnes et la Russie avec une production de 85,86 millions de tonnes. L'Algérie se place à la 36ème position avec 2,44 millions de tonnes. Le Maroc se classe à la 19ème place avec une production de 7,09 millions de tonnes, la Tunisie et la Libye se classe respectivement à 49ème (1,10 millions de tonnes) et 76ème place (0,15 millions de tonnes) (Figure 1.2). La Chine donne les rendements les plus élevés (54,8 q/ha). Dans le Maghreb, le Maroc présente les rendements les plus élevés avec 20,95 q/ha, suivi de la Tunisie avec 16,36 q/ha, de l'Algérie avec 11,50 q/ha et de la Libye avec 7,73 q/ha.

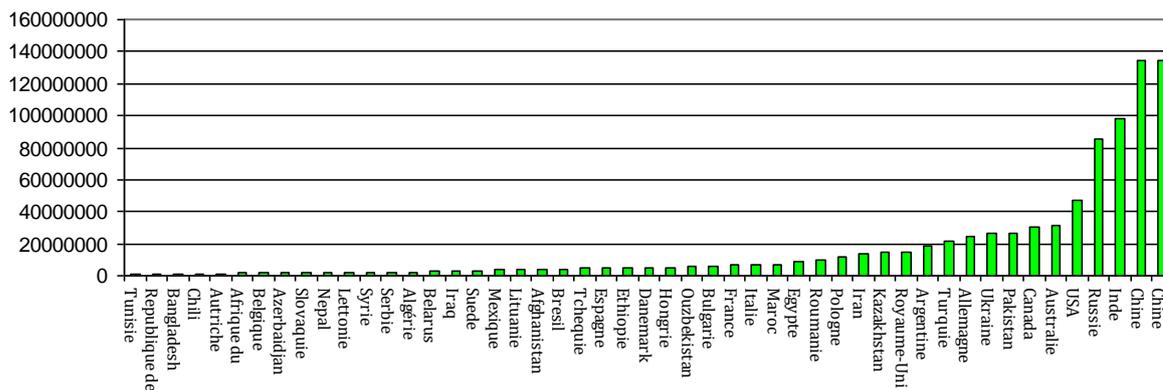


Figure 1.2 - Production (q) du blé dans le monde en 2017(FAOSTAT, 2017)

### I.3.2. Le blé en Algérie

Des variations des superficies et des productions céréalières (blés dur, blés tendre, orge et avoine) ont été enregistrées durant 5 années (de 2014 à 2018) (Figure 1.3 et 1.4). Les superficies et les productions avaient tendance à augmenter entre 2016 et 2018. En 2017, les superficies ensemencées en céréales étaient de l'ordre de 3 375 026 ha, alors que, les superficies récoltées étaient de l'ordre de 67,56 %. Les grandes superficies céréalières sont réservées aux blés durs et à l'orge (MADR, 2017). Le triticale est cultivé dans la wilaya de Sétif avec une superficie de 110 ha et une production de 1320 q et Oum El Baouagui avec une superficie de 18 ha et une production de 185 q.

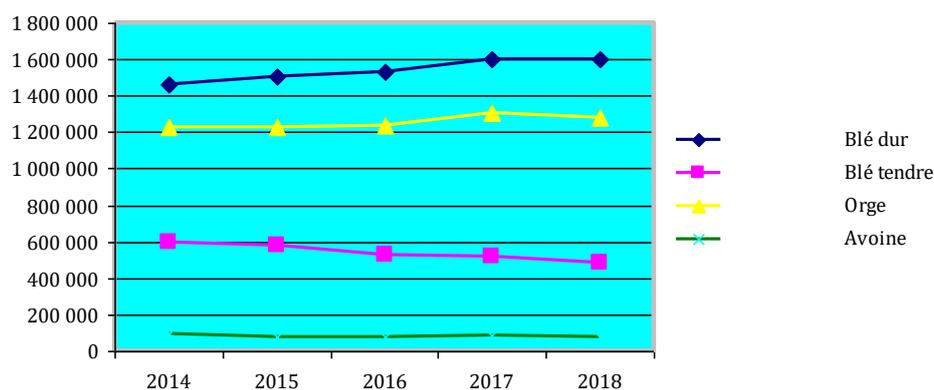
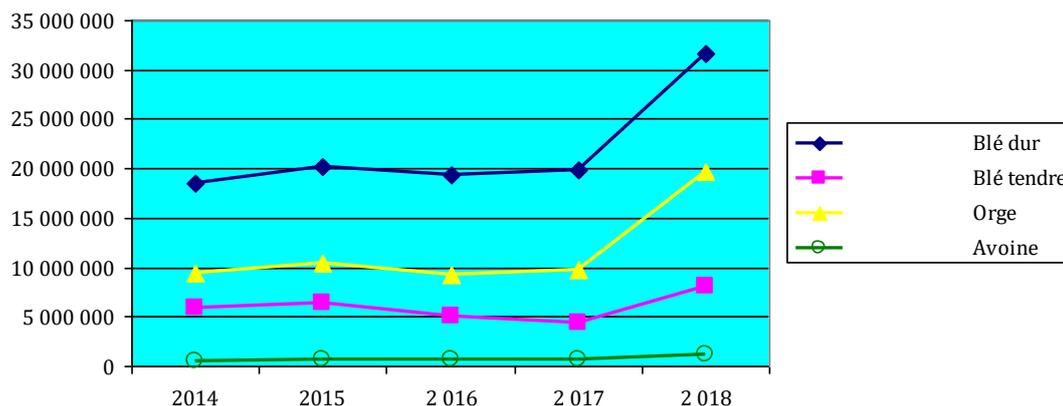


Figure 1.3 - Variation des superficies (ha) des céréales de 2014 à 2018 (MADR, 2019)



**Figure 1.4** - Variation des productions céréalières (q) de 2014 à 2018 (MADR, 2019).

Les superficies réservées aux blés durs étaient plus élevées 1 602 617 ha par rapport aux blés tendres (515 773 ha). L'orge vient en seconde position avec une superficie de 1 303 131 ha. La superficie consacrée à l'avoine était de l'ordre de 87 816 ha (MADRP, 2017).

Les trois wilayas produisant le plus de céréales sont Sétif, Mila et Tiaret avec des productions respectives de 3 196 620 q, 2 741 600 q et 2 688 088 q.

Le nombre de communes productrices de céréales est estimé à 1322 dont les plus productrices sont la commune de Babar (Wilaya de Khenchela) (595 400 q), Rahouia (339 650 q) (Wilaya de Tiaret) et Chelghoum laid (323 220 q) (Wilaya de Mila).

En 2017, la production nationale en blé dur est estimée à 1,99 millions de tonnes. Le rendement moyen était de l'ordre de 16,9 q/ha. Les trois wilayas produisant le plus de blés durs sont Tiaret (1 904 000 q), Sétif (1 150 000 q) et Tebessa (1 113 678 q). Les wilayas qui donnent les plus forts rendements sont El-Oued, Ghardaia et Biskra, (respectivement 42 q/ha, 41,3 q/ha et 40,6 q/ha).

Les superficies consacrées aux blés tendres sont de l'ordre de 515 773 ha dont 70,15 % sont récoltées. La production nationale s'élève à 4 455 460 q avec un rendement moyen de 12,3 q/ha. Les trois wilayas produisant le plus de blés tendres sont Tiaret (500 000 q), Sidi-Bel Abbes (342 435 q) et Saida (322 979 q).

En ce qui concerne les trois wilayas d'étude, la wilaya d'Adrar consacre une superficie de 5907 ha pour la culture du blé dur, elle réalise une production de 224035 q, soit 1,12 % de la production nationale. La wilaya de Tamanrasset avec une superficie de 515 ha et une production de 2661 q contribue à 0,01 % de la production nationale en blé dur.

Pour la wilaya d'Adrar, 3748 ha sont réservés à la production du blé tendre qui s'élève à 103 313 q soit 2,32 % de la production nationale. La wilaya de Tamanrasset produit 1962 q pour une superficie récoltée de 160 ha. La wilaya de Tindouf ne consacre pas de superficie aux céréales (MARDR, 2017).

### I.3.3. Disponibilité et importations des céréales

La disponibilité alimentaire en blé est estimée à 251 Kg/an/habitant dont 24 % représente la disponibilité en production nationale et 76 % représente les disponibilités en importation. Les besoins en blé dur sont estimés à 90 Kg/an/habitant et à 161 Kg/an/habitant en blé tendre (MARDR, 2017).

La facture dédiée à l'importation des céréales s'élève à 1861 Millions de dollars dont la plus importante dépense est consacrée au blé tendre (67,81 %) (Tableau 1.1).

**Tableau1.1 - Importation des céréales en 2017 (MADR, 2017)**

	Quantité (Tonnes)	Valeurs (Millions DA)	Valeurs (Millions \$)
Blé dur	1 718 783	55 151	497
Blé tendre	6 199 926	140 027	1 262
Orge	541 558	11 140	100
Avoine	6 979	196	2

## I.4. Diversité des blés en Algérie

En 1930, Ducellier signale la présence en Algérie de plusieurs espèces et taxons du genre *Triticum* : pour les 4X *T. dicoccum*, *Triticum durum*, *T. polonicum*, *T. turgidum*, *T. vulg. oasicolum* L.D. et pour les 6X *T. vulgare* (*T. aestivum*), *Triticum spelta saharae* L.D., *T. pyramidale* et il signale l'absence de *T. monococcum* et *T. compactum* Host.

### I.4.1. Les blés cultivés anciennement

#### I.4.1.1. Les blés tendres

L'origine des blés tendres est inconnue. En Afrique du nord, le blé tendre n'a été signalé que rarement sous des formes diverses en mélange dans les champs de céréales (Miège, 1950; Erroux, 1991). Miège (1950) suppose qu'ils ont été importés avec les blés durs venus de l'étranger au moment des disettes. Selon, Chevalier (1932), leurs cultures sont plus anciennes, il rapporte que les romains cultivaient en Numidie

essentiellement des blés tendres. Leurs réintroductions au XX<sup>ème</sup> siècle a été opérée par les colons français.

Erroux (1991) rapporte que les Maghrébins ne cultivaient pas les blés tendres. Ils étaient considérés comme une culture européenne, développée lors de l'installation des colons. Jusqu'au XX<sup>ème</sup> siècle, la culture de l'orge était plus répandue que la culture du blé. La farine d'orge appréciée par les algériens avait été remplacée par la farine de blé tendre dont les variétés ont été introduites par les colons européens (Despois, 1951). L'orge occupait des superficies importantes (Blottière, 1930). Elle était cultivée par les algériens pour sa rusticité et son adaptation à des milieux trop arides pour le blé. Elle était employée pour l'alimentation des autochtones et celles de leurs animaux.

Entre 1851 et 1884, le blé tendre a accusé durant cette période une stagnation des productions et des superficies. Le blé s'était remis à progresser dès 1900, avec la mise en place du dry farming, la fertilisation phosphatée, la mise en circulation de semences sélectionnées, de nouvelles variétés et de la mécanisation mais les rendements se sont toujours heurtés aux conditions du climat (Despois, 1951).

Entre 1911 et 1914, la culture du blé tendre couvrait 329 391 ha. En 1921, le blé tendre et le blé dur couvraient 1 140 000 ha pour atteindre 1 463 500 ha, dont 399 500 ha de blé tendre en 1949 (Miège, 1950).

Le développement des blés tendres dans le nord de l'Algérie (par opposition au Sahara) ne s'est fait que depuis la colonisation française (Miège, 1950). Les blés tendres introduits avaient diverses provenances (Midi de la France, Espagne, Italie, Australie, Inde, Egypte, Iles Baléares...). Les variétés Mahon, Tuzelle, Richelle blanche, Blé d'Odessa, Pusa, Hindi... et d'autres étaient le produit d'hybridation.

Laumont (1962) distingue les blés tendres rencontrés avant la colonisation, les blés tendres d'introduction ancienne (dits blés du pays : blés relativement adaptés au climat), les blés tendres d'introduction récente et les hybrides nouveaux. Dans les blés tendres de présence ancienne, considérés comme des impuretés par les agriculteurs, deux formes botaniques prédominaient (var. *erythrosperrum* et var. *ferrugineum*). Erroux (1991) recense les appellations employées pour désigner les blés tendres de présence ancienne dans les cultures (avant la colonisation Française) retrouvés dans les zones telliennes comme des impuretés : Bou Zeloum, Babous el brel, Bou jelida (budlidi) et Hachadi.

Les blés du pays sont introduits par les premiers colons européens : Les Saissettes, la Richelle blanche d'Alger, les Tuzelles (Tuzelle de Sidi- Bel-Abbes, de Malaga), le

Mahon. Dans les blés d'introduction récente (début des années soixante) sont mentionnés, les blés Pusa, le Cadet 335, le Pinyte, le blé d'Avril, l'Ariana 8, l'Etoile de Choisy, le blé des Domes.

Ces blés ont été progressivement délaissés et remplacés par d'autres variétés considérées comme plus productives. Dans les collections actuelles de blés tendres algériens, ces blés n'existent pas. Ces blés pourraient probablement être retrouvés dans les banques de gènes étrangères tels que l'ICARDA, le CIMMYT et l'USDA.

#### **I.4.1.2. Les blés Sahariens**

Une mention spécifique est faite aux blés tendres du Sud Algérien qui ont fait l'objet d'une attention particulière par Ducellier en 1920, qui a été le premier à attirer l'attention sur leurs particularités et les décrire.

L'origine des blés du Sahara est très ancienne, elle reste encore une question en discussion car plusieurs voies possibles d'introduction de cette culture dans le nord de l'Afrique ont été identifiées. Certaines des origines possibles du blé ont été décrites par Zaharieva et *al.* (2014).

Les blés tendres cultivés au Sahara, présentent des caractères spéciaux (type *inflatum* : glume ventrue et courte, des formes speltoïdes et des formes compactoïdes) (Erroux, 1991).

Les blés sahariens constituent des mélanges très complexes en raison des nombreuses combinaisons de caractères. Laumont (1962) distingue :

- Blés à faciès nettement saharien de compacité normale
- Blés à faciès saharien à affinités speltoïdes
- Blés à faciès saharien à affinités compactoïdes
- Blés à faciès saharien atténué ou nul et des formes rares ou récoltées à l'état dispersé.

Les blés sahariens des oasis algériennes diffèrent du reste des blés (blés des zones telliennes). Ducellier (1920) distingue les classes en deux grands groupes : *Triticum vulgare* Host. var. *oasicolum* L.D (*Triticum vulgare* = *Triticum aestivum*) qui se distingue par des épis denses, courts ou allongés, pourvus de barbules courtes, droites ou en crochet, de barbes épaisses, courtes en générale, par leurs épillets très florifères présentant jusqu'à 12 fleurs fertiles, ordinairement velus (pubescents) et *Triticum spelta*

.L. var. *saharea* représentait par des blés intermédiaires entre les blés tendres et les blés épeautres vrais, présentant certains caractères des épeautres (difficultés de battage).

La reconnaissance des affinités entre les blés sahariens et les blés asiatiques a été mise en évidence par le caractère *inflatum* et par la breviaristation, toutefois, 3 groupes de blés ont été identifiés : barbus (groupe *aristatum*), demi-barbus (*breviaristatum*) et mutique (*muticum*) (Erroux, 1962).

Erroux (1962 et 1991) cite 32 blés tendres des oasis du Sahara : *Ali ben Maklouf, Aourig, Baharoui, Bahmoud, Bahatane, Bekma, Bel Mabrouk, Bent Embarek, blé du Père de Foucauld, Bouch (Bouchi, Bouchouk), Bou Chouka, Khalouf, Chedjera, Cheguira, Djeghloul, Ghati, Hamra, El Klouf, Farina, Farçass, Fritissa, Hachadi (Hasadi), Hadrache, Jendoubi, Khalouf, Khreci, Manga, Mansouri, Saharoui, Sdouni, Soukni, Tayba, Aouïa, Backli, Bou Sbiba, Bou Rokba, Chater, Chekandria, El Khefif, Fahr, Merk'ba, Moumena, Mesref, Mostefa, Safra, Sili, Sboul, Sfaïa, Tessami.*

Ces blés proviennent de plusieurs localités : Beni-Abbes, Timimoun, Tit, Idelès, Tamanrasset, In Salah, El Goléa, Illizi, des Monts Aurès, Biskra, Touat, Hirafok – Hoggar, Adrar, Aoulef, Taghit, Tidikelt, Gourara, Djanet, Hoggar, la vallée de la Saoura, Ouargla, Lybie, Maroc (Fezzan), Tchad. La majorité des variétés botaniques définie présentent des glumes pubescentes et le caractère *inflatum*.

Les blés cités présentent des formes speltoïdes, des caractères *inflatum* ou bien des caractères non sahariens. Les variétés botaniques définies pour ces appellations sont : *khorassanicum* Vav., *erythrospermum* Körn., var. *submeridionale inflatum* Palm., var. *hostianum* Clem., var. *meridionale* Körn., var. *transcaspicum* Vav., var. *subturcicum inflatum* (mihi.), var. *turcomanicum* Kob., var. *subsericeum inflatum* Vav. et Kob., var. *heraticum* Kob., var. *leucospermum* Körn., var. *subhostianum inflatum* Palm. Lorsque les blés n'ont pas de caractères sahariens, ils appartiennent aux variétés botaniques *hostianum* Clem (grain rouge) ou *meridionale* Körn (grain blanc) (Erroux, 1991). Les variétés botaniques de blés tendres les plus répandues au Sahara ont été mentionnées par Erroux (1962).

#### **I.4.1.3. Les blés durs**

Le blé dur (*Triticum durum* Desf.) est une espèce très ancienne en Afrique du nord, dans les régions telliennes. Il a remplacé très précocement l'amidonnier (*Triticum dicoccum* Schrank) très répandu au bord de la méditerranée au cours de la préhistoire et l'antiquité (Erroux, 1991). Miège (1950) considère que le blé dur existait avant

l'invasion des arabes. Tandis que Ducellier, se basant sur des échantillons découverts dans les ruines de Timgad et Djamilia, estimait que les blés durs n'auraient pas été cultivés avant l'invasion des arabes et plutôt lors de l'invasion qui a suivi l'Hégire.

Le nombre de variétés botaniques ont amené Vavilov (1926) à considérer l'Algérie ainsi que l'Afrique du nord comme un centre secondaire de diversité des variétés du *Triticum durum*.

Les blés durs Algériens appartiennent au groupe *T. durum aristatum* Orl. *commune* Flakesb mais ne comportent pas *T. durum muticum* Orl et *duro-compactum* Flakesb (Laumont, 1948). Miège (1950) cite quelques variétés parmi lesquelles : Ain el Beida, Medeah, Beliouni, Kahla, Caid de Siouf, Hached, Tesdouni, Aouedj, Boghar, Nab el bel, Meskiana, Msaken, Medeba, Hamra, Zedouni, Azizi, Adjini, Mekki et Mohamed Ben Bachir. Ces variétés considérées comme rustiques présentaient de faibles rendements et des sensibilités à la verse, l'échaudage, le mitadinage et la rouille noire.

Laumont et Erroux (1961) rapportent qu'en 1922, 22 variétés botaniques de blés durs sur les 34 reconnues avaient été signalées (Var. *leucurum* Al., var. *affines* Korn., var. *leucomelan* Al., var. *reichenbachi* Korn., var. *hordeiforme* Host., var. *murciense* Korn., var. *alexandrinum* Korn., var. *erythromelan* Korn., var. *Algeriense* Orlov., var. provinciale Al., var. *obscurum* Korn., var. *valenciae* Korn., var. *fastuosum* Lagaska., var. *circumflexum* Korn. var. *melanopus* Al., var. *africanum* Korn., var. *italicum* Al., var. *aegyptiacum* Korn., var. *apulicum* Korn., var. *niloticum* Korn., var. *coerulescens* Bayle., var. *libycum* Korn.). La présence de plusieurs races à l'intérieur des variétés botaniques prouve que l'Algérie devrait être considérée comme un centre secondaire de diversité des blés durs. Laumont et Erroux (1961) ont décrit 59 variétés de blés durs parmi lesquelles les variétés Bidi 17, Mongolfier, Oued-Zenati sont inscrites au catalogue national actuelles.

Le blé dur a été retrouvé dans l'Afrique du nord au moment de l'installation des colonies Française en 1830, cultivé dans les zones telliennes.

Demangeon (1929) mentionne que la culture du blé dur prédominait en 1928. A cette époque, les cultivateurs algériens traditionnels cultivaient plus de blés durs que les colons européens en Algérie, c'est à dire 967 232 ha contre 409 854 ha respectivement. Les productions étaient variables car tributaires des conditions du climat. En 1928, l'Algérie exportait 1 867 484 q vers la France et 68 314 q vers d'autres pays. Quand la production était insuffisante, l'Algérie importait l'orge et le blé tendre marocain, tunisien et étrangers et de la farine de France. La céréaliculture algérienne était

caractérisée par une irrégularité des rendements d'une année à l'autre due aux pluies tardives, à l'absence de précipitations de printemps, aux sécheresses prolongées sur plusieurs années consécutives et à la gelée (Tinthoin, 1945).

L'amélioration des blés a débuté en 1906 en Algérie et en Tunisie (Bœuf 1926). Erroux (1958 b) décrit les variétés sélectionnées cultivées et répandues en Algérie pour lesquelles une production de semences est réalisée. Des clés dichotomiques permettaient de classer les variétés en quatre types selon la couleur de l'épi, la pubescence, la couleur des barbes et la couleur du grain : (1) à épi blanc, glabre, à barbes noires et grains ambrés (Hedba3, Biskri AC2, Oued Zenati 368, Bidi 17, Zenati X Bouteille, Saba, Adjini19, (2) à épi blanc, velu, à barbes noires et grains blancs (Mahmoudi 8.041, Labeter 8.024, Boghar 8.025), (3) à épi rouge, velu, à barbes noires et grains blancs (Tesselah 294, Mohamed Ben Bachir 8.037, Mekki 16.470), (4) à épi rouge, glabre, à barbes noires et grains blancs (Langlois 1527, Tlemcen 277).

Les variétés traditionnelles ont été progressivement remplacées au cours du temps (avant et après l'indépendance du pays) pour laisser place aux blés cultivés actuellement.

#### **I.4.2. Les blés cultivés actuellement**

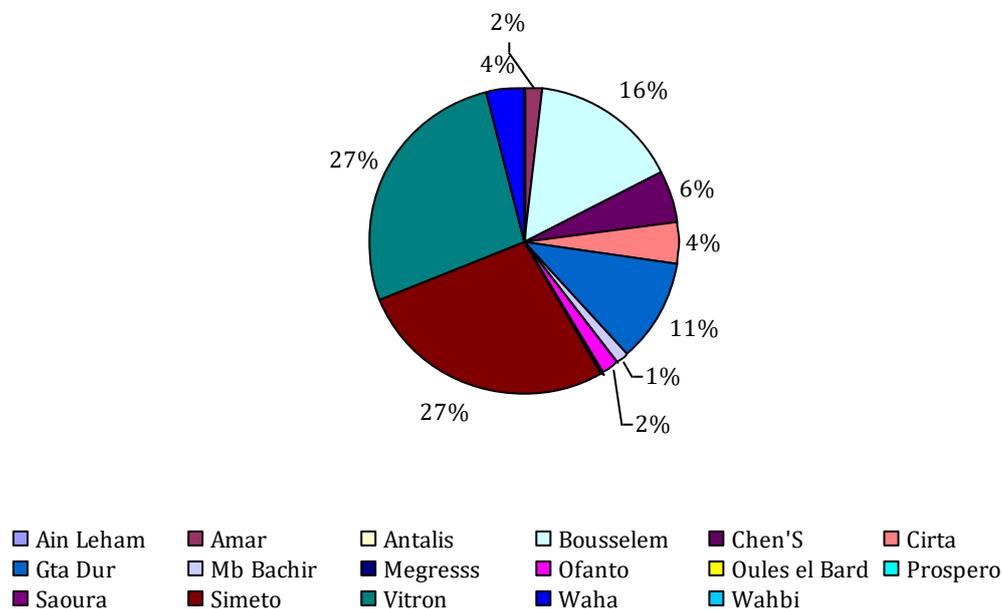
Le catalogue national des variétés homologuées compte 139 variétés de céréales. 111 variétés ont été décrites dans le bulletin des variétés de céréales autogames : 41 blés durs, 34 blés tendres, 21 orges (2 et 6 rangs), 10 avoines et 5 triticales. Différentes origines des variétés de blés ont été recensées (Allemagne, Australie, Espagne, France, Italie, Mexique, Syrie, Tunisie, USA) (CNCC, 2015).

Parmi les blés durs, 11 sont originaires d'Algérie : Benchicao, Cirta, Gloire de Mongolfier, Guemgoum R'khem, Hedba 03, Mansourah, Massinissa, Megress, Mohamed Ben Bachir, Setifis, Wahbi. Plus récemment en 2019, Professeur Mekliche-Hanifi (ENSA) a inscrit une variété de blé dur d'origine Algérienne nommée « ITIJ ».

Parmi les 34 variétés de blés tendres, 4 sont originaires d'Algérie : El-Wifak, Djanet, Rmada, Djemila. 04 variétés d'orges à 06 rangs sont originaires d'Algérie : El-Bahia, El-Fouara, Saida 183 et Tichedrett. On recense une seule variété « Lakhal » d'origine Algériennes au niveau des variétés d'avoine inscrites au catalogue national.

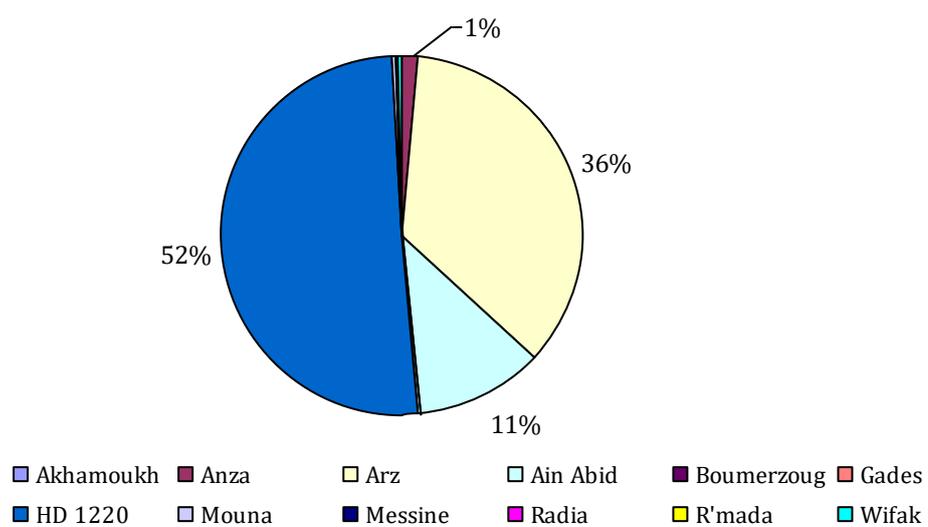
Durant la campagne 2018/ 2019, L'OAIC a vendu 1 681 667 q de semences de blés durs aux agriculteurs producteurs, 17 variétés de blés durs sont essentiellement cultivées

à partir de ces semences. Les principales variétés de blés durs cultivées sont : Vitron, Simeto, Bousselem et Gta Dur représentant 70 % (Figure 1.5).



**Figure 1.5** - Pourcentage de vente des semences par variété de blé dur 2018/2019 (OAIC, 2019)

Parmi les 12 variétés de blés tendres cultivées, celles qui sont les plus cultivées par les agriculteurs sont HD 1220 (Hiddab) et Arz, elles représentent 88 % des variétés cultivées (Figure 1.6). Ces deux variétés inscrites sur le catalogue en 1998 sont originaires du Mexique (obteneur CYMMIT). 316 287 q de semences sont vendues par l’OAIC aux producteurs de blé tendre. Il est à noter que certains agriculteurs ressemment leurs propres semences (blé dur et blé tendre) issues de leurs récoltes. Néanmoins, une tendance à l’uniformisation des cultures apparaît lorsqu’on observe ces chiffres.



**Figure 1.6** - Pourcentage de vente des semences par variétés de blé tendre 2018/2019 (OAIC, 2019)

## II. CONTEXTE DE L'ETUDE

### II.1. Cadre de la prospection et de la collecte des variétés de blés sahariens

Durant le mois de mai 2011, trois missions de prospection et de collecte des blés sahariens ont été organisées dans le Sahara Algérien. Dans notre étude, nous avons ciblé les paysans cultivant des blés oasiens.

Le matériel végétal a été collecté dans trois régions administratives (Wilayas) : Adrar, Tindouf, Tamanrasset (Figure 1.7). Ces régions sont très éloignées de la capitale « Alger », ville qui borde la mer méditerranéenne, elles en sont distantes respectivement de 1400, 1700 et 1900 Km.

Le choix des wilayas prospectées a été opéré en tenant compte des travaux antérieurs réalisés sur les blés oasiens par plusieurs auteurs tels que Ducellier (1920, 1929 et 1930) et Erroux (1952, 1958 a , 1962 et 1991) ainsi que les missions de collectes du germoplasme réalisées en 1975 par Porceddu et Olita, en 1976 par Perrino *et al.*, en 1977 par l'IBPGR, en 1988 par Guarino *et al.*, et en 1996 par INRAA (FAO, 2006 ). Quelques variétés oasiennes collectées dans les régions sahariennes de notre étude sont présentées en annexe 1.

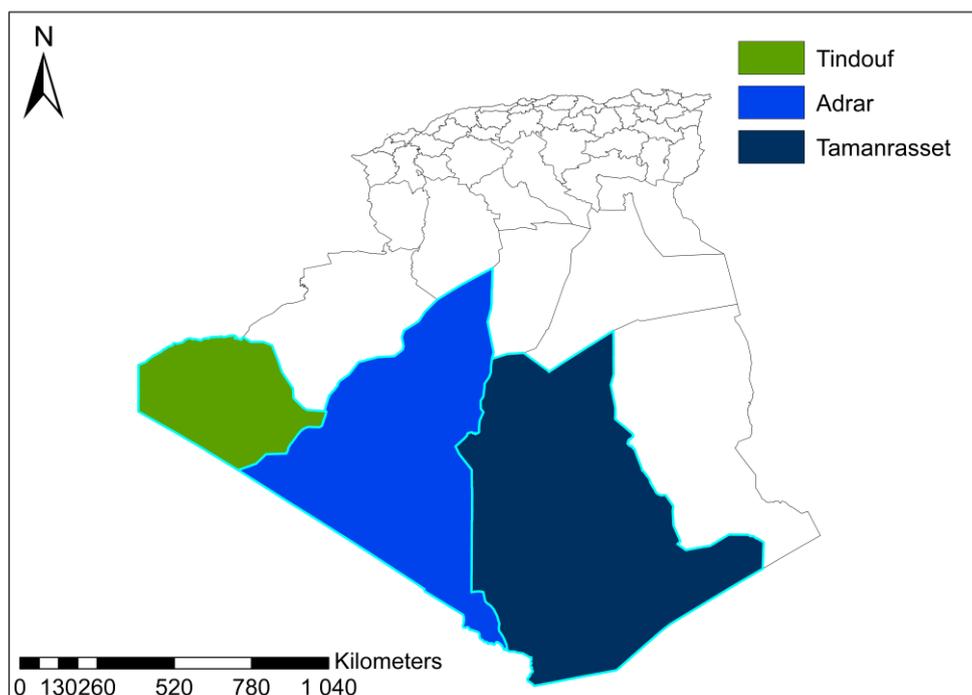


Figure 1.7 - Carte représentant les régions (Wilayas) de l'étude

Ces trois wilayas sont caractérisées par un climat désertique chaud (classification de Köppen BWp) typique de la zone saharienne hyperaride. L'été est très long et extrêmement chaud (les températures atteignent 50°C), les hivers sont courts et modérément chauds.

Des différences importantes entre les températures nocturnes et diurnes sont enregistrées. Les précipitations sont très rares et arrivent souvent sous forme d'orage. Elles n'excèdent pas 50 mm/ an. Une luminosité intense et une forte évaporation caractérisent ces wilayas. Des rafales de vents violents, occasionnant des tourbillons de vents de sables, sont fréquentes dans ces régions. Les sols et les eaux d'irrigation sont salins. Le taux de salinité peut varier dans une même palmeraie.

Ces facteurs environnementaux rendent le milieu sahariens très hostile pour le développement des cultures, d'où l'intérêt d'évaluer et préserver le patrimoine génétique existant dans cette partie saharienne du monde agricole afin de répondre dans un futur proche aux changements climatiques par son utilisation en l'état ou dans un programme de sélection et de création variétale.

## **II.2. Description de la zone d'étude**

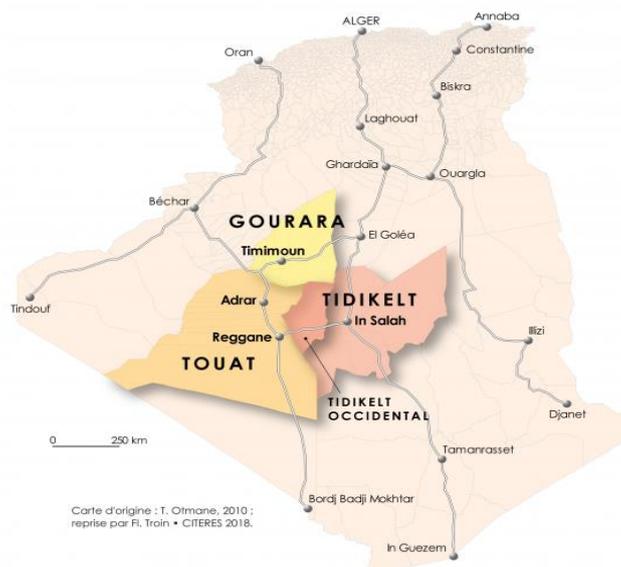
### **II.2.1. Adrar**

La wilaya d'Adrar est située dans le Sud-ouest de l'Algérie à 279 m d'altitude. Elle s'étend sur une superficie totale de 427 368 Km<sup>2</sup>, soit environ 18 % de la superficie globale de l'Algérie, près d'un cinquième du territoire national. Elle est délimitée :

- au Nord, par les wilayas d'El Bayedh et Ghardaïa,
- à l'Ouest, par la wilaya de Bechar et Tindouf
- à l'Est, par la wilaya de Tamanrasset
- au Sud, par la Mauritanie et le Mali.

La wilaya est découpée en quatre régions du Nord au Sud (Figure 1.8) :

- le Gourara ;
- le Touat ;
- le Tidikelt ;
- la Tanezrouft.



**Figure 1.8** - Carte de l'Algérie montrant la région d'Adrar (Otmane et Bendjelid, 2018)

Le *Gourara* (Nord) : c'est la région de Timimoun, elle s'étend sur une superficie de 65 203 Km<sup>2</sup>, elle est composée de 10 communes située en bordure de la grande Sebkhia de Timimoun : Tinerkouk, Ksar Kaddour, Ouled Said, Timimoun, Ouled Aïssa, Talmine, Charouine, Metarfa, Deldoul et Aougrout.

Le *Touat* (Centre) : C'est la région d'Adrar qui présente une importante superficie (205 632 Km<sup>2</sup>). Elle est composée de 12 communes situées tout au long de l'Oued Messaoud (la partie la plus en aval de Oued Saoura) : Tsabit, Sbaa, Bouda, Adrar, Timmi, Tamentit, Fenoughil, Tamest, Zaouiet Kounta, In-Zeghmir, Salli et Reggane.

Le *Tidekelt* (Sud-Est) : Région d'Aoulef, elle s'étend sur une superficie de 24 536 Km<sup>2</sup>, elle est composée de quatre communes : Aoulef, Timokten, Akabli et Tit.

Le *Tanezrouft* (Sud-Ouest) : Région de Bordj Badji Mokhtar, elle est caractérisée par de vastes étendues de dunes et de sable, avec une superficie de 132 579 Km<sup>2</sup>, composée de deux communes : Bordj Badji Mokhtar et Timiaouine.

La wilaya d'Adrar se caractérise par un relief d'aspect désertique se subdivisant en trois grands ensembles géomorphologiques : les plateaux, les ergs et les sebkhias. Ces sols sont de types minéraux bruts, avec une texture sableuse ou sablo-limoneuse ou encore limoneuse, en présence de gypse. Leur structure est particulière, de faible compacité.

La wilaya d'Adrar est caractérisée par une faible pluviométrie. Les précipitations sont en moyenne de 16 mm par an. Les températures moyennes maximales atteignent

46 - 48 °C au mois de juillet. La température moyenne annuelle à Adrar est de 25,54 °C (Figure 1.9).

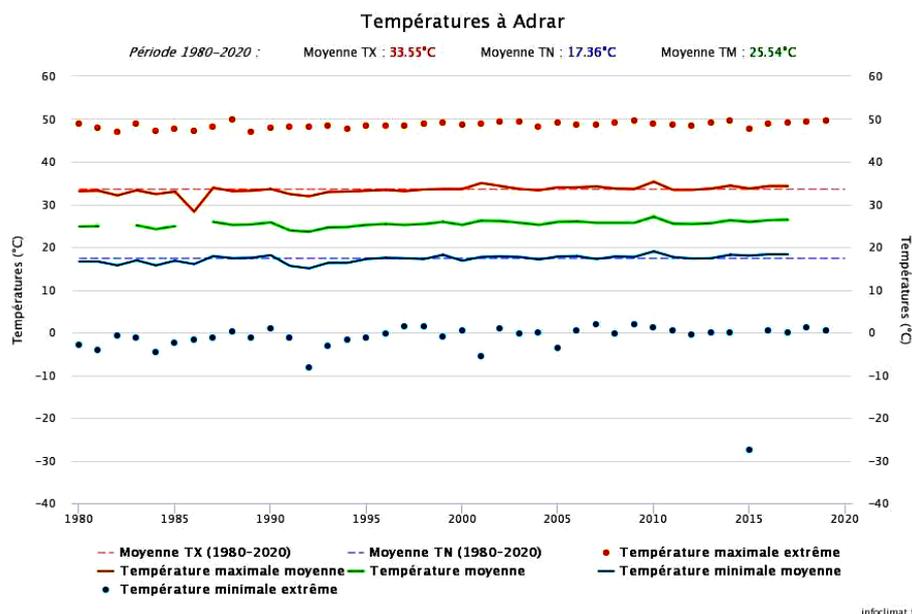


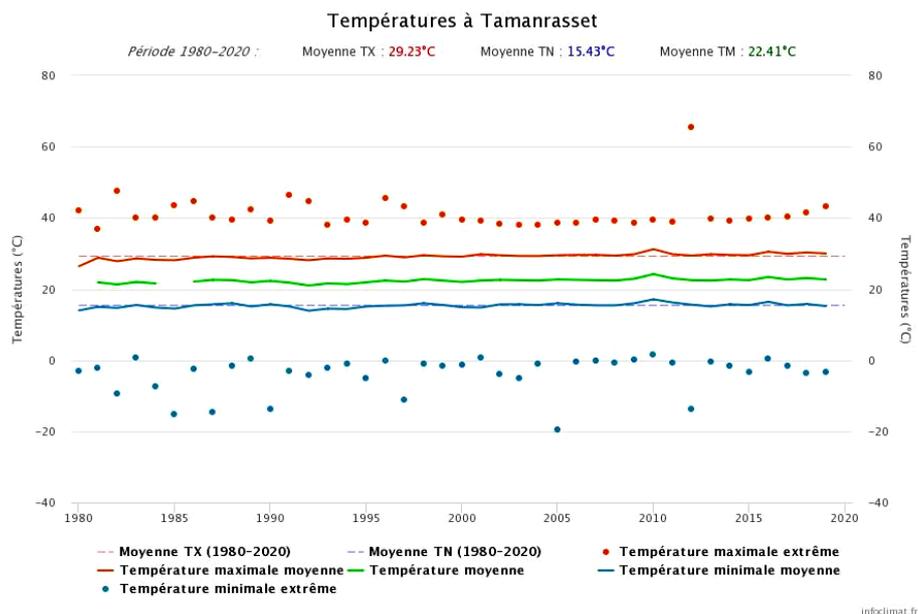
Figure 1.9- Variation des températures à Adrar de 1980-2020 (infoclimat.fr)

## II.2.2. Tamanrasset

La wilaya de Tamanrasset, située dans les montagnes du Hoggar, est caractérisée par une forte sécheresse, des températures légèrement modérées en été et des températures basses en hiver.

La wilaya de Tamanrasset est située dans le centre du Hoggar, à 1400 mètres d'altitude. Elle est située à l'extrême sud du pays. La wilaya de Tamanrasset est limitée au nord par la wilaya de Ghardaïa, au Nord Est la wilaya d'Ouargla, à l'Est par la wilaya d'Illizi, à l'Ouest par la wilaya d'Adrar à l'Ouest et Sud-ouest par la République du Niger et au Sud-est par la République du Mali.

Dans la wilaya de Tamanrasset, les températures oscillent entre -8 °C et 35° C. La température moyenne annuelle est de 22, 41°C (Figure 1.10). Les précipitations sont en moyenne de 43 mm. Elle se caractérise par un relief diversifié comprenant : Les plateaux du Tadmaït et du Tinghert, les Plaines, les Massifs isolés, le Fossé périphérique et les Tassilis.



**Figure 1.10** - Variation des températures à Tamanrasset de 1980-2020 (infoclimat.fr)

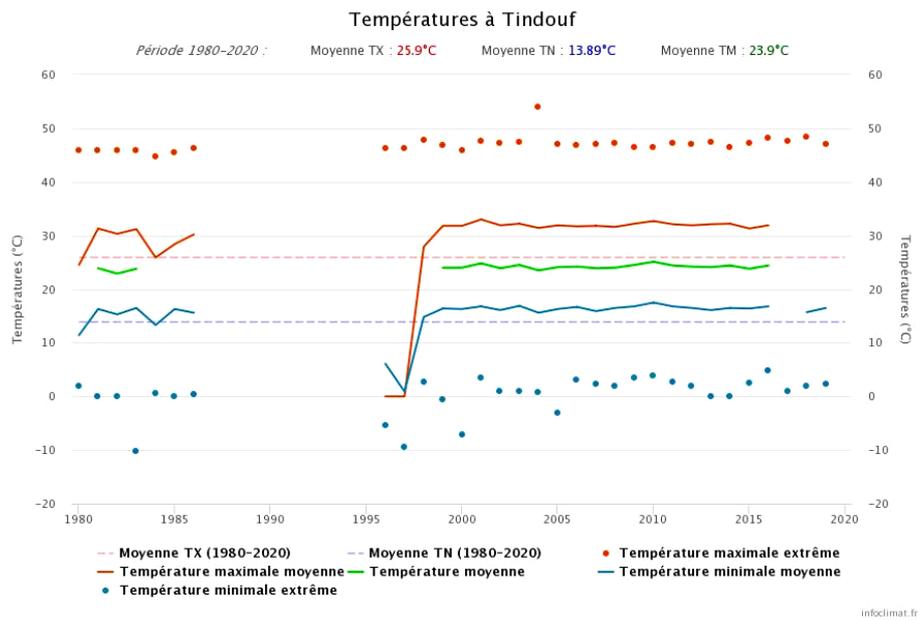
### II.2.3. Tindouf

Tindouf est une wilaya de l'extrême Ouest de l'Algérie, à 433 m d'altitude. Elle est limitée au nord-ouest par le Maroc, au nord-est par la wilaya de Béchar, à l'ouest par RASD du Sahara occidental, à l'est par la wilaya d'Adrar et au sud par la Mauritanie. Sa superficie est de 158 874 km<sup>2</sup>.

Le climat se caractérise par une pluviométrie très faible (moyenne annuelle : 21 mm), une température très élevée (moyenne annuelle 23,41°C) et une durée d'insolation importante (moyenne annuelle 12h/j) (Figure 1.11). La wilaya est classée comme zone désertique avec un climat très aride. Les vents sont assez forts. Les sols pauvres en matières organiques avec une faible rétention en eau. Ils sont classés en 03 groupes :

- Les sols détritiques : les sols sablonneux et graveleux, les dunes et les ergs.
- Les sols limoneux-argileux : terrasses de vallées et zones d'épandage de crues.
- Les sols salés (sebkha).

Le désert est l'aspect le plus dominant à travers la wilaya de Tindouf. Le peu de végétation naturelle qui existe se trouve au niveau des parcours ou dans la forêt naturelle qui se compose principalement d'acacia et tamarix.



**Figure 1.11-** Variation des températures à Tindouf de 1980-2020 (infoclimat.fr)

---

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Arzani A, Ashraf M (2017) Cultivated ancient wheats (*Triticum* spp.): a potential source of health-beneficial food products. *Comp. Rev. Food Sci. Food Saf.* 16 : 477–488. doi: 10.1111/1541-4337.12262
- Bennici A (1986) Durum wheat (*Triticum durum* Desf.). In: Bajaj Y.P.S (eds) *Crops I. Biotechnology in Agriculture and Forestry*, vol2, Springer, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-616225-9\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-642-616225-9_5)
- Blottière J (1930) Les Productions Algériennes Cahiers du Centenaire de l'Algérie. - N° IX -. 95pp
- Bœuf F (1926) Amélioration de la culture du Blé en Tunisie. In: *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 6<sup>e</sup> année, bulletin n°63. pp. 657-666. doi : <https://doi.org/10.3406/jatba.1926.4456>
- Chevalier A (1932) Les Productions végétales du Sahara et de ses confins Nord et Sud. Passé - Présent - Avenir. In: *Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale*, 12<sup>e</sup> année, bulletin n°133-134, Septembre-octobre 1932. pp. 669-924. doi : <https://doi.org/10.3406/jatba.1932.5282>
- CNCC (2015) *Bulletin des variétés de céréales autogames*, El-Harrach, Alger, 255p
- Cooper R (2015) Re-discovering ancient wheat varieties as functional foods. *Journal of Traditional and Complementary Medicine* Vol 5 n°3: 138-143.
- Demangeon Albert (1929) Le commerce du blé dans l'Afrique du Nord. In: *Annales de Géographie*, t.38, n°216,1929.pp.628-629
- Despois J (1951) Le blé en Algérie. In: *Annales de Géographie*, t. 60, n°319. pp. 157-158.
- Ducellier L (1909) Culture et vente des céréales en Algérie. *Bull Soc Agric Alger*, no 373
- Ducellier L (1920) Les blés du Sahara. *Bibliothèque du Colon de l'Afrique du Nord* no 4, Alger
- Ducellier L (1929) Céréales recueillies par le Dr. R. Maire au cours de sa mission au Hoggar. *Bull Soc Hist Nat Afr Nord* 20:221–226
- Ducellier L (1930) Espèces et variétés de céréales cultivées en Algérie. In: *Les céréales d'Algérie*. Imprimerie Algérienne, Alger
- Dubcovsky J, Dvorak J (2007) Genome plasticity a key factor in the success of polyploidy wheat under domestication. *Science* 316, 1862–1866

- Erroux J (1952) Les blés des oasis. Bull Soc des Agriculteurs d'Algérie no 567
- Erroux J (1958a) Note sur les blés des oasis du Sahara Algérien. Bull Soc Hist Nat Afrique du Nord no 49
- Erroux J (1958b) Introduction au catalogue des blés durs cultivés en Algérie. Bull Soc Hist Nat Afrique du Nord no 49 pp 124-142
- Erroux J (1962) Les blés des oasis Sahariennes. Mémoire no 7, Université d'Alger, Institut de Recherches Sahariennes
- Erroux J (1991) Blé. In: Camps G (ed) Encyclopédie Berbère. Edi sud, Aubenas, pp 1526–1536
- FAO (2006) Deuxième rapport national sur l'état des ressources phytogénétiques <http://www.fao.org/pgrfa-gpa-archive/dza/algerie.pdf> (consulté 13/10/2020)
- FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>
- Feldman M (2001) Origin of cultivated wheat. In: Bonjean AP, Angus WJ, eds. The world wheat book: a history of wheat breeding. Paris, France: Lavoisier Publishing, 3–56
- Goncharov NP, Golovnina KA, Glushkov S, Kilian B, Blinov A, Shumny VK (2008) Evolutionary history of wheats—the main cereal of mankind. In: Dobretsov N et al (eds) Biosphere origin and evolution. Part IV. Springer, Berlin, pp 407–419
- Guarino L, Chadja H, Makkadem A (1991) Wheat collecting in southern Algeria. In Agris 1994. vol 10. 1: 23-25
- Harlan JR, Zohary D (1966) Distribution of wild wheats and barley. Science. 153(3740):1074-80. doi: 10.1126/science.153.3740.1074. PMID: 17737582.
- Heun M, Schafer-Pregl R, Klawan D, Castagna R, Accerbi M, Borghi B, Salamini F (1997) Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting. Science 278, 1312–1314
- IBPGR Wheat collecting 1976-1977. Plant genetic resources Newsletter n°37pp 6-10
- Kabbaj H, Sall T, Al-Abdallat A, Geleta M, Amri A, Filali-Maltouf A, Belkadi B, Rodomiro Ortiz R, Bassi FM (2017) Genetic Diversity within a Global Panel of Durum Wheat (*Triticum durum*) Landraces and Modern Germplasm Reveals the History of Alleles Exchange. July 2017 Frontiers in Plant Science 8 doi: 10.3389/fpls.2017.01277
- Laumont P (1948) Culture et production des céréales en Algérie. Bulletin Economique et juridique, Alger, Juin 1948, n°106, p 269

- Laumont P, Erroux J (1961) Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. Mémoires Société d'histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, N°5 : 1-96
- Laumont P, Erroux j (1962) Les blés tendres cultivées en Algérie. Ann Inst Nat Agric, vol 3, N°4 PP 1-60
- Lelley T, Stachel M, Grausgruber H, Vollmann J (2000) Analysis of relationships between *Aegilops tauschii* and the D genome of wheat utilizing microsatellites. *Genome*, 43, 661–668.
- Miège E (1950) Les principales espèces et variétés de Blé cultivées en Afrique du Nord. In: Revue internationale de botanique appliquée et d'agriculture tropicale, 30<sup>e</sup> année, bulletin n°329-330, pp.203-215 doi <https://doi.org/10.3406/jatba.1950.6720>
- Nesbitt M, Samuel D (1995) "Hulled wheats. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crop." *First International Workshop on Hulled Wheat*, (ed. S Padulosi, K Hammer, J Heller).
- Otmane T, Bendjelid A (2018) « Les petites exploitations agricoles familiales dans les oasis occidentales du Sahara algérien : état et devenir », *Les Cahiers d'EMAM* [Online], <http://journals.openedition.org/emam/1488> ; doi : <https://doi.org/10.4000/emam.1488>
- Perrino P, Polignano GB, Porceddu E, Olita G, Volpe N (1976) Frumenti del Nordafrica. III. Risultati di una missione nell 'Atlante algerino-tunisino. Annali della Facoltà di Agraria, Università di Bari 28: 401–414. (III. Résultats d'une mission dans l'Atlas algéro-tunisien)
- Perrino P, Polignano GB, Porceddu E, Olita G, Volpe N (1976) Frumenti del Nord Africa. II. Risultati di una missione nel Nord ovest Algerino e nelle oasi . Ann Fac. di Agraria, Università di Bari, Vol xxviii, 13-39
- PNUD (2015) La plus grande banque de gènes d'Afrique aide à renforcer biodiversité et sécurité alimentaire. <https://www.undp.org> (consulté le 05/10/2020)
- Porceddu E, Olita G (1975) Frumenti del Nord-Africa. Risultati di una missione nel Nord-Est Algerino. Ann. Facoltà di Agraria, Univ. Bari 671–686. (Wheat varieties of northern Africa: results of a mission in north eastern Algeria)
- Portères R (1958) Les appellations des céréales en Afrique. In: Journal d'agriculture tropicale et de botanique appliquée, vol. 5, n°4-5, Avril-mai 1958. pp. 311-364; doi : <https://doi.org/10.3406/jatba.1958.2469>

- Shewry P R (2009) Wheat. *Journal of Experimental Botany*, vol. 60, n° 6:1537–1553. <https://doi.org/10.1093/jxb/erp058>
- Sissons MJ, Abecassis J, Marchylo B, Carcea M (2012) *Durum Wheat: Chemistry and Technology*. AACC International Press, 300 p., 978-1-891127-65-6. (hal-01269016)
- Tinthoin R (1946) Algérie 1945. In: *L'information géographique*, vol.10, n°4, 1946. 133-143. doi : <https://doi.org/10.3406/ingeo.1946.5187>
- Vavilov N.I (1926) Studies on the origin of cultivated plants, *Genetics and Plant Breeding*. 16(2): 1-248
- Vavilov, N.I. (1951) *The Origin, Variation, Immunity and Breeding of Cultivated Plants* (Translated by S. K. Chestitee). *Chronica Botanica*, 13, 1-366.
- Vilmorin, H. L. (1889) *Catalogue méthodique et synonymique des froments qui composent la collection de Henry L. de Vilmorin*. Vilmorin -Andrieux.
- Zaharieva M, Bonjean A, Monneveux P (2014) Saharan wheats: before they disappear. *Genetic Res and Crop Evol* 61:1065–1084

## **CHAPITRE II**

### **Gestion « *in-Situ* » des blés sahariens dans les oasis et diversité des variétés botaniques**

## INTRODUCTION

La présence de blé dans les oasis sahariennes avait été signalée par plusieurs voyageurs tels que Follie (1792) et Adams (1810), mais la description des différentes variétés, de leurs caractéristiques agronomiques et de leur culture n'a commencé qu'au cours du XXe siècle. Leurs particularités morphologiques, leur extrême précocité et leur grande sensibilité aux rouilles ont été notées par Ducellier (1909). Une première classification de ces variétés a été proposée par Ducellier (1920). De nombreux auteurs ont déjà signalé la grande diversité des formes dans le blé saharien en Algérie, en Libye et au Maroc (Miège 1924 ; Ciferri et Garavini 1941 ; Erroux 1952, 1958 ; Perrino *et al.*, 1976 ; Al Alazzeah *et al.*, 1982 ; Perrino *et al.*, 1984 ; Hammer et Perrino, 1985 ; Benlaghliid *et al.*, 1990 ; Guarino *et al.*, 1991). Zaharieva *et al.* (2014 et 2015) ont dressé la liste des principales variétés mentionnées par ces auteurs et ont résumé les quelques études de diversité et d'évaluation. Ils ont également souligné l'intérêt potentiel des ressources génétiques sahariennes pour l'amélioration du blé. En effet, il a été rapporté que les blés sahariens sont tolérants à la sécheresse (Ducellier, 1920 ; Toutain, 1977), à la chaleur (Ducellier, 1920 ; Rodriguez, 1932 ; De Arana, 1934) et à la salinité (Erroux, 1952 ; Toutain, 1977) et qu'ils ont une bonne qualité de panification (Erroux, 1962).

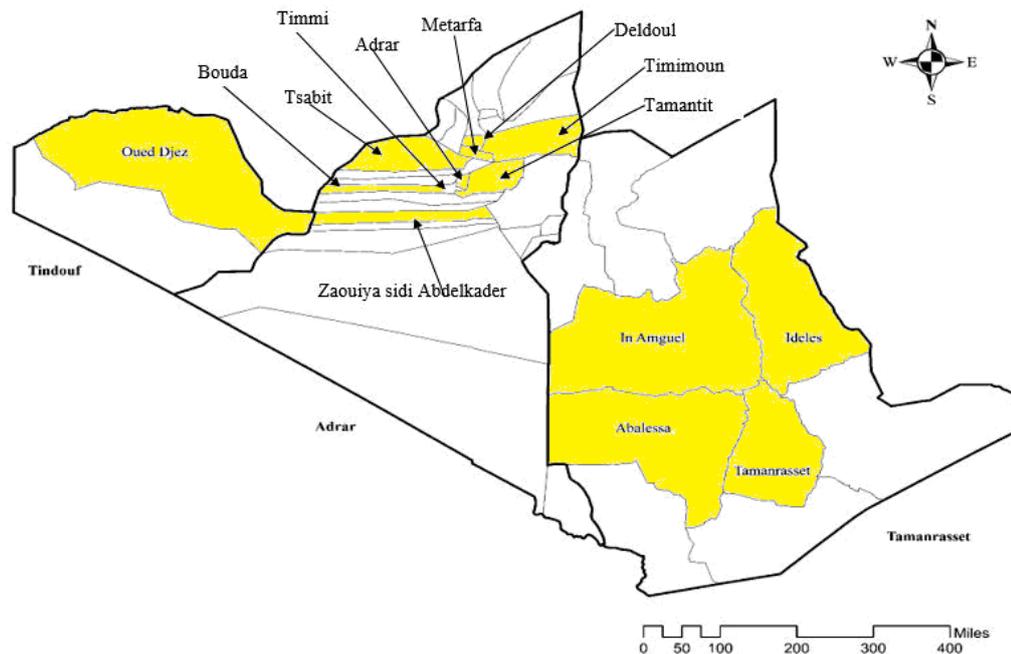
La diversité du blé des oasis sahariennes est cependant menacée par l'introduction de variétés modernes qui ont progressivement remplacé les variétés traditionnelles (Zaharieva *et al.*, 2014) et par les changements physiques et socio-économiques des oasis qui modifiaient profondément leur fonctionnement (White 2007). Les systèmes agricoles sahariens sont fortement menacés par l'empiètement des dunes de sable (Boulghobra *et al.*, 2015), le déclin rapide des ressources en eau souterraine et la salinisation des sols et de l'eau due à une mauvaise gestion (Brooks *et al.*, 2003), ainsi que par la dégradation des systèmes d'irrigation traditionnels (Remini et Achour, 2008). Le développement d'activités non agricoles et la migration vers les villes de la population jeune, ont conduit à l'abandon progressif de l'agriculture (Idder et Bouammar, 2011). Compte tenu des différentes menaces de disparition du blé saharien, il est donc d'autant plus important d'avoir une meilleure connaissance de la diversité et de la culture actuelle du blé dans les oasis sahariennes. Les objectifs de la présente étude, qui se concentre sur les oasis du sud de l'Algérie (régions d'Adrar, Tamanrasset et Tindouf), sont de :

1. Répertorier les différentes variétés encore cultivées aujourd'hui, en les comparants à celles rapportées dans les études précédentes,
2. Décrire les pratiques culturelles appliquées aux cultures,
3. Inventorier les différentes utilisations du blé dans l'alimentation traditionnelle de la population sahraouie.

## I. MATERIEL ET METHODES

### I.1. Caractéristiques générales de la zone étudiée

Trois missions de prospection et d'enquête ont été réalisées en 2011 dans le sud du Sahara algérien, dans les régions d'Adrar, de Tindouf et de Tamanrasset, situées respectivement à 1400, 1700 et 1900 km d'Alger (Figure 2.1). Contrairement au nord de l'Algérie qui est sous l'influence du climat méditerranéen (type Csa de la classification Köppen-Geiger), les trois régions sont caractérisées par un climat désertique chaud (type BWh de la classification Köppen-Geiger) avec un été long et chaud (températures maximales jusqu'à 50°C) et un hiver court et modérément chaud. Les amplitudes thermiques entre le jour et la nuit sont très importantes. Les tempêtes de vent et de sable sont fréquentes alors que les précipitations sont rares (moins de 50 mm par an), le sol et l'eau sont souvent salins.



**Figure 2.1-** Carte de la région d'étude

La région d'Adrar comprend les régions du Touat et du Gourara. Le Touat est situé au sud du Grand Erg Occidental, à l'est de l'erg (désert de sable) Chech et au sud-est du plateau de Tademait. Il contient un ensemble de petites oasis réparties le long du bord de l'oued Messaoud, prolongement de l'oued Saoura. La pluviométrie est très faible et

l'irrigation est nécessaire pour les cultures. Le sol est généralement sablo-limoneux. Cette région est connue pour son système d'irrigation traditionnel par foggaras, des canaux souterrains en pente douce qui transportent l'eau d'un aquifère ou d'un puits d'eau à la surface pour l'irrigation. Le Gourara est situé entre le Grand Erg Occidental et le plateau de Tadmait. Les précipitations sont faibles mais de fortes averses peuvent se produire. Les vents sont fréquents, en particulier au printemps. Les sols sont sablo-limoneux et brun-rougeâtre (Berkani, 2012). La région est connue pour ses *quasrias*, des systèmes de fosses en forme de peigne qui distribuent l'eau entre différents champs (Berkani, 2012). La région de Tamanrasset est située dans les montagnes du Hoggar. Les températures en été sont légèrement modérées par l'altitude et les hivers sont doux. Il y a très peu de pluie tout au long de l'année. La région de Tindouf est située à la frontière avec le Maroc, la Mauritanie et le Sahara occidental. Elle se caractérise par des étés extrêmement chauds et des hivers très doux. Il y a très peu de pluie pendant la plus grande partie de l'année, généralement concentrée en février et en septembre-octobre. La région peut être touchée par de rares événements de fortes pluies.

## **I.2. Missions de collecte et enquêtes**

L'enquête a été réalisée en mai et a coïncidé avec la récolte du blé. Au total, 187 échantillons ont été collectés dans 14 oasis (communes). Afin d'assurer une meilleure représentativité de la prospection, des échantillons de blé ont été collectés dans plusieurs oasis de chaque région, dans les champs des paysans cultivant encore des variétés sahariennes, utilisant des pratiques culturelles traditionnelles et fabriquant des produits traditionnels à base de blé. Dans la région d'Adrar, 98 échantillons ont été collectés dans neuf oasis (Adrar, Timimoun, Bouda, Tsabit, Tamantit, Zaouia Sidi Abdel Kader, Daldoul, Timmi et Metarfa), à des altitudes comprises entre 220 et 258 m. Dans la région de Tamanrasset, 84 échantillons ont été collectés dans quatre oasis (Abalessa, In Amguel, Ideles et Tamanrasset), à des altitudes comprises entre 918 et 1478 m. Dans la région de Tindouf, 5 échantillons ont été collectés dans une oasis (Oued Djez) à une altitude de 394 m. Chaque échantillon collecté était composé d'au moins 100 épis. Pour chaque échantillon, le nom utilisé par le paysan pour identifier la variété a été noté. La couleur de la glume, la présence et la longueur des barbes, la densité de l'épi (normal ou compact), le type d'épi (normal ou speltoïde), la pubescence de la glume (glabre ou pubescente), la forme de la glume (normale ou ventrue), la couleur du grain (blanc ou rouge), la couleur de la glume (blanche ou rouge) et la

couleur de la barbe (même couleur que celle de la glume ou noire) ont été notées pour chaque échantillon, ce qui a conduit dans la plupart des cas à distinguer plusieurs "formes" (Erroux, 1962) au sein des variétés. Les variétés botaniques ont été identifiées selon la classification botanique des blés sahariens proposée par Erroux (1962) et la classification diagnose-morphologique de Dorofeev et al., (1979) avec une clé d'identification des taxons infraspécifiques.

Dorofeev *et al.* (1979) décrivent deux sous-espèces de *T. aestivum*, la sous-espèce *aestivum* (Blé européen) et la sous-espèce *hadropyrum* Flaksb Tzvel. (Blé asiatique). La sous-espèce asiatique *hadropyrum* est subdivisée en trois groupes de variétés : *convar. rigidum* A. Filat. et Dorof. (Barbes courtes et rugueuses, développant des glumes rigides avec une nervure bien marquée, bec toujours droit, caryopses fermement enserrés par des paléoles et des lemmes), *convar. semirigidum* A. Filat. et Dorof. (Barbus ou sans barbes et semi-rigides, glumes moins dur que ceux de *convar. rigidum*, avec nervure moins marquée, facile à battre) et *convar. inflatum* A. Filat. et Dorof. (Glumes ventruées et becs recourbés en forme de crochet ou barbes courtes). Les épis du subsp. *aestivum* (Blé européen) sont généralement longs, denses à lâches, sans barbes ou barbus, comprimés dorsalement.

Les entretiens réalisés sur les localités d'Adrar et de Tamanrasset ont concerné des paysans âgés de 60 à 80 ans (26 paysans dans la région d'Adrar et 27 dans celle de Tamanrasset). Les questions de l'enquête portaient sur les variétés cultivées et leurs principales caractéristiques (morphologie, précocité, tolérance aux stress abiotiques, résistance aux parasites et aux maladies), les pratiques culturelles (date de semis, mode et fréquence d'irrigation, fertilisation, date et stade de la récolte, mode de conservation) et sur les produits traditionnels du blé. Nous les avons également interrogés sur le rôle joué par les femmes dans la culture et la transformation du blé (Annexe 2).

## II RESULTATS

### II. 1. Espèces, variétés et formes dans les variétés présentes dans les oasis

Dans la région d'Adrar, sur les 98 échantillons collectés, 85 étaient constitués de blé tendre (*Triticum aestivum* L.), sept de blé dur (*Triticum turgidum* L. var. *durum*), cinq d'un mélange de variétés locales de blé tendre et un d'un mélange de blé tendre et de blé dur (Annexe 3). Les variétés de blé dur cultivées en peuplement pur ont été identifiées par les paysans comme Bouchaatot, Mekkaoui et Tazi (ce dernier nom étant également donné par les paysans aux échantillons de blé tendre). Deux types de mélanges de blé tendre ont été observés, le premier entre Hamra Touatia et Bel Mabrouk et le second entre Bel Mabrouk et Oum M'Rakba. Dans ce dernier mélange, du blé dur a également été trouvé. Dans cette région, 26 variétés de blé tendre et deux variétés de blé dur ont été identifiées. Le blé tendre Bel Mabrouk et les blés tendres et dur appelés Tazi étaient les plus fréquents, étant identifiés dans quatre oasis (Tableau 2.1).

Tableau 2.1 : Liste et localité de la culture des variétés identifiées

Variété	Adrar									Tamanrasset (Hoggar)			Tindouf	Nombre d'oasis où la variété est présente	Nombre de formes différentes au sein de chaque variété	
	Gourara			Touat						Idèles	Tamanrasset	Abalessa	In Anguel			Oued djez
	Metarfa	Timimoun	Daldoul	Adrar	Bouda	Tamanit	Timmi	Tsabit	Zaouia Sidi Abdelkader							
Hamra															7	8
Guemh															5	8
Manga															5	8
Tazi															4	6
Tazi *															4	4
Bel Mabrouk															4	11
Oum M'Rakba															4	6
Mekkaoui *															3	2
Sebaga															3	4
Bahmoud															2	2
Baida															2	4
Bent Embarek															2	4
Chouitar															2	3
El Farh															2	3
Mekkaouiya															2	2
Moumna															2	6
Aân Amelal															1	1
Adjilane															1	2
Baida Lakhfifa															1	1
Bent El Hamra															1	2
Bouchaatot *															1	1
Bourbaa															1	5
Ch'Guira															1	2
Chater															1	1
Farina															1	2
Guemh Lahmar															1	1
H'Bircha															1	1
Hamra Lakhfifa															1	1
Hamra Touatia															1	3
Hanafi															1	1
Houiya															1	1
Lahmira															1	2
Lakhfifa															1	1
Masraf															1	1
Oum Z'Hira															1	1
Ras El Mouch															1	1
Rati															1	2
Skandaria															1	2
Terouzi															1	1
Touatia															1	2
Zeghloul															1	1
Nombre de variétés	10	9	2	5	1	2	5	10	1	8	8	6	7	4		

(\*) blé dur

Les variétés Hamra, Oum M'Rakba et Sebaga étaient présentes dans trois oasis. Nous avons identifié dix variétés différentes à Metarfa (tous des blés tendres), dix à Tsabit (neuf blés tendres et un blé dur Tazi) et neuf à Timimoun (huit blés tendres et les blés durs Tazi et Bouchaatot). Cinq variétés ont été trouvées dans les oasis de Timmi et d'Adrar. A Bouda et Zouiyet Sidi Abdelkader, une seule variété a été identifiée. Dans la région de Tamanrasset, sur les 84 échantillons prélevés, 80 étaient constitués de blé tendre et quatre de blé dur. Au total, 18 variétés ont été identifiées. Les variétés Manga, Hamra et Guemh étaient les plus fréquentes. Huit variétés différentes ont été trouvées à Ideles et Tamanrasset, sept à Amguel et six à Abalessa. Parmi les variétés de blé dur, seul le Mekkaoui était cultivé à cet endroit. À Tindouf, seul du blé tendre a été trouvé. Quatre variétés ont été identifiées, à savoir Bahmoud, Guemh, Guemh Lahmar et Oum M'Rakba.

Au total, 41 variétés ont été identifiées dans les régions étudiées (Tableau 2.1). La Hamra a été trouvée dans sept des 14 oasis, tandis que le Guemh et le Manga étaient présents dans cinq oasis. Une seule variété (Guemh) a été trouvée dans les trois régions, tandis que quatre d'entre elles (Hamra, Manga, Bent Embarek et Chouitar) ont été trouvées dans les régions d'Adrar et de Tamanrasset. Alors que 20 variétés n'étaient présentes que dans la région d'Adrar, 14 autres n'étaient cultivées que dans la région de Tamanrasset. Trois des quatre variétés cultivées à Tindouf (Bahmoud, Oum M'Rakba et Guemh Lahmar) étaient également présentes à Adrar. Selon l'enquête, les semences de ces variétés ont été rapportées d'Adrar. La quatrième variété, Guemh, a été achetée au marché local de Tindouf. Neuf variétés, à savoir Hamra, Guehm, Manga, Tazi (blé tendre), Tazi (blé dur), Bel Mabrouk, Oum M'Rakba, Mekkaoui et Sebaga, ont été trouvées dans plus de deux oasis. Sept autres variétés ont été trouvées dans plus d'une oasis. Les 25 autres variétés n'étaient présentes que dans une seule oasis.

La plupart des variétés collectées portent un nom arabe, sauf Aân Amelal, un nom d'origine berbère qui signifie "farine blanche". Dans certains cas, le nom de la variété faisait référence à son origine : Mekkaouiya (apportée de la Mecque pendant le pèlerinage), Touatia (de la région du Touat), Skandaria (nom d'un quartier du Ksar d'El Ouajda dans la région du Gourara), Hamra Touati (rouge du Touat). D'autres noms ont une connotation religieuse, comme Moumna (la croyante) ou El Farh (fête). Le nom Tazi (appelé aussi "grain du colonisateur") indique que la variété est étrangère à la région, ayant été introduite soit pendant la colonisation française, soit donnée par l'aide humanitaire, soit échangée avec des nomades ou des personnes étrangères à la région.

Les noms de Bel Mabrouk (fils de Mabrouk), Bent El Hamra (fille d'El Hamra), Bent Embarek (fille d'Embarek) et Bahmoud nous renseignent sur la personne qui a introduit le cultivar dans la région. Certains noms font référence aux caractéristiques morphologiques de la plante (Oum M'Rakba = plusieurs nœuds). Beaucoup se rapportent à la morphologie de l'épi (M'Rakba = compact) ou à sa couleur (Baida = blanc, Hamra, Lahmar, Lahmira = rouge) ou à la présence de barbes (Bouchaatot = cheveux, Ras El Mouch = tête de chat). D'autres informent sur la phénologie (Sebaga, Chater, Chouitar, Lakhfifa et Ajlane = précoce, Bourbaa = cycle de quatre mois), Chater (plus précoce que Chouitar). Certains noms comme Baida Lakhfifa (blanche précoce) ou Hamra Lakhfifa (rouge précoce) sont associés à des caractères à la fois phénologiques et morphologiques.

Il n'a pas été possible d'obtenir des informations précises sur la date d'introduction des variétés, sauf dans le cas de Tindouf. Selon les paysans, le blé était autrefois largement cultivé dans l'oasis de G'rara (à 25 km de Tindouf). Les semences étaient originaires du Maroc et le grain n'était utilisé que pour la fabrication du pain. La culture a été abandonnée en 1986, une fois la farine disponible dans les magasins, et le blé a été progressivement remplacé par l'orge, qui occupe une place importante dans l'alimentation de la population locale pour la fabrication du pain, du couscous et de la soupe (*h'rira*). Dans les régions d'Adrar et de Tamanrasset, le blé saharien est cultivé et utilisé pour l'autoconsommation familiale et pour les fêtes religieuses (*ziara*).

Dans la plupart des variétés de blé tendre, nous avons distingué plusieurs caractères d'épi et de grain (Annexe 3). Les variétés présentant le plus grand nombre de formes étaient Bel Mabrouk (11), Manga (8), Hamra (8) et Guemh (8). La majorité des échantillons de blé tendre (62,5 %) ont des barbes courtes, tandis que 37,7 % ont des épis sans barbes. La majorité des formes (53,4 %) ont des épis compacts. Une petite proportion (17,1 %) a des épis speltoïdes. Les échantillons présentant des glumes ventruées 88,6 % du nombre total. 38,8% ont des glumes rouges et 64,7% des grains rouges. Au total, 23 variétés botaniques ont été distinguées, les plus fréquentes étant *subhostinflatum*. Palm (20,7 %), *heraticum* (Vav. et Kob.) Mansf. (13,2 %) et le *subbarossinflatum*. Palm (10,9 %).

## II. 2. Pratiques agronomiques

Dans l'oasis saharienne, on peut distinguer trois modes de production traditionnels. Dans le premier cas, l'agriculteur est le propriétaire du champ. Dans le deuxième cas, il loue le champ du propriétaire (*kharass*). La location n'est pas sous forme monétaire, la personne qui loue un champ donne au propriétaire une partie (généralement la moitié) de la récolte de dattes, de blé et d'orge, les trois principales cultures. Le propriétaire et l'agriculteur se mettent d'accord sur un nombre déterminé de kg de semences par an, également appelé *guelba* (un *guelba* = 16 kg de semences) en fonction de la superficie, du nombre de palmier dattier et de la quantité d'eau. Si la récolte n'est pas suffisante pour respecter cette règle, la personne qui loue le champ doit compenser avec de l'orge ou du blé apporté du marché. Le locataire (*kharass*) a également la possibilité de prendre toute la production des cultures secondaires telles que le fourrage et les légumes (tomate, poivron, laitue, ail, oignon). Dans le troisième cas, le travailleur (*khamass*) travaille dans le champ du propriétaire. En contrepartie du travail agricole effectué, le propriétaire lui donne 1/5 de la récolte de dattes, de blé et d'orge.

Le blé est cultivé dans de petits champs (appelés jardin « *Djena* ») situés sous des palmiers dattiers et des arbres fruitiers dans la région de Tamanrasset et sous des palmiers dattiers dans les régions d'Adrar et de Tamanrasset. La taille des jardins est généralement comprise entre 0,5 et 5 ha à Adrar et entre 2 et 6 ha à Tamanrasset. La culture et l'entretien de la culture sont effectués manuellement par les paysans. Les semis se font sur de petites parcelles, appelées *guemoun* (Figure 2.2), dont la taille et le nombre dépendent de la disponibilité en eau. Leur taille est généralement de 2 x 3m, 2 x 4m, ou 2,5 x 4m. Lorsque la disponibilité de l'eau d'irrigation est limitée, la taille du *guemoun* n'est que de 1 x 2m et un maximum de 30 *guemouns* est cultivé. À Tamanrasset, la taille du *guemoun* dépend également de l'inclinaison de la parcelle. Plus la surface est plane, plus la taille du *guemoun* est importante. Les *guemouns* pris ensemble constituent un *matrak*, un groupe de *matrak* est appelé *s'riha*. Selon l'enquête, les semis se font généralement à la volée. Cependant, dans la région de Timimoun, le semis se fait parfois en poquets pour limiter l'impact des rongeurs. La date de semis la plus fréquente dans les zones étudiées est le début du mois d'octobre. En fonction de la répartition et de la disponibilité de l'eau, les semis sont parfois réalisés plus tard. A Adrar, la date de semis est reportée à janvier si les températures restent élevées. À Tamanrasset, la variété Baida est semée en décembre en raison de sa sensibilité aux basses températures. Dans les oasis d'Ideles et de Tamanrasset, les semis sont également

retardés pour éviter les effets du gel. Aucune fertilisation minérale n'est pratiquée dans les jardins, notamment en raison de l'éloignement des points de vente, de son indisponibilité, de son coût et du manque de connaissance des paysans sur son utilisation. Le fumier organique est apporté lors des labours.



**Figure 2.2** - Parcelle « Guemoun »

Dans les deux régions, l'irrigation est effectuée par submersion (Figure 2.3). A Adrar, l'eau d'irrigation est fournie par des foggaras. L'eau des foggaras est distribuée aux différents jardins par un système appelé *quastria*, qui consiste en un récipient et des peignes à son extrémité. L'eau est acheminée de la *quastria* vers les jardins par des canaux appelés *segua*. L'eau stockée dans les bassins est acheminée par des canaux appelés *abadou*. La distribution de l'eau dans les jardins dépend de sa disponibilité. Le nombre de jardins est souvent affecté par le mauvais état des foggaras. L'eau est apportée en moyenne une fois par semaine mais peut aller jusqu'à deux semaines. Dans la région de Tamanrasset, l'irrigation se fait par pompage de l'eau des puits. Les pannes des surpresseurs d'eau et la non-disponibilité des pièces de rechange limitent souvent l'accès à l'eau.



**Figure 2.3** - Irrigation du « guemoun » par submersion

La durée du cycle de croissance de la plante de blé est d'environ 6 mois. Elle est réduite à cinq mois lorsque les températures sont élevées et même à trois mois et demi à quatre mois dans le cas des variétés les plus précoces. Le désherbage est fait manuellement et les paysans n'utilisent pas de pesticides. Dans la région d'Adrar, aucune maladie ou parasite n'a été identifié par les paysans. En revanche, dans la région de Tamanrasset, les paysans ont signalé la présence de parasites et de maladies. Dans les oasis d'Ideles et de Tahifet, les paysans ont mentionné des symptômes de stérilité des épis, probablement dus au gel. Dans l'oasis d'Ideles, ils ont signalé la présence sur la plante de miellat appelée *assala*, due à des pucerons.

La récolte s'effectue de fin mars pour les variétés les plus précoces jusqu'au début mai dans la région d'Adrar et de mi-mai à juin à Tamanrasset. Après la récolte, et en attendant le battage des épis, des mottes de blés sont confectionnées et entreposées sur le champ, puis recouvertes pour éviter les attaques d'oiseaux (Figure 2.4). Le battage des épis se fait manuellement (Figure 2.5), en utilisant différentes techniques selon la dureté des enveloppes. Il se fait à la main lorsque les grains se détachent facilement de l'épi et à avec la base de la palme des dattiers « *kernafa* » ou avec des bouteilles en verre lorsque les enveloppes sont dures.



**Figure 2.4 - Entreposage et couverture du blé dans le champ**



**Figure 2.5 - Battage manuelle des épis**

Autrefois, dans les *ksours* de la région d'Adrar, le blé était stocké dans des sortes de silos faits d'argile, de sable et de paille de blé ou d'orge appelées *matmouras* (Figure 2.6). Ce mode de conservation est encore pratiqué dans l'oasis de Tsabit. Dans d'autres oasis, il est plutôt stocké dans des fûts en métal ou en plastique dont l'intérieur est recouvert de chaux (*djir*) pour éviter les attaques de parasites, ou dans des sacs en toile de jute (*halfa*) ou en plastique (Figure 2.7). Certains paysans disposent d'un grenier à grains en terre (*guella*) pour stocker leurs céréales. Les grains peuvent être conservés de un à deux ans. Les épis peuvent être conservés jusqu'à sept ans.



**Figure 2.6** - Mode de conservation traditionnel « *Matmoura* »



**Figure 2.7** - Mode de conservation (a) conservation des grains de blé dans des fûts, (b) conservation des grains et des épis de blé dans des sacs en plastique

Tous les membres de la famille participent aux travaux agricoles dans le jardin. Les hommes participent le plus souvent aux labours, aux semailles, aux désherbages et aux récoltes. L'irrigation et le désherbage sont assurés par le propriétaire du jardin. Les enfants participent aux travaux du jardin en dehors des heures de travail et pendant le week-end. Après avoir terminé les travaux ménagers, les femmes travaillent dans le jardin en fin d'après-midi. Leur rôle est prépondérant dans le choix des variétés, leur mélange, le battage des épis et la mouture des grains (gros = semoule ou fin = farine).

Les semences sont multipliées par les paysans eux-mêmes. Chaque année, une partie de la récolte est conservée pour le prochain semis, les meilleurs épis étant utilisés

pour produire de la semence. Les variétés sont parfois cultivées en mélange. Les variétés sensibles aux attaques des oiseaux sont souvent mélangées avec des variétés résistantes, afin de réduire les pertes de grains. Le Hamra Touatia, par exemple, est toujours utilisé en mélange avec d'autres variétés. La plupart des variétés sont cependant cultivées en peuplement pur.

### II. 3. Utilisation traditionnelle des variétés

Le blé est moulu pour obtenir soit de la semoule soit de la farine à l'aide d'un moulin à pierre (Figure 2.8). Il existe deux types de moulins, un pour la mouture grossière et un autre pour la mouture fine. Les parois de la meule sont lisses dans le premier cas, rugueuses dans le second. La vitesse de rotation joue également un rôle sur la taille des particules, une vitesse rapide entraînant des particules plus grosses. Trois grands produits traditionnels à base de blé ont été identifiés, le pain (*khobz* ou *kesra*), le couscous et la soupe (*hrira*) (Tableau 2.2).

**Tableau 2.2 :** Les différentes utilisations du blé dans les oasis du sud de l'Algérie

Pain ( <i>khobz</i> )		
	<i>khobz el chehma</i>	Pain à base de matière grasse (graisse animale)
	<i>khobz m'batane/ m'radef</i>	Deux feuilles de pâte farcies de légumes (tomates, oignons, dattes...)
	<i>takdir</i>	Morceaux de pâte molle cuits dans une sauce
	<i>khobz eneur</i>	Préparé dans un <i>eneur</i> (jarre en terre cuite)
	<i>khobz el guella</i>	Préparé dans une <i>guella</i> (jarre perforée en terre cuite)
	<i>khobz teguella / kesra</i>	cuit sous le sable chaud
	<i>khobz rogueg</i>	Feuille de pâte fine préparée dans un <i>tadjine</i> (plaque de métal ou de jarre en terre cuite)
Couscous		
	<i>berkoukess, mardoud, or aich</i>	couscous grossier
	<i>aich srayar</i>	couscous fait avec des épices et plantes médicinales (fenugrec, nigelle, anis)
Autres utilisations		
	<i>tirwaou</i>	grains de blé grillés
	<i>gorgoz</i>	grains broyés et bouillis
	<i>zembo</i>	épis immatures, récoltés au stade pâteux, légèrement grillés sur la cendre sous du sable chaud, puis broyés
	<i>hrira</i> (Soup)	Soupe faite avec du <i>zembo</i>



**Figure 2.8** - Moulin traditionnel en pierre

Les principales différences entre les types de pain concernent leur épaisseur, les ingrédients utilisés et les modes de cuisson (Figure 2.9). Dans la région d'Adrar, les principaux produits préparés à partir de semoule ou de farine sont le *khobz el guella*, le *takdir*, le *mradef*, le *khobz eneur*, le *khobz rogueg*, le *khobz el chehma* (pain à base de graisse), le *khoubz m'batane*, le *mardoud* ou *berkoukess* ou *laich* (couscous grossier). Dans la région de Tamanrasset, connue pour son *khobz teguella*, on a également trouvé des *khobz erguig* ou *khobz rogueg*, *mardoud* ou *barkoukess* ou *aich*, *tirwaou* (grains de blé grillés) et *gorgoz* (grains broyés et bouillis). Enfin, les hautes tiges des blés sahariens permettent aux paysans d'utiliser la paille, en plus du navet fourrager, du millet, du sorgho et de la luzerne pérenne pour nourrir le bétail. Chaque famille possède un petit troupeau composé principalement de chèvres, ce qui leur donne une quantité importante de lait pour leurs besoins quotidiens.



**Figure 2.9** - Ustensiles utilisés pour la cuisson du pain

Certaines variétés locales comme Baida, Baida Lakhfifa, Manga ou Skandaria sont particulièrement appréciées pour leur goût (Tableau 2.3). Certaines sont plus particulièrement appréciées pour la fabrication de *zembo* comme les variétés Chater ou

la Mekkaouiya, d'autres pour la fabrication du pain, comme les variétés Farina et l'Oum M'Rakba. Certaines variétés sont utilisées pour la fabrication de pains spécifiques (par exemple à Abalessa, la variété Hamra pour les pains *khobz el rogueg* et Manga pour *kesra teguella*). Dans la pratique, les grains de plusieurs variétés sont généralement mélangés après la récolte dans des proportions qui dépendent de l'utilisation souhaitée pour préparer un produit spécifique, les mélanges et les proportions diffèrent d'une région à l'autre et parfois d'une oasis à l'autre dans la même région. À l'inverse, une même variété peut être utilisée pour la réalisation de plusieurs produits. Par exemple, une partie de la parcelle peut être récoltée pour la production de *zembo* lorsque les grains sont encore au stade pâteux tandis que l'autre partie est récoltée à maturité complète pour répondre aux besoins en farine ou en semoule de la famille.

**Tableau 2.3 :** Principales caractéristiques agronomiques et utilisations de certaines variétés cultivées dans les oasis du sud de l'Algérie

Variété	Principales caractéristiques agronomiques	Utilisations
Bahmoud	productive, précoce, difficile à battre, résistante aux attaques des oiseaux (Timimoun)	pain, couscous
Baida	productive, tardive, facile à battre et à moudre (Tamanrasset)	pain, couscous (Tamarasset), apprécié pour son goût (Ideles)
Baida Lakhfifa	Précoce (Abalessa), facile à battre et à moudre	bon goût
Bel Mabrouk	Productive, bonne aptitude au tallage, tardive, fertilité élevée de l'épi, beau grain jaune clair, résistant au vent, facile à moudre (Adrar)	Pain, couscous et soupe de <i>zembo</i> (Adrar)
Bent El Hamra	tardive, facile à battre, assez difficile à broyer	pain, couscous
Bent Embarek	productive, tardive, à fertilité élevée, à poids de mille grains élevé, facile à battre et à moudre <sup>(1)</sup>	farine, pain, couscous, semoule (Adrar)
Bouchaatot	difficile à broyer, sensible au vent	apprécié pour le couscous (Timimoun)
Bourbaa	maturation précoce, sensible à l'égrenage, facile à battre et à broyer	pain, couscous, <i>zembo</i>
Ch'Guira	tardive, facile à battre et à moudre	couscous, pain, farine, semoule (Tsabit, Adrar)
Chater	Très précoce <sup>(2)</sup> , épi long, fertilité élevée, faibles besoins en eau	<i>zembo</i>
Chouitar	très précoce, faibles besoins en eau (Tamanrasset) <sup>(3)</sup>	<i>zembo</i> (Adrar) pain, couscous (Tamarasset)
Farina		pain (Adrar)
Guemh	Productive, facile à battre (Tamanrasset)	pain, couscous
Hamra	productive (Tamanrasset), précoce, facile à battre et difficile à broyer (Timimoun), facile à battre et à broyer (Abalessa, Ideles)	<i>zembo</i> , pain, couscous, farine, semoule (Timimoun) appréciée pour le pain (Abalessa, Tamanrasset), en particulier pour le pain <i>khobz el rogueg</i> (Abalessa) et pour le couscous et la soupe (Adrar)
Hamra Lahfifa	tardive, sensible au gel	pain, couscous (Abalessa, Tamanrasset)
Hanafi	facile à battre	généralement utilisé en mélange avec d'autres variétés
Hbircha	sensible à l'égrenage	pain, couscous, soupe
Houiya	productive, précoce	pain, couscous
Lakhfifa	précoce, facile à broyer	couscous, pain, farine, semoule (Tsabit/Adrar)
Lahmira	facile à battre	couscous, pain
Manga	productive, tardive, résistante à la verse malgré sa haute stature, difficile à battre et à moudre, résistante au vent et aux attaques des oiseaux	pain <i>kesra teguella</i> (Abalessa), apprécié pour son bon goût (Tamanrasset)
Mekkaoui	productive, tardive, difficile à moudre	pain (Tamanrasset)
Mekkaouiya	précoce, facile à battre et à moudre, sensible aux attaques (Timimoun)	<i>zembo</i>
Moumna	productive, à maturation tardive, facile à battre (Tamantit)	couscous, pain
Oum M'Rakba	précoce, tolérante à la sécheresse	farine, pain, couscous (Adrar)

**Tableau 2.3 :** Principales caractéristiques agronomiques et utilisations de certaines variétés cultivées dans les oasis du sud de l'Algérie (suite)

Variété	Principales caractéristiques agronomiques	Utilisations
Ras El Mouch	productive, très précoce	pain, couscous
Sebaga	très précoce, faibles besoins en eau, facile à battre et à moudre, sensible au vent (Timimoun)	farine, semoule (Timimoun) appréciée pour le couscous
Skandaria	productive, précoce (Tamanrasset), sensible à l'égrenage, facile à battre et à broyer	appréciée pour son bon goût (Tamanrasset)
Tazi	résistante au vent et attaques des oiseaux <sup>(4)</sup>	farine, semoule (Timimoun)
Terrouzi	stature haute <sup>(5)</sup> , glumes et grains durs, résistante aux attaques des oiseaux	pain, couscous
Zeghloul	résistants aux attaques des oiseaux <sup>(4)</sup>	farine, semoule (Timimoun)

- (1) Parfois appelé Farina pour cette raison
- (2) Autrefois, cultivée en période de famine pour disposer de grain en début de saison, elle est aujourd'hui parfois négligée par les paysans car ils considèrent qu'elle peut apporter le "mauvais œil".
- (3) A Tamantit et Ouled el Haj el Mamoun, tend à être remplacé par le Bel Mabrouk parce que les paysans considèrent qu'il est moins productif ces dernières années
- (4) Principalement en raison de ses épis barbus
- (5) Également appelée *cheriré* (homme grand et mince)

#### II.4. Caractéristiques agronomiques des variétés

Selon les paysans, le choix des variétés à semer dans une oasis est fortement déterminé par les contraintes spécifiques de l'environnement et les exigences culinaires des paysans et de leurs familles. Les caractéristiques agronomiques des variétés qui permettent de faire face aux contraintes climatiques et leurs particularités à la fabrication d'un produit final spécifique sont bien connues par les paysans. Les caractéristiques agronomiques principalement prises en compte par les paysans dans leur choix sont la productivité, la précocité, le faible besoin en eau, la résistance aux oiseaux et la facilité à battre et à moudre le grain. Les variétés, les plus productives selon les paysans sont Bahmoud, Baida, Bel Mabrouk, Bent Embarek, Guemh, Hamra, Houiya, Manga, Mekkaoui, Moumna et Ras El Mouch. Les variétés Bahmoud, Baida Lakhfifa, Bourbaa, Chater, Chouitar, Hamra, Houiya, Lakhfifa, Mekkaoui, Mekkaouiya, Oum M'Rakba, Ras El Mouch, Sebaga et Skandaria sont considérées par eux comme les plus tolérantes à la sécheresse. Les variétés résistantes aux vents chauds et aux attaques d'oiseaux sont Bahmoud, Bel Mabrouk, Manga, Tazi, Terrouzi et Zeghloul (Tableau 2.3).

### III. DISCUSSION

La plupart des variétés de blé identifiées dans cette étude sont des blés tendres (Tableau 2.1 et Annexe 3). Deux variétés, Bouchaatot et Mekkaoui, ont été identifiées par les paysans comme étant du blé dur. Certains échantillons désignés par les paysans comme Tazi sont également des blés durs. Enfin, on a trouvé que le blé dur est cultivé en mélange avec le blé tendre. Cette présence limitée de blé dur dans les régions d'Adrar, de Tamanrasset et de Tindouf est en accord avec les observations faites par Chevalier (1932) et Erroux (1962) sur la rareté du blé dur dans les oasis sahariennes. La présence de blé dur au Sahara n'a été précédemment signalée que dans le Hoggar par Ducellier (1929) qui a décrit une variété de blé dur caractérisée par des glumes courtes et arrondies et par Erroux (1962) et Guarino et *al.* (1991) qui ont signalé la présence de la variété Amekkaoui (probablement similaire à la variété Mekkaoui que nous avons trouvée dans la région de Tamanrasset). Selon Chevalier (1932), les variétés de blé dur cultivées dans les oasis sahariennes sont originaires des régions voisines et auraient été introduites plus tard que le blé tendre. Cependant, certaines formes présentent des épis compacts comme ceux cultivés à Oman (Al Khanjari, 2005), ce qui suggère des croisements avec des blés durs introduits de cette région.

La présente étude a confirmé la grande diversité des variétés de blé tendre cultivées dans les oasis sahariennes du sud de l'Algérie, et leurs particularités morphologiques qui les rendent différentes des variétés locales cultivées en Afrique du Nord sous climat méditerranéen, comme l'ont mentionné Zaharieva et *al.* (2014). Pour la plupart des paysans, l'introduction de nouvelles variétés ne répond pas aux exigences culinaires, ces derniers n'ayant pas le même goût et les propriétés désirées pour la fabrication du pain ou d'autres dérivés.

Une grande diversité a été observée parmi les variétés de blé tendre pour les caractères morphologiques et les caractéristiques agronomiques (Tableau 2.3). La plupart des blés tendres collectés appartient au type *inflatum* (Ducellier, 1920) caractérisé par des glumes courtes et ventrues, fréquemment rencontrés au Turkestan, en Iran et en Afghanistan (Vavilov, 1987). Cette observation tend à confirmer l'hypothèse d'une relation entre les blés tendres sahariens et asiatiques (Erroux, 1962). Il s'agit notamment des formes sans barbes et barbus appelées respectivement *muticum* et *aristatum* par Ducellier (1920), et des formes intermédiaires (barbes courtes) présentées comme *breviaristatum* par Erroux (1962). Il a également été possible de distinguer au niveau de l'épi, des formes compactoïdes et spelloïdes, ainsi que certaines formes à

caractères sahariens atténués, telles que décrites par Erroux (1962). Parmi les variétés présentes dans les oasis d'Adrar et de Tamarrasset, la plupart sont très précoces comme le note Ducellier (1909) et présentent une forte fertilité en épis (Erroux 1962). Cette grande diversité et la particularité des variétés des oasis sahariennes sont probablement dues à la diversité des origines de ce germoplasme (Zaharieva et al., 2014), aux conditions climatiques très spécifiques limitant l'adaptation des variétés à d'autres régions (Benlaghli et al., 1990) et à l'isolement des oasis sahariennes du reste du pays.

Certaines variétés dont la présence a été notée dans cette étude avaient été précédemment signalées dans les mêmes régions du Touat, du Gourara et de Tamarrasset. Hamra a été observé dans le Touat par Ducellier (1930) et Erroux (1962) et Ali Ben Maklouf dans le Gourara et le Touat (Erroux, 1962). Plus récemment, Berkani (2012) a signalé la présence de Bel Mabrouk, Ali Ben Maklouf, Oum M'Rakba et Moumna dans le Touat et le Gourara, et de Hamra, Sebagha et Chouitar dans la région du Touat. Certaines variétés rencontrées dans le cadre de la présente étude ont également été trouvées dans les oasis d'autres régions. Hamra et Bent Embarek ont été signalés dans le Tidikelt (Erroux, 1962). La présence de Manga a été notée dans les oasis de Tit, In Salah et El Golea (Erroux, 1991) et en Libye où elle est connue sous le nom de Hoggari (Erroux, 1962). Ben Mabrouk a été signalé à Beni-Abbes et dans le Tidikelt (Erroux, 1991). Ces observations doivent cependant être considérées avec prudence. Comme l'ont déjà souligné Erroux (1962) et Zaharieva et al. (2014), la nomenclature des variétés est souvent imprécise. Le nom est donné par le paysan à la forme la plus représentative. Un même nom peut correspondre à des variétés ayant des caractéristiques morphologiques et botaniques très différentes (Annexe 3). Par exemple, le terme Tazi a été trouvé dans cette étude à la fois dans le blé dur et dans le blé tendre. La ch'guira, nom d'une variété de blé tendre dans l'oasis de Timmi (Adrar) et dans le Hoggar (Ducellier, 1929), fait référence au blé dur du Tafilalt au Maroc (Benlaghli et al., 1990). Par ailleurs, une même variété peut porter plusieurs noms selon l'oasis ou le village où elle est cultivée, ce qui rend difficile une comparaison précise du matériel génétique cultivé dans différents endroits. Enfin, un même nom peut se référer à différentes formes, avec des caractères morphologiques différents et peut donc appartenir à différentes variétés botaniques (Annexe 3). Par exemple, dans le présent travail, il a été constaté que la variété Hamra contient des formes appartenant aux variétés *transcaspicum* (Vav.) Mansf., *subturcinflatum* Udacz., *rufinflatum* (Flaksb.) Mansf., *subferrugineum* (Vav.) Mansf., *turcomanicum* (Vav. et Kob.) Mansf.,

*subbarossinflatum* Palm. et *submeridionalinflatum* Palm. Divers types variétaux se sont accumulés successivement au fil du temps dans les oasis où le croisement spontané et la sélection naturelle ont été favorisés, conduisant à des formes intermédiaires ou à de nouvelles formes à caractères nouveaux, toutes difficiles à associer aux types référentiels déjà connus (Ducellier, 1929). Le prospecteur doit être capable de distinguer la forme la plus abondante dans le mélange, identifiée par les paysans et donner le nom (Erroux, 1958a).

La grande diversité des variétés présentes dans le sud de l'Algérie et la variabilité de leurs caractéristiques agronomiques permettent aux paysans de sélectionner les variétés en fonction des conditions climatiques spécifiques des oasis et de la qualité de leur grain pour élaborer des produits finis spécifiques (Tableau 2.3). Notre étude a révélé que les paysans restent très attachés à leurs variétés locales qui sont spécifiques à certains endroits ou même à certaines oasis. Transmises au sein de la famille d'une génération à l'autre, les variétés oasiennes constituent un patrimoine génétique familial ancestral. Le maintien de ce germoplasme est apparu étroitement lié aux caractéristiques de l'environnement, aux exigences culinaires des paysans et de leurs familles, ainsi que la facilité de battre des épis et de mouture du grain, très appréciée chez les variétés tels que Baida, Baida Lakhfifa, Bent Embarek, Ch'Guira, Mekkaouiya, Sebaga et Skandaria.

Les principaux facteurs limitant le rendement dans les oasis sont le gel à la floraison, le manque d'eau, les températures élevées pendant le remplissage des grains et les vents chauds à la maturité. Les températures plus basses à Tamanrasset, par rapport à Adrar, ont non seulement déterminé le retard des semis mais aussi le choix fréquent de variétés à floraison tardive, comme Manga, Baida et Bent El Hamra. Dans l'oasis de Tamantit (Adrar), où il y a beaucoup de vent, le cultivar Bel Mabrouk est très apprécié en raison de sa résistance à l'égrenage. A l'inverse, la variété Bourbaa, malgré son intérêt pour la préparation du *zembo*, est abandonnée car ses grains tombent sur le sol. L'appréciation des paysans a permis d'identifier plusieurs variétés ayant une tolérance potentielle à la sécheresse. Jusqu'à présent, seules les variétés El Klouf (Rodriguez, 1932 ; De Arana, 1934) et Fertass (Toutain, 1977) ont été clairement identifiées comme tolérantes à la sécheresse. Plusieurs variétés (par exemple, Bahmoud, Manga, Tazi, Terrouzi et Zeghloul) ont également été signalées par les paysans comme résistantes aux vents chauds et aux attaques d'oiseaux.

Certaines de nos observations sur les caractéristiques agronomiques des variétés et les préférences des paysans ont confirmé les informations précédentes. La variété

Bahmoud (= Ali Ben Maklouf) est appréciée en raison de sa productivité, de sa résistance aux oiseaux et de son goût, très appréciée dans la fabrication du couscous et du pain, avait déjà été mentionnée par Foley (in Erroux, 1962). La productivité élevée de la variété Hamra, sa facilité de battage et de broyage, son utilisation pour la fabrication d'une large gamme de produits et le bon goût de son grain avaient déjà été soulignés par Erroux (1962). La productivité de Manga, sa résistance à la verse malgré sa haute stature, sa résistance au vent et aux attaques d'oiseaux, mais aussi la difficulté de battre ses épis et de moudre son grain ont également été signalés par Erroux (1962).

## CONCLUSION

La présente étude a révélé qu'une grande diversité de variétés, de formes et de variétés botaniques de blé est encore présente dans les oasis du sud de l'Algérie. La plupart des variétés de blé semblent très spécifiques à un endroit ou à une oasis données, mais certaines sont plus largement cultivées. La présence de ces dernières a été fréquemment signalée dans d'autres régions sahariennes. La nomenclature des variétés est cependant souvent imprécise. Ces noms ont été attribués par les paysans, généralement en relation avec une caractéristique frappante qui peut être présente dans les variétés se distinguant par de nombreux autres caractères. Il est donc difficile de tirer des conclusions précises sur la diversité génétique en se référant uniquement à la présence des variétés. Il est donc urgent de lancer des études sur la diversité moléculaire de ce matériel, afin d'acquérir une meilleure connaissance de sa diversité allélique et de son évolution dans le temps. Le maintien des variétés traditionnelles dans les oasis sahariennes est fortement lié à l'importance pour les paysans de disposer d'un matériel génétique bien adapté aux contraintes spécifiques de cet environnement particulier et apportant la qualité de grain requise pour la fabrication de leurs mets traditionnelles. De nombreux facteurs menacent cependant les systèmes agricoles des oasis et l'érosion génétique ne peut être exclue au cours des prochaines décennies. Il est important d'améliorer nos connaissances de ce germoplasme qui pourrait constituer une source précieuse de diversité et de tolérance aux stress abiotiques dans les programmes de sélection du blé.

---

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Adams R (1810) A narrative of Robert Adams, a sailor who was wrecked on the western coast of Africa in the year 1810. John Murray, London
- Al Alazzeah A, Hammer K, Lehmann CO, Perrino P (1982) Report on a travel to the Socialist People's Libyan Arab Jamahiriya 1981 for the collection of indigenous taxa of cultivated plants. *Kulturpflanze* 30:191–202
- Al Khanjari SS (2005) Exploration and estimation of morphological and genetic diversity of wheat (*Triticum* ssp.) landraces in Oman. Kassel University Press, Kassel
- Benlaghli M, Bouattoura N, Monneveux P, Borries C (1990) Les blés des oasis. Etude de la diversité génétique et de la physiologie de l'adaptation au milieu. *Options Méditerranéennes* 11:171–194
- Berkani S (2012) Caractérisation morphologique de quelques populations locales de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) de la région d'Adrar. MSc. ENSA Alger, Algérie
- Boulghobra N, Saifi M, Fattoum L (2015) Sand encroachment in the Saharan Algeria; the not declared disaster. Case study: In-Salah region in the Tidikelt. *GRF Davos Planet@Risk*, Volume 3, Number 1, Special Issue on the 5th IDRC Davos 2014
- Brooks NPJ, Drake NA, McLaren SJ, White K (2003) Studies in geography, geomorphology, environment and climate. In: Mattingly DJ (ed) *The Archaeology of Fazzan*, volume 1, synthesis. The Society for Libyan Studies/Tripoli, The Department of Antiquities, London, pp 37–74
- Chevalier A (1932) Ressources végétales du Sahara et de ses confins nord et sud. *Museum d'Histoire Naturelle*, Paris, Laboratoire d'Agronomie Coloniale
- Ciferri R, Garavini M (1941) I cereali dell'Africa Italiana. III. I frumenti oasicoli del Sahara libico. *Bibliotheca Agraria Coloniale* 19, Regio Istituto Agronomico per l'Africa Italiana, Firenze (en Italien)
- De Arana M (1934) El Instituto de cerealicultura y los nuevos tipos de trigo. *Agricultura* 67:437–448 (en Espagnole)
- Dorofeev VF, Filatenko AA, Migushova EF, Udachin RA, Jakubziner MM (1979) Wheat. In: Dorofeev VF, Korovina ON (eds) *Flora of cultivated plants*, vol 1. Kolos, Leningrad (en Russe)
- Ducellier L (1909) Culture et vente des céréales en Algérie. *Bull Soc Agric Alger*, n° 373

- Ducellier L (1920) Les blés du Sahara. Bibliothèque du Colon de l'Afrique du Nord n° 4, Alger
- Ducellier L (1929) Céréales recueillies par le Dr. R. Maire au cours de sa mission au Hoggar. Bull Soc Hist Nat Afrique du Nord 20:221–226
- Ducellier L (1930) Espèces et variétés de céréales cultivées en Algérie. In: Les céréales d'Algérie. Imprimerie Algérienne, Alger
- Erroux J (1952) Les blés des oasis. Bull Soc des Agriculteurs d'Algérie n° 567
- Erroux J (1958) Note sur les blés des oasis du Sahara Algérien. Bull Soc Hist Nat Afrique du Nord no 49
- Erroux J (1962) Les blés des oasis Sahariennes. Mémoire no 7, Université d'Alger, Institut de Recherches Sahariennes
- Erroux J (1991) Blé. In: Camps G (ed) Encyclopédie Berbère. Edisud, Aubenas, pp 1526–1536
- Follie M (1792) Voyage dans les déserts du Sahara. Imprimerie du Cercle Social, Paris, France
- Guarino L, Chadja H, Mokkaedem A (1991) Wheat collecting in South Algeria. Rachis 10:23–25
- Hammer K, Perrino P (1985) A check-list of the cultivated plants of the Ghat oases. Die Kulturpflanze 33:269–286
- Idder MA, Bouammar B (2011) La palmeraie du Ksar de Ouargla entre dégradation et réhabilitation. Annales des Sciences et Technologie 3(1):1-20
- Miège E (1924) Sur les divers *Triticum* cultivés au Maroc. Bull de la Soc des Sc Nat du Maroc 4:5–6
- Perrino P, Polignano GB, Porceddu E (1976) Frumenti del Nord-Africa. II. Risultati di una missione nel Nord-Ovest Algerino e nelle oasi. Annali della Facoltà Agraria dell'Università di Bari 28:13–39 (en Italien)
- Perrino P, Polignano GB, Hammer K, Lehmann CO (1984) Wheat and barley collected in Libya. FAO/IPGRI Plant Genet Resourc Newslett 58:39–41
- Perrino P (1991) Plant germplasm collecting activities in Africa of the National Research Council (CNR) of Italy. In: Attore F, Zedan H, Ng NQ, Perrino P (eds) Crop genetic resources of Africa. Proceedings of an international conference, Ibadan. Ebenezer Baylis, The Trinity Press, UK, pp 61–68
- Remini B, Achour B (2008) Towards the disappearance of one of the largest foggaras of Algeria: El Meghier foggara. Secheresse, 19(3):1-6

- Rodriguez T (1932) Notas zootecnicas. La Semana. Veterinaria 801:300–301 (en Espagne)
- Toutain G (1977) Elements d'agronomie saharienne. De la recherche au développement. INRA-GRET, Paris
- Vavilov NI (1987) Proizhojdenie i geografia kulturnyh rasteniy (Origin and geography of cultivated plants). Nauka, Leningrad (en Russe)
- White K (2007) Monitoring oasis degradation using coarse resolution remotely sensed vegetation index data. In: Challenges for earth observation: scientific, technical and commercial remote sensing and photogrammetry society. The University of Nottingham, Nottingham, UK, pp 263–268
- Zaharieva M, Bonjean A, Monneveux P (2014) Saharan wheats: before they disappear. Genetic Res and Crop Evol 61:1065–1084
- Zaharieva M, Bonjean A, Monneveux P (2015) Alert: Saharan Oases wheat genetic resources in danger. In: Bonjean A, Angus WJ, Van Ginkel M, The World Wheat Book, A History of Wheat Breeding, volume 3, Paris, Lavoisier Editor, pp. 543-588.



## **CHAPITRE III**

### **Diversité des caractères qualitatifs des blés tendres et durs provenant de la région d'Adrar et de Tamanrasset**

## INTRODUCTION

Le blé a une importance économique, sociale et nutritionnelle particulière en Algérie. Les besoins en blé ont considérablement augmenté au cours des dernières décennies (Rastoin et Benabderrazik, 2014). Pour répondre aux besoins toujours croissants des consommateurs et de l'agro-industrie, les cultivars locaux traditionnels ont été progressivement remplacés par des variétés modernes, y compris dans les oasis sahariennes (Abdelkader, 2014). Cela a conduit à une perte des cultivars cultivés traditionnellement et par conséquent des gènes ou des combinaisons de gènes. Le rendement et la production de blé sont toutefois restés faibles, principalement en raison du niveau de tolérance insuffisant aux stress abiotiques des variétés, tant des variétés locales que modernes, cultivées par les agriculteurs (Guendouz *et al.*, 2012).

En fonction de leur lieu d'origine, les variétés locales de blé représentent une source précieuse de diversité génétique et d'adaptation spécifique aux conditions environnementales locales (Lopes *et al.*, 2015). Ces dernières, cultivées dans des régions sujettes à la sécheresse et à la chaleur ou sur des sols salins, représentent une source intéressante de tolérance aux stress abiotiques à utiliser comme géniteurs dans les programmes de sélection (Piergiovanni, 2013 ; Migliorini *et al.*, 2016). Dans les oasis sahariennes, la température peut atteindre 45°C pendant la journée. Les cultures sont fréquemment confrontées à des problèmes de sécheresse en raison de la forte évaporation (Sekkoum *et al.*, 2012) et de la limitation des ressources en eau (Touitou et Abul Quasem, 2018). Les sols des oasis sont toujours alcalins, fréquemment salins et généralement pauvres en potassium, phosphore et nitrates (Chevalier *et al.*, 1932). Les variétés de blé des oasis sahariennes, probablement introduites il y a longtemps et soumises pendant des siècles à de fortes pressions de sélection liées à ces contraintes physiques, devraient présenter un niveau élevé de tolérance aux stress abiotiques (Zaharieva *et al.*, 2014). En effet, certaines variétés de blé sahariens seraient tolérantes à la sécheresse (Ducellier, 1920 ; Toutain, 1977), à la chaleur (Ducellier, 1920 ; Rodriguez, 1932 ; De Arana, 1934) et à la salinité (Erroux, 1952 ; Toutain, 1977).

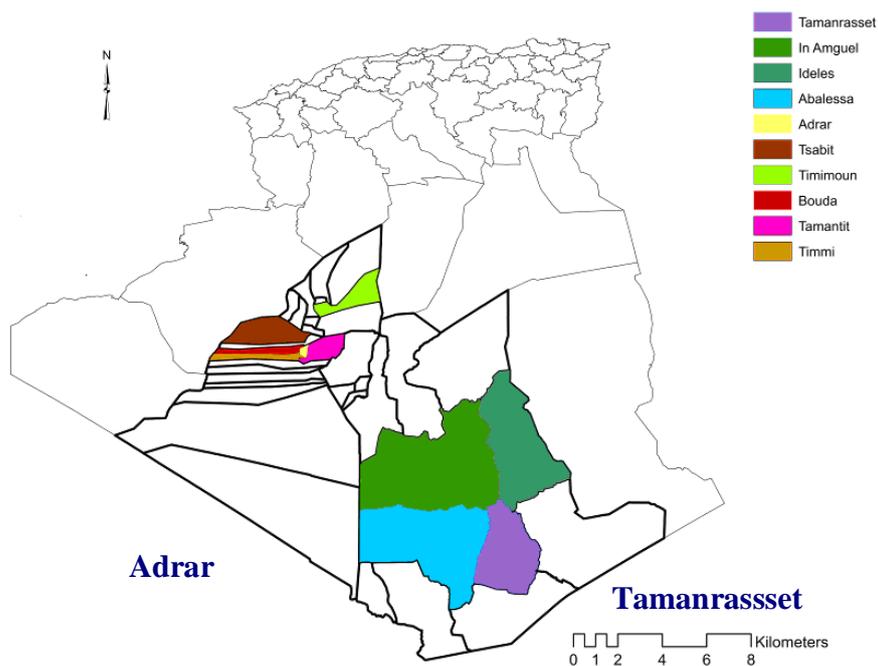
La connaissance de la variabilité génétique du blé saharien est une étape importante et décisive pour son utilisation dans les programmes de sélection et d'amélioration du blé. La diversité du blé saharien algérien est cependant mal connue. Des descriptions des variétés cultivées dans les oasis algériennes ont été réalisées par Ducellier (1920), Erroux (1952, 1954, 1958 et 1962), Perrino *et al.* (1976), Benlaghli *et al.* (1990) et Guarino *et al.* (1991), mais la plupart d'entre elles considèrent une quantité limitée de

caractères et aucune diversité quantifiée. Les objectifs de la présente étude, menée dans plusieurs oasis des régions sahariennes d'Adrar et de Tamanrasset, sont d'analyser la variation phénotypique de 15 descripteurs liés à la morphologie des épis, des glumes et des grains et d'évaluer la diversité génétique entre les variétés, et pour chaque espèce entre les régions et entre les oasis (communes) à l'intérieur des wilayas. Comme dans les oasis sahariennes, le même nom peut parfois se référer à différentes formes, avec des caractères morphologiques différents et par conséquent appartenant à différentes variétés botaniques (Ducellier, 1929 ; Zaharieva et *al.*, 2015 ; Oumata et *al.*, 2020), la diversité génétique au sein des variétés a également été estimée.

## **I. MATERIEL ET METHODES**

### **I.1. Matériel végétal**

Le matériel végétal provient d'une collecte de blés oasiens réalisée en mai 2011 dans six communes (oasis) de la wilaya d'Adrar (Adrar, Bouda, Tamantit, Timmi, Tsabit et Timimoun) à des altitudes comprises entre 220 et 283 m et quatre communes (Abalessa, In Amguel, Ideles et Tamanrasset) de la région de Tamanrasset à des altitudes comprises entre 889 et 1478 m (Figure 3.1). Les épis ont été collectés auprès des paysans cultivant des variétés de blé saharien. Les blés ont été identifiés par les paysans sous leurs noms vernaculaires.



**Figure 3.1** - Carte d'Algérie montrant les régions (Adrar et Tamanrasset) et les oasis où les variétés ont été collectées.

La collection est constituée de deux espèces : blé tendre et blé dur. Elle comprend 870 épis de blé tendre et 92 épis de blé dur. Les paysans ont identifié 57 variétés de blé tendre, cinq variétés de blé dur et 03 variétés comprenant un mélange de blés tendres et de blés durs. Au total, 65 variétés ont été identifiées, 48 de Tamanrasset et 17 d'Adrar. Le nom et l'origine (Wilaya, commune, altitude) des variétés sont indiqués dans le tableau 3.1.

**Tableau 3.1:** Liste des variétés de blés collectées dans les régions d'Adrar et de Tamanrasset.

Code de la variété	Nom local	Espèce	Région	Commune	Altitude
A08	Bahmoud	*	Adrar	Timimoun	240
TI01	Bahmoud	*	Adrar	Timimoun	240
A18	Bel Mabrouk	*	Adrar	Tamantit	246
A21	Bouchaatot	**	Adrar	Timimoun	238
A23	Chater	*	Adrar	Timmi	235
A27	El-Farh	*	Adrar	Timmi	258
A30	Moumna	*	Adrar	Adrar	250
TI02	Guemh Lahmar	*	Adrar	Timimoun	240
A43	Mekkaouiya	*	Adrar	Timimoun	220
A44	Mekkaouiya	*	Adrar	Bouda	241
A47	Oum M' rakba	*	Adrar	Tsabit	255
A48	Oum M' rakba	*	Adrar	Adrar	250
TI03	Oum M' rakba	*	Adrar	Adrar	250
A53	Sebaga	*	Adrar	Adrar	258
A55	Tazi	***	Adrar	Timimoun	220
A62	Touatia	*	Adrar	Timimoun	240
A63	Zeghloul	***	Adrar	Timimoun	220
T01	Baida	*	Tamanrasset	In Amguel	970
T02	Baida	*	Tamanrasset	Ideles	1427
T03	Baida	*	Tamanrasset	In Amguel	1042
T04	Baida	*	Tamanrasset	In Amguel	990
T05	Baida	*	Tamanrasset	Ideles	1478
T06	Baida	*	Tamanrasset	Ideles	1280
T07A	Baida	*	Tamanrasset	Ideles	1280
T07B	Baida	*	Tamanrasset	Ideles	1280
T08	Baida	*	Tamanrasset	Ideles	1427
T09	Baida	*	Tamanrasset	In Amguel	1042
T11	Bent el Hamra	*	Tamanrasset	Tamanrasset	1379
T12	Bent el Hamra	*	Tamanrasset	Tamanrasset	1379
T13	Bent M'Barek	*	Tamanrasset	Tamanrasset	1283
T16	Chouitar	*	Tamanrasset	Tamanrasset	1205
T18	H'bircha	*	Tamanrasset	In Amguel	990
T19	Hamra	*	Tamanrasset	Ideles	1280
T20	Hamra	***	Tamanrasset	Ideles	1478
T21	Hamra	*	Tamanrasset	Abalessa	994
T23	Hamra	*	Tamanrasset	Abalessa	1059
T24	Hamra	*	Tamanrasset	Tamanrasset	1283
T25	Hamra	*	Tamanrasset	In Amguel	1042

**Tableau 3.1:** Liste des variétés de blés collectées dans les régions d'Adrar et de Tamanrasset (suite).

Code de la variété	Nom local	Espèce	Région	Commune	Altitude
T26	Hamra	*	Tamanrasset	In Amguel	1042
T27	Hamra	*	Tamanrasset	Ideles	1280
T58	Hamra	*	Tamanrasset	Ideles	1478
T28	Hamra Lakhfifa	*	Tamanrasset	Abalessa	918
T29	Hanafi	*	Tamanrasset	In Amguel	1042
T30	Houiya	*	Tamanrasset	Ideles	1418
T22	Manga	*	Tamanrasset	Abalessa	918
T31	Manga	*	Tamanrasset	Ideles	1418
T32	Manga	*	Tamanrasset	Tamanrasset	1379
T33	Manga	*	Tamanrasset	Abalessa	1059
T34	Manga	*	Tamanrasset	Tamanrasset	1379
T37	Manga	*	Tamanrasset	In Amguel	1042
T38	Manga	*	Tamanrasset	In Amguel	990
T39	Manga	*	Tamanrasset	In Amguel	1042
T41	Manga	*	Tamanrasset	Ideles	1478
T42	Manga	*	Tamanrasset	Abalessa	1059
T43	Manga	*	Tamanrasset	Tamanrasset	1283
T45	Mekkaoui	**	Tamanrasset	Ideles	1478
T46	Mekkaoui	**	Tamanrasset	In Amguel	1042
T48	Mekkaoui	**	Tamanrasset	Ideles	1427
T49	Mekkaoui	**	Tamanrasset	Tamanrasset	1379
T50	Ras el Mouch	*	Tamanrasset	Ideles	1418
T51	Rati	*	Tamanrasset	Abalessa	1059
T54	Guemh	*	Tamanrasset	Tamanrasset	1283
T55	Skandria	*	Tamanrasset	Abalessa	994
T56	Skandria	*	Tamanrasset	Abalessa	1059
T57	Terouzi	*	Tamanrasset	Ideles	1478

(\*) Blé tendre, (\*\*) blé dur, (\*\*\*) mélange de blé tendre et blé dur.

## II. METHODES

### II.1. Conditions expérimentales

Un échantillon de 10 à 15 épis par variété a été pris au hasard. Les grains de chaque épis ont été semés individuellement (épi-ligne) sur une ligne de 1,5 m de long avec une distance de 20 cm entre les lignes, les plants étaient espacés de 15 cm. L'irrigation a été réalisée par submersion. L'expérimentation a été menée à la station expérimentale d'Adrar de l'Institut national de la recherche agronomique d'Algérie (INRAA), située au sud de l'Algérie (27° 49' N, 00° 11' W, 278 m d'altitude). L'expérimentation au champ a été menée durant la campagne 2012-2013. Les conditions de la station expérimentale étaient caractérisées par un sol sableux (92 % de sable, 4 % d'argile et 4 % de limon) et un climat hyper-aride. Pendant le cycle de la plante, les températures minimales et maximales annuelles étaient respectivement de 17,4 et 33,7 °C, et les précipitations de 12 mm.

### II.2. Détermination de la distribution des fréquences et de l'indice de diversité

A la maturité, cinq épis pour chaque ligne ont été récoltés au hasard. Pour évaluer la diversité, une liste de 15 descripteurs a été établie, en tenant compte des particularités des variétés de blés sahariens, les descripteurs ont été sélectionnés à partir des listes proposées par the International Board for Plant Genetic Resources (IBPGR, 1985) et l'Union internationale pour la protection des obtentions végétales (UPOV, 2017). Les descripteurs comprenaient les caractères morphologiques de l'épi (forme de l'épi, densité de l'épi, longueur des barbes, couleur des barbes, pubescence du rachis), des glumes (couleur de la glume, pubescence de la surface externe, pubescence de la base de l'épillet, pubescence de la surface interne, présence d'une troncature sur la glume, forme de la troncature, forme du bec, forme de la pointe du bec) et du grain (forme et couleur). Deux à cinq classes phénotypiques ont été observées pour chaque descripteur (Tableau 3.2). Au total 4810 épis ont été caractérisés.

La proportion des classes phénotypiques pour chaque caractère et chaque région géographique d'origine ont été déterminées.

L'indice de diversité Shannon -Weaver ( $H'$ ) est largement utilisé par plusieurs auteurs pour apprécier la diversité.  $H'$  a été calculé en utilisant les fréquences

phénotypiques pour estimer la diversité qualitative pour chaque caractère, commune et région pour le blé tendre et le blé dur en utilisant la formule suivante :

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i \quad H' = H/H_{\max}$$

$n$  est le nombre de classes phénotypiques pour un caractère et  $p_i$  est la fréquence relative ou la proportion du nombre total d'échantillons dans la  $i^{\text{ème}}$  classe.

$H$  a été divisé par sa valeur maximale ( $H_{\max} = \ln(n)$ ) afin de classer les valeurs de  $H'$  dans un intervalle compris entre 0 et 1. L'indice de diversité a été classé : élevé ( $H' \geq 0,60$ ), intermédiaire ( $0,40 \leq H' \leq 0,60$ ) et faible ( $0,10 \leq H' \leq 0,40$ ) comme décrit dans Eticha *et al.* (2005).

### II. 3. Analyses statistiques

Une analyse de la variance de  $H'$  (ANOVA à un seul facteur) a été effectuée pour chaque caractère par région. L'ANOVA a été réalisée pour chaque caractère afin d'estimer les composantes de la variance dues à l'origine géographique et la variation entre les caractères au sein des régions. La distribution des fréquences pour les quinze caractères pour chaque variété a été déterminée. Le test du Khi-carré de Pearson a été effectué pour comparer les variétés de blés tendres et de blés durs, et les variétés ayant le même nom pour les 15 caractères. Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel Genstat 15.

## II. RESULTATS

### II.1. Comparaison entre le blé tendre et le blé dur

Parmi les 65 variétés collectées, on note une forte prédominance du blé tendre. Le blé dur n'était représenté que par cinq variétés. La proportion de blé cultivé en mélange était relativement faible.

**Tableau 3.2 :** Comparaison des fréquences phénotypiques (%) et des indices de diversité entre les blés tendres et les blés durs pour 15 descripteurs morphologiques

Descripteur	Classes phénotypiques	Blé tendre		Blé dur	
		%	H'	%	H'
Forme de l'épi	1. Fusiforme	43,54	0,71	80,43	0,49
	3. Oblongue	46,83		18,48	
	5. Massue	7,75		-	
	7. Elliptique	1,88		1,09	
Densité de l'épi	1. Très lâche	13,40	0,82	1,67	0,07
	3. Lâche	23,54		3,33	
	5. Intermédiaire	11,51		1,67	
	7. Dense	48,11		6,67	
	9. Très dense	3,44		86,67	
Aristation	1. Sans barbes ou très courtes sur la partie supérieure de l'épi < 10 mm	37,89	0,58	-	0,91
	3. Barbes courtes 10-40 mm	54,15		-	
	5. Intermédiaire (barbes longues / barbes courtes sur la partie supérieure de l'épi) 41-60 mm	0,17		-	
	7. Barbes <= à la longueur de l'épi	7,09		67,74	
	9. Barbe longue > à la longueur de l'épi	0,69		32,26	
Couleur des barbes	1. Blanche	26,58	0,84	4,84	0,72
	3. Noire	3,17		64,52	
	5. Jaune et noire	38,73		30,65	
	7. Brune	25,18		-	
	9. Brune et noire	6,34		-	
Pubescence marginale du rachis	1. Absence	1,97	0,14	24,19	0,80
	3. Présence	98,03		75,81	
Couleur de la glume (*)	1. Brune (glume sans pigmentation des bordures)	22,15	0,64	-	0,73
	3. Jaune avec des bordures noires	5,36		-	
	5. Jaune avec des bordures brunes	60,03		4,92	
	7. Brune foncée (glume sans pigmentation des bords)	8,30		63,93	
	9. Jaune (glume sans pigmentation des bords)	3,81		31,15	
	11. Brune avec bord noir	0,35		-	
Pubescence des glumes (surface externe)	1. Absence	8,39	0,42	77,53	0,77
	3. Présence	91,61		22,47	
Pubescence à la base de l'épillet	1. Absence	97,93	0,15	29,21	0,87
	3. présence	2,07		70,79	

**Tableau 3.2 :** Comparaison des fréquences phénotypiques (%) et des indices de diversité entre les blés tendres et les blés durs pour 15 descripteurs morphologiques (suite)

Descripteur	Classes phénotypiques	Blé Tendre		Blé Dur	
		%	H	%	H
Etendue de la pilosité sur la surface interne de la glume	1. Faible	4,19	0,65	96,77	0,21
	3. Moyenne	58,64		3,23	
	5. Forte	34,90		-	
	7. Très forte	2,27		-	
Largeur de la troncature	1. Absente ou très étroite	55,61	0,65	84,78	0,62
	3. Etroite	23,87		15,22	
	5. Moyenne	18,97		-	
	7. Large	1,43		-	
	9. Très large	0,12		-	
Forme de la troncature	1. Inclinée	68,33	0,57	100	0,00
	3. Légèrement inclinée	0,12		-	
	5. Droite	17,42		-	
	7. Echancrée	11,21		-	
	9. Fortement échancrée avec présence d'un deuxième bec	2,92		-	
Forme générale du bec de la glume	1. Droit	2,90	0,83	27,17	0,79
	3. Légèrement coudé	5,43		9,78	
	5. Demi-coudé	24,73		63,04	
	7. Fortement coudé	34,38		-	
	9. Genouillé	32,57		-	
Forme de la pointe du bec de la glume	1. Obtuse	7,09	0,78	-	0,89
	3. Aigu	60,88		69,57	
	5. Acuminé	32,03		30,43	
Forme du grain *	1. Ovoïde	35,00	0,98	-	0,00
	3. Elliptique	40,86		100	
	5. Ovale	24,14		-	
Couleur du grain	1. Blanc à jaune	28,75	0,91	2,22	0,74
	3. Brun clair	20,36		31,11	
	5. Brun foncé	42,32		2,22	
	7. Gris	-		17,78	
	9. Orange	-		46,67	
	11. Brun et jaune	8,57		-	

BT= blé tendre, BD= blé dur \*, Annexe 4 : Couleur de la glume, Annexe 5 : Forme du grain (\*\*)

Les distributions de fréquences diffèrent entre le blé tendre et le blé dur pour tous les caractères étudiés (Tableau 3.2). Les épis fusiformes et oblongs ont des fréquences relativement égales dans le cas du blé tendre, tandis que la plupart des échantillons de blé dur présentent des épis fusiformes. La majorité des échantillons de blé dur présentent des épis très denses. Les épis sont généralement non barbues ou avec des barbes courtes dans le cas du blé tendre et barbues dans le cas du blé dur. La couleur des barbes est très variable pour le blé tendre, tandis que la majorité des échantillons de blé dur présentent des barbes noires. Les glumes jaunes à bords bruns et les glumes brunes foncées sont les plus fréquentes respectivement dans le blé tendre et le blé dur. La surface externe de la glume est généralement pubescente chez le blé tendre et glabre chez le blé dur. Dans la plupart des cas, la pilosité est absente à la base de l'épillet chez le blé tendre et présente chez le blé dur. La surface interne de la glume est modérément pubescente chez le blé tendre et glabre chez le blé dur. La largeur de troncature de la glume est absente ou étroite chez le blé tendre et généralement absente chez le blé dur. Chez le blé tendre, la forme de la troncature est généralement inclinée, et parfois droite ou échancrée. Chez le blé dur, elle est toujours inclinée. Une variation importante a été notée chez le blé tendre pour la forme globale du bec et la forme de l'extrémité du bec. À l'inverse, la plupart des échantillons de blé dur ont un bec demi-coudé avec une pointe du bec aiguë. Les blés tendres présentent des grains ovales, elliptiques et ovoïdes, tandis que chez le blé dur, tous les échantillons ont des grains elliptiques. La couleur des grains est très variable chez les deux espèces. Cependant, les grains bruns foncés et oranges sont les plus observés chez le blé tendre et le blé dur, respectivement. La plupart des échantillons de blé tendre présentent un rachis pubescent contrairement aux blés durs.

La majorité des caractères des blés tendres sont polymorphes. L'indice global de diversité varie de 0,14 pour la pubescence du rachis à 0,98 pour la forme du grain. Dix caractères présentent une grande variabilité ( $H' \geq 0,60$ ) : la forme du grain, la couleur du grain, la couleur des barbes, la forme du bec, la densité des épis, la forme de l'extrémité du bec, la forme des épis, l'étendue de la pilosité interne, la largeur de la troncature et la couleur de la glume. Pour le blé dur, la forme et la densité des épis, la largeur et la forme des troncatures, l'étendue de la pilosité interne, les glumes et la forme du grain sont relativement monomorphes.

Des valeurs élevées de l'indice de diversité Shannon-Weaver ont été trouvées pour la plupart des caractères chez le blé tendre. L'indice de diversité moyen des caractères

considérés a été calculé pour l'ensemble des wilayas et des communes et il varie de 0,03 pour la pubescence du rachis à 0,94 pour la forme du grain (Tableau 3.4). chez le blé dur, malgré le faible nombre de variétés, un indice de diversité élevé a été noté pour certains caractères comme la longueur des barbes, la couleur des barbes, la pubescence du rachis, la couleur de la glume, la pubescence à la surface externe de la glume, la pubescence à la base de l'épillet, la largeur de la troncature, la forme du bec, la forme de l'extrémité du bec et la couleur du grain.

## **II.2. Comparaisons entre les régions et entre les oasis à l'intérieur des régions**

L'analyse de la variance de la diversité réalisée pour chaque caractère montre une différence significative entre les régions (Wilayas) pour la forme de la pointe du bec, la forme globale du bec, la couleur de la glume, la couleur des barbes et la densité des épis (Tableau 3.3).

Dans le cas du blé tendre, seules de légères différences ont été constatées entre les deux wilayas dans les fréquences phénotypiques des caractères étudiés (Tableau 3.4). Chez les deux espèces, la forme de l'épi fusiforme et oblongue prédominent. Cependant, dans les échantillons provenant d'Adrar, la forme oblongue de l'épi est la plus fréquemment observée, tandis que les distributions de fréquences des formes oblongue et fusiforme sont approximativement égales dans les échantillons provenant de Tamanrasset. Une proportion plus élevée d'échantillons provenant de Tamanrasset par rapport à Adrar présentent une troncature étroite et une troncature inclinée. La densité des épis est polymorphe, elle varie de très lâche à très dense. Le type dense est, cependant, plus fréquent dans les échantillons d'Adrar que dans ceux de Tamanrasset.

**Tableau 3.3 :** Carrés moyens de l'indice de diversité et pourcentage de la variance totale des régions d'après l'analyse de la variance de H' pour les caractères individuels (blé tendre).

Caractères	Entre Region (df=1)		Dans les Regions (df=8)	
	Ms	%	Ms	%
Forme de l'épi	0,148	32,89	0,038	67,11
Densité de l'épi	0,805 **	57,25	0,075	42,75
Aristation	0,076	18,12	0,043	81,88
Couleur des barbes	0,207 *	39,70	0,039	60,30
Pubescence marginale du rachis	0,003	07,41	0,005	92,59
Couleur de la glume	0,079 *	40,77	0,014	59,23
Pubescence de la glume (surface externe)	0,151	29,72	0,045	70,28
Pubescence à la base de l'épillet	0,000	0,00	0,028	100
Etendue de la pilosité sur la surface interne de la glume	0,170	28,28	0,054	71,72
Largeur de la troncature	0,024	04,21	0,068	95,79
Forme de la troncature	0,019	07,93	0,028	92,27
Forme générale du bec de la glume	0,160 *	45,32	0,024	54,68
Forme de la pointe du bec de la glume	0,286 *	40,40	0,053	59,60
Forme du grain	0,178	23,17	0,074	76,83
Couleur du grain	0,297	34,69	0,070	65,31

ddl, degré de liberté, seuil de signification à  $P \leq 0,05$  (\*)  $P \leq 0,01$  (\*\*).

Le type très dense est moins fréquent dans les deux wilayas. Les barbes courtes sont les plus fréquentes, tandis que les épis avec une longueur des barbes intermédiaires et une longueur supérieure à la longueur de l'épi sont rares dans les deux régions. La couleur des barbes est polymorphe. Les barbes noires et brunes et noires sont peu fréquentes dans les deux régions.

La pubescence du rachis est relativement monomorphe. La couleur de la glume présente une grande variabilité. La couleur de la glume blanche à jaune avec un bord de couleur brune est le plus abondant dans les deux wilayas. L'étendue de la pubescence interne de la glume varie de faible à fort. Une pilosité interne moyenne des glumes caractérise la majorité des blés provenant d'Adrar, tandis qu'une étendue de la pilosité moyenne et forte domine dans les blés de Tamanrasset. Une faible pubescence est observée uniquement à Adrar et une très forte pubescence que dans la wilaya de Tamanrasset. La forme de la troncature légèrement inclinée et fortement échancrée

avec deux becs sont rares dans les deux régions. La forme inclinée de la troncature est dominante dans les échantillons de Tamanrasset. La forme du bec est polymorphe (de droite à genouillée). Les becs droits et légèrement coudés sont rares dans les deux wilayas. Le type de bec aigu domine dans les échantillons d'Adrar. Le type obtus est moins fréquent dans les deux régions. La forme du grain a une distribution relativement uniforme. La forme ovale est, cependant, la plus répandue à Adrar, tandis que les fréquences des formes ovales et elliptiques sont presque similaires à celles de Tamanrasset. Une forte variation de la couleur du grain est enregistrée dans les deux wilayas. Les grains bruns foncés sont plus fréquents dans les échantillons d'Adrar, tandis que la distribution des fréquences des couleurs des grains est assez régulière dans les échantillons de Tamanrasset.

Les valeurs de "H" sont similaires dans les deux régions, à l'exception de la forme et de la densité des épis. La plus grande diversité ( $H \geq 0,60$ ) est enregistrée dans la commune de Timimoun d'Adrar et dans les communes d'Abalessa, de Tamanrasset, de In-Amguel et d'Idèles. Les valeurs de l'indice de diversité les plus faibles sont relevées dans les oasis de Tsabit, Timmi, Tamantit et Bouda. Les échantillons collectés à Timimoun ont montré une grande diversité pour la densité des épis, l'aristation, la couleur des barbes, la largeur des troncatures, la forme globale du bec, la forme des troncatures, la forme de l'extrémité du bec, l'étendue de la pilosité interne de la glume, la forme et la couleur du grain. Les valeurs du H' les plus élevées pour les caractères relatifs à la forme du grain, la couleur du grain, la densité des épis, la forme de l'extrémité du bec, la forme globale du bec, la forme de la troncature, la couleur des barbes, la largeur de la troncature et la couleur de la glume sont observées chez les variétés originaire d'Abalessa. Le blé tendre d'Idèles présente le H' le plus élevé pour la forme de l'extrémité du bec, la forme du bec, la forme du grain, la densité des épis, la couleur du grain, la forme des épis et la couleur des barbes. À In-Amguel, le "H" le plus élevé est noté pour la couleur du grain, la forme du grain, la forme de l'épi, la densité de l'épi, l'étendue de la pilosité interne, la forme du bec, la forme de l'extrémité du bec et la couleur des barbes. Les variétés originaire de la commune de Tamanrasset montrent la valeur la plus élevée de H' pour la couleur du grain, la couleur des barbes, la forme du grain, la forme de la pointe du bec, la densité des épis, la forme du bec, la largeur de la troncature, l'aristation et la couleur de la glume.

**Tableau 3.4 :** Comparaison entre les régions et entre les oasis à l'intérieur des régions des fréquences phénotypiques (%) et de l'indice de diversité H' de 15 descripteurs pour le blé tendre

Caractères	Classe phénotypique	Adrar	Bouda	Tamanit	Timmoun	Timmi	Tsabit	Région d'Adrar	Abalessa	Idéles	In Amguel	Tamanrasset	Région de Tamanrasset	Moyenne H' (régions)
FE	1	20,00	0,00	0,00	75,4	33,33	20,00	37,10	71,85	30,41	29,09	69,67	46,92	0,66
	3	80,00	100	73,33	23,02	66,67	73,33	59,73	22,96	52,58	49,70	30,33	40,91	
	5	0,00	0,00	6,67	1,59	0,00	0,00	1,36	5,19	17,01	13,94	0,00	10,23	
	7	0,00	0,00	20,00	0,00	0,00	6,67	1,81	0,00	0,00	7,27	0,00	1,95	
	H'	0,36	0,00	0,53	0,45	0,46	0,53	0,58	0,53	0,72	0,85	0,44	0,74	
DE	1	0,00	0,00	0,00	5,45	0,00	0,00	2,07	40,48	8,16	7,27	24,42	17,56	0,71
	3	3,33	0,00	0,00	29,09	0,00	0,00	11,72	14,29	23,81	26,36	51,16	28,1	
	5	0,00	0,00	0,00	36,36	0,00	0,00	13,79	19,05	12,93	7,27	4,65	11,01	
	7	93,33	100	100	23,64	100	100	69,66	26,19	52,38	58,18	18,6	41,92	
	9	3,33	0,00	0,00	5,45	0,00	0,00	2,76	0,00	2,72	0,91	1,16	1,41	
	H'	0,18	0,00	0,00	0,86	0,00	0,00	0,59	0,81	0,78	0,68	0,74	0,83	
AR	1	0,00	30,00	50,00	50,00	12,50	0,00	41,78	14,46	39,58	51,38	38,82	37,44	0,56
	3	3,33	70,00	50,00	32,14	87,5	100	51,37	83,13	55,56	43,12	48,24	56,4	
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,69	0,00	0,00	0,24	
	7	93,33	0,00	0,00	10,71	0,00	0,00	4,11	2,41	4,17	5,5	12,94	5,92	
	9	3,33	0,00	0,00	7,14	0,00	0,00	2,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	H'	0,18	0,38	0,43	0,71	0,23	0,00	0,58	0,33	0,54	0,54	0,61	0,53	
CB	1	13,33	80,00	10,00	50,00	36,67	10,00	36,3	9,52	31,25	21,30	25,58	23,22	0,80
	3	13,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,74	10,71	0,00	0,00	5,81	3,32	
	5	20,00	20,00	90,00	32,14	30,00	0,00	30,14	51,19	32,64	50	37,21	41,71	
	7	33,33	0,00	0,00	16,07	33,33	90,00	26,03	13,10	35,42	23,15	20,93	24,88	
	9	20,00	0,00	0,00	1,79	0,00	0,00	4,79	15,48	0,69	5,56	10,47	6,87	
	H'	0,76	0,31	0,20	0,63	0,46	0,20	0,82	0,63	0,70	0,63	0,90	0,77	
PR	1	3,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
	3	96,67	100	100	100	100	100	99,32	100	100	100	100	100	
	H'	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

FE : forme de l'épi ; DE : densité de l'épi ; AR : aristation ; CB : couleur des barbes ; PR : pubescence marginale du rachis ;

**Tableau 3.4 :** Comparaison entre les régions et entre les oasis à l'intérieur des régions des fréquences phénotypiques (%) et de l'indice de diversité H' de 15 descripteurs pour le blé tendre (suite)

Caractères	Classes phénotypiques	Adrar	Bouda	Tamanit	Timimoun	Timmi	Tsabit	Région d'Adrar	Abalessa	Ideles	In Amquel	Tamanrasset	Région de Tamanrasset	Moyenne H' (régions)
CG	1	0,00	0,00	0,00	7,14	0,00	0,00	2,74	26,51	29,66	27,78	33,72	29,38	0,49
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,07	5,52	2,78	5,81	7,35	
	5	33,33	90	50	76,79	66,67	10	60,27	53,01	64,14	69,44	54,65	61,37	
	7	60	0,00	0,00	10,71	33,33	90	29,45	2,41	0,00	0,00	3,49	1,18	
	9	0,00	10	50	5,36	0,00	0,00	6,16	0,00	0,69	0,00	2,33	0,71	
	11	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	H'	0,48	0,18	0,39	0,44	0,36	0,18	0,55	0,61	0,47	0,40	0,60	0,42	
PG	1	0,00	0,00	0,00	13,95	0,00	0,00	4,98	1,48	9,13	9,09	7,94	7,26	0,35
	3	100	100	100	86,05	100	100	94,57	98,52	90,87	90,91	92,06	92,74	
	H'	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,29	0,11	0,44	0,44	0,40	0,38	
PE	1	100	100	100	89,53	100	100	95,48	100	96,63	100	98,41	98,58	0,20
	3	0,00	0,00	0,00	10,47	0,00	0,00	4,07	0,00	3,37	0,00	1,59	1,42	
	H'	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,25	0,00	0,21	0,00	0,12	0,11	
EP	1	0,00	0,00	0,00	25	0,00	0,00	9,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50
	3	83,33	50	100	58,93	96,67	100	76,71	68,35	40,28	50,00	67,44	53,72	
	5	16,67	50	0,00	16,07	3,33	0,00	13,7	30,38	58,33	40,74	32,56	43,17	
	7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,27	1,39	9,26	0,00	3,12	
	H'	0,33	0,50	0,00	0,69	0,11	0,00	0,51	0,49	0,53	0,67	0,46	0,50	
LT	1	6,67	0,00	6,67	34,88	2,22	13,33	16,74	63,7	76,19	96,3	43,44	71,26	0,61
	3	86,67	0,00	86,67	31,4	28,89	80	47,06	17,78	14,76	2,96	18,03	13,46	
	5	6,67	100	0,00	30,23	68,89	6,67	34,39	14,81	9,05	0,74	35,25	13,79	
	7	0,00	0,00	6,67	2,33	0,00	0,00	1,36	3,70	0,00	0,00	0,00	1,50	
	9	0,00	0,00	0,00	1,16	0,00	0,00	0,45	0,00	0,00	0,00	3,28	0,00	
	H'	0,30	0,00	0,30	0,80	0,44	0,39	0,69	0,62	0,44	0,11	0,72	0,53	
FT	1	63,64	20	6,67	46,99	15,56	80	41,47	63,7	75,88	94,81	75,83	77,42	0,61
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,17	
	5	9,09	73,33	66,67	26,51	17,78	13,33	26,27	18,52	21,11	2,96	12,5	14,6	
	7	25	6,67	26,67	12,05	66,67	6,67	26,27	11,11	2,51	2,22	10	5,94	
	9	2,27	0,00	0,00	14,46	0,00	0,00	5,99	6,67	0,50	0,00	0,83	1,87	
	H'	0,58	0,45	0,50	0,77	0,54	0,39	0,77	0,64	0,41	0,15	0,48	0,45	

CG : couleur de la glume ; PG : pilosité de la glume ; PE : pubescence à la base de l'épillet ; EP : étendue de la pilosité interne ; LT : largeur de la troncature ; FT : forme de la troncature ;

**Tableau 3.4 :** Comparaison entre les régions et entre les oasis à l'intérieur des régions des fréquences phénotypiques (%) et de l'indice de diversité H' de 15 descripteurs pour le blé tendre (suite)

Caractères	Classes phénotypiques	Adrar	Bouda	Tamanitit	Timimoun	Timmi	Tsabit	Région d'Adrar	Abalessa	Ideles	In Amguel	Tamanrasset	Région de Tamanrasset	Moyenne H' (régions)
FB	1	0,00	0,00	0,00	7,23	0,00	0,00	2,76	0,00	6,83	2,86	0,00	3,02	0,81
	3	0,00	0,00	0,00	9,64	0,00	0,00	3,69	2,22	6,83	0,71	3,42	3,69	
	5	13,64	6,67	0,00	51,81	2,22	80	29,03	40	13,66	7,86	41,88	23,79	
	7	63,64	6,67	46,67	26,51	22,22	20	32,72	45,93	32,20	34,29	32,48	35,85	
	9	22,73	86,67	53,33	4,82	75,56	0,00	31,8	11,85	40,49	54,29	22,22	33,67	
	H'	0,56	0,30	0,43	0,78	0,39	0,31	0,81	0,66	0,85	0,64	0,73	0,81	
FP	1	0,00	6,67	6,67	13,1	0,00	6,67	6,42	3,03	10,05	7,41	8,4	7,52	0,71
	3	72,73	73,33	86,67	66,67	100	93,33	78,44	44,7	44,72	66,67	62,18	53,33	
	5	27,27	20	6,67	20,24	0,00	0,00	15,14	52,27	45,23	25,93	29,41	39,15	
	H'	0,53	0,66	0,44	0,78	0,00	0,22	0,59	0,73	0,86	0,74	0,79	0,82	
FG	1	10	0,00	12,5	32,73	0,00	40	18,18	31,82	58,39	45,19	17,44	41,45	0,94
	3	43,33	10	0,00	38,18	33,33	50	34,97	29,55	34,9	42,31	63,95	41,45	
	5	46,67	90	87,5	29,09	66,67	10	46,85	38,64	6,71	12,5	18,6	17,1	
	H'	0,86	0,30	0,34	0,99	0,25	0,86	0,94	0,99	0,79	0,90	0,82	0,94	
CN	1	26,67	0,00	0,00	18,00	0,00	0,00	12,14	28,92	40,85	36,7	25,58	34,29	0,87
	3	16,67	0,00	30,00	38,00	16,67	0,00	22,86	40,96	12,68	14,68	16,28	19,52	
	5	53,33	90,00	20,00	44,00	66,67	90,00	55,71	16,87	45,07	38,53	45,35	37,86	
	11	3,33	10,00	50,00	0,00	16,67	10,00	9,29	13,25	1,41	10,09	12,79	8,33	
	H'	0,79	0,23	0,74	0,75	0,63	0,00	0,82	0,93	0,76	0,90	0,91	0,91	
Moyenne H'		0,42	0,24	0,31	0,65	0,27	0,22	0,59	0,57	0,58	0,53	0,61	0,58	
Nombre Variétés		4	1	1	7	2	1	16	9	15	11	9	44	

FB : forme générale du bec de la glume ; FP : forme de la pointe du bec de la glume ; FG : forme du grain ; CN : couleur du grain.

Dans le cas du blé dur, les épis très denses sont plus fréquents dans les communes de Tamanrasset (Tableau 3.5). Les barbes sont plus longues dans la région de Tamanrasset. La couleur des barbes est noire dans tous les échantillons de la wilaya de Tamanrasset alors que dans la wilaya d'Adrar, la plupart ont une couleur jaune et noire. La plupart des échantillons ont un rachis pubescent dans la région de Tamanrasset, tandis que dans la région d'Adrar, la majorité n'a pas de pubescence sur le rachis. Tous

les échantillons ont des glumes brunes foncées à Tamanrasset, tandis qu'à Adrar la majorité a des glumes jaunes. La pubescence externe des glumes est absente dans la plupart des échantillons à Tamanrasset, tandis que la proportion d'échantillons avec et sans pubescence est presque la même à Adrar. La plupart des échantillons présentent une pilosité à la base de l'épillet dans la région de Tamanrasset, tandis qu'Adrar, la base de l'épillet est glabre dans la plupart des échantillons. L'étendue de la pubescence interne des glumes est moyenne dans la région de Tamanrasset et faible dans la plupart des échantillons d'Adrar. À Tamanrasset, tous les échantillons n'ont pas de troncature ou ont une troncature étroite et inclinée, un bec demi-coudé et une extrémité du bec aiguë. Dans la wilaya d'Adrar, la majorité des échantillons présentent une troncature étroite ou moyennement inclinée, un bec droit et une extrémité du bec acuminée. La majorité des échantillons présentent une couleur du grain brune claire dans la wilaya d'Adrar et un grain de couleur orangé dans la wilaya de Tamanrasset. Dans la wilaya de Tamanrasset, les caractères sont monomorphes dans les oasis d'In Amguel et de Tamanrasset.

Les valeurs "H" ne sont élevées que dans la wilaya d'Adrar pour la densité des épis, la pubescence du rachis, la pilosité externe de la glume, la pilosité à la base des épillets, la largeur des troncatures et la forme de l'extrémité du bec. Le "H global" varie de 0,00 (forme de la troncature et du grain) à 0,91 (aristation). Dix caractères ont fortement contribué à la diversité dans les deux régions : l'aristation, la forme de l'extrémité du bec, la pilosité à la base de l'épillet, la pubescence du rachis, la forme globale du bec, la pilosité de la glume, la couleur du grain, la couleur de la glume, la couleur des barbes et la largeur des troncatures. La forme de la troncature et la couleur du grain sont monomorphes. Dans la région d'Adrar, la valeur la plus élevée de H' est observée pour la pilosité de la glume, la largeur des troncatures, la pubescence marginale du rachis, la forme de l'extrémité du bec, la pilosité à la base de l'épillet et la densité de l'épillet. Les variétés de blé dur « Tazi » et « Zeghloul », collectées dans l'oasis de Timimoun, sont plus hétérogènes, comparées à celles collectées dans la wilaya de Tamanrasset (oasis d'Idèles, d'In Amguel et de Tamanrasset) représentées par les variétés Mekkaoui et Hamra de l'oasis d'Idèles (mélange de blé dur et de blé tendre) (Tableau 3.5).

**Tableau 3.5 :** Comparaison entre les régions et entre les oasis dans les régions pour la fréquence phénotypique (%) et l'indice de diversité H' de 15 descripteurs dans le blé dur

Caractères	Classes phénotypiques	Région d'Adrar	Ideles	In Amguel	Tamanrasset	Région de Tamanrasset	H' moyen entre les régions
Forme de l'épi	1	76,47	66,67	100	100	82,76	0,50
	3	20,59	33,33	0,00	0,00	17,24	
	7	2,94	0,00	0,00	0,00	0,00	
	H'	0,58	0,58	0,00	0,00	0,42	
Densité de l'épi	1	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,36
	3	9,09	0,00	0,00	0,00	0,00	
	5	4,55	0,00	0,00	0,00	0,00	
	7	13,64	5,26	0,00	0,00	2,63	
	9	68,18	94,74	100	100	97,37	
H'	0,64	0,13	0,00	0,00	0,08		
Aristation	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
	3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
	7	9,09	100	100	100	100	
	9	90,91	0,00	0,00	0,00	0,00	
	H'	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	
Couleur des barbes	1	13,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
	3	0,00	100	100	100	100	
	5	86,36	0,00	0,00	0,00	0,00	
	H'	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	
Pubescence marginale du rachis	1	68,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45
	3	31,82	100	100	100	100	
	H'	0,90	0,00	0,00	0,00	0,00	
Couleur de la glume	5	13,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
	7	0	100	100	100	100	
	9	86,36	0,00	0,00	0,00	0,00	
	H'	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	

**Tableau 3.5 :** Comparaison entre les régions et entre les oasis dans les régions pour la fréquence phénotypique (%) et l'indice de diversité H' de 15 descripteurs dans le blé dur (suite)

Caractères	Classes phénotypiques	Région d'Adrar	Ideles	In Amguel	Tamanrasset	Région de Tamanrasset	H' moyen entre les régions
Pubescence de la glume (surface externe)	1	44,12	96,67	100	100	98,28	0,56
	3	55,88	3,33	0,00	0,00	1,72	
	H'	0,99	0,21	0,00	0,00	0,13	
Pilosité à la base de l'épillet	1	82,35	3,33	0,00	0,00	1,72	0,40
	3	17,65	96,67	100	100	98,28	
	H'	0,67	0,21	0,00	0,00	0,13	
Etendue de la pilosité interne de la glume	1	90,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
	3	9,09	100	100	100	100	
	H'	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	
Largeur de la troncature	1	58,82	100	100	100	100	0,49
	3	41,18	0,00	0,00	0,00	0,00	
	H'	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	
Forme de la troncature	1	100	100	100	100	100	0,00
	H'	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Forme général du bec de la glume	1	73,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27
	3	26,47	0,00	0,00	0,00	0,00	
	5	0,00	100	100	100	100	
	H'	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	
Forme de la pointe du bec de la glume	1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,34
	3	17,65	100	100	100	100	
	5	82,35	0,00	0,00	0,00	0,00	
	H'	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	
Forme du grain	3	100	100	100	100	100	0,00
	H'	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Couleur du grain	1	6,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
	3	81,25	5,26	0,00	0,00	3,45	
	5	6,25	0,00	0,00	0,00	0,00	
	7	6,26	26,32	0,00	40	24,14	
	9	0,00	68,42	100	60	72,41	
	H'	0,43	0,26	0,00	0,10	0,43	
Moyenne du H'		0,53	0,09	0,00	0,01	0,08	
Nombre de variétés		3	3	1	1	4	

### II.3. Diversité entre les variétés et entre celles ayant les mêmes noms vernaculaires

Toutes les variétés sont désignées par un nom local traditionnel par les paysans. Au total, 29 noms de variétés sont enregistrés. Aucun nom de variété n'est commun aux deux régions. Le nom local fait référence à la provenance (pays ou personne l'ayant introduit pour la première fois dans la région) ou à des traits morphologiques (aristation, couleur de la glume) ou agronomiques (précocité). Certains échantillons portent les mêmes noms vernaculaires locaux : Baida (10 variétés locales), Manga (11), Hamra (9), Oum M'Rakba (3), Bent el Hamra (2), Bahmoud (2), Mekkaoui (4), Mekkaouiya (2) et Skandria (2) (Annexe 1).

Les variations entre les variétés sont très importantes pour le blé tendre pour tous les caractères étudiés (Tableau 3.6). Dans le cas du blé dur, aucune différence significative n'est observée entre les variétés pour la densité des épis, la forme des troncatures, la forme de l'extrémité du bec, la pilosité de la glume, la pilosité à la base de l'épillet et la forme du grain.

**Tableau 3.6** : Valeur du Khi-carré ( $X^2$ ) de Pearson pour chaque caractère (Blé tendre et dur)

Caractère	Blé tendre	SS	Blé dur	SS
Forme de l'épi	2176,14	***	70,52	***
Densité de l'épi	1429,28	***	40,78	ns
Aristation	1178,41	***	54,88	***
Couleur des barbes	1307,76	***	76,14	***
Pubescence marginale du rachis	509,59	***	49,88	***
Couleur de la glume	1699,26	***	132,82	***
Pilosité de la glume (externe)	650,70	***	0,00	ns
Pilosité à la base de l'épillet	654,90	***	0,00	ns
Etendue de la pilosité interne	1130,89	***	54,88	***
Largeur de la troncature	1205,58	***	92,00	***
Forme de la troncature	1063,30	***	0,00	ns
Forme générale du bec	2841,43	***	110,85	***
Forme de la pointe du bec	750,00	***	0,00	ns
Forme du grain	714,73	***	0,00	ns
Couleur du grain	910,54	***	61,56	***

SS : Seuil de signification ; ns : non significatif et \*\*\* significatif à  $p < 0,001$

Des variations sont observées au sein des variétés ayant les mêmes noms pour de nombreux descripteurs, à l'exception de la pilosité de la glume, de la pubescence du rachis et de la pilosité à la base de l'épillet (Tableau 3.7). Cependant, une variation très significative est notée pour une grande quantité de caractères chez les variétés : Baida, Hamra et Manga. Les variétés Baida et Hamra présentent une différence significative pour la couleur des barbes et la couleur du grain, mais aucune différence n'est notée pour la couleur de la glume. Des différences significatives sont enregistrées au sein d'Oum M' Rakba pour la forme globale du bec, la forme de la troncature, la forme de l'extrémité du bec, l'aristation, la forme du grain et la couleur du grain. Chez la variété Bent El Hamra, les différences ne sont constatées que pour l'aristation et l'étendue de la pilosité interne de la glume et chez la variété Bahmoud, uniquement pour la forme de l'épi, la forme de la troncature et l'étendue de la pilosité interne de la glume. Dans la variété Mekkaoui de blé dur, seule la forme de l'épi diffère parmi les échantillons identifiés sous ce nom. Dans la Mekkaouiya et la Skandria, malgré le nombre réduit de variétés locales partageant le même nom, de nombreux descripteurs ont montré une variation significative (forme de l'épi, largeur des troncatures, forme du bec, densité de l'épi, aristation, couleur des barbes, étendue de la pilosité interne de la glume et couleur de la glume pour la Mekkaouiya et la forme de l'extrémité du bec, la densité de l'épi, l'aristation et l'étendue de la pilosité interne de la glume pour la variété Skandria. La variation de la forme de l'épi et de l'aristation est significative chez toutes les variétés, sauf chez les variétés Bent el Hamra et Mekkaoui, respectivement.

**Tableau 3.7 : Valeur du Khi-carré de Pearson ( $X^2$ ) pour chaque caractère et chaque variété portant le même nom**

Caractères	Nom		Nom		Nom		Nom		Nom		Nom		Nom		Nom		Nom	
	Local	NV	Local	NV	Local	NV	Local	NV	Local	NV	Local	NV	Local	NV	Local	NV	Local	NV
					Oum				Bent		El							
	Baida	10	Hamra	11	Manga	09	M'Rakba	03	Hamra	02	Bahmoud	02	Mekkaoui	04	Mekkaouiya	02	Skandria	02
Forme de l'épi	166,22	***	110,17	***	319,99	***	16,31	*	5,36	ns	30,00	***	35,47	***	30,00	***	8,27	*
Densité de l'épi	79,91	***	64,68	***	87,79	***	4,07	ns	1,05	ns	3,33	ns	3,73	ns	13,33	***	16,36	***
Aristation	58,08	***	49,32	***	47,40	***	21,90	***	7,50	**	9,00	*	0,00	ns	7,50	**	11,27	**
Couleur des barbes	49,92	***	43,98	***	136,51	***	16,00	*	6,92	*	0,83	ns	0,00	ns	20,00	***	0,83	ns
Pubescence marginale du rachis	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	2,07	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns
Couleur de la glume	0,00	ns	9,65	ns	42,12	**	6,22	ns	1,05	ns	1,05	ns	0,00	ns	20,00	***	0,00	ns
Pilosité externe de la glume	9,06	ns	6,97	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	1,03	ns
Pilosité à la base de l'épillet	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns	0,00	ns
Etendue interne de la pilosité	48,06	***	32,07	***	137,16	***	6,24	*	8,57	**	16,40	***	0,00	ns	6,67	**	9,95	**
Largeur de la troncature	23,86	ns	110,18	***	164,05	***	7,80	ns	8,57	*	14,00	**	0,00	ns	30,00	***	3,33	ns
Forme de la troncature	111,09	***	151,84	***	56,92	***	29,34	***	5,83	ns	16,00	**	0,00	ns	9,14	*	2,24	ns
Forme générale du bec	95,41	***	38,06	*	211,58	***	36,90	***	2,82	ns	0,87	ns	0,00	ns	23,70	***	11,40	*
Forme de la pointe du bec	145,88	***	94,85	***	104,62	***	28,87	***	3,22	ns	0,37	ns	0,00	ns	2,20	ns	16,46	***
Forme du grain	51,01	***	77,67	***	93,69	***	16,86	**	0,00	ns	4,29	ns	0,00	ns	5,60	ns	7,77	*
Couleur du grain	79,00	***	121,00	***	134,40	***	19,20	**	1,25	ns	3,60	ns	8,27	*	5,72	ns	10,50	*

NV: Nombre de variétés, non significatif (ns) et significatif à  $P < 0,05$  (\*),  $P < 0,01$  (\*\*) et  $P < 0,001$  (\*\*\*)

### III. DISCUSSION

Une faible proportion de blé dur parmi les échantillons collectés est en accord avec les observations faites par Chevalier (1932), Erroux (1962) et Oumata et *al.* (2020) sur la rareté du blé dur dans les oasis sahariennes. La présence de blé dur a déjà été signalée dans le Hoggar par Ducellier (1929) qui a décrit une variété de blé dur caractérisée par des glumes courtes et arrondies et par Erroux (1962) et Guarino et *al.* (1991) qui ont signalé la présence de la variété Amekkaoui. La prédominance des variétés de blé tendre s'expliquerait à la fois par une plus grande adaptation aux environnements hostiles et par une préférence des paysans des blés tendre (Oumata et *al.*, 2020).

Des mélanges de blé tendre et de blé dur ont été notés dans la variété nommée « Tazi » et « Zeghloul » dans l'oasis de Timimoun dans la région de l'Adrar, et sous le nom de Hamra dans l'oasis d'Ideles de la wilaya de Tamanrasset. Des mélanges en proportions variables de blé tendre et de blé dur ont également été signalés par Al-Maskri et *al.* (2003) dans les oasis de montagne du nord d'Oman et par Eticha et *al.* (2006) en Ethiopie. Dans les oasis sahariennes, comme Oumata et *al.* (2020) l'ont déjà noté, des variétés de blé tendre présentant de bonnes caractéristiques agronomiques sont parfois mélangées à des variétés de blé dur dont les épis sont plus résistants aux attaques des oiseaux.

Chez le blé tendre, la densité des épis est polymorphe et varie de très lâche à très dense. Le type dense est le plus fréquent dans une majorité des oasis. Les formes denses de l'épi ont déjà été signalées dans les oasis sahariennes et classées comme oasiculum par Ducellier (1920) et comme compactoid par Erroux (1962). Les blés non barbus ou ayant des barbes très courtes sont également communs, tandis que les barbes dont la longueur est comprise entre 41 et 60 mm, barbus et à barbes longues sont rares dans les deux régions. Ce résultat confirme les premières observations de Ducellier (1920) qui note que le blé tendre saharien comprend des formes sans barbes et barbus, appelées respectivement muticum et aristatum, et des formes intermédiaires regroupées sous le terme de breviaristatum. La plupart des échantillons de blé tendre (91,61 %) présentent des glumes pubescentes. La pubescence des glumes est caractéristique des formes compactoïdes (Erroux 1962). Maes et *al.* (2001) ont suggéré que la pubescence des glumes pourrait limiter les dommages causés par le gel au moment de l'anthèse ou après celle-ci. Selon Börner et *al.* (2005), la pubescence de la glume pourrait contribuer à la fois à la tolérance à la sécheresse et au froid. Il est intéressant de noter que la glume pubescente est plus fréquente dans la région de Tamanrasset, touchée par des gelées

tardives, que dans la région de l'Adrar. Negassa (1986) a suggéré que la pubescence de la glume pourrait également améliorer la résistance aux insectes et donc être utilisée par les sélectionneurs à cette fin. Peu d'échantillons (2,1 %) présentant une pilosité à la base de l'épillet ont été trouvés dans les oasis de Timimoun, Ideles et Tamanrasset. Ce caractère a déjà été mentionné chez le blé cultivé dans le Hoggar par Ducellier (1920).

Chez le blé tendre, l'absence de troncature est retrouvée plus fréquemment dans les échantillons de blé de Tamanrasset. Les troncatures larges et très larges sont rares dans les deux régions. Des épis très denses sont observés dans les échantillons provenant de la région montagneuse de Tamanrasset. Cette observation concorde avec les observations précédentes d'Eticha et *al.* (2005) et de Haillu et *al.* (2010) en Ethiopie qui ont rapporté que des épis très denses sont plus fréquemment observés à haute altitude. La densité élevée des épis pourrait également être liée aux températures plus basses à Tamanrasset par rapport à Adrar. Les épis très lâches sont plus présents à Tamanrasset, où l'altitude est élevée. Selon Belay et *al.* (1997) et Kebebew et *al.* (2001), les épis lâches sont rares dans les environnements à basse température en Ethiopie. Le maximum de classes phénotypiques qualitatives (six) est observé pour la couleur de la glume. Elle montre une grande variabilité à l'intérieur et entre les wilayas. La couleur brune de la glume avec un bord noir n'est présente qu'à basse altitude et la couleur jaune avec un bord noir de la glume n'est présente qu'à des hautes altitudes. La distribution de la couleur des barbes est hétérogène. La valeur H' la plus élevée est observée dans les oasis d'Adrar et de Timimoun et à Tamanrasset, mais les barbes noires sont rarement présentes. Bekele (1984) rapporte que la plupart des blés tendres sont de couleur blanche.

Chez le blé tendre, la couleur du grain est polymorphe. La variation de la couleur du grain peut s'expliquer par les différentes préparations culinaires et la qualité des blés tendres dans la région saharienne. La valeur H' la plus élevée est observée dans les oasis d'Abalessa et de Tamanrasset.

Les échantillons de blé dur sont regroupés par les paysans sous deux noms de variétés, Bouchaatot (dans l'oasis de Timimoun de la wilaya d'Adrar) et Mekkaoui (dans les oasis d'Ideles, d'In Amguel et de Tamanrasset). La variété Bouchaatot est sensible au vent et très appréciée pour le couscous dans l'oasis de Timimoun, tandis que la Mekkaoui est productive, à maturité tardive, et est utilisée pour faire du pain dans les oasis de Tamanrasset (Oumata et *al.*, 2020). L'origine des variétés de blé dur cultivées dans les oasis n'est toujours pas claire. Selon Chevalier (1932), elles sont originaires des

régions voisines et ont été introduites plus tard que le blé tendre. Les épis très denses caractérisant la majorité des échantillons de blé dur collectés dans les deux régions sont similaires à ceux signalés pour le blé dur cultivé à Oman (Al Khanjari 2005), suggérant toutefois qu'ils pourraient être originaires de la péninsule arabe et introduits dans le désert saharien par l'Égypte où le blé dur est cultivé depuis la période hellénistique (Perrino, 1991 ; Zaharieva et *al.*, 2015). Le nom d'une des variétés identifiées dans la présente étude, Mekkaoui (de la Mecque), pourrait renforcer cette hypothèse. L'aristation est monomorphe chez le blé dur. Jaradat (1992) et Eticha et *al.* (2005) ont rapporté des résultats similaires pour le blé dur éthiopien.

Dans les échantillons de blé dur, la pubescence de la glume n'est pas fréquente (22,47 %). Tesfaye et *al.* (1991), Bechere et *al.* (1996), Belay et *al.* (1997) et Kebebew et *al.* (2001) ont signalé une fréquence plus élevée de variétés de blé dur éthiopien glabres. Dans la région d'Adrar, la pilosité de la glume est polymorphe. De même, Al Khanjari et *al.* (2008) et Bekele et *al.* (1984) ont signalé un polymorphisme élevé de la pilosité de la glume dans les blés d'Oman et d'Éthiopie. Davantage d'échantillons présentent des épis glabres à Tamanrasset, par rapport à Adrar. Cette observation est conforme à celle de Belay et *al.* (1997) qui ont rapporté que la glume glabre du blé dur est plus fréquente dans les zones de haute altitude. Dans la présente étude, l'altitude semble avoir un effet sur la distribution de ce caractère.

La couleur noire des barbes prédomine parmi les échantillons collectés (64,5%). Des résultats similaires sont rapportés dans les blés d'Oman par Al Khanjari et *al.* (2008). Jain et *al.* (1975) rapportent que les barbes noires sont prédominantes en Afrique du Nord et en Europe du Sud-Ouest. Eticha et *al.* (2005) ont signalé que la couleur noire des barbes est rarement présente dans le blé dur éthiopien. Une distribution hétérogène a été mise en évidence pour la forme et la densité de l'épi dans la région d'Adrar. Le blé dur collecté à Tamanrasset (haute altitude) a une couleur noire des barbes, des glumes glabres et une couleur foncée de la glume. Tesfaye et *al.* (1991) associent la couleur noire des barbes avec des glumes blanches pubescentes et des glumes de couleur noire. La couleur jaune des barbes et la couleur jaune de la glume prédominent à basse altitude.

Une grande diversité a été observée entre les variétés, les régions et entre les oasis. La grande diversité des variétés des oasis sahariennes est probablement due à la diversité des origines de ce germoplasme et à l'isolement des oasis sahariennes du reste du pays (Zaharieva et *al.*, 2014), aux conditions climatiques très spécifiques limitant

l'adaptation des variétés d'autres régions (Benlaghli et *al.*, 1990) et aux préférences variétales locales pour la fabrication du pain et des plats culinaires traditionnels (Oumata et *al.*, 2020). Les rôles de l'adaptabilité locale à des contraintes spécifiques et de l'exigence de caractéristiques spécifiques pour la préparation des aliments ont été discutés par Pecetti et *al.* (1992), Eticha et *al.* (2005), Dos Santos et *al.* (2009) et Oumata et *al.* (2020).

Une grande partie de la variation de la plupart des caractéristiques est due à la différence entre les oasis au sein des régions. En Éthiopie, Belay et *al.* (1997) ont également signalé que la plupart des variations sont attribuables aux différences à l'intérieur des régions. Cependant, la forme de la troncature, la forme globale du bec, la couleur de la glume et la densité des épis ont montré des différences significatives entre les régions. De même, Negassa (1986) constate que la plus grande partie de la variation se trouve à l'intérieur des régions et non entre les régions pour la densité des épis et Hailu et *al.* (2010) ont également signalé une variation significative entre les régions pour la forme de la troncature et la forme du bec. Eticha et *al.* (2005) ont signalé des différences très significatives entre les régions uniquement pour la couleur de la glume, la forme du bec et la couleur des barbes. Mengistu et *al.* (2015) concluent que les variétés de blé dur éthiopien sont plus diversifiées au sein des communes d'origine et des classes d'altitude. La répartition des variétés et des caractéristiques entre les oasis suggère une adaptation des variétés aux conditions environnementales locales (attaques d'oiseaux, vent et gel) et à leur utilisation culinaire spécifique pour chaque oasis. Ces résultats sont en harmonie avec les conclusions d'Oumata et *al.* (2020).

La variabilité entre les variétés a été révélée pour certains caractères. Des échantillons ayant le même nom vernaculaire ont été différenciés par une ou plusieurs caractéristiques, conformément aux résultats obtenus par Oumata et *al.* (2020) qui distinguent diverses variétés botaniques parmi les échantillons ayant le même nom de variété.

## CONCLUSION

Une diversité morphologique considérable a été trouvée dans cette étude menée sur le blé saharien algérien. Les variétés de blé sahariens sont très diverses, tant au sein des régions d'origine qu'entre elles. La répartition des caractères à travers les régions et les oasis renseigne sur leur importance dans chaque milieu. La variabilité entre les variétés semble être liée à leur adaptation à des environnements spécifiques et à leur utilisation pour des usages culinaires. Chaque variété, utilisée pure ou en mélange à d'autres variétés, semble avoir un rôle majeur à jouer dans la conservation *in-situ* et constitue un mode puissant de lutte contre l'érosion génétique qu'il faudrait encourager. Cette diversité que l'on trouve dans le blé saharien représente une source importante de variation, utile dans les programmes de sélection du blé.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdelkader B (2014) The history of wheat breeding in Algeria. In : Porceddu E. (ed.), Damania A.B. (ed.), Qualset C.O. (ed.). Proceedings of the International Symposium on Genetics and breeding of durum wheat. Bari. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens 110: 363-370
- Al Khanjari S, Hammer K, Buerkert A, Khan I, Al-Maskri A (2005) A survey of wheat landraces in Oman. *Plant Genet Resour Newsl (FAO-IPGRI, Rome Italy)* 141:7–10
- Al Khanjari S, Filatenko AA, Hammer K, Buerkert A (2008) Morphological spike diversity of Omani wheat. *Genet Resour Crop Evol* 55 (8): 1185–95. <https://doi.org/10.1007/s10722-008-9319-9>.
- Al-Maskri A, Nagieb M, Hammer K, Filatenko A.A, Khan I, Buerkert A (2003) A note about *Triticum* in Oman. *Genet Resour Crop Evol* 50 (1): 83–87. <https://doi.org/10.1023/A:1022986113736>
- Bechere E, Belay G, Mitiku D, Merker A (1996) Phenotypic diversity of tetraploid wheat landraces from the northern and north-central regions of Ethiopia. *Hereditas* 124 (2): 165–72. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1996.00165.x>
- Bekele E (1984) Analysis of regional patterns of phenotypic diversity in the Ethiopian tetraploid and hexaploid wheats. *Hereditas* 100 (1): 131–54. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1984.tb00114.x>
- Belay G, Bechere E, Mitiku D, Merker A, Tsegaye S (1997) Patterns of morphological diversity in tetraploid wheat (*Triticum turgidum* L.) landraces from Ethiopia. *Acta Agric Scand B soil Plant Sci* 47:221-228. <https://doi.org/10.1080/09064719709362464>
- Benlaghli M, Bouattoura N, Monneveux P, Borries C (1990) Etude de la diversité génétique et de la physiologie de l'adaptation au milieu. *Options Méditerranéennes* 11:171–194
- Börner A, Schäfer M, Schmidt A, Grau M, Vorwald J (2005) Associations between geographical origin and morphological characters in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Genet Resour* 3(3) 360-372. <https://doi.org/10.1079/PGR200589>
- Chevalier A (1932) Les céréales des régions subsahariennes et des oasis. *Revue de botanique appliquée et Agriculture tropicale* pp 742-759

- De Arana M (1934) El Instituto de cerealicultura y los nuevos tipos de trigo. Agricultura 67:437–448 (en Espagnole)
- Dos Santos TMM, Ganança F, Slaski JJ, Pinheiro de Carvalho M (2009) Morphological characterization of wheat genetic resources from the Island of Madeira, Portugal. Genet Resour Crop Evol 56: 363–375. <https://doi.org/10.1007/s10722-008-9371-5>
- Ducellier L (1909) Culture et vente des céréales en Algérie. Bull Soc Agric Alger, no 373
- Ducellier L (1920) Les blés du Sahara. Bibliothèque du colon de l’Afrique du Nord no 4, Alger
- Ducellier L (1929) Céréales recueillies par le Dr. R. Maire au cours de sa mission au Hoggar, Bull Soc Hist Nat Afr Nord 20 :221–226
- Erroux J (1952) Les blés des oasis. Bull Soc des Agriculteurs d’Algérie n° 567
- Erroux J (1954) Les blés du Fezzan. Bull Soc Hist Nat Afrique du Nord 45:302–317
- Erroux J (1958) Note sur les blés des oasis du Sahara Algérien. Bull Soc Hist Nat Afrique du Nord no 49
- Erroux J (1962) Les blés des oasis Sahariennes. Mémoire no 7, Université d’Alger, Institut de Recherches Sahariennes
- Eticha F, Bekele E, Belay G, Borner A (2005) Phenotypic diversity in tetraploid wheats collected from Bale and Wello regions of Ethiopia. Plant Genet Resour 3(1) 35–43. <https://doi.org/10.1079/PGR200457>
- Eticha F, Belay G, Bekele E (2006) Species diversity in wheat landrace populations from two regions of Ethiopia. Genetic Resources and Crop Evolution, Vol 53 387-393.
- Guarino L, Chadja H, Mokkaedem A (1991) Wheat collecting in South Algeria. Rachis 10:23–25
- Guendouz A, Guessoum S, Maamri K, Benidir M, Hafsi M (2012) Canopy temperature efficiency as indicator for drought tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) in semi-arid conditions. J Agr Sustain 1(1): 23-38
- Hailu F, Johansson E, Merker A (2010) Patterns of phenotypic diversity for phenologic and qualitative traits in Ethiopian tetraploid wheat germplasm. Genet Resour Crop Evol 57 (5): 781–790. <https://doi.org/10.1007/s10722-009-9518-z>
- IBPGR (1985) Descriptor of wheat (revised) International Board for Plant Genetic Resources 12 p.

- Jain SK, Qualset CO, Bhatt GM, Wu KK (1975) Geographical patterns of phenotypic diversity in a world collection of durum wheats. *Crop Sci* 15: 700–704.  
<https://doi.org/10.2135/cropsci1975.0011183X001500050026x>
- Jaradat AA (1992) Breeding potential of durum wheat landraces from Jordan I. Phenotypic diversity. *Hereditas* 116 (3): 301-304 <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1992.tb00159.x>
- Kebebew F, Tsehaye Y, McNeilly T (2001) Diversity of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) at in situ conservation sites in North Shewa and Bale, Ethiopia. *J Agri Sci* 136 (4): 383–392. <https://doi.org/10.1017/S0021859601008887>
- Lopes MS, El-Basyoni I, Baenziger PS, Singh S, Royo C, Ozbek K, Aktas H, Ozer E, Ozdemir F, Manickavelu A, Ban T, Vikram P (2015) Exploiting genetic diversity from landraces in wheat breeding for adaptation to climate change. *J Exp Bot* 66(12): 3477–3486
- Maes B, Trethowan RM, Reynolds MP, Van Ginkel M, Shovmand B (2001) Glume pubescence and its influence on spikelet temperature of wheat under freezing conditions. In: Bedö Z., Láng L. (eds) *Wheat in a Global Environment. Developments in plant breeding*, vol 9, pp 463-470. [https://doi.org/10.1007/978-94-017-3674-9\\_61](https://doi.org/10.1007/978-94-017-3674-9_61)
- Mengistu DK, Kiros AY, Pè ME (2015) Phenotypic diversity in Ethiopian durum wheat (*Triticum turgidum* var. *durum*) landraces. *Crop J* 3 (3): 190–199. <https://doi.org/10.1016/j.cj.2015.04.003>
- Migliorini P, Spagnolo S A, Torri L, Arnoulet M, Lazzerini G, Ceccarelli S (2016) Agronomic and quality characteristics of old, modern and mixture wheat varieties and landraces for organic bread chain in diverse environments of northern Italy. *Eur J Agron* 79 : 131–141. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.05.011>
- Negassa M (1986) Estimates of phenotypic diversity and breeding potential of Ethiopian Wheats. *Hereditas* 104(8):41-48. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1986.tb00515.x>
- Oumata S, David J, Mekliche-Hanifi, L, Kharsi M, Zaharieva M, Monneveux P (2020) Oasis wheats of the South of Algeria: landraces, cultural practices and utilization. *Genet Resour Crop Evol* 67: 325–337. <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00874-7>

- Perrino P, Polignano GB, Porceddu E (1976) Frumenti del Nord-Africa. II. Risultati di una missione nel Nord-Ovest Algerino e nelle oasi. *Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Bari* 28:13–39 (en Italien)
- Perrino P (1991) Plant germplasm collecting activities in Africa of the National Research Council (CNR) of Italy. In: Attere F, Zedan H, Ng NQ, Perrino P (eds) *Crop genetic resources of Africa. Proceedings of an international conference, Ibadan. Ebenezer Baylis, The Trinity Press, UK*, pp 61–68
- Pecetti L, Annicchiarico P, Damania AB (1992) Biodiversity in a germplasm collection of durum wheat. *Euphytica* 60 (3): 229–238. <https://doi.org/10.1007/BF00039403>
- Piergiorgio AR (2013) Evaluation of genetic variation and grain quality of old bread wheat varieties introduced in north-western Italian environments. *Genet Resour Crop Evol* 60: 325–333
- Rastoin J.L, Benabderrazik E.H (2014) Algérie. Une agriculture sous fortes contraintes. In : *Céréales et oléoprotéagineux au Maghreb. Pour un co-développement de filières territorialisées. IPEMED*, pp. 3-30
- Rodriguez T (1932) Notas zootecnicas. *La Semana Veterinaria* 801:300–301 (en Espagnole)
- Sekkoum K, Talhi FM, Cheriti A, Bourmita Y, Belboukhari N, Boulenouar N, Taleb S (2012) Water in Algerian Sahara: environmental and health impact. In *Advancing Desalination, InTech Open (Ed)*, pp 197-216
- Tesfaye T, Getachew B, Worede M (1991) Morphological diversity in tetraploid wheat landrace populations from the central highlands of Ethiopia. *Hereditas* 114 (2): 171–176. <https://doi.org/10.1111/j.1601-5223.1991.tb00321.x>
- Touitou M, Abul Quasem AA (2018) Climate change and water resources in Algeria: vulnerability, impact and adaptation strategy. *Economic and Environmental Studies* 18(1): 411-429.
- Toutain G (1977) *Eléments d'agronomie saharienne. De la recherche au développement. INRA-GRET, Paris*
- UPOV (1994) Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability. *Wheat*. pp 31
- Zaharieva M, Bonjean A, Monneveux P (2014) Saharan wheats: before they disappear. *Genet Resour Crop Evol* 61:1065–1084. <https://doi.org/10.1007/s10722-014-0122-5>

Zaharieva M, Bonjean A, Monneveux P (2015) Alert: Saharan Oases wheat genetic resources in danger in *The World Wheat Book: A History of Wheat Breeding* edition

## **CHAPITRE IV**

### **Diversité agro-morphologique des blés tendres sahariens**

## INTRODUCTION

Les changements climatiques ont un impact négatif sur les productions agricoles céréalières (Arora, 2019). Ce constat inquiète les scientifiques depuis ces dernières décennies. La situation géographique et les spécificités climatiques de l'Algérie la rendent très vulnérable aux changements climatiques (Sahnoune *et al.*, 2013).

La culture du blé en Algérie est concentrée dans les régions semi-arides, caractérisées par une irrégularité des précipitations et par de fortes amplitudes thermiques. Les rendements en blé y sont faibles (11,5 q/ha) et fortement impactés par les facteurs du milieu et par l'utilisation de variétés souvent mal adaptées. La sécheresse, la canicule et les gelées sont les principales contraintes limitant la production du blé.

La mise en culture de variétés modernes n'a pas pu répondre aux besoins alimentaires de la population algérienne. Cependant, les blés sahariens cultivés dans des milieux hostiles et issus d'une sélection naturelle et humaine depuis plusieurs siècles pourraient être considérés comme un matériel génétiquement intéressant pour répondre aux préoccupations agricoles actuelles et futures.

La conservation *in-situ* et la gestion des ressources génétiques réalisée dans les champs par les paysans permet de maintenir les variétés en constante évolution et par conséquent capables de s'adapter aux conditions évolutives du milieu (climat, sol et bio-agresseurs).

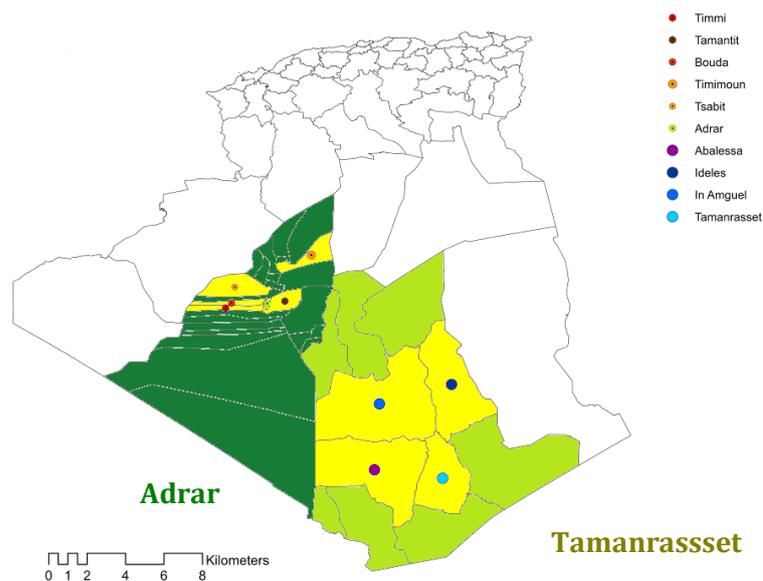
Les blés oasiens sont très peu connus du point de vue de leurs potentialités agronomiques. Dans les oasis sahariennes Algériennes, ils sont cultivés dans des régions présentant des caractéristiques géographiques et édapho-climatiques assez différentes. Ces blés, originaires de différents milieux, présentent une importante variabilité morphologique décrite par Ducellier (1920, 1929) et Erroux (1962), et plus récemment par Oumata *et al.* (2020). La recherche de variétés adaptées aux différentes contraintes du milieu doit nécessairement passer par leur caractérisation morfo-agronomique.

L'objectif de cette étude est d'évaluer la variabilité agro-morphologique et la structuration phénotypique de la diversité des blés tendres à différentes échelles géographiques (région, commune) et analyser les relations entre les conditions agro-climatiques et la diversité variétale maintenue par les paysans.

## I. MATERIEL ET METHODES

### I.1. Matériel végétal

Le matériel végétal étudié provenait de deux régions (Wilayas) du sud d'Algérie : Adrar et Tamanrasset. La région d'Adrar comprend six communes : Adrar, Bouda, Timmi, Tamantit, Tsabit, Timimoun et celle de Tamanrasset 4 communes : Abalessa, Ideles, In Amguel et Tamanrasset (Figure 4.1). Au total 58 variétés sahariennes de blés tendres et 02 variétés commerciales (Anza et HD 1220) ont fait l'objet de cette étude. (Tableau 4.1)



**Figure 4.1** - Carte représentant les deux régions et les 10 communes de l'étude

**Tableau 4.1** : Liste des variétés étudiées et leurs origines

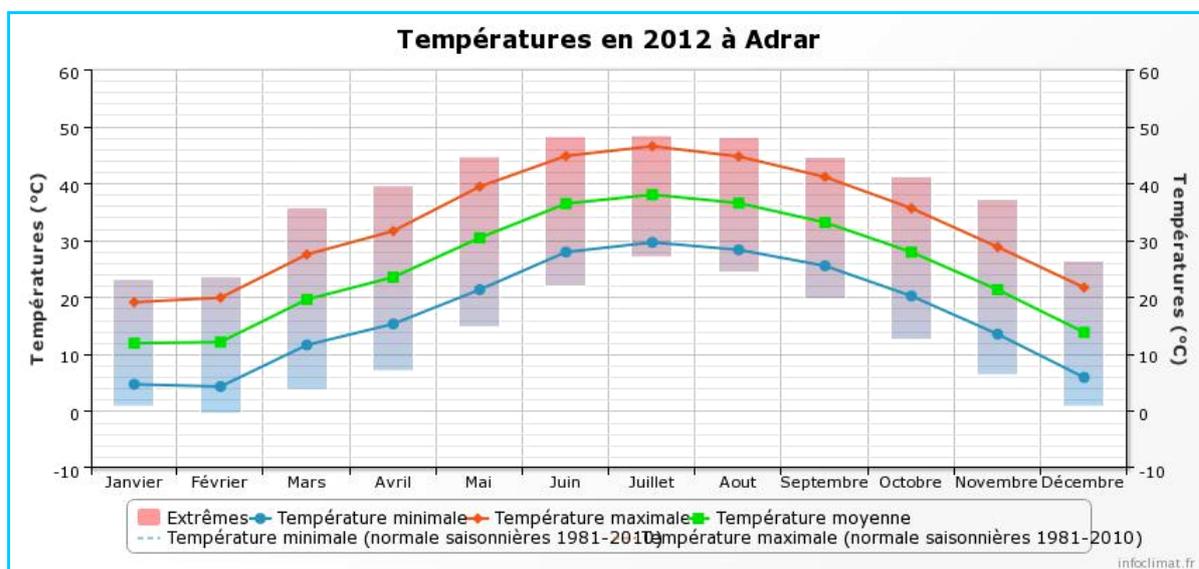
Nom local	Code	Région (Wilaya)	Commune	Altitude
Bahmoud	A08	Adrar	Timimoun	240
Bahmoud	TI01	Adrar	Timimoun	240
Bel Mabrouk	A18	Adrar	Tamantit	246
Chater	A23	Adrar	Timmi	235
El-Farh	A27	Adrar	Timmi	258
Moumna	A30	Adrar	Adrar	250
Guemh Lahmar	TI02	Adrar	Timimoun	240
Mekkaouiya	A43	Adrar	Timimoun	220
Mekkaouiya	A44	Adrar	Bouda	241
Oum M'rakba	A47	Adrar	Tsabit	255
Oum M' rakba	A48	Adrar	Adrar	250
Oum M'rakba	TI03	Adrar	Adrar	250
Sebaga	A53	Adrar	Adrar	258
Touatia	A62	Adrar	Timimoun	240
Zeghloul	A63	Adrar	Timimoun	220
Baida	T01	Tamanrasset	In Amguel	970
Baida	T02	Tamanrasset	Ideles	1427
Baida	T03	Tamanrasset	In Amguel	1042
Baida	T04	Tamanrasset	In Amguel	990
Baida	T05	Tamanrasset	Ideles	1478
Baida	T06	Tamanrasset	Ideles	1280
Baida	T07A	Tamanrasset	Ideles	1280
Baida	T07B	Tamanrasset	Ideles	1280
Baida	T08	Tamanrasset	Ideles	1427
Baida	T09	Tamanrasset	In Amguel	1042
Bent el Hamra	T11	Tamanrasset	Tamanrasset	1379
Bent el Hamra	T12	Tamanrasset	Tamanrasset	1379
Bent M'Barek	T13	Tamanrasset	Tamanrasset	1283
Chouitar	T16	Tamanrasset	Tamanrasset	1205
H'bircha	T18	Tamanrasset	In Amguel	990
Hamra	T19	Tamanrasset	Ideles	1280
Hamra	T21	Tamanrasset	Abalessa	994
Hamra	T23	Tamanrasset	Abalessa	1059
Hamra	T24	Tamanrasset	Tamanrasset	1283
Hamra	T25	Tamanrasset	In Amguel	1042

**Tableau 4.1** : Liste des variétés étudiées et leurs origines (suite)

Nom local	Code	Région (Wilaya)	Commune	Altitude
Hamra	T26	Tamanrasset	In Amguel	1042
Hamra	T27	Tamanrasset	Ideles	1280
Hamra	T58	Tamanrasset	Ideles	1478
Hamra Lakhfifa	T28	Tamanrasset	Abalessa	918
Hanafi	T29	Tamanrasset	In Amguel	1042
Houiya	T30	Tamanrasset	Ideles	1418
Manga	T22	Tamanrasset	Abalessa	918
Manga	T31	Tamanrasset	Ideles	1418
Manga	T32	Tamanrasset	Tamanrasset	1379
Manga	T33	Tamanrasset	Abalessa	1059
Manga	T34	Tamanrasset	Tamanrasset	1379
Manga	T37	Tamanrasset	In Amguel	1042
Manga	T38	Tamanrasset	In Amguel	990
Manga	T39	Tamanrasset	In Amguel	1042
Manga	T41	Tamanrasset	Ideles	1478
Manga	T42	Tamanrasset	Abalessa	1059
Manga	T43	Tamanrasset	Tamanrasset	1283
Manga	T51	Tamanrasset	Abalessa	1059
Ras el Mouch	T50	Tamanrasset	Ideles	1418
Guemh	T54	Tamanrasset	Tamanrasset	1283
Skandria	T55	Tamanrasset	Abalessa	994
Skandria	T56	Tamanrasset	Abalessa	1059
Terouzi	T57	Tamanrasset	Ideles	1478
Anza	-	Variété commerciale, sélectionnée par l'ITGC de Sétif en 1998, Origine USA		
HD 1220 (Hiddab)	-	Variété commerciale, sélectionnée par l'ITGC de Sétif en 1997, Origine Cymmit/Mexique,		

## I.2. Conditions expérimentales

Les variétés sahariennes de blés tendres ont été semées manuellement en novembre 2012 à la station de Recherche de l'INRAA d'Adrar, située au Sud-ouest de l'Algérie. Le site de l'expérimentation est caractérisé par un climat aride avec une pluviométrie quasiment absente (< 50 mm/ an) et une température moyenne de 25,4° C (Figure 4.2). La texture du sol est de type sableux (92 % de sable). L'irrigation a été réalisée par submersion. Le désherbage a été effectué manuellement. La fertilisation a été apportée selon les doses recommandées par l'ITGC. La récolte a été réalisée fin avril 2013.



**Figure 4.2** - Variation des températures durant l'année 2012 (infoclimat.fr)

L'essai a été conduit selon un dispositif expérimental en bloc aléatoire complet comprenant trois blocs. Pour chaque variété collectée, 15 épis ont été pris au hasard (5 épis par bloc pour chaque variété). Les grains de chaque épi ont été semés sur une ligne de 1,5 m avec un espacement entre les grains de 15 cm et de 20 cm entre les lignes (Figure 4.3).



**Figure 4.3-** Essai expérimental (2012-2013)

### **I.3. Caractérisation agro-morphologique**

A maturité, les plants ont été récoltés (Figure 4.4) et vingt-un caractères agro-morphologiques ont été mesurés sur les plantes (hauteur du plant, longueur de la tige, nombre d'épis par plant, longueur de l'entre-nœud, nombre d'entre-nœuds, longueur du col de l'épi), les épis (longueur, largeur profil et face de l'épi, poids moyen de l'épi, nombre d'épillets par épi, nombre de grains par épi), les grains (longueur, largeur, épaisseur du grain, poids de 1000 grains) et les glumes et glumelles (longueur et largeur des glumes et glumelles, longueur du bec de la glume) (Tableau 4.2). Les mesures ont été réalisées sur 5 plantes par ligne.



**Figure 4.4 -** Récolte de l'essai à la fin du mois d'avril

**Tableau 4.2** : Description des caractères agro-morphologiques mesurés

<b>Caractères quantitatifs</b>	<b>Abréviation</b>	<b>Modalités de mesures</b>
Poids d'un épi	PEP	Poids moyen d'un épi exprimé en g
Nombre grains par épi	NGE	Nombre de grains par épi
Poids de 1000 grains	PMG	Poids de 1000 grains en g obtenu pour un nombre de 200 grains
Nombre d'épis /plant	NTP	Nombre d'épis par plant (comptage du nombre de talles fertiles)
Hauteur du plant	HPL	Mesure de la hauteur du plant en cm à partir de la base des plants jusqu'à l'extrémité supérieure de l'épi
Longueur de la tige	HTG	Mesure de la longueur de la tige en cm à partir de la base de la tige jusqu'à la base de l'épi
Longueur de l'entre-nœud	LEN	Mesure de la longueur de l'entre-nœud en cm
Longueur du col de l'épi	LCE	Mesure du col de l'épi en cm de l'extrémité de la gaine de la feuille jusqu'à la base du rachis
Nombre d'entre-nœuds	NEN	Nombre d'entre-nœuds
Longueur de l'épi	LGE	longueur de l'épi en mm en excluant les barbes*
Largeur de l'épi de profil	LAE	Largeur de profil de l'épi en mm *
Largeur de l'épi de face	EPE	Largeur de l'épi de face en mm*
Nombre d'épillets par épi	NEP	Nombre d'épillets par épi de la base du rachis jusqu'au sommet de l'épillet terminal
Longueur du grain	LGG	Longueur du grain en mm*
Largeur du grain	LAG	Largeur du grain en mm*
Epaisseur du grain	EPG	Epaisseur du grain en mm*
Longueur de la glume	LGM	Longueur de la glume en mm
Largeur de la glume	LGU	Largeur de la glume en mm
Longueur du bec de la glume	LOB	Longueur du bec de la glume en mm
Longueur de la glumelle	LGL	Longueur de la glumelle en mm
Largeur de la glumelle	LLG	Largeur de la glumelle en mm
Altitude	Alt	—

\* mesures réalisées avec un pied à coulisse

### **I.3. Analyses statistiques**

L'analyse de variance (ANOVA) a été effectuée sur l'ensemble des caractères étudiés afin de comparer les variations entre régions, communes et variétés, avec le logiciel Genstat (édition 15). La comparaison des moyennes a été réalisée à l'aide du test PLSD (protected least significant difference) de Fisher au seuil de 5% ( $P < 0,05$ ). Le coefficient de variation (CV) est considéré faible quand le CV est inférieur à 10 %, moyen quand il est compris entre 10 et 15 % et fort lorsque sa valeur est supérieure à 15 %. Les corrélations de Pearson ont été calculées à l'aide du logiciel STATISTICA 7 pour déterminer l'existence et le niveau des corrélations ( $p \leq 0,05$ ) entre les différents caractères étudiés.

Une analyse en composante principale (ACP) est réalisée sur 55 variétés sahariennes, 15 caractères agro-morphologiques (poids moyen d'un épi, nombre de grains par épi, poids de 1000 grains, nombre d'épis par plant, longueur de la tige, longueur des entre-nœud, longueur du col de l'épi, nombre d'entre-nœuds, longueur de l'épi, largeur (face et profil), nombre d'épillets par épi, longueur du grain, largeur du grain, épaisseur du grain) descriptifs de la diversité des variétés sahariennes et une variable supplémentaire (l'altitude) afin de définir des combinaisons entre les caractères agronomiques et les variétés étudiées. L'information fournie par l'ACP permet une sélection précoce, rapide et préliminaire des variétés selon les critères recherchés.

## **II. RESULTATS**

### **II.1. Diversité entre les régions, les communes et les variétés d'Adrar et de Tamanrasset**

Les analyses de variance ont mis en évidence un effet région et commune significatif pour la majorité des caractères étudiés. Le coefficient de variation est faible à fort selon les caractères (Annexe 6 et 7).

L'effet région est significatif à  $P < 0,001$  pour la hauteur de la plante, la longueur de la tige, le nombre d'épis par plante, le nombre d'entre-nœuds, la longueur de l'épi, la largeur de l'épi (profil), l'épaisseur du grain, le poids moyen d'un épi, le nombre de grains par épi, le poids de 1000 grains, la longueur du grain, la largeur du grain. Il est significatif à  $P < 0,05$  pour le nombre d'épillets fertiles, la largeur de la glume, la longueur de la glumelle et non significatif pour la longueur de l'entre-nœud, la longueur du col de l'épi, la longueur de la glume, la longueur du bec de la glume et de la glumelle (Annexe 6).

L'effet commune est significatif à  $P < 0,001$  pour le nombre d'épis par plante, le nombre d'entre-nœuds, la longueur de l'épi, la largeur (face et profil) de l'épi, le poids moyen d'un épi, le nombre de grains par épi, le poids de 1000 grains, la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain et la largeur de la glume. Il est significatif à  $P < 0,01$  pour la hauteur de la plante et significatif à  $P < 0,05$  pour la longueur de la tige, le nombre d'épillets et la largeur de la glumelle (Annexe 7).

Des différences significatives à  $P < 0,001$  entre les variétés ont été révélées par l'analyse de la variance (Annexe 8) pour l'ensemble des caractères quantitatifs étudiés à l'exception de la longueur de la tige pour laquelle les différences sont significatives à  $P < 0,05$ . Le test LSD de Fisher donne plusieurs groupes de moyennes. Ces résultats suggèrent une diversité importante des blés sahariens. Le coefficient de variation varie de faible à fort.

### **II.1.1. Caractères agro-morphologiques relatifs aux plantes**

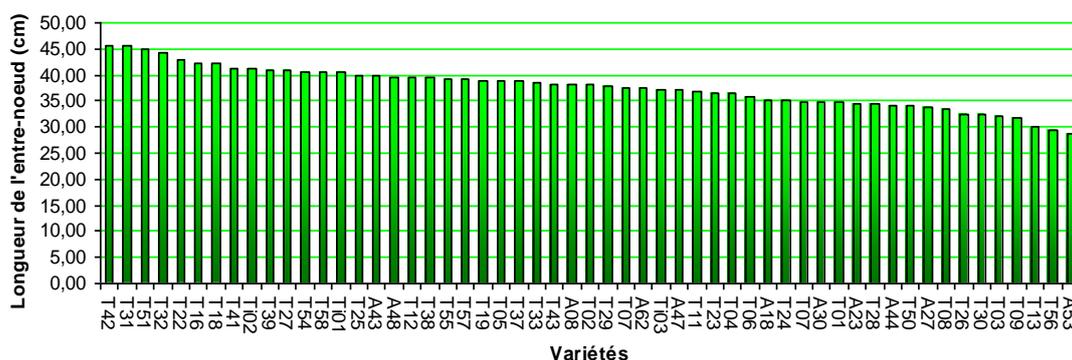
Des variations importantes de la hauteur des plantes ont été notées entre les deux régions ( $P < 0,01$ ). Les variétés provenant de la région de Tamanrasset sont en moyenne de taille plus haute. La variété Manga (T51) originaire de la commune d'Abalessa (Tamanrasset) présente les plus hautes plantes (115,45 cm). Les plantes les plus courtes (77,51 cm) sont observées chez la variété Moumna (A30) provenant de la wilaya d'Adrar. Les variétés commerciales Anza et HD 1220 ont des tiges courtes (78,99 cm et 83,99 cm, respectivement) (Annexes 9,10).

Les plus longues tiges ont également été observées chez les variétés collectées dans la région de Tamanrasset. La variété Manga (T43) provenant de la commune de Tamanrasset s'est caractérisée par la longueur de la tige la plus importante (101,57 cm) (Figure 4.5). Les plus courtes tiges sont notées dans la commune de Tsabit (71,93 cm). Les variétés commerciales Anza et HD 1220 ont les tiges les plus courtes (65,03 cm).



La région de Tamanrasset présente les variétés ayant le nombre d'entre-nœuds par plant le plus élevé (4,69). Les variétés originaires de Tsabit (commune d'Adrar) présentent le nombre d'entre-nœuds le plus faible (4,01 en moyenne). Les variétés Bent el Hamra (T11) et Manga (T41) originaires de Tamanrasset sont caractérisées par le nombre d'entre-nœuds le plus élevé (4,99). La variété commerciale HD 1220 présente le nombre le plus faible (3,93).

L'analyse de la variance ne révèle pas de différences significatives entre les deux wilayas et entre communes pour le caractère longueur des entre-nœuds (Annexe 6 et 7). Cependant, des différences significatives ( $P < 0,004$ ) entre les variétés ont été décelées. Les longueurs des entre-nœuds varient considérablement passant de 28,57 cm pour la variété Sebag (A53) originaire d'Adrar à 45,52 cm pour les variétés Manga (T42 et T31) originaires de Tamanrasset (Figure 4.7). Les variétés commerciales Anza avec 31,98 cm et HD 1220 avec 34,63 cm ont des valeurs inférieures à la moyenne générale (37,35 cm).

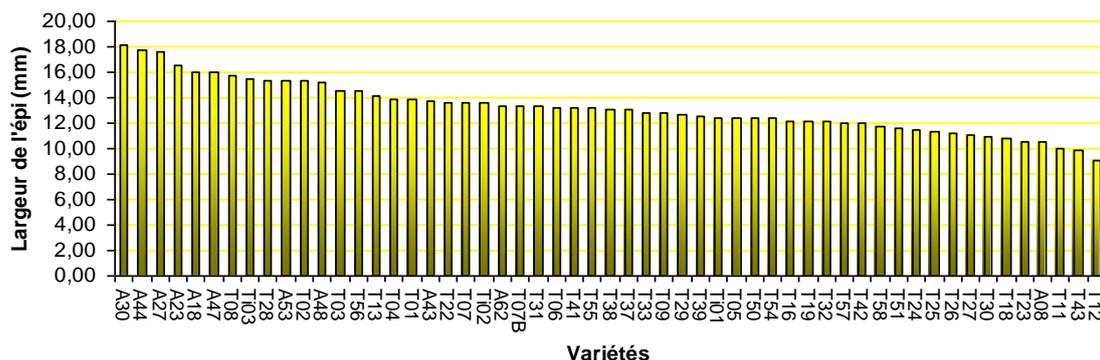


**Figure 4.7** - Variation de la longueur de l'entre-nœud

L'analyse de la variance n'a pas décelé de différences significatives entre les wilayas et entre communes pour le caractère longueur du col de l'épi, néanmoins des différences significatives ( $P < 0,001$ ) entre les variétés ont été enregistrées. Chez la variété Manga (T42) provenant de Tamanrasset, on observe la longueur du col de l'épi la plus élevée (23,58 cm) alors que la plus petite longueur (9,25 cm) caractérise la variété Skandria (T56) (Figure 4.8). Les variétés commerciales ont des valeurs égales ou inférieures à la moyenne générale (16,33 cm). Le coefficient de variation est élevé (24,3%).



Les variétés originaires des communes de la région d'Adrar à l'exception de la commune de Timimoun sont caractérisées par les épis les plus larges. La variété Moumna (A30) originaire de la commune d'Adrar présente les plus larges épis (18,19 mm). La plus petite largeur des épis (9,02 mm) est observée dans la commune de Tamanrasset chez la variété Bent el Hamra (T12) (Figure 4.10). Les variétés commerciales Anza et HD 1220 ont des épis larges (15,2 mm).



**Figure 4.10-** Variation de la largeur (face) de l'épi

A l'exception de la commune de Timimoun, les variétés originaires de la région d'Adrar sont caractérisées par les largeurs de l'épi (profil) les plus élevées. La largeur des épis varie considérablement entre variétés, allant de 8,98 mm pour la variété Bent el Hamra (T12) originaire de la région de Tamanrasset à 17,91 mm pour la variété Mekkaouiya (A44). Les épis des variétés commerciales ont de petites largeurs des épis (inférieure à la moyenne qui est de 12,11 mm).

Les variétés provenant de la région d'Adrar ont le poids moyen de l'épi le plus élevé (4,16 g). Les communes d'Idèles, In-Amguel et Tamanrasset présentent le poids moyen d'épi le plus faible. Des fluctuations importantes de ce caractère sont enregistrées entre variétés. Il varie considérablement de 1,64 g pour la variété Bent el Hamra (T12) originaire de la wilaya de Tamanrasset à 5,60 g pour la variété Mekkaouiya (A44) originaire de la wilaya d'Adrar. Les variétés commerciales Anza et HD 1220 ont les poids moyens (2,91 g et 2,93 g, respectivement).

Le plus grand nombre d'épillets fertiles (22,50) est enregistré chez les variétés originaires de la commune de Bouda. Le nombre d'épillets par épi le plus important (24,98) est noté chez la variété Bent M'Barek (T13) originaire de Tamanrasset (Figure 4.11). Les variétés HD 1220 et Anza sont caractérisées par les nombres d'épillets fertiles par épi les plus faibles avec respectivement 17,14 et 18,88.

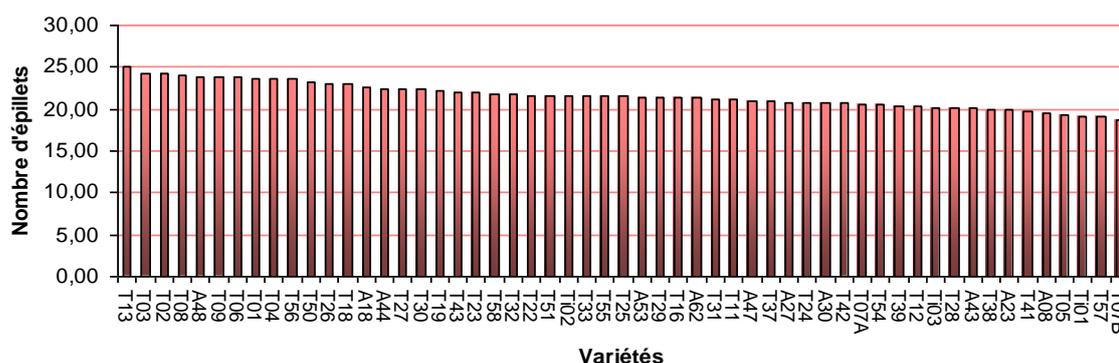


Figure 4.11- Variation du nombre d'épillets

Le nombre de grains par épi varie considérablement. Les variétés provenant de la région d'Adrar se classe parmi celles qui ont présenté un nombre élevé de grains par épi (74). La commune de Bouda a enregistré les plus fortes valeurs (94,72) (Annexe 10). La variété Mekkaouiya a le nombre de grains par épi le plus important (94,72) alors que le nombre le plus faible (41,34) est trouvé chez la variété Bent el Hamra (Figure 4.12). Les variétés commerciales présentent des valeurs moyennes de 58,16 pour Anza et 54,94 pour la variété HD 1220.

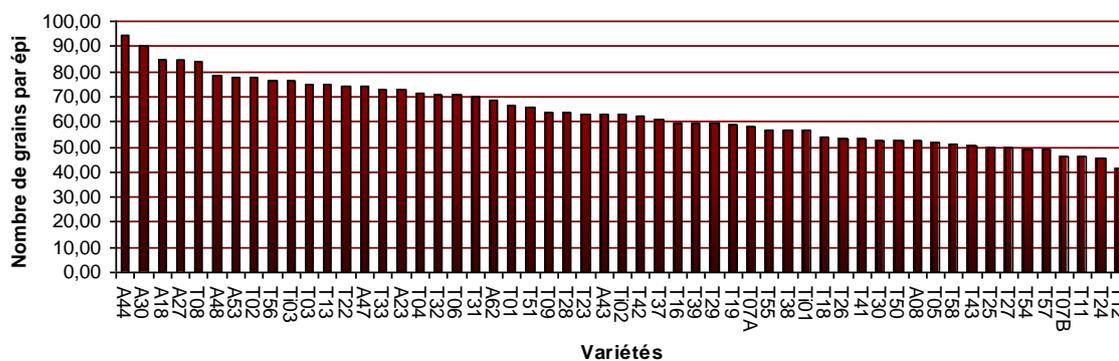


Figure 4.12- Variation du nombre de grains par épi

### II.1.3. Caractères agro-morphologiques relatifs aux grains

Les variétés produisant le poids de 1000 grains le plus élevé proviennent de la région d'Adrar (46,40 g). Les communes de Timmi, Tamantit, Bouda, Tsabit et Adrar forment un seul groupe, les variétés de ces communes produisent des grains plus lourds. Les variétés originaires des communes de Tamanrasset et In Amguel ont le poids de 1000 grains le plus faible (35,23 g) (Annexes 9,10). Des variations importantes ont été enregistrées entre variétés pour le poids de 1000 grains (Figure 4.13). Il varie de 55,26 g pour la variété Chater (A23) provenant de la commune d'Adrar à 26,97 g pour la variété Hanafi (T29) originaire de Tamanrasset. Anza et HD 1220 présentent respectivement des valeurs moyennes de 39,05 et 41,16 g.

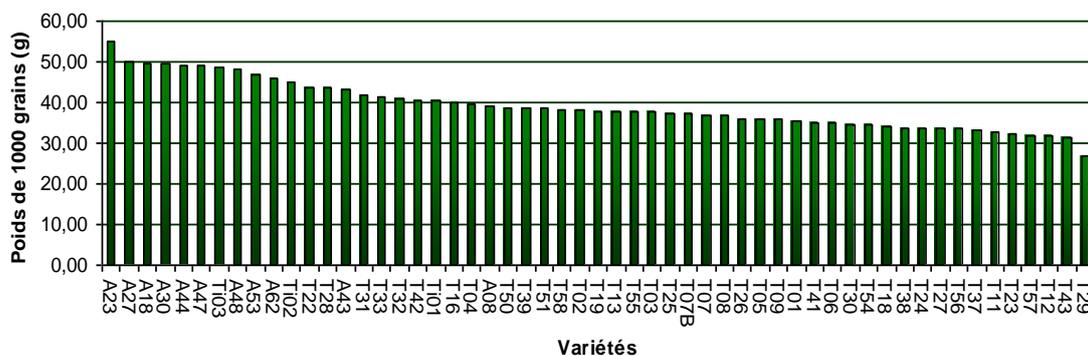


Figure 4.13 - Variation du poids de 1000 grains

Les grains les plus longs proviennent des communes de la région d'Adrar (6,72 mm). Les grains les plus courts sont originaires de la commune d'In Amguel (6,16 mm). Les grains les plus longs (7,35 mm) sont caractéristiques de la variété Zeghloul (A63) originaire d'Adrar et les plus courtes (5,94 mm) de la variété Bent el Hamra (T13) originaire de Tamanrasset (Figure 4.14). Anza et HD 1220 ont des grains assez longs (6,31 et 6,43 mm).

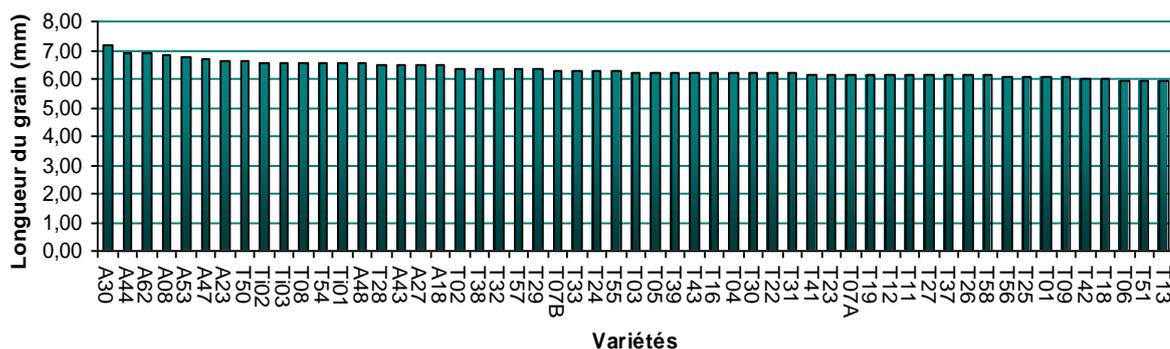


Figure 4.14 - Variation de la longueur du grain

Les grains les plus larges sont originaires de la commune de Timmi (3,66 mm). Les grains les plus étroits proviennent des communes d'Idèles et de Tamanrasset (2,96 mm). La variété A23 originaire d'Adrar est caractérisée par les plus larges grains (3,82 mm) (Figure 4.15). Anza, T50, T57 et T54 présentent les largeurs les plus faibles (3,34 mm).

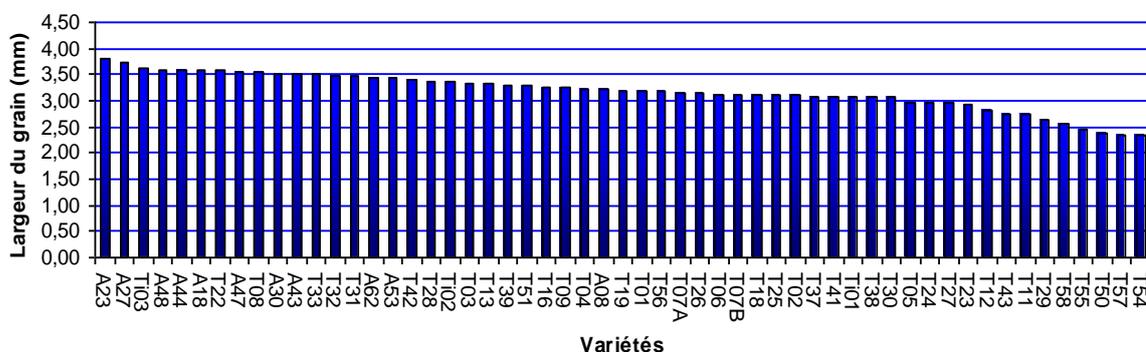


Figure 4.15 - Variation de la largeur du grain

Les grains les plus épais (3,15 mm) sont originaires des communes de la région d'Adrar et les moins épais (2,81 mm) proviennent des communes de la région de Tamanrasset (Annexe 9). Les variétés Chater (A23) et El-Farh (A 27) originaire de la région d'Adrar présentent les grains les plus épais (3,51mm) alors que la variété Hanafi (T29) se caractérise par la plus faible valeur (2,53mm). Les variétés commerciales HD 1220 et Anza ont des épaisseurs moyennes de 2,66 et 2,69 mm, respectivement.

### II.1.4. Caractères agro-morphologiques relatifs aux glumes et glumelles

L'analyse de la variance ne décèle pas de différences significatives entre les régions et les communes pour le caractère longueur de la glume. Cependant, des différences significatives ( $P < 0,001$ ) entre les variétés ont été notées. La longueur de la glume varie de 7,95 mm pour la variété Baida (T09) provenant de Tamanrasset à 11,06 mm pour la variété A63 originaire d'Adrar (Annexes 9,10).

Des variations significatives entre les régions et les communes ont été décelées par l'analyse de la variance pour la largeur de la glume. Dans la commune de Tamantit, on trouve les plus larges glumes (5 mm). Les plus étroites ont été enregistrées dans la commune de Tamanrasset (4,54 mm). La variété Manga (T22) originaire de la région de Tamanrasset a présenté la valeur la plus élevée (5,10 mm). La variété Hanafi (T29) a enregistré la plus faible largeur de la glume (3,95 mm) (Figure 4.16). Les variétés Anza et HD 1220 avec une largeur de 4,80 mm, sont réunies dans un même groupe.

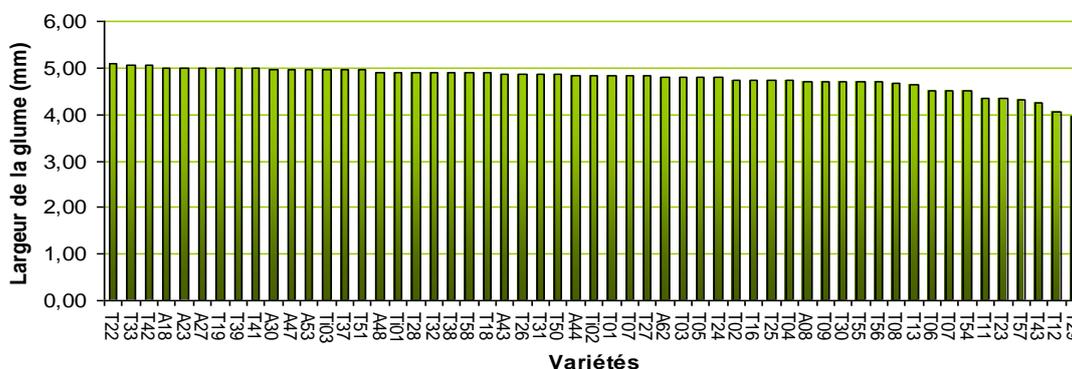


Figure 4.16 -Variation de la largeur de la glume

L'analyse de la variance n'a révélé aucune différence significative entre les deux régions et entre les communes pour le caractère relatif à la longueur du bec de la glume. Néanmoins des différences significatives entre variétés ont été notées. Le bec de la glume le plus long (7,4 mm) a été observé chez la variété commerciale HD 1220. Chez les blés Sahariens, la valeur la plus élevée (3,4 mm) a été trouvée chez la variété Ras el Mouch (T50) originaire de Tamanrasset. Le plus court bec (1,05 mm) est observé chez la variété A43 originaire de la région d'Adrar.

L'analyse de la variance n'a pas décelé de différences significatives entre communes pour le caractère longueur de la glumelle. Cependant des différences significatives ( $P < 0,001$ ) entre les variétés ont été observées. La variété commerciale HD 1220 et A63 provenant d'Adrar sont caractérisées par les plus longues glumelles (11,50 mm). Les plus courtes glumelles (7,95 mm) ont été notées chez Baida (T09) originaire de la région de Tamanrasset.

Les plus larges glumelles sont observées chez les variétés provenant de la commune d'Adrar (4,94 mm). Les plus étroites (4,69 mm) ont été notées dans la commune de Tamanrasset. La variété commerciale HD 1220 a présenté les plus larges glumelles (5,65 mm) alors que les plus étroites (4,20 mm) ont été notées chez la variété T12.

## **II.2. Structure de la diversité agro-morphologique**

### **II.2.1. Corrélations entre les caractères phénotypiques**

Les corrélations phénotypiques des différents caractères mesurés sont présentées dans le tableau 4.3. Le poids moyen d'un épi est corrélé fortement ( $P < 0,001$ ) et positivement avec le nombre de grains par épi, le poids de 1000 grains, les largeurs de l'épi (face et profil), la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain et la largeur de la glume et de la glumelle. Le nombre d'épi par plant, la longueur de la tige et le nombre d'entre-nœuds sont associés ( $P < 0,001$ ) négativement avec le poids moyen d'un épi.

Le poids de 1000 grains montre des corrélations positives et significatives ( $P < 0,001$ ) avec les largeurs de l'épi, la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain, la largeur de la glume et de la glumelle. Des corrélations négatives entre le poids de 1000 grains, le nombre d'épis par plant, la longueur de la tige et le nombre d'entre-nœuds ont été observées.

Le nombre de grains par épi montre des corrélations positives ( $P < 0,001$ ) avec le poids de 1000 grains, les largeurs de l'épi, le nombre d'épillet, la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain, la largeur de la glume et glumelle et des corrélations négatives avec le nombre d'épis par plant ( $P < 0,001$ ), la longueur de la tige, la longueur du col de l'épi, la longueur et le nombre d'entre-nœuds.

Le nombre d'épi par plant présente des corrélations positives et significatives avec la longueur de la tige et le nombre d'entre nœuds et de fortes corrélations ( $P < 0,001$ )

négatives avec les largeurs de l'épi, la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain et la largeur de la glume et glumelle.

La longueur de la tige est corrélée positivement et significativement avec la longueur et le nombre d'entre-nœuds, la longueur du col de l'épi et la longueur de l'épi. Les largeurs de l'épi, la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain sont corrélées négativement et significativement avec la longueur de la tige.

La longueur des entre-nœuds est corrélée fortement ( $P < 0.001$ ) positivement avec la longueur du col de l'épi et la longueur de l'épi et corrélé négativement et significativement avec les largeurs de l'épi et le nombre d'épillets.

De fortes corrélations ( $P < 0.001$ ) positives entre la longueur du col de l'épi, la longueur de l'épi sont enregistrées. Le nombre d'épillet par épis et les largeurs de l'épi sont corrélés négativement et significativement avec la longueur du col de l'épi.

Le nombre d'entre-nœuds est associé négativement et significativement avec les largeurs de l'épi, la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain et la largeur de la glume et de la glumelle.

La longueur de l'épi est corrélée négativement et significativement avec les largeurs de l'épi et la longueur et l'épaisseur du grain.

Des corrélations positives et significatives entre la largeur de l'épi et l'épaisseur de l'épi, la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain et la largeur de la glume et la glumelle sont enregistrées.

La longueur du grain est associée positivement et significativement avec la largeur et l'épaisseur du grain et la longueur de la glume et glumelle. Tandis que l'épaisseur du grain est liée positivement avec la largeur du grain et la largeur de la glume et de la glumelle.

L'altitude est fortement et négativement corrélée ( $P < 0.001$ ) avec le poids d'un épi, le nombre de grains par épi, le poids de 1000 grains, les largeurs de l'épi, la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain, et significativement et positivement associée avec le nombre d'épis par plant, la longueur de la tige, le nombre d'entre-nœuds et la longueur de l'épi.

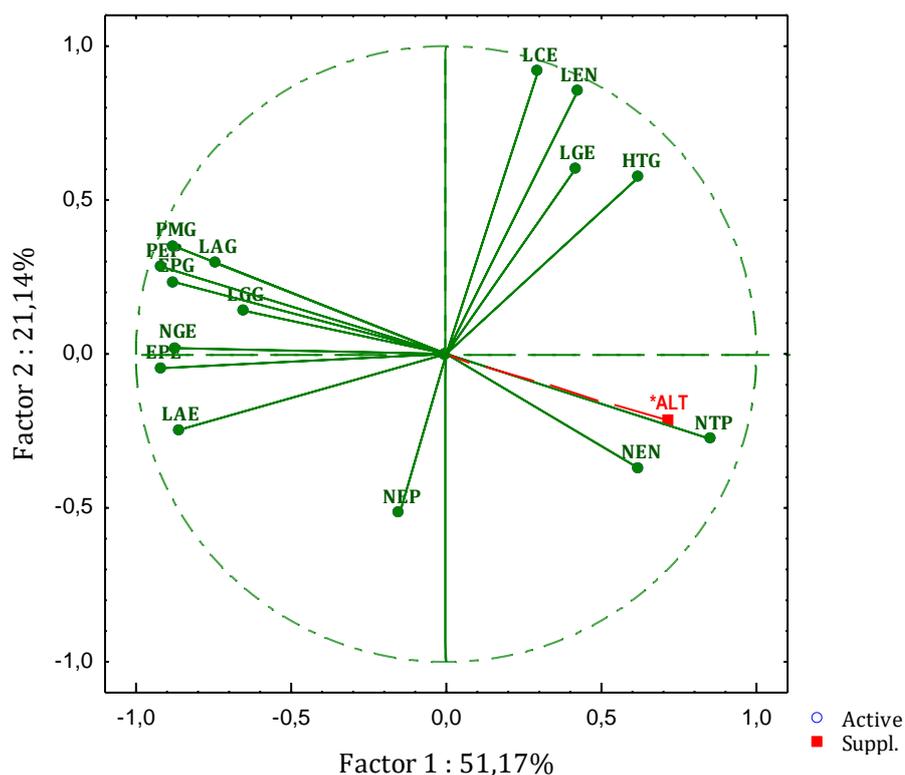
**Tableau 4.3:** Corrélation de Pearson entre différents caractères agro-morphologiques de 55 variétés de blé sahariens

	PEP	NGE	PMG	NTP	HTG	LEN	LCE	NEN	LGE	LAE	EPE	NEP	LGG	LAG	EPG	LGM	LGU	LOB	LGL	LLG	*ALT	
<b>PEP</b>	1,0000																					
<b>NGE</b>	<b>0,9124</b>	1,0000																				
<b>PMG</b>	<b>0,8817</b>	<b>0,6720</b>	1,0000																			
<b>NTP</b>	<b>-0,9333</b>	<b>-0,8757</b>	<b>-0,7866</b>	1,0000																		
<b>HTG</b>	<b>-0,3889</b>	<b>-0,4757</b>	<b>-0,3230</b>	<b>0,4089</b>	1,0000																	
<b>LEN</b>	-0,1342	<b>-0,3085</b>	-0,0836	0,1314	<b>0,8494</b>	1,0000																
<b>LCE</b>	-0,0258	<b>-0,2750</b>	0,0888	0,0323	<b>0,7355</b>	<b>0,9420</b>	1,0000															
<b>NEN</b>	<b>-0,5515</b>	<b>-0,4070</b>	<b>-0,6677</b>	<b>0,5088</b>	<b>0,2749</b>	0,0016	-0,1781	1,0000														
<b>LGE</b>	-0,0836	-0,1306	-0,2537	0,0012	<b>0,4892</b>	<b>0,6171</b>	<b>0,5546</b>	0,1991	1,0000													
<b>LAE</b>	<b>0,6782</b>	<b>0,6640</b>	<b>0,7188</b>	<b>-0,5700</b>	<b>-0,5433</b>	<b>-0,4916</b>	<b>-0,4047</b>	<b>-0,4756</b>	<b>-0,7375</b>	1,0000												
<b>EPE</b>	<b>0,8290</b>	<b>0,8470</b>	<b>0,7383</b>	<b>-0,7821</b>	<b>-0,5452</b>	<b>-0,3856</b>	<b>-0,3485</b>	<b>-0,4965</b>	<b>-0,3862</b>	<b>0,8069</b>	1,0000											
<b>NEP</b>	0,1352	<b>0,4077</b>	-0,0878	-0,1085	-0,1412	<b>-0,3708</b>	<b>-0,4794</b>	<b>0,3185</b>	-0,2010	<b>0,2855</b>	0,1247	1,0000										
<b>LGG</b>	<b>0,5786</b>	<b>0,4232</b>	<b>0,6422</b>	<b>-0,4927</b>	<b>-0,4124</b>	-0,2051	-0,0815	<b>-0,6130</b>	<b>-0,2846</b>	<b>0,5115</b>	<b>0,5663</b>	<b>-0,2684</b>	1,0000									
<b>LAG</b>	<b>0,7816</b>	<b>0,7275</b>	<b>0,7402</b>	<b>-0,7382</b>	<b>-0,2905</b>	-0,1002	0,0387	<b>-0,4820</b>	-0,0315	<b>0,5038</b>	<b>0,6175</b>	0,0968	<b>0,2989</b>	1,0000								
<b>EPG</b>	<b>0,8462</b>	<b>0,6777</b>	<b>0,9266</b>	<b>-0,7638</b>	<b>-0,3559</b>	-0,1564	-0,0259	<b>-0,5638</b>	<b>-0,3225</b>	<b>0,7759</b>	<b>0,7827</b>	-0,0270	<b>0,5434</b>	<b>0,6805</b>	1,0000							
<b>LGM</b>	0,1510	0,1080	0,1257	-0,1230	-0,0976	0,0742	-0,0083	-0,2079	-0,0268	0,1748	<b>0,4139</b>	<b>-0,4077</b>	<b>0,3974</b>	-0,0498	0,2064	1,0000						
<b>LGU</b>	<b>0,5405</b>	<b>0,4044</b>	<b>0,6216</b>	<b>-0,4624</b>	-0,0311	0,1252	0,2086	<b>-0,3317</b>	-0,0292	<b>0,4320</b>	<b>0,4387</b>	-0,0088	0,1770	<b>0,5949</b>	<b>0,5961</b>	0,0984	1,0000					
<b>LOB</b>	-0,1159	-0,0733	-0,1677	0,0988	-0,0134	-0,0648	-0,1942	0,0549	-0,0326	0,0118	0,1554	-0,1809	0,1181	<b>-0,3982</b>	-0,0091	<b>0,5368</b>	-0,0703	1,0000				
<b>LGL</b>	0,2296	0,1216	0,2296	-0,2255	-0,0563	0,1474	0,1415	<b>-0,3800</b>	0,2146	0,0074	<b>0,3018</b>	<b>-0,4917</b>	<b>0,5273</b>	0,0643	0,1614	<b>0,6923</b>	0,0015	<b>0,2753</b>	1,0000			
<b>LLG</b>	<b>0,5300</b>	<b>0,4988</b>	<b>0,5454</b>	<b>-0,4853</b>	-0,0848	0,0422	0,0508	<b>-0,2680</b>	-0,1052	<b>0,4653</b>	<b>0,5349</b>	0,2237	0,1185	<b>0,5114</b>	<b>0,5303</b>	0,1666	<b>0,8072</b>	-0,0365	0,0175	1,0000		
<b>*ALT</b>	<b>-0,6722</b>	<b>-0,5190</b>	<b>-0,7594</b>	<b>0,5952</b>	<b>0,3804</b>	0,1596	-0,0403	<b>0,6020</b>	<b>0,3264</b>	<b>-0,5697</b>	<b>-0,5593</b>	0,1603	<b>-0,6864</b>	<b>-0,5931</b>	<b>-0,6796</b>	-0,0058	<b>-0,3619</b>	0,2078	-0,1360	-0,1934	1,0000	

ddl= 53,  $\alpha$  0,05 = 0,26630,  $\alpha$  0,01= 0,3454,  $\alpha$  0,001=0,4326

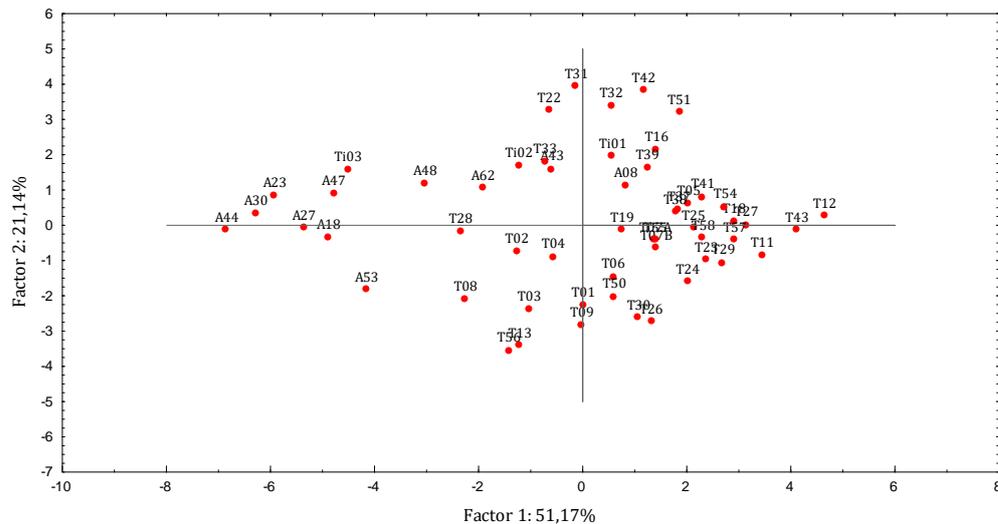
### II.2. 3. Analyse en composantes principales

L'analyse en composante principale (ACP) a été réalisée sur 55 variétés sahariennes et 15 variables descriptives quantitatives. Une variable supplémentaire (altitude) est rajoutée afin de définir des combinaisons entre les caractères agronomiques, les variétés étudiées et l'altitude (Figure 4.17 et 4.18).



**Figure 4.17-** Représentation graphique des corrélations entre les variables quantitatives et les deux premiers axes de l'analyse en composantes principales

PEP : poids d'un épi ; NGE : nombre grains par épi ; PMG : poids de 1000 grains ; NTP : nombre d'épis /plant ; HTG : longueur de la tige ; LEN : longueur de l'entre-nœud ; LCE : longueur du col de l'épi ; NEN : nombre d'entre-nœuds ; LGE : longueur de l'épi ; LAE : largeur de l'épi de profil ; EPE : largeur de l'épi de face ; NEP : nombre d'épillets par épi ; LGG : longueur du grain ; LAG : largeur du grain ; EPG : épaisseur du grain ; ALT : Altitude.



**Figure 4.18** - Projection de 55 variétés sahariennes sur le plan 1-2 de l'analyse en composante principale réalisées sur 15 variables quantitatives

Le plan (1-2) produit 72,3 % de la variation totale. La première composante principale (PCA1) explique 51,17 % et la seconde composante principale (PCA2) 21,14 % de la variabilité totale (Figure 4.17 et 4.18).

L'axe 1 est corrélé négativement avec le poids d'un épi (PEP), le nombre de grains par épi (NGE), le poids de 1000 grains (PMG), la largeur de profil de l'épi (LAE), la largeur de face de l'épi (EPE), la longueur du grain (LGG), la largeur du grain (LAG), l'épaisseur du grain (EPG), et positivement avec le nombre d'épis par plant (NTP), la hauteur de la tige (HTG), le nombre d'entre-nœuds (NEN) et l'altitude (ALT) (Figure 4.17 et 4.18 et Annexe 11 et 12).

L'axe 1 a opposé principalement les variétés provenant de la région d'Adrar (basses altitudes) aux variétés provenant de la région de Tamanrasset (altitudes élevées). Sur l'axe 1, les variétés provenant des basses altitudes produisent plus de grains par épi, un poids moyen d'un épi et un poids de 1000 grains élevés, ces variétés se caractérisent également par des épis très larges (de face et de profil), des grains très longs, larges et épais, des tiges courtes et un nombre faible d'épis par plant et d'entre-nœuds.

Les variétés originaires d'Adrar (basses altitudes) Bel Mabrouk (A18), Chater (A23), El-Farh (A27), El Moumna (A30), Mekkaouiya (A44), Oum Mrakba (A47), Sebagha (A53) et Oum Mrakba (Ti03) s'opposent aux variétés provenant de la commune de Tamanrasset Bent-Hamra (T11), Bent el Hamra (T12) et Manga (T43).

L'axe 2 est corrélé positivement avec la longueur de l'entre-nœud, la longueur du col de l'épi et la longueur de l'épi et négativement avec le nombre d'épillets par épi.

L'axe 2 oppose les variétés originaires de Tamanrasset qui produisent de longs épis, un nombre d'épillets réduit et des entre-nœuds et des cols de l'épi longs, ces variétés sont nommées Manga (T22), Manga (T31), Manga (T32), Manga (T42) et Manga(T51). Elles s'opposent aux variétés Bent M'Barek (T13), Skandria (T56), Houiya (T30) et Baida (T09) qui sont également originaires de Tamanrasset (Figure 4.17 et 4.18 et Annexe 11 et 12).

### III. DISCUSSION

Une grande variabilité a été retrouvée parmi les variétés sahariennes pour l'ensemble des caractères étudiés. Ces résultats confirment les travaux réalisés par Ducellier (1920, 1929) et Erroux (1952, 1958, 1962, 1991). Comparativement aux blés Sahariens, les variétés commerciales ont montré des valeurs faibles à moyennes pour l'ensemble des caractères étudiés. Ce constat confirme la supériorité des blés sahariens et leurs meilleures adaptations aux environnements sahariens par rapport aux blés cultivés dans le nord de l'Algérie. Tian et *al*, (2005) ont indiqué que les variétés locales présentent une plus grande diversité génétique par rapport aux variétés améliorées.

Plusieurs caractères quantitatifs ont montré des variations significatives entre les lieux de collectes (intra et inter-régions). Les caractères étudiés montrant cette importante variabilité sont liés aux caractéristiques des épis (le poids moyen d'un épi, l'épaisseur de l'épi, la largeur de l'épi, la longueur de l'épi, le nombre d'épillets fertiles, la largeur de la glume et la longueur de la glumelle), aux plants (la hauteur du plant, la longueur de la tige, le nombre d'entre-nœud, le nombre d'épis ) et aux grains ( l'épaisseur, la longueur et la largeur du grain, le nombre de grains par épi, le poids de 1000 grains). Ces différences significatives entre les régions et entre les communes confirment l'existence d'une grande variabilité entre les variétés et montrent l'existence de particularités dans les lieux de collectes. Pecetti et Damania (1996) rapportent une large diversité due aux différentes pressions sélectives exercées par les conditions climatiques.

La longueur du col de l'épi, la longueur de l'entre-nœud, la longueur de la glume et de la glumelle et la longueur du bec de la glume ne varient pas entre les deux régions et entre les communes. Le milieu d'origine des variétés semble ne pas avoir d'effet sur ces caractères. La hauteur des plants est un critère important dans la sélection des blés.

Les blés sahariens sont généralement hauts. Leur hauteur est comprises entre 77,5 et 115,5 cm, ces blés ont été probablement sélectionnés par les paysans pour une hauteur élevée afin d'assurer l'alimentation du cheptel. Les variétés sahariennes collectées à Adrar et les variétés commerciales ont donné les longueurs de tiges les plus courtes. Ces variétés ont été probablement sélectionnées pour ce caractère.

Le poids de 1000 grains est compris entre 27,0 et 55,3 g, les variétés originaires d'Adrar ont des grains lourds (PMG > à 40 g). Merdas (2012) rapporte des valeurs inférieures comprises entre 22,9 – 46,2 g pour les blés tendres d'Adrar.

Le nombre de grains par épi pour l'ensemble des variétés est compris entre 41,3 et 94,7 et entre 52,7 et 94,7 pour les variétés provenant d'Adrar, Merdas (2012) a mentionné des valeurs relativement similaires.

Douze caractères sont corrélés significativement au poids de 1000 grains, ces corrélations positives ont été notées avec le poids d'un épi, le nombre de grains par épi, la largeur de l'épi de profil et de face, la longueur du grain, la largeur du grain, l'épaisseur du grain, la largeur de la glume et de la glumelle et des corrélations négatives avec la hauteur de la tige, le nombre d'épis, et le nombre d'entre-nœuds. Munir et *al.* (2007) et Khan et Hassan (2017) ont mentionné que le rendement en grain est corrélé positivement avec le poids de 1000 grains, la longueur des épis, le nombre d'épis (nombre de talles fertiles) et le nombre de grains par épi. Le nombre d'épis est corrélé négativement avec le poids d'un épi, le nombre de grains par épi, le poids de 1000 grains, la largeur (face et profil), la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain et la largeur de la glume. Ce qui suggère qu'un nombre élevé d'épis aurait, dans les conditions des oasis sahariennes, un impact négatif sur les autres composantes du rendement. Ahmad et *al.* (2016) ont rapporté une forte corrélation entre le nombre de talles et le rendement en grain.

La longueur de l'épi n'est pas corrélée avec les composantes du rendement contrairement à ce qui a été mentionné par Ali et *al.* (2008) ; Uddin et *al.* (2015) et Xhulaj et *al.* (2019) qui trouvent une corrélation positive avec la longueur de l'épi et le nombre d'épillets par épi. Cependant, la largeur (face et profil) de l'épi est significativement ( $P < 0.001$ ) et positivement corrélée avec le poids d'un épi, le nombre de grains par épi, le poids de 1000 grains et la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain et corrélée négativement ( $P < 0,001$ ) avec des caractères liés aux plants (nombre de talles par plant, la longueur de la tige, la longueur du col de l'épi et la longueur et le nombre d'entre-nœuds).

La longueur de la tige est corrélée positivement avec la longueur de l'épi, la longueur des entre-nœuds, la longueur du col de l'épi, le nombre d'épis et le nombre d'entre-nœuds et est corrélée négativement avec le poids de 1000 grains, le nombre de grains par épi, le poids d'un épi, la largeur de l'épi (face et profil) et la longueur, la largeur et l'épaisseur du grain. Mahmood et Shahid (1993) mentionnent également une corrélation négative entre la hauteur du plant et le poids de 1000 grains. Des corrélations significatives et positives entre la hauteur du plant, le nombre de grains par épi et le poids de 1000 grains ont été rapportées par Akram et al, (2008). D'autre part, Ahmad et al, (2016) signalent une corrélation non significative entre la hauteur du plant et le poids de 1000 grains et une corrélation négative avec le rendement en grain. Le nombre d'épillets par épi était corrélé positivement avec le nombre de grains par épi, ces résultats sont en accord avec ceux obtenus par Akram et al, (2008) et Baye et al, (2020).

L'analyse en composante principale a révélé que la structuration de la diversité variétale est influencée par les facteurs de l'environnement (altitude). Les variétés originaires de la région d'Adrar (basses altitudes) s'opposent aux variétés provenant de la région de Tamanrasset (altitudes élevées).

L'altitude semble être un facteur déterminant dans la distribution de la diversité des blés sahariens dans ces régions. Les facteurs agro-climatiques tels que la température (gel, forte chaleur), le vent devraient contribuer de façon non négligeable dans l'agencement de cette variabilité intra et inter-région. Cette diversité, maintenue par les paysans, a prouvé son importance dans cet écosystème hostile. Jaradat (2011) et Oumata et al, (2020) rapportent que le maintien des variétés locales par les paysans répond à des besoins sociaux, économiques, culturels et environnementaux. Les variétés sahariennes provenant des basses altitudes produisent plus de grains par épi, ont un poids moyen d'un épi et un poids de 1000 grains élevés, elles se caractérisent également par des épis très large (face et profil), des grains très longs, très larges et très épais, des tiges courtes et un nombre d'entre-nœuds et d'épis par plant faible. A Adrar, où les températures sont élevées et les vents violents, la sélection massale opérée par les paysans est dirigée vers des génotypes plus résistants aux températures élevées, à la canicule et à la verse.

Les variétés les plus performantes originaires de la région d'Adrar étaient caractérisées par des épis denses et de type normal (non speltoïde) alors que les variétés provenant de la commune de Tamanrasset avaient des épis de type speltoïdes et lâche. Parmi les variétés les plus productives, la variété « Bel Mabrouk », avait déjà été mentionnée antérieurement par Erroux (1962) pour son rendement élevé.

Les variétés provenant de haute altitude, produisent plus d'épis, cette particularité permet à ces dernières de compenser une faible productivité en grains/épi et assure ainsi une production adéquate. Les résultats obtenus par Altuhaish *et al*, (2014) ont montré qu'en basse altitude, la température élevée affecte considérablement la croissance et le rendement du blé par la réduction de la hauteur de la plante, du nombre de talles, du rendement et de ses composantes. Sattar *et al*, (2010) ont mentionné un nombre d'épis par plant réduit en basse altitude, due à une température élevée.

Les variétés de type speltoïde et lâche nommées Manga s'opposent aux variétés aux épis compacts. Ces variétés de type speltoïde, originaires de la région de Tamanrasset ont produit des épis, des entre-nœuds et des cols de l'épi longs et un nombre d'épillets réduits. Une longueur du col de l'épi élevée chez ces variétés ancestrales de type speltoïde, suggère une meilleure adaptation à la sécheresse. La longueur du col de l'épi est fortement associée au rendement dans les conditions de stress thermique (Modarresi *et al*,. 2010). Schnyder (1993) et Wang *et al*,. (2001) considèrent que le col de l'épi a un rôle important dans l'assimilation du CO<sub>2</sub>. Mursalova *et al*, (2015) et Farooq *et al*, (2018) mentionnent que la longueur du col de l'épi pourrait être utilisée comme critère dans la sélection et l'amélioration du rendement.

## **CONCLUSION**

Une large diversité agro-morphologique a été décelée chez les variétés oasiennes. La répartition géographique des variétés dans les régions sahariennes étudiées suggère qu'elle n'est pas un effet du hasard mais répond à une sélection de génotype opérée par les paysans selon les aléas climatiques spécifiques au milieu d'origine. La variabilité génétique inter-variétale dans une même région suggère une plasticité des variétés et une capacité à s'adapter à la multiplicité des environnements. Des données pédologiques auraient permis une compréhension plus exhaustive sur la distribution de cette variabilité.

L'étude rend compte du rôle primordial du paysan dans la sélection, le maintien et la conservation des blés oasiens.

---

**REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- Ahmad I, Mahmood N, Khaliq I, Khan N (2016) Genetic analysis for five important morphological attributes in wheat (*Triticum aestivum* L). *The Journal of Animal & Plant Sciences* 26(3): 725-730
- Akram Z, Ajmal SU, Munir M (2008) Estimation of correlation coefficient among some yield parameters of wheat under rainfed conditions. *Pak J Bot* 40(4): 1777-1781
- Ali Y, Atta BM, Akhter J, Monneveux P, Lateef Z (2008) genetic variability, association and diversity studies in wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm. *Pak J Bot* 40(5): 2087-2097
- Altuhaish AAK, Miftahudin, Trikoesoemaningtyas, yahia S (2014) Field Adaptation of Some Introduced Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes in two altitudes of tropical Agro-Ecosystem environment of Indonesia. *HAYATI journal of Biosciences* 21 (1): 31-38
- Arora NK (2019) Impact of climate change on agriculture production and its sustainable solutions. *Environmental Sustainability* 2: 95-96.
- Baye A, Berihun B, Bantayehu M, Derebe B (2020) Genotypic and phenotypic correlation and path coefficient analysis for yield and yield-related traits in advanced bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines. *Journal Cogent Food and Agriculture* Volume 6, Issue 1
- Ducellier L (1920) Les blés du Sahara, Bibliothèque du Colon de l'Afrique du Nord no 4, Alger
- Ducellier L (1929) Céréales recueillies par le Dr. R. Maire au cours de sa mission au Hoggar, *Bull Soc Hist Nat Afr Nord* 20 :221–226
- Erroux J (1952) Les blés des oasis, *Bull Soc des Agriculteurs d'Algérie* no 567
- Erroux J (1958) Note sur les blés des oasis du Sahara Algérien, *Bull Soc Hist Nat Afrique du Nord* no 49
- Erroux J (1962) Les blés des oasis Sahariennes, Mémoire no 7, Université d'Alger, Institut de Recherches Sahariennes
- Erroux J (1991) Blé, In: Camps G (ed) *Encyclopédie Berbère*, Edi sud, Aubenas, pp 1526–1536
- Farooq MU, Cheema AA, Ishaq I, Zhu J (2018) Correlation and genetic component studies for peduncle length affecting grain yield in wheat. *International journal of advanced and applied sciences*, 5(10): 67-75

- Jaradat AA (2011) Wheat landraces: Genetic resources for sustenance and sustainability, USDA-ARS, pp1-20
- Khan SA, Hassan G (2017) Heritability and correlation studies of yield and yield related traits in bread wheat, Sarhad Journal of Agriculture, 33(1): 103-107
- Mahmood A, Shahid M (1993) inheritance and interrelation studies of some quantitative characteristics in wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Agricultural Research 14 (2): 121-125
- Merdas S (2012) Caractérisation cytogénétique et morpho-physiologique de quelques génotypes de blés sahariens. MSc, ENSA Alger, Algérie
- Modarresi M, Mohammadi V, Zali A and Mardi M (2010) Response of Wheat Yield and Yield Related Traits to High Temperature. Cereal Research Communications, 38(1): 23-31
- Munir M, Chowdhry MA, Malik TA (2007) Correlation studies among yield and its components in bread wheat under drought conditions. International journal of agriculture and biology. Int J Agri Biol 9: 287-290
- Mursalova j, Akparov Z, Ojaghi j, Eldarov M, Belen S, Gummadov N, Morgounov A (2015) Evaluation of drought tolerance of winter bread wheat genotypes under drip irrigation and rain-fed conditions. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 39: 817-824
- Oumata S, David J, Mekliche-Hanifi, L, Kharsi M, Zaharieva M, Monneveux P (2020) Oasis wheats of the South of Algeria: landraces, cultural practices and utilization. Genet Resour Crop Evol 67: 325–337. <https://doi.org/10.1007/s10722-019-00874-7>
- Pecetti L, Damania AB (1996) Geographic variation in tetraploid wheat (*Triticum turgidum* ssp, *Turgidum* convar, *durum*) landraces from two provinces in Ethiopia. Genet Resour Crop Evol 43: 395-407.
- Sahnoune F, Belhamel M, Zelmat M, Kerbachi R (2013) Climate Change in Algeria: Vulnerability and Strategy of Mitigation and Adaptation. Energy Procedia Vol 36:1286-1294
- Sattar A, Cheema MA, Farooq M, Wahid MA, Wahid A, Babar BH (2010) Evaluating the performance of wheat cultivars under late sown conditions. Int J Agric Bio, 4: 561-565

- Schnyder H (1993) The role of carbohydrate storage and redistribution in the source-sink relations of wheat and barley during grain filling-a review, *New Phytologist*, 23(2):233-245,5
- Tian QZ, Zhou RH, Jia JZ (2005) Genetic Diversity Trend of Common Wheat (*Triticum aestivum* L.) in China Revealed with AFLP Markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 52 (3): 325–31
- Uddin F, Mohammad F, Ahmed S (2015) Genetic divergence in wheat recombinant inbred lines for yield and yield components. *Academia J, Agric, Res*, 3(10): 303-307
- Xhulaj D, Elezi F, Hobdari V (2019) Interrelationships among traits and morphological diversity of wheat (*Triticum aestivum* L.) accessions in base collection of Plant Genetic Resources Institute, Albania *Acta agriculturae Slovenica*, vol 113 n°1
- Wang ZM, Wei AL, Zheng DM (2001) Photosynthetic characteristics of non-leaf organs of winter wheat cultivars differing in ear type and their relationship with grain mass per ear. *Photosynthetica*. 39(2):239-244

## **CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES**

### **CONCLUSION GENERALE**

Le blé est une espèce très importante dans l'agriculture algérienne. Pourtant, il fait face à de nombreuses contraintes qui limitent son développement, sa production et son rendement. Parmi, les contraintes les plus importantes ; les facteurs climatiques telles que l'irrégularité et l'insuffisance des précipitations, les variations de températures et l'utilisation de variétés modernes très peu adaptées. Pour répondre à ces préoccupations, il est nécessaire de rechercher des variétés performantes adaptées à ces environnements.

L'oasis est un agro-système particulier pour le développement des céréales telles que le blé. Elle est caractérisée par des sols et des eaux salines, une forte évapotranspiration, des précipitations quasi absentes (inférieure à 50 mm/ an) et des contrastes thermiques. Dans ces environnements, sont cultivés les blés sahariens depuis très longtemps par les paysans de ces régions. Leurs cultures dans ces environnements très hostiles devraient leur conférer un certain nombre de traits d'adaptation. Ils pourraient par conséquent contribuer au développement de la céréaliculture en Algérie.

Notre étude avait pour objectif l'identification et la caractérisation des variétés de blés sahariens collectées dans les champs des paysans, l'évaluation de l'ampleur de la variation à l'échelle régionale et la connaissance des pratiques culturelles paysannes dans la gestion de la diversité. Notre étude a permis d'apporter un ensemble d'information sur les aspects étudiés.

L'étude ethnobotanique a montré l'importance des blés sahariens pour la population sahraouie du Sahara algérien, considérés comme source précieuse de diversification des mets traditionnels. Les variétés sont nommées et utilisées par les paysans selon leurs propriétés intrinsèques. Le nom des variétés permettant de les identifier est généralement lié à leurs origines, aux caractères les plus dominants de la variété (exemple, couleur des épis) ou recherchés par les paysans (exemple, précocité). Les paysans conservent dans leurs parcelles une multitude de variabilité génétique. Ils ont une parfaite connaissance des variétés, de leurs utilisations, et de leurs conservations. Le choix des différentes variétés cultivées dans le champ familial est lié aux exigences

culinaires des paysans et aux conditions environnementales. Cette étude a montré le rôle important du paysan dans le maintien des variétés des blés oasiens ancestraux, dans la sélection et la conservation d'un patrimoine génétique très diversifié et très intéressant pour le développement de la céréaliculture.

Une large diversité de formes et de variétés botaniques existe encore de nos jours dans les oasis. La classification taxonomique des blés oasiens réalisée dans cette étude a permis de déterminer 38 variétés botaniques et 57 formes différentes. Dans les variétés nommées, il existe une large variabilité intra et inter-variétale et entre les milieux d'origines. Ceci suggère que chaque localité a ses propres spécificités, et que le mélange entre les variétés permet de répondre aux aléas environnementaux et d'optimiser la production.

La rareté des blés durs laisse entendre que les paysans des régions sahariennes ont une grande préférence pour les blés tendres. Une diversité plus large a été trouvée dans les blés tendres par rapport aux blés durs, la distribution des fréquences varie entre les deux espèces et entre les milieux d'origines. L'indice de diversité de Shannon-Weaver est élevée pour la majorité des caractères qualitatifs étudiés ce qui a révélé une importante variabilité entre et au sein des régions. Ceci montre des spécificités environnementales et culinaires de chaque lieu de collecte.

L'étude a révélé des variations importantes des caractères phénotypiques entre les variétés et entre les lieux d'origines. La structuration de la variabilité agromorphologique montre une sélection des génotypes selon les conditions agro-climatiques. Ceci confirme que la distribution géographique des variétés n'est pas aléatoire, elle répond au gradient de l'altitude. La sélection des différents génotypes opérés par les paysans répond aux exigences des milieux de cultures. Les blés originaires de basse altitude où les températures sont plus élevées, sont des variétés courtes et produisant plus de grains par épi. Dans les hautes altitudes du Hoggar, les variétés sont hautes et produisent moins de grains et plus d'épis par plant. Cette dernière caractéristique leur permet de compenser une faible production en grain par épi. Les variétés sahariennes montrent de meilleures performances comparées aux variétés commerciales, ce qui confirme la supériorité des blés oasiens dans ces régions.

Enfin, Au terme de cette étude, nous pouvons affirmer que les oasis algériennes sont des réservoirs de gènes. Les variétés de blé oasien pourraient être considérées comme prometteuses dans des climats semi- arides à arides où sont cultivées les blés en Algérie. Elles offrent des possibilités de sélection directe sur les variétés existantes ou d'amélioration génétique par l'hybridation.

## **PERSPECTIVES**

Notre étude a permis de donner un aperçu sur l'importante diversité des blés oasiens et sa distribution géographique à travers les différents milieux d'origine. Les résultats obtenus permettent de tracer plusieurs pistes de recherche et recommandations pour une meilleure valorisation et conservation durable :

### *Ethnobotanique et élargissement de la collection*

Les régions prospectées dans cette étude, ne représentent pas toute la diversité existante dans les oasis du Sahara algérien. Plusieurs régions sahariennes sont encore méconnues. Elles présentent des variétés et des caractéristiques édapho-climatiques spécifiques qui méritent d'être explorées. L'élargissement de la collection et la constitution d'une « core collection » sont nécessaires pour les programmes de sélection et d'amélioration des céréales.

La connaissance des savoirs traditionnels y afférent a un intérêt dans la compréhension des liens entre la ressource génétique, son maintien, son utilisation et l'aspect socioculturel.

### *Stratégie de conservation in situ et ex-situ*

La conservation *in-situ* et *ex-situ* sont deux modes qui permettent de lutter contre l'érosion génétique des blés oasiens. Les menaces de leurs disparitions sont réelles compte tenu des différentes dégradations du milieu, de l'exode rurale et des moyens rudimentaires dont disposent les paysans pour maintenir cette diversité. Pour chacun deux, des mécanismes sont nécessaires pour leurs réussites. Notre étude a permis de mettre en avant le rôle incontournable du paysan dans la gestion *in-situ* des ressources génétiques du blé oasien depuis plusieurs générations. Les blés cultivés dans leurs

milieux d'origine, continuent leurs évolutions et développent des résistances et tolérances aux stress biotiques et abiotiques. Un soutien des paysans dans la gestion des ressources, la mise en place de banque de semences paysannes au niveau de ces régions sont des moyens qui permettront le maintien et la préservation du patrimoine génétique. La conservation *ex-situ* est un autre moyen permettant la sauvegarde de ces ressources par le stockage de collections de références dans des banques de gènes.

#### *Identification et Connaissance des ressources oasiennes de blé*

L'identification des variétés, l'évaluation de la diversité et la structure génétique des blés sont nécessaires pour une utilisation rationnelle dans les programmes d'améliorations des céréales. Des études complémentaires sont nécessaires pour une meilleure connaissance et utilisation de ce patrimoine génétique. Ces études complémentaires devraient porter sur :

(i) La qualité technologique ; (ii) La résistance et la tolérance aux stress biotiques et abiotiques ; (iii) Le comportement de ces variétés dans les conditions agro-climatiques des zones céréalière actuelles. Ces études devraient donner plus d'informations sur le potentiel des variétés et sur leurs capacités adaptatives.

#### *Programme de sélection et d'amélioration génétique utilisant les blés sahariens*

Actuellement, le programme national de sélection et d'amélioration des blés n'inclue pas les blés sahariens. L'étude a révélé que les variétés de blé cultivées dans les oasis présentent une large variabilité et un fort potentiel génétique. Ces variétés oasiennes pourraient remplacer les variétés cultivées dans les zones céréalières du nord du pays et celles cultivées sous pivot dans le Sahara algérien. Les variations des caractères entre les variétés permettraient une sélection de génotypes selon les caractères désirés et selon les données géographiques correspondantes. Certaines variétés de blé devraient être prioritairement sélectionnées et exploitées pour la production du blé sous pivot dans le Sahara.

**Annexe 1:** Exemples de variabilité retrouvées dans les régions d'étude

1- Blés Tendres





A29 HAMRA



A64B HAMRA



T24 HAMRA



T11 BENT EL HAMRA



T20 HAMRA



Ti02 GUEMH LAHMAR



2- Blés durs



**Annexe 2 : Fiche Questionnaire de l'enquête**

Numéro :

Quantité collectée:

Date :

**Enquête Ressources Phytogénétiques « Blés Oasiens »****Situation géographique :**

Wilaya \_\_\_\_\_  
 Daïra \_\_\_\_\_ Commune \_\_\_\_\_ village \_\_\_\_\_  
 Localisation du site de collecte /ville ou commune (Km) \_\_\_\_\_  
 Altitude \_\_\_\_\_ Latitude : \_\_\_\_\_ Longitude \_\_\_\_\_  
 Nom du paysan \_\_\_\_\_ Tel \_\_\_\_\_  
 Ferme privé \_\_\_\_\_  
 Superficie total ferme/jardin: \_\_\_\_\_ type de sol : \_\_\_\_\_ salinité \_\_\_\_\_

Q1 : Espèces cultivées dans l'exploitation : certifiées (C) / non certifiées NC

.....

Q2 : pourquoi non utilisation de la semence certifiée : prix- disponibilité- autre (préciser).....

Q3 : Semence de ferme/ Blé

Nom scientifique : Genre : espèce : s/ espèce

Nom local : \_\_\_\_\_ signification du nom : \_\_\_\_\_

Combien de cultivars de blés sont cultivés ?

Q4 : Cultivar du terroir traditionnel et / ou utilisé dans la région ou dans les régions avoisinantes

Q5 : Depuis quand cultivé dans la région et chez le paysan ?

Q6 : Historique du cultivar :

- Introduction passée lointain et inconnu (ancestrale/ indigène) : lieu communauté :
- Introduction lieu et époque connus :
- Pourquoi cultive-t-il ce cultivar (particularités) :
- Caractéristiques culturelles (traditions, contes, tabous) :
- Description du cultivar/ paysan :

Q7 : Partie de la plante utilisée :

Q8 : Usage : alimentaire, fourrager, technologique, cosmétique.

Q9 : Mode Utilisation et Procédé d'utilisation.

- Période d'utilisation
- Mode d'utilisation
- Procéder d'utilisation
- Utilisation : fêtes, pratiques religieuses
- Les fréquences des usages : quotidienne, Hebdomadaire, occasionnel (préciser)
- Rôle de la femme dans ces procédés
- Consommation annuelle :

Q8 : Pratiques culturelles :

- Période de semis :

- Mode de semis
- Dose de semis :                      Superficie :                      Rendement :
- Utilisation d'engrais :
- Utilisation pesticide
- Irrigation :                      dose :                      moyen :
- Mode :
- Date de Récolte :
- Stade de récolte : avec graine, fruit mûr, floraison, indifféremment autres :
- Conditions de culture préférées
- Stress existants : biotique (maladie, ravageurs) abiotique (sécheresse, gel,...) :

Période de stockage :            Mode de stockage :                      Quantité stockée :

**Q9** : Mode d'approvisionnement : Marché locaux /voisins paysans autres

**Q10** : Mode d'échange entre paysans :

**Q11** : Vente :

- Diversité des familles botaniques et des taxas :

- Diversité et abondance des taxas :

**Q12** : Autres espèces cultivées

Espèces	Nom local	Superficies	Observations.

**Q13** : Animaux :



T10	Blé tendre	Baida Lakhfifa	Tamanrasset	Abalessa	rouge	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A18	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Tamantit	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	noir	<i>subpseudomeridionalinflatum</i> Udacz.
A10-1	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Tamantit	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A10-2	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Tamantit	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A10-3	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Tamantit	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A11	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Tamantit	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>khorassanicum</i> (Vav.) Mansf.
A13	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Zaouya Sidi Abdelkader	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A14A-1	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Metarfa	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
A14A-2	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Metarfa	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A14A-3	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Metarfa	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A15A-1	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Metarfa	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A15A-2	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Metarfa	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A15A-3	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Metarfa	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A15A-4	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Metarfa	blanche	courte	normal	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A15B-1	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Metarfa	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A15B-2	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Metarfa	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A16	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Metarfa	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
A17A-1	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Tsabit	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>khorassanicum</i> (Vav.) Mansf.
A17A-2	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Tsabit	rouge	courte	normale	speltoïd	pubescente	normale	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
A17B	Blé tendre	Bel Mabrouk	Adrar	Tsabit	rouge	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
A19A	Blé tendre et dur (mixture)	Bel Mabrouk+ Oum M'Rakba	Adrar	Tsabit	blanche	longue	normale	normal	pubescente	normale	rouge	noir	<i>africanum</i> Koern.
A19B-1	Blé tendre (mixture)	Bel Mabrouk+ Oum M'Rakba	Adrar	Tsabit	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A19B-2	Blé tendre	Bel Mabrouk+	Adrar	Tsabit	rouge	courte	compact	speltoïde	pubescente	normale	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.

	(mixture)	Oum M'Rakba											
T11	Blé tendre	Bent El Hamra	Tamanrasset	Tamanrasset	rouge	absente	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T12	Blé tendre	Bent El Hamra	Tamanrasset	Tamanrasset	rouge	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
T44B	Blé tendre	Bent El Hamra	Tamanrasset	Tamanrasset	rouge	absente	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T13	Blé tendre	Bent Embarek	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A20-1	Blé tendre	Bent Embarek	Adrar	Timmi	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A20-2	Blé tendre	Bent Embarek	Adrar	Timmi	rouge	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
A20-3	Blé tendre	Bent Embarek	Adrar	Timmi	blanche	courte	normale	speltoïde	glabre	ventrue	rouge	blanche	<i>suberythrosperminflatum</i> Palm.
A21	Blé dur	Bouchaatot	Adrar	Timimoun	blanche	longue	compact	normal	glabre	normal	rouge	noir	<i>reichenbachii</i> Koern.
T14A	Blé tendre	Bourbaa	Tamanrasset	Tamanrasset	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T14B-1	Blé tendre	Bourbaa	Tamanrasset	Tamanrasset	rouge	absente	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T14B-2	Blé tendre	Bourbaa	Tamanrasset	Tamanrasset	rouge	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
T14B-3	Blé tendre	Bourbaa	Tamanrasset	Tamanrasset	rouge	courte	normale	normal	glabre	ventrue	rouge	rouge	<i>subferrugininflatum</i> Palm.
T14B-4	Blé tendre	Bourbaa	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	courte	normale	normal	pubescente	normal	rouge	blanche	<i>hostianum</i> (Clem.) Mansf.
T15A-1	Blé tendre	Bourbaa/Baida Lakhfifa	Tamanrasset	Abalessa	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>chorassanicum</i> (Vav.) Mansf.
T15A-2	Blé tendre	Bourbaa/Baida Lakhfifa	Tamanrasset	Abalessa	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>submeridionalinflatum</i> Palm.
T15A-3	Blé tendre	Bourbaa/Baida Lakhfifa	Tamanrasset	Abalessa	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T15B-1	Blé tendre	Bourbaa/Baida Lakhfifa	Tamanrasset	Abalessa	rouge	absente	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T15B-2	Blé tendre	Bourbaa/Baida Lakhfifa	Tamanrasset	Abalessa	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>submeridionalinflatum</i> Palm.
A22-1	Blé tendre	Ch'Guira	Adrar	Tsabit	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>chorassanicum</i> (Vav.)

													Mansf.
A22-2	Blé tendre	Ch'Guira	Adrar	Tsabit	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A23	Blé tendre	Chater	Adrar	Timmi	rouge	courte	compact	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarosinflatum</i> Palm.
T17A	Blé tendre	Chouitar	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T17B	Blé tendre	Chouitar	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	noir	<i>subpseudomeridionalinflatum</i> Udacz.
A24-1	Blé tendre	Chouitar	Adrar	Tamantit	blanche	courte	compact	normal	glabre	ventrue	rouge	blanche	<i>suberythrosperrminflatum</i> Palm.
A24-2	Blé tendre	Chouitar	Adrar	Tamantit	blanche	courte	compact	normal	glabre	ventrue	rouge	blanche	<i>suberythrosperrminflatum</i> Palm.
T16-1	Blé tendre	Chouitar/Bourbaa	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	courte	normal	normal	glabre	ventrue	blanc	blanche	<i>subgraecinflatum</i> Palm.
T16-2	Blé tendre	Chouitar/Bourbaa	Tamanrasset	Tamanrasset	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A26-1	Blé tendre	El Farh	Adrar	Metarfa	blanche	absente	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A26-2	Blé tendre	El Farh	Adrar	Metarfa	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>khorassanicum</i> (Vav.) Mansf.
A27	Blé tendre	El Farh	Adrar	Timmi	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A32	Blé tendre	Farina	Adrar	Metarfa	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
A33	Blé tendre	Farina	Adrar	Metarfa	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
TI05	Blé tendre	Guemh	Tindouf	Oued Djez	blanche	longue	normale	normal	glabre	normale	rouge	blanche	<i>pseudoerythrosperrmum</i> (Kudr.) A.Filat.
T54	Blé tendre	Guemh	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	longue	normale	normal	glabre	normale	rouge	blanche	<i>pseudoerythrosperrmum</i> (Kudr.) A.Filat.
T52A-1	Blé tendre	Guemh	Tamanrasset	In Amguel	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>khorassanicum</i> (Vav.) Mansf.
T52A-2	Blé tendre	Guemh	Tamanrasset	In Amguel	blanche	courte	normale	normal	pubescente	normale	rouge	blanche	<i>hostianum</i> (Clem.) Mansf.

T52A-3	Blé tendre	Guemh	Tamanrasset	In Amguel	blanche	absente	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T53A-1	Blé tendre	Guemh	Tamanrasset	Ideles	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	noir	<i>subpseudohostinflatum</i> Udacz.
T53A-2	Blé tendre	Guemh	Tamanrasset	Ideles	blanche	absente	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T53A-3	Blé tendre	Guemh	Tamanrasset	Ideles	blanche	absente	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T53B-1	Blé tendre	Guemh	Tamanrasset	Ideles	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T53B-2	Blé tendre	Guemh	Tamanrasset	Ideles	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>khorassanicum</i> (Vav.) Mansf.
A51	Blé tendre	Guemh	Adrar	Metarfa	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
A50B	Blé tendre	Guemh	Adrar	Metarfa	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
TI02	Blé tendre	Guemh Lahmar	Tindouf	Oued Djez	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
T18	Blé tendre	H' Bircha	Tamanrasset	In Amguel	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
T19	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	Ideles	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
T20-1	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	Ideles	rouge	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
T20-2	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	Ideles	rouge	absente	normale	normal	glabre	ventrue	rouge	rouge	<i>rufinflatum</i> (Flaksb.) Mansf.
T21	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	Abalessa	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
T23-1	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	Abalessa	rouge	courte	normale	normal	glabre	normale	rouge	rouge	<i>subferrugineum</i> (Vav.) Mansf.
T23-2	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	Abalessa	rouge	absente	normale	speltoïde	pubescente	normale	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T24-1	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	Tamanrasset	rouge	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
T24-2	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	Tamanrasset	rouge	absente	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
T25	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	In Amguel	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
T26	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	In Amguel	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.)

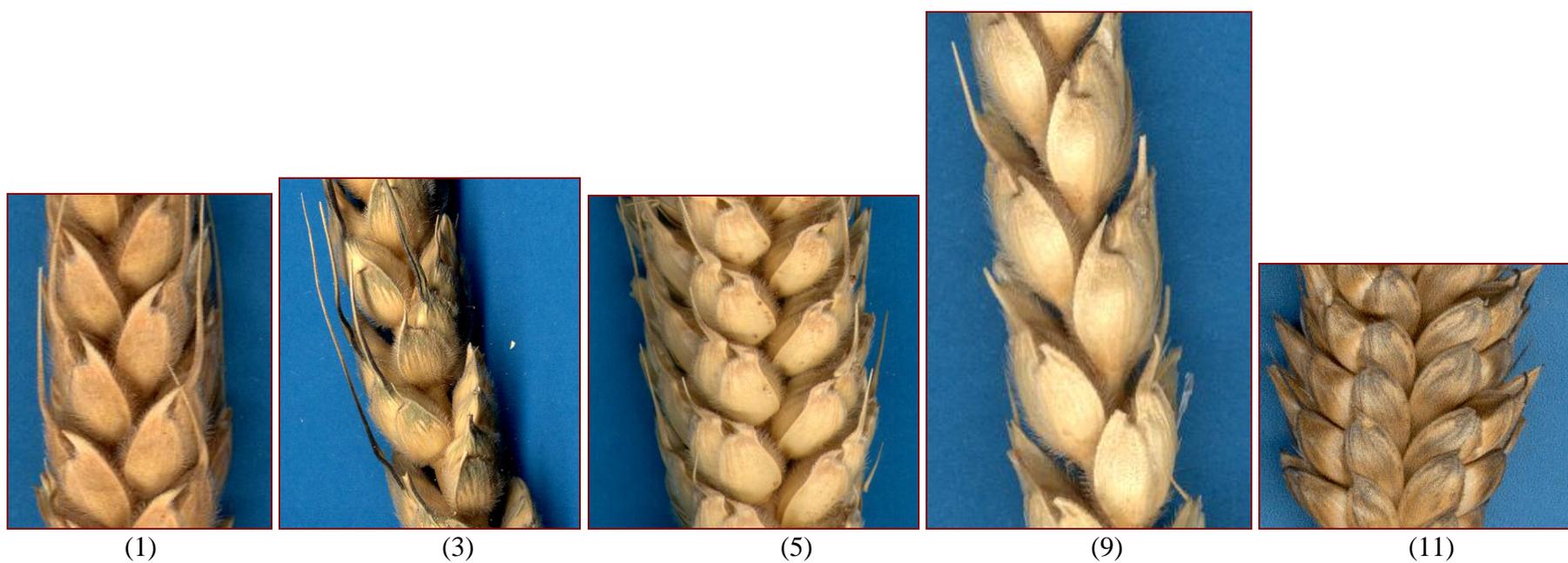
													Mansf.
T27	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	Ideles	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
T58	Blé tendre	Hamra	Tamanrasset	Ideles	rouge	absente	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
A28	Blé tendre	Hamra	Adrar	Metarfa	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
A29	Blé tendre	Hamra	Adrar	Metarfa	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A36	Blé tendre	Hamra	Adrar	Timimoun	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
A64A	Blé tendre	Hamra	Adrar	Metarfa	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>submeridionalinflatum</i> Palm.
A64B	Blé tendre	Hamra	Adrar	Metarfa	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
A68-1	Blé tendre	Hamra	Adrar	Tsabit	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
A68-2	Blé tendre	Hamra	Adrar	Tsabit	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T28	Blé tendre	Hamra Lakhfifa	Tamanrasset	Abalessa	rouge	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A37A	Blé tendre (mixture)	Hamra Touatia + Bel Mabrouk	Adrar	Tsabit	blanche	courte	normale	normal	pubescente	normale	blanc	blanche	<i>submeridionale</i> Vav. (Mansf.)
A37B-1	Blé tendre (mixture)	Hamra + Touatia + Bel Mabrouk	Adrar	Tsabit	rouge	absente	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
A37B-2	Blé tendre (mixture)	Hamra + Touatia + Bel Mabrouk	Adrar	Tsabit	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
T29	Blé tendre	Hanafi	Tamanrasset	In Amguel	blanche	courte	normale	normal	glabre	normale	rouge	blanche	<i>pseudoerythrospermum</i> (Kudr.) A.Filat.
T30	Blé tendre	Houiya	Tamanrasset	Ideles	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
A40A	Blé tendre	Lahmira	Adrar	Tsabit	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
A40B	Blé tendre	Lahmira	Adrar	Tsabit	rouge	courte	compact	normal	glabre	normale	rouge	rouge	<i>subferrugineum</i> (Vav.) Mansf.
A14B	Blé tendre	Lakhfifa	Adrar	Metarfa	rouge	absente	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.)

													Mansf.
T22	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Abalessa	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T31	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Ideles	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	normale	rouge	blanche	<i>subhostianum</i> Vav.(Mansf)
T32	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T33	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Abalessa	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	noir	<i>subpseudohostinflatum</i> Udacz.
T34	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T37	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	In Amguel	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T38	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	In Amguel	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	noir	<i>subpseudohostinflatum</i> Udacz.
T39	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	In Amguel	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	normale	blanc	noir	<i>subpseudomeridionale</i> (Vav. ) Mansf.
T41	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Ideles	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T42	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Abalessa	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T43-1	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T43-2	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T36A-1	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Abalessa	rouge	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
T36A-2	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Abalessa	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
T36A-3	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Abalessa	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
T36B	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T40	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Abalessa	blanche	courte	normale	normal	pubescente	normale	blanc	noir	<i>subpseudomeridionale</i> (Vav. ) Mansf.
T44A	Blé tendre	Manga	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	courte	normale	normal	pubescente	normale	blanc	noir	<i>subpseudomeridionale</i> (Vav. ) Mansf.
A41	Blé tendre	Manga	Adrar	Adrar	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A42A	Blé tendre	Masraf	Adrar	Daldoul	rouge	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A42B	Blé tendre	Masraf	Adrar	Daldoul	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
T47A	Blé tendre	Mekkaoui	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	noir	<i>subpseudohostinflatum</i> Udacz.
T47B	Blé tendre	Mekkaoui	Tamanrasset	Tamanrasset	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	noir	<i>subpseudohostinflatum</i> Udacz.

T45	Blé dur	Mekkaoui	Tamanrasset	Ideles	rouge	longue	compact	normal	glabre	normale	rouge	noir	<i>alexandrinum</i> Koern.
T46	Blé dur	Mekkaoui	Tamanrasset	In Amguel	rouge	longue	compact	normal	glabre	normale	rouge	noir	<i>alexandrinum</i> Koern.
T48	Blé dur	Mekkaoui	Tamanrasset	Ideles	rouge	longue	compact	normal	glabre	normale	rouge	noir	<i>alexandrinum</i> Koern.
T49	Blé dur	Mekkaoui	Tamanrasset	Tamanrasset	rouge	longue	compact	normal	glabre	normale	rouge	noir	<i>alexandrinum</i> Koern.
A43	Blé tendre	Mekkaouiya	Adrar	Timimoun	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A44	Blé tendre	Mekkaouiya	Adrar	Bouda	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A30	Blé tendre	Moumna	Adrar	Adrar	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A66A-1	Blé tendre	Moumna	Adrar	Metarfa	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A66A-2	Blé tendre	Moumna	Adrar	Metarfa	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>submeridionalinflatum</i> Palm.
A66B-1	Blé tendre	Moumna	Adrar	Metarfa	blanche	courte	normale	normal	glabre	ventrue	rouge	blanche	<i>suberythrosperrminflatum</i> Palm.
A66B-2	Blé tendre	Moumna	Adrar	Metarfa	blanche	absente	compact	normal	glabre	ventrue	rouge	blanche	<i>lutinflatum</i> (Flaksb.) Mansf.
A66B-3	Blé tendre	Moumna	Adrar	Metarfa	blanche	courte	compact	normal	glabre	ventrue	rouge	blanche	<i>suberythrosperrminflatum</i> Palm.
TI03-1	Blé tendre	Oum M'Rakba	Tindouf	Oued Djez	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
TI03-2	Blé tendre	Oum M'Rakba	Tindouf	Oued Djez	blanche	absente	normale	speltoïde	pubescente	normale	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A45-1	Blé tendre	Oum M'Rakba	Adrar	Tsabit	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A45-2	Blé tendre	Oum M'Rakba	Adrar	Tsabit	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
A45-3	Blé tendre	Oum M'Rakba	Adrar	Tsabit	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
A46A	Blé tendre	Oum M'Rakba	Adrar	Metarfa	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A46B	Blé tendre	Oum M'Rakba	Adrar	Metarfa	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A47	Blé tendre	Oum M'Rakba	Adrar	Tsabit	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.
A48	Blé tendre	Oum M'Rakba	Adrar	Adrar	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>transcaspicum</i> (Vav.) Mansf.
A48	Blé tendre	Oum M'Rakba	Adrar	Adrar	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A49	Blé tendre	Oum Z'Hira	Adrar	Timmi	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>subbarbarossinflatum</i> Palm.

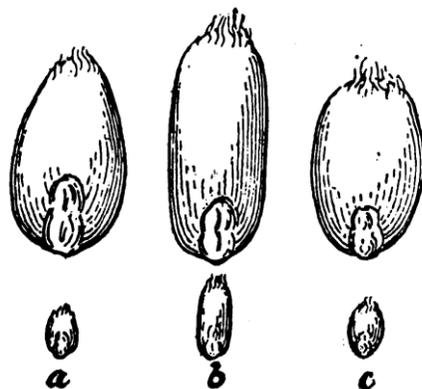
T50	Blé tendre	Ras El Mouch	Tamanrasset	Ideles	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>submeridionalinflatum</i> Palm.
T51-1	Blé tendre	Rati	Tamanrasset	Abalessa	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	noir	<i>subpseudohostinflatum</i> Udacz.
T51-2	Blé tendre	Rati	Tamanrasset	Abalessa	blanche	courte	normale	normal	pubescente	normale	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A53	Blé tendre	Sebaga	Adrar	Timmi	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A53-1	Blé tendre	Sebaga	Adrar	Timmi	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A53-2	Blé tendre	Sebaga	Adrar	Timmi	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A52A	Blé tendre	Sebaga	Adrar	Timimoun	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>submeridionalinflatum</i> Palm.
A52B	Blé tendre	Sebaga	Adrar	Timimoun	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A69	Blé tendre	Sebaga	Adrar	Tsabit	blanche	courte	normale	normal	pubescente	normale	blanc	blanche	<i>submeridionale</i> Vav. (Mansf).
T55	Blé tendre	Skandaria	Tamanrasset	Abalessa	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
T56	Blé tendre	Skandaria	Tamanrasset	Abalessa	blanche	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>submeridionalinflatum</i> Palm.
A55	Blé dur	Tazi	Adrar	Timimoun	blanche	longue	normale	normal	glabre	normale	rouge	noir	<i>reichenbachii</i> Koern.
A54	Blé tendre	Tazi	Adrar	Tsabit	rouge	courte	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A56-1	Blé tendre	Tazi	Adrar	Adrar	rouge	courte	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	rouge	<i>subturcinflatum</i> Udacz.
A56-2	Blé dur	Tazi	Adrar	Adrar	blanche	longue	normale	normal	pubescente	normale	rouge	noir	<i>africanum</i> Koern.
A56-3	Blé dur	Tazi	Adrar	Adrar	blanche	longue	normale	normal	glabre	normale	rouge	noir	<i>reichenbachii</i> Koern.
A57A-1	Blé tendre	Tazi	Adrar	Metarfa	blanche	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>khorassanicum</i> (Vav.) Mansf.
A57A-2	Blé tendre	Tazi	Adrar	Metarfa	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>submeridionalinflatum</i> Palm.
A57B-1	Blé tendre	Tazi	Adrar	Metarfa	blanche	courte	normale	normal	pubescente	ventrue	blanc	blanche	<i>submeridionalinflatum</i> Palm.
A57B-2	Blé tendre	Tazi	Adrar	Metarfa	rouge	absente	compact	normal	pubescente	ventrue	rouge	rouge	<i>turcomanicum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.

A58A	Blé dur	Tazi	Adrar	Daldoul	blanche	longue	compact	normal	glabre	normale	rouge	noir	<i>reichenbachii</i> Koern.
A58B	Blé dur	Tazi	Adrar	Daldoul	blanche	longue	compact	normal	pubescente	normale	rouge	noir	<i>africanum</i> Koern.
A59	Blé dur	Tazi	Adrar	Tsabit	blanche	longue	compact	normal	glabre	normale	rouge	noir	<i>reichenbachii</i> Koern.
A60	Blé tendre	Tazi	Adrar	Timimoun	blanche	longue	normale	normal	glabre	ventrue	rouge	blanche	<i>erythroperminflatum</i> Palm.
T57	Blé tendre	Terouzi	Tamanrasset	Ideles	blanche	longue	normale	normal	glabre	ventrue	rouge	blanche	<i>erythroperminflatum</i> Palm.
A62-1	Blé tendre	Touatia	Adrar	Timimoun	blanche	absente	normale	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>heraticum</i> (Vav. et Kob.) Mansf.
A62-2	Blé tendre	Touatia	Adrar	Timimoun	blanche	courte	Compact	speltoïde	pubescente	ventrue	rouge	blanche	<i>subhostinflatum</i> Palm.
A63	Blé tendre	Zeghloul	Adrar	Timimoun	blanche	courte	normale	normal	glabre	normale	blanc	blanche	<i>subgraecum</i> (Vav.) Mansf.



**Annexe 4** : Couleur de la glume :(1) Brune (glume sans pigmentation des bordures) ; (3) Jaune avec des bordures noires ; (5) Jaune avec des bordures brunes ; (9) Jaune (glume sans pigmentation des bords) ; (11) Brune foncée (glume avec pigmentation noir des bords)

**Annexe 5:** Forme du grain - a (1): ovoïde b (3): elliptique c (5): ovale



**Annexe 6:** Analyse de variance de 21 caractères agro-morphologiques entre les régions d'origine des blés sahariens

Caractères	CM						CV%
	Région (1)	ddl	Bloc (2)	ddl	(1)*(2)	ddl	
Hauteur du plant	2864,40 ***	1	3286,80	2	188,70	161	14,3
Longueur de la tige	1830,70 ***	1	3207,10	2	167,70	161	15,2
Nombre d'épis par plant	1781,45 ***	1	1,50	2	26,75	161	32,1
Nombre d'entre-nœuds	3,92 ***	1	1,89	2	0,08	162	6,2
Longueur des entre-nœuds	65,76 ns	1	280,44	2	33,63	161	15,5
Longueur du col de l'épi	2,21 ns	1	124,38	2	22,24	161	28,8
Longueur de l'épi	3934,90 ***	1	52,30	1	253,90	109	16,4
Largeur de l'épi de face	109,91 ***	1	46,797	1	3,78	109	14,8
Largeur de l'épi de profil	129,42 ***	1	4,84	1	3,13	109	14,5
Nombre d'épillets	21,50 *	1	3,71	1	3,09	111	8,2
Epaisseur du grain	2,66 ***	1	0,54	1	0,04	109	6,5
Poids moyen d'un épi	41,13 ***	1	0,99	1	0,62	107	25,2
Nombre de grains par épi	4017,20 ***	1	28,50	1	162,80	107	20,0
Poids de 1000 de grains	2066,64 ***	1	280,74	1	22,06	107	12,0
Longueur du grain	5,95 ***	1	0,59	1	0,045	109	3,3
Largeur du grain	3,27 ***	1	0,0052	1	0,13	109	11,6
Longueur de la glume	1,14 ns	1	0,18	1	0,41	111	7,1
Largeur de la glume	0,40 *	1	0,032	1	0,07	111	5,7
Longueur du bec de la glume	0,84 ns	1	0,52	1	0,39	111	31,6
Longueur de la glumelle	1,18 *	1	1,57	1	0,31	111	5,4
Largeur de la glumelle	0,14 ns	1	0,04	1	0,05	111	4,8

Seuil de Signification ns : non significatif ; \* :  $p \leq 0,05$  ; \*\* :  $p \leq 0,01$  ; \*\*\* :  $p \leq 0,001$ , CM : Carré moyen, ddl : degré de liberté

**Annexe 7:** Analyse de variance de 21 caractères agro-morphologiques entre les communes d'origine des blés sahariens

Caractères	CM						CV%
	Communes (1)	ddl	Bloc (2)	ddl	(1)*(2)	ddl	
Hauteur du plant	549,50 **	9	3286,8	2	185,0	153	14,1
Longueur de la tige	362,80 *	9	3207,1	2	167,1	153	15,1
Nombre d'épis par plant	348,12 ***	9	1,50	2	19,31	153	27,2
Nombre d'entre-nœuds	0,55 ***	9	1,89	2	0,079	153	6,1
Longueur des entre-nœuds	52,87 ns	9	280,44	2	32,71	153	15,3
Longueur du col de l'épi	39,40 ns	9	124,38	2	21,09	153	28,1
Longueur de l'épi	1125,00 ***	9	52,30	1	212,70	101	15,0
Largeur de l'épi de face	29,82 ***	9	46,79	1	2,51	101	12,0
Largeur de l'épi de profil	32,38 ***	9	4,84	1	32,38	101	10,9
Nombre d'épillets	6,21 *	9	3,71	1	3,00	103	8,1
Epaisseur du grain	0,48 ***	9	0,53	1	0,02	101	5,1
Poids moyen d'un épi	7,04 ***	9	0,99	1	0,44	99	21,4
Nombre de grains par épi	937,80 ***	9	28,5	1	131,3	99	18,0
Poids de 1000 de grains	304,28 ***	9	280,74	1	17,05	99	10,6
Longueur du grain	0,70 ***	9	0,59	1	0,04	101	3,3
Largeur du grain	0,58 ***	9	0,0052	1	0,12	101	11,2
Longueur de la glume	0,65 ns	9	0,18	1	0,39	103	7,0
Largeur de la glume	0,23***	9	0,03	1	0,06	103	5,3
Longueur du bec de la glume	0,40 ns	9	0,52	1	0,39	103	31,8
Longueur de la glumelle	0,36 ns	9	1,57	1	0,31	103	5,4
Largeur de la glumelle	0,12*	9	0,04	1	0,05	103	4,5

Seuil de Signification ns : non significatif ; \* :  $p \leq 0,05$  ; \*\* :  $p \leq 0,01$  ; \*\*\* :  $p \leq 0,001$ , CM : Carré moyen, ddl : degré de liberté

**Annexe 8:** Analyse de variance de 21 caractères agro-morphologiques entre les variétés

Caractères	CM						CV%
	Variétés (1)	ddl	Bloc (2)	ddl	(1)*(2)	ddl	
Hauteur du plant	306,40 ***	56	3529,40	2	156,40	112	13,1
Longueur de la tige	248,70 *	56	3456,50	2	152,30	112	14,6
Nombre d'épis par plant	94,22 ***	56	1,59	2	8,48	112	18,2
Nombre d'entre-nœuds	0,21 ***	56	1,98	2	0,06	112	5,3
Longueur des entre-nœuds	48,07 **	56	322,49	2	26,37	112	13,7
Longueur du col de l'épi	33,30 ***	56	145,04	2	15,73	112	24,3
Longueur de l'épi	532,14 ***	57	64,45	1	31,86	57	5,8
Largeur de l'épi de face	8,94 ***	57	51,15	1	1,05	57	7,7
Largeur de l'épi de profil	7,99 ***	57	5,58	1	0,64	57	6,6
Nombre d'épillets	5,69 ***	58	2,76	1	1,53	58	5,8
Epaisseur du grain	0,10 ***	57	0,53	1	0,01	57	4,0
Poids moyen d'un épi	1,65 ***	56	1,14	1	0,27	56	16,8
Nombre de grains par épi	314,26 ***	56	47,81	1	73,91	56	13,5
Poids de 1000 de grains	67,77 ***	56	281,92	1	11,5	56	8,7
Longueur du grain	0,17 ***	57	0,60	1	0,02	57	2,3
Largeur du grain	0,27 ***	57	0,11	1	0,11	57	10,3
Longueur de la glume	0,78 ***	58	0,15	1	0,15	58	4,3
Largeur de la glume	0,12 ***	58	0,07	1	0,03	58	3,9
Longueur du bec de la glume	1,61 ***	58	0,49	1	0,16	58	19,1
Longueur de la glumelle	0,48 ***	58	1,47	1	0,18	58	4,1
Largeur de la glumelle	0,10 ***	58	0,08	1	0,03	58	3,4

Seuil de Signification ns : non significatif ; \* :  $p \leq 0,05$  ; \*\* :  $p \leq 0,01$  ; \*\*\* :  $p \leq 0,001$ , CM : Carré moyen, ddl : degré de liberté

**Annexe 9:** Valeurs moyennes par caractère et par région (wilaya)

Caractères	Adrar	Tamanrasset	Moyenne Générale	
	Moyenne			
Plant	Hauteur du plant (cm)	89,20	98,70	96,30
	Hauteur de la tige (cm)	79,80	87,40	85,50
	Nombre de talle fertile par plant	10,51	18,06	16,14
	Nombre d'entre-nœuds	4,34	4,69	4,60
	Longueur de l'entre-nœud (cm)	36,42	37,87	37,50
	Longueur du col de l'épi (cm)	16,57	16,30	16,37
Epi	Longueur de l'épi (mm)	87,30	100,60	97,10
	Largeur de l'épi de face (mm)	14,79	12,56	13,16
	Largeur de l'épi de profil (mm)	13,97	11,54	12,19
	Poids moyen d'un épi	4,16	2,76	3,12
	Nombre d'épillets	20,80	21,79	21,53
	Nombre de grains par épi	74,00	60,20	63,70
Grain	Poids de 1000 grains (gr)	46,40	36,45	38,99
	Longueur du grain (mm)	6,72	6,20	6,34
	Largeur du grain (mm)	3,44	3,06	3,16
	Epaisseur du grain (mm)	3,15	2,81	2,90
Glume et glumelle	Longueur de la glume (mm)	9,16	8,93	8,99
	Largeur de la glume (mm)	4,87	4,73	4,77
	Longueur du bec de la glume (mm)	1,85	2,04	1,99
	Longueur de la glumelle (mm)	10,47	10,24	10,30
	Largeur de la lumelle (mm)	4,94	4,86	4,88

**Annexe 10:** Valeurs moyennes des différentes communes pour les différents caractères étudiés

Hauteur du plant			Longueur de la tige			Longueur du col de l'épi		Longueur de l'entre nœud		Nombre d'entre nœuds			Nombre d'épis par plant		
Commune	MY	GP	Commune	MY	GP	Commune	MY	Commune	MY	Commune	MY	GP	Commune	MY	GP
Tamanrasset	101,24	a	Tamanrasset	89,24	a	Timimoun	19,37	Timimoun	39,51	Tamanrasset	4,76	a	In Amguel	19,60	a
Abalessa	99,09	ab	Ideles	87,77	ab	Abalessa	17,61	Abalessa	38,87	In Amguel	4,72	ab	Tamanrasset	19,38	a
Ideles	98,78	ab	Abalessa	86,79	abc	Tamanrasset	16,98	Tamanrasset	38,30	Ideles	4,68	ab	Ideles	18,95	a
Timimoun	97,39	abc	Timimoun	86,71	abc	Adrar	16,92	Ideles	37,97	Abalessa	4,60	bc	Timimoun	15,52	b
In Amguel	96,60	abc	In Amguel	86,05	abc	Tsabit	16,25	Adrar	37,25	Tamantit	4,56	abcd	Abalessa	13,04	b
Adrar	88,07	cd	Adrar	78,82	bcd	Ideles	16,07	In Amguel	36,69	Timmi	4,45	cd	Timmi	8,30	c
Timmi	83,91	d	Timmi	75,56	d	In Amguel	15,16	Tsabit	35,06	Timimoun	4,37	de	Adrar	7,80	c
Tamantit	82,95	bcd	Bouda	74,74	abcd	Timmi	13,14	Tamantit	34,69	Adrar	4,24	de	Tsabit	7,50	c
Bouda	82,87	bcd	Tamantit	73,22	bcd	Tamantit	14,54	Bouda	33,81	Bouda	4,22	de	Tamantit	7,13	c
Tsabit	79,68	d	Tsabit	71,93	cd	Bouda	14,15	Timmi	32,33	Tsabit	4,04	e	Bouda	6,62	c

MY : Moyenne, GP : Groupe de moyenne

**Annexe 10:** Valeurs moyennes des différentes communes pour les différents caractères étudiés (suite 1)

Longueur de l'épi			Largeur face de l'épi			Largeur profil de l'épi			Nombre d'épillets			Nombre de grain / épi			Poids moyen d'un épi		
Commune	MY	GP	Commune	MY	GP	Commune	MY	GP	Commune	MY	GP	Commune	MY	GP	Commune	MY	GP
Abalessa	111,78	a	Bouda	17,75	a	Bouda	17,91	a	Bouda	22,50	a	Bouda	94,72	a	Bouda	5,60	a
Tamanrasset	106,86	ab	Timmi	16,49	a	Tsabit	16,73	ab	Tamantit	22,44	ab	Tamantit	82,61	ab	Tamantit	4,66	ab
Timimoun	95,97	bc	Adrar	16,31	a	Tamantit	15,75	ab	In Amguel	22,35	abc	Adrar	81,73	abc	Adrar	4,63	ab
In Amguel	95,67	c	Tamantit	16,11	a	Timmi	15,18	b	Ideles	21,62	abc	Timmi	78,17	abc	Timmi	4,56	ab
Ideles	94,61	c	Tsabit	15,96	a	Adrar	14,67	b	Abalessa	21,57	abc	Tsabit	74,12	abcd	Tsabit	4,24	bc
Adrar	88,34	cd	Abalessa	12,95	b	Ideles	12,02	c	Tamanrasset	21,56	abc	Abalessa	66,95	bde	Abalessa	3,34	c
Tamantit	79,78	cd	Ideles	12,89	b	In Amguel	11,91	c	Adrar	21,53	abcd	Timimoun	61,08	def	Timimoun	3,24	c
Timmi	79,33	d	In Amguel	12,70	b	Timimoun	11,60	c	Tsabit	21,06	abcd	In Amguel	60,98	def	Ideles	2,66	d
Bouda	77,73	cd	Timimoun	12,28	bc	Abalessa	11,33	cd	Timmi	20,77	abcd	Ideles	58,77	df	In Amguel	2,62	d
Tsabit	72,48	d	Tamanrasset	11,39	c	Tamanrasset	10,41	d	Timimoun	19,86	bd	Tamanrasset	54,71	f	Tamanrasset	2,54	d

MY : Moyenne, GP : Groupe de moyenne

**Annexe 10:** Valeurs moyennes des différentes communes pour les différents caractères étudiés (suite 2)

Longueur du grain			Largeur du grain			Epaisseur du grain			Poids de 1000 grains		
Commune	MY	GP	Commune	MY	GP	Commune	MY	GP	Commune	MY	GP
Bouda	6,88	a	Timmi	3,66	a	Timmi	3,40	a	Timmi	50,67	a
Timimoun	6,78	a	Tamantit	3,58	ab	Tsabit	3,38	ab	Tamantit	49,74	a
Adrar	6,74	a	Bouda	3,58	ab	Bouda	3,35	ab	Bouda	49,31	a
Tsabit	6,67	a	Adrar	3,57	abc	Tamantit	3,33	ab	Tsabit	48,95	a
Timmi	6,62	a	Tsabit	3,56	abcd	Adrar	3,22	b	Adrar	48,79	a
Tamantit	6,47	ab	Abalessa	3,21	bd	Timimoun	2,89	c	Timimoun	40,65	b
Ideles	6,23	bc	Timimoun	3,20	bde	Abalessa	2,88	c	Abalessa	38,85	bc
Tamanrasset	6,22	bc	In Amguel	3,13	bde	Ideles	2,82	cd	Ideles	36,68	cd
Abalessa	6,12	bc	Ideles	2,97	e	In Amguel	2,78	d	Tamanrasset	35,35	d
In Amguel	6,16	c	Tamanrasset	2,96	e	Tamanrasset	2,74	d	In Amguel	35,23	d

**Annexe 10:** Valeurs moyennes des différentes communes pour les différents caractères étudiés (suite 3)

Longueur de la glume		Largeur de la glume			Longueur du bec de la glume		Longueur de la glumelle		Largeur de la Glumelle		
Commune	MY	Commune	MY	GP	Commune	MY	Commune	MY	Commune	MY	GP
Tsabit	9,60	Tamantit	5,00	a	Bouda	2,23	Adrar	10,65	Adrar	5,03	a
Bouda	9,50	Timmi	4,98	ab	Ideles	2,21	Tsabit	10,50	Tamantit	5,00	ab
Adrar	9,27	Tsabit	4,95	abc	In Amguel	2,04	Timmi	10,50	Timmi	5,00	abc
Ideles	9,22	Adrar	4,93	abcd	Timmi	2,07	Bouda	10,50	Abalessa	4,98	abc
Timimoun	9,07	Abalessa	4,87	abcd	Tamantit	2,00	Timimoun	10,47	In Amguel	4,90	abc
Timmi	9,07	Bouda	4,85	abcde	Abalessa	1,92	Ideles	10,33	Tsabit	4,90	abcd
In Amguel	8,84	In Amguel	4,84	abcdef	Adrar	1,92	Abalessa	10,32	Timimoun	4,87	abcde
Tamantit	8,83	Timimoun	4,74	abcdefg	Tamanrasset	1,88	Tamanrasset	10,26	Ideles	4,87	abcde
Abalessa	8,79	Ideles	4,69	aceg	Tsabit	1,70	In Amguel	10,06	Bouda	4,85	abcdef
Tamanrasset	8,72	Tamanrasset	4,54	e	Timimoun	1,63	Tamantit	9,83	Tamanrasset	4,69	bdf

**Annexe 11 : Coordonnées factorielles basées sur les corrélations**

Variétés	Composantes principales		Variétés	Composantes principales	
	PC1	PC2		PC1	PC2
<b>A08</b>	0,85252	1,10215	<b>T18</b>	2,93481	0,08353
<b>A18</b>	-4,85729	-0,38901	<b>T19</b>	0,78529	-0,16521
<b>A23</b>	-5,88898	0,80036	<b>T22</b>	-0,62172	3,22373
<b>A27</b>	-5,32983	-0,11244	<b>T23</b>	2,4024	-1,02028
<b>A30</b>	-6,25466	0,31677	<b>T24</b>	2,04438	-1,65146
<b>A43</b>	-0,56248	1,56526	<b>T25</b>	2,1558	-0,12242
<b>A44</b>	-6,81487	-0,17163	<b>T26</b>	1,34102	-2,78072
<b>A47</b>	-4,76146	0,86189	<b>T27</b>	3,17341	-0,0185
<b>A48</b>	-3,00394	1,14004	<b>T28</b>	-2,31856	-0,21093
<b>A53</b>	-4,12521	-1,8797	<b>T29</b>	2,72548	-1,0909
<b>A62</b>	-1,88789	1,00557	<b>T30</b>	1,10033	-2,65283
<b>TI01</b>	0,60248	1,91288	<b>T31</b>	-0,09537	3,90753
<b>TI02</b>	-1,19798	1,65612	<b>T32</b>	0,57335	3,36366
<b>TI03</b>	-4,48427	1,56059	<b>T33</b>	-0,69798	1,77679
<b>T01</b>	0,03825	-2,2874	<b>T37</b>	1,87582	0,42795
<b>T02</b>	-1,23857	-0,78294	<b>T38</b>	1,80256	0,32552
<b>T03</b>	-1,0033	-2,41684	<b>T39</b>	1,26951	1,61687
<b>T04</b>	-0,53884	-0,92279	<b>T41</b>	2,33529	0,7715
<b>T05</b>	2,06499	0,57575	<b>T42</b>	1,19547	3,77431
<b>T06</b>	0,61281	-1,48628	<b>T43</b>	4,14541	-0,17495
<b>T07A</b>	1,41281	-0,45332	<b>T50</b>	0,63739	-2,05541
<b>T07B</b>	1,43456	-0,67413	<b>T51</b>	1,88099	3,16296
<b>T08</b>	-2,22643	-2,1277	<b>T54</b>	2,76452	0,49014
<b>T09</b>	0,01018	-2,86929	<b>T55</b>	1,4215	-0,45217
<b>T11</b>	3,47746	-0,88491	<b>T56</b>	-1,39522	-3,57786
<b>T12</b>	4,67526	0,21341	<b>T57</b>	2,9499	-0,45015
<b>T13</b>	-1,18128	-3,45372	<b>T58</b>	2,3426	-0,39847
<b>T16</b>	1,44757	2,09905			

**Annexe 12:** Coordonnées factorielles des variables, basées sur les corrélations (55 variétés)

Variables	Composantes principales	
	PC1	PC2
Poids moyen d'un épi	-0,916779	0,283017
Nombre de grain par épi	-0,870975	0,018963
Poids de 1000 grain	-0,878666	0,350791
Nombre de talle fertile/plant	0,855754	-0,277519
Hauteur de la tige	0,620806	0,575158
Longueur de l'entre nœud	0,422555	0,851674
Longueur du col de l'épi	0,295908	0,917603
Nombre d'entre nœud	0,622584	-0,372596
Longueur de l'épi	0,416461	0,601021
Largeur de l'épi (profil)	-0,862898	-0,246761
Largeur de l'épi (face)	-0,917018	-0,046097
Nombre d'épillet/ épi	-0,149749	-0,517135
Longueur du grain	-0,654819	0,141180
Largeur du grain	-0,743725	0,295630
Epaisseur du grain	-0,877625	0,234073
*Altitude	0,718438	-0,217535

\* Variable supplémentaire