

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE AGRONOMIQUE**

Mémoire En vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences Agronomiques  
Option : Biodiversité et Biotechnologies Végétales

***CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE  
DE QUELQUES POPULATIONS LOCALES  
DE BLE TENDRE (TRITICUM AESTIVUM  
L.), DE LA REGION D'ADRAR***

**Présenté par : MBERKANI Saliha**

Directeur de Thèse : M. KHELIFI L. Professeur ENSA

Co-directeur de Thèse : Mme. KHELIFI M. Professeur ENSA

Soutenu le : 16 / 01/ 2012

Devant le jury composé de : Président : M. BELLATRECHE M. Professeur ENSA Examineurs :  
Mme. MEKLICHE L. Professeur ENSA M. MORSLI A. MAA ENSA



# Table des matières

Dédicace . . .	5
REMERCIEMENTS . . .	6
RESUME . . .	7
ABSTRACT . . .	8
ص غ ل م . . .	9
LISTE DES ABREVIATIONS . . .	10
INTRODUCTION GENERALE . . .	12
CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE . . .	15
1.1 Classification et évolution des différentes espèces du genre <i>Triticum</i> . . .	15
1.2 Gestion des ressources génétiques . . .	16
1.2.1 Prospection et collecte . . .	17
1.2.2 Conservation <i>in-situ</i> des ressources génétiques végétales . . .	17
1.2.3 Conservation <i>ex-situ</i> des ressources génétiques végétales dans les collections . . .	20
1.2.4 Conservation et gestion des ressources génétiques en chambres froides . . .	23
1.2.5 Conservation <i>in-vitro</i> et cryoconservation des ressources génétiques végétales . . .	25
1.3 Caractérisation morphologique . . .	26
1.4 Bases de données . . .	28
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES . . .	31
2.1 Matériel végétal . . .	31
2.2 Prospection . . .	34
2.2.1 Description de la zone de prospection . . .	34
2.2.2 Prospection et critères de choix des zones prospectées . . .	35
2.3 Etude expérimentale . . .	36
2.3.1 Mise en place de l'expérimentation . . .	36
2.3.2 Caractéristiques du sol . . .	37
2.3.3 Caractéristiques climatiques . . .	38
2.4 Caractères morphobiométriques étudiés . . .	38
2.4.1 Caractères quantitatifs . . .	39
2.4.2 Caractères qualitatifs . . .	39
2.5 Etude statistique . . .	40
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION . . .	41
3.1 Fiches descriptives des populations collectées . . .	41
3.2 Résultats de l'enquête ethnobotanique . . .	42
3.2.1 Noms vernaculaires des cultivars collectés . . .	42
3.2.2 Conduite des blés dans les oasis . . .	42
3.3 Résultats de la caractérisation morphobiométrique . . .	46
3.3.1 Caractères qualitatifs de l'épi et du grain . . .	46
3.3.2 Caractères biométrique de la plante . . .	55

3.3.3 Etude des corrélations . .	65
3.3.4 Analyses multivariées . .	69
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES . .	75
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES . .	78
ANNEXES . .	86

## Dédicace

*A mes très chers parents pour tout l'amour Qu'ils m'ont apportés A mon mari Mourad qui m'a toujours soutenu A mon frère Rachid et à Karima sa femme A mes sœurs Houria et Nadia A toutes mes nièces et à mon neveu Amine Je dédie ce travail*

## REMERCIEMENTS

Tout d'abord, louange à « ALLAH » qui sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.

Avec beaucoup de gratitude et de reconnaissance, j'adresse mes remerciements les plus sincères à Monsieur Khelifi Lakhdar, professeur à l'école nationale supérieure agronomique (ENSA), de m'avoir encadrée dans mon travail et de l'avoir suivi durant toute la période de sa réalisation. Ses critiques et ses conseils m'ont été d'un apport précieux.

Mes vifs remerciements vont également à Mme M. Khelifi professeur à l'ENSA d'avoir bien voulu me co-encadrer pour ce sujet.

Avec grand plaisir je remercie monsieur M. Bellatrèche professeur à l'ENSA qui me fait l'honneur de présider le jury de soutenance.

Mes profonds remerciements vont également à Madame L. Mekliche professeur et à A. Morsli maître assistant à l'ENSA, d'avoir eu l'amabilité d'être examinateurs au jury de soutenance.

Je tiens aussi à remercier Mr S. Chouaki maître de recherche à l'INRAA de m'avoir permis d'exploiter une partie du projet dont il était chef, pour réaliser ma thèse de magister. Je remercie également toute l'équipe du projet.

Je voudrais témoigner de toute ma reconnaissance à l'égard de Mme Maameri Malika, responsable du laboratoire des ressources phylogénétiques de l'INRAA dont je suis membre, de tout l'aide qu'elle m'a apporté et de m'avoir toujours encouragé dans mes études.

C'est avec grand plaisir que je remercie aussi Mr Himrane Hocine chercheur à l'INRF de Baïnem, de toute l'aide qu'il m'a apporté.

J'exprime toute ma gratitude à mes parents sans lesquels je ne serais jamais arrivé à ce niveau d'études et à mon très cher mari qui a toujours été là pour moi et m'a toujours encouragé à percer dans mes études, sans oublier bien sûr mon cher frère Rachid et son épouse Karima pour toute l'aide qu'ils m'ont apportés et à leur soutien morale, à mes sœurs et à mes nièces qui n'ont cessé de m'encourager.

Mes remerciements les plus chaleureux vont à Leïla, Souad et Samira pour leur aide précieuse et leurs encouragements.

Je remercie sincèrement tous ceux qui à titre divers m'ont apporté leur soutien, leur sympathie et leur aide, je citerai Mina, Wahiba, Jahida, Hafida, Samia et Abderrazek.

---

## RESUME

L'intérêt des cultivars locaux de blé pour l'agriculture algérienne ne peut être négligé, vu que ces cultivars par leurs adaptations centenaires aux conditions arides du milieu (alimentation en eau aléatoire, hautes températures, salinité des eaux et du sol) et par le maintien de leur diversité grâce au savoir-faire des agriculteurs, sont susceptibles de constituer de véritables « modèles » pour les conditions de culture algérienne où l'eau reste le premier facteur limitant.

Dans ce contexte il devient urgent de préserver cette diversité génétique qui existe au niveau des blés, nous avons pour cela réalisé plusieurs prospections dans deux régions principales de la wilaya d'Adrar : le Touat et le Gourara, au cours desquelles nous avons collecté 52 accessions de blé réparties sur 24 populations. Nous avons également effectué des enquêtes ethnobotaniques sur le savoir faire ancestral des agriculteurs dans la conduite et le maintien de ces populations de blés.

Ces accessions ont été mises en essai en présence de deux variétés de référence de blé tendre : Anza et HD 1220, à la station expérimentale INRAA de Mahdi Boualem. L'analyse des caractères quantitatifs a été réalisée sur le plant et celle des caractères qualitatifs sur l'épi et le grain. Cette caractérisation morphologique a permis de mettre en évidence l'existence d'une grande variabilité de formes et de couleurs. La majorité des caractères étudiés sont des indicateurs de tolérance au stress hydrique. Par ailleurs, Les caractères quantitatifs mesurés sur le plant, ont montré une forte corrélation entre eux.

Les résultats obtenus montrent que les 52 accessions appartenant aux 24 populations de blé sont discriminées aussi bien par les caractères du plant que par les caractères de l'épi et du grain. Par conséquent, les fiches descriptives ont été élaborées pour chaque population.

La variabilité inter – populations observée à travers la caractérisation morphologique, attire l'attention sur le fait d'approfondir ces études par l'utilisation de marqueurs biochimiques et moléculaires afin de confirmer les résultats obtenus. La connaissance de la phénologie et des paramètres de production et d'adaptation sont également des mécanismes primordiaux qui constituent le point de départ de tout programme pour la création d'une nouvelle variabilité. Elles restent un facteur puissant pour améliorer le rendement, préserver les ressources génétiques du blé contre l'érosion.

**Mots clés** : Adrar, Blé tendre, caractérisation, caractères morphologiques, diversité génétique.

## ABSTRACT

The interest for the local wheat cultivars for Algerian agriculture cannot be neglected, because these cultivars by their adaptations centuries to the arid conditions of the medium (random water supply, high temperatures, salinity of water and the ground) and by the preservation of their diversity thanks to the know-how of the farmers, constitutes true “models” for the conditions of Algerian culture where water remains the first limiting factor.

In this context it becomes urgent to preserve this genetic diversity which exists on the level of wheat, we have for these reasons carried out several prospections in two main areas of the wilaya of Adrar: Touat and Gourara, during our search we collected 52 wheat accessions distributed on 24 populations. We also carried out ethnobotanic investigations into the knowledge to make ancestral farmers in the control and the maintenance of these wheat populations.

These accessions were put under test in the presence of two varieties of common wheat reference: Anza and HD 1220, at Mahdi Boualem’s experimental station of INRAA. The analysis of the quantitative characters was carried out on seedling and that of the qualitative characters on ear and the seed. This morphological characterization made it possible to highlight the existence of a great variability of forms and colours. The majority of the studied characters are indicators of tolerance to the hydrous stress. In addition, the quantitative characters measured on the seedling, showed a strong correlation between them.

The results obtained show that 52 accessions belonging to the 24 wheat populations are discriminated as well as by the characters of the seedling as well as by the characters of ear and the seed. Consequently, the descriptive cards were prepared for each population.

Variability inter - populations observed through the morphological characterization, draws the attention to the fact of looking further into these studies by the use of biochemical and molecular markers in order to confirm the results obtained. The knowledge of the phenology and the parameters of production and adaptation are also important mechanisms which constitute the starting point of any program for the creation of a new variability. They remain a powerful factor to improve the output, to preserve the genetic wheat resources against erosion.

**Key words:** Adrar, common Wheat, characterization, morphological characters, genetic diversity.

## ص خ لم

أهمية الأصناف المحلوبة بالنسبة للزراعة الجزائرية لا يمكن تجاهلها ، حيث أن هذه الأصناف تكثفت و لمئات السنين مع الظروف القاحلة للبيئة (إمدادات المياه بشكل عشوائي ، الحرارة المرتفعة و ملوحة المياه و التربة) و يعود الفضل في الحفاظ على تنوعها للمعرفة و التجربة المكتسبة عبر السنين للفلاحين ، و من المرجح أن تشكل "نموذجاً" حقيقياً لظروف الزراعة الجزائرية أين يبقى الماء العامل المفيد رقم واحد .

في هذا السياق ، نمة حاجة ملحة للحفاظ على التنوع الوراثي الموجود في الفصح ، لذا قمنا بعمليات التنقيب عن هذه المصادر الوراثية في منطقتين رئيسيتين بولاية أدرار ، ألا و هما الثوات و القرارة ، جمعنا من خلالها 52 عينة من الفصح موزعة على 24 جبل ، كما أجرينا تحقيقا في علم النبات الإثني القائم على المعرفة المكتسبة للفلاحين القدامى في الإدارة و المحافظة على هذه الأجيال من الفصح . بمحطة التجارب مهدي بوعلام التابعة للمعهد الوطني للبحوث الزراعي قد تم اختبار هذه الجينات بانخاذ نوعين كمرجع للفصح اللين و لقد تم إجراء تحليل الخصائص الكمية على النبتة و ذلك من خلال الخصائص النوعية على السنبل و على حبة الفصح . هذه الصفات المورفولوجية مكنت من إبراز تفاوت كبير في الأشكال و الألوان . غالبية الصفات المدروسة تعتبر مؤشرات لمقاومة الإجهاد المائي . من جهة أخرى فان الصفات الكمية المقاسة على النبتة أظهرت وجود ترابط قوي بينها .

النتائج المحصل عليها بينت أن 52 عينة منتمية لـ 24 جبل فصح تتميز عن بعضها البعض من خلال صفات النبتة ، صفات السنبل و كذلك صفات حبة الفصح ما سمح لنا بتشكيل بطاقة وصفية لكل جبل . الاختلاف بين أجيال الفصح الملاحظ من خلال الخصائص المورفولوجية بلغت الانتباه إلى ضرورة تعزيز هذه الدراسات باستخدام العلامات البيوكيميائية و الجزيئية لتأكيد النتائج المحصل عليها . إن معرفة مراحل تطور النبات ، عوامل الإنتاج و التكيف هي أيضا آليات جوهرية تمثل نقطة انطلاق لكل برنامج من أجل خلق متغيرات جديدة ، كما أنها ما تزال تشكل عاملا مؤثرا لتحسين الإنتاج و الحفاظ على الموارد الوراثية للفصح ضد التجربة .

الكلمات الدالة : أدرار ، الفصح اللين ، بطاقة وصفية ، الصفات المورفولوجية ، التنوع الوراثي

## LISTE DES ABREVIATIONS

- CIAT Centre International
- CIMMYT Centre International de Mejoramiento de Maiz y Trigo.
- ENSA Ecole National Supérieure Agronomique.
- EWDB European Wheat Database
- FAO Food and Agriculture Organization.
- ICRISAT International Crops Research Institute for the Semi-Arid-tropics.
- IITA International Institute of Tropical Agriculture.
- ICARDA International center for Agricultural Research in the dry Areas.
- IRRI International Rice Research Institute.
- IBPGR International Board of Plant Genetic Resources.
- IPGRI International of Plant Genetic Resources Institute.
- INRAA Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie.
- UPOV Union de Protection des Obtentions végétales.
- WARDA West Africa Rice Development Association
- GEVES Groupe d'Etude et de contrôle des Variétés Et des Semences
- NEPN Nombre d'épi par plant
- HP Hauteur de la plante
- LC Longueur du col de l'épi
- LDEN Longueur du dernier entre nœud
- LE Longueur de l'épi
- ST Section de la tige
- CE Couleur de l'épi
- FE Forme de l'épi
- CPE Compacité de l'épi
- PBPA Présence ou absence de barbes ou arêtes
- DBDA Distribution des barbes ou arêtes
- LAEP Longueur des arrêtes à l'extrémité de l'épi
- LBEPLongueur des barbes à l'extrémité de l'épi
- ATR Article terminal du rachis
- FBGL Forme du bec de la glumelle
- FTG Forme de la troncature de la glume
- LG Longueur de la glume
- LBG Longueur du bec de la glume
- LBG Largeur du bec de la glume
- LGT Largeur de la troncature
- FG Forme de la glume
- FBG Forme du bec de la glume

- LBGLongueur du bec de la glume
- EPIGETendue de la pilosité interne de la glume
- EMIG Empreinte interne de la glume
- FGR Forme du grain
- LPBGR Longueur des poils de la brosse du grain
- Cm Centimètre
- % Pourcentage
- LSD Least significant difference
- ACPAnalyse en composantes principales
- CAH Classification ascendante hiérarchique
- AFCAnalyse factorielle des correspondances
- r Coefficient de corrélation

## INTRODUCTION GENERALE

La céréaliculture demeure la pièce maîtresse de la stratégie de développement du secteur agricole en Algérie et doit dans un souci d'indépendance alimentaire être clairement considérée comme prioritaire. Avec la jachère, elle couvre plus de 6 millions d'hectares (ha) soit près de 80 % de la totalité de la surface agricole utile. La superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 millions ha. Les superficies annuellement récoltées représentent 63% des emblavures. Cette spéculation apparaît donc comme dominante (Djermoun, 2009).

La production annuelle céréalière en Algérie se situe en moyenne à 40 021 120 q. Le blé vient en tête des cultures céréalières tant pour les surfaces qu'il occupe qui sont de 1 755 728 ha que pour sa production qui est de 26 051 780 q. L'orge occupe la deuxième place avec une superficie de 1 018 792 ha et une productivité moyenne de 13 080 348 qtx. Quant aux autres céréales (avoine, maïs et sorgho), elles viennent en dernière position. (*Statistiques du MADR, 2010*).

La prédominance de la culture du blé sur les autres céréales est due au fait qu'il constitue une source essentielle dans l'alimentation du citoyen Algérien sous forme de galette, de couscous et de pâtes alimentaires. La consommation en blé augmente sans cesse et rapidement en raison essentiellement du nombre de consommateurs qui a doublé en 20 ans. Cette forte consommation est en grande partie assurée par des importations accrues, en effet les produits céréaliers représentent plus de 40% de la valeur des importations des produits alimentaires (Djermoun, 2009). L'objectif de réduction de la dépendance alimentaire que s'est fixé notre agriculture ne pourra se concrétiser que par une mobilisation et une exploitation rationnelle et intensive de toutes les potentialités agricoles du pays.

Afin de pallier à ce déficit de production, de nombreuses mesures ont été prises parmi lesquelles l'introduction de variétés dites « à haut rendement ». Parallèlement, les variétés algériennes de blé ont été très affectées, conduisant à la disparition de 64% des variétés locales, plus adaptées aux conditions du milieu donc plus productives (Bouzerzour *et al*, 2003).

Il est important de signaler que les nouvelles variétés sélectionnées, consistant chacune en un génotype unique ont remplacé petit à petit "les populations locales" traditionnelles, constituées chacune d'un mélange de plusieurs génotypes (Feldman et Sears, 1981).

Les zones nord du pays sont limitées du point de vue augmentation de la production et ce par le déficit pluviométrique et par la diminution de la SAU sous les effets de l'urbanisation. Ce qui a poussé les décideurs à s'intéresser ces dernières années à la mise en valeur des régions sahariennes. En effet, ces zones offrent des possibilités appréciables en eau et en sols dont l'exploitation contribuera d'une manière significative à l'augmentation de la production agricole et à l'amélioration de la sécurité alimentaire de notre pays.

Les zones arides sont un milieu fragile. Ces régions possèdent des ressources naturelles qui méritent une grande attention. En effet, la diversité biologique des zones arides, résulte d'un processus de sélection long et complexe qui, au cours des millions

d'années, a abouti à définir une relation privilégiée entre des espèces et variétés animales et végétales et des espaces caractérisés par des contraintes climatiques et édaphiques particulières. Dans le sud du pays, on rencontre d'une part une céréaliculture traditionnelle, pratiquée dans les oasis et d'autre part une céréaliculture intensive, sous irrigation, dans les périmètres de mise en valeur où elle est conduite sous pivot. Depuis son introduction, cette dernière n'atteint pas toujours les performances souhaitées.

Dans le cadre de la mise en valeur dans la région d'Adrar, les variétés introduites sont cultivées sous pivot, leur introduction dans la région pose un certain nombre de problèmes à savoir :

- Le non adaptation aux conditions édaphoclimatiques ;
- L'Introduction de mauvaises herbes ;
- La forte exigence en intrants et en eau ;
- Le non maîtrise des techniques culturales.

Il arrive parfois que les variétés introduites atteignent des rendements de 60 à 80 q lorsque les itinéraires techniques sont respectés.

Par contre les populations locales de blé cultivées au niveau des oasis sahariennes sont adaptées aux contraintes du milieu (rustiques) et représentent une certaine sécurité alimentaire pour les populations autochtones.

En Algérie, de par le passé, les blés durs étaient les seuls cultivés par les populations locales avant l'installation des colons européens. La multitude des formes rencontrées en Afrique du Nord serait due aux hybridations et aux croisements qui se sont produits spontanément depuis des siècles (Bœuf, 1932). Cette diversité, rencontrée en Algérie et dans d'autres régions nord-africaines, a fait considérer l'Afrique du Nord comme l'un des principaux centres secondaires de diversité du *Triticum durum*. En effet, une diversité impressionnante au sein des orges, des blés durs et des blés tendres a été signalée en Algérie par Vavilov (1934) qui considéra l'Algérie comme un centre de diversité secondaire des blés durs. La culture du blé a connu une grande diversification génétique favorisée par la diversité des climats (Grignac, 1965).

Les blés tendres, bien que n'étant pas cultivés par les populations locales et ne faisant pas l'objet de culture spéciale avant l'arrivée des colons (1830), existaient cependant en Afrique du Nord depuis longtemps comme impuretés dans les champs de blé dur (Ducellier, 1930 ; Bœuf, 1932 ; Laumont et Erroux, 1961). Les botanistes comme Ducellier (1930) et Bœuf (1932), ont signalé la présence ancienne des blés tendres sous le nom de « Farina » (par opposition au blé dur, « Guemh ») et ont décrits différentes formes de ces blés. Ces blés d'introduction ancienne sont d'ailleurs appelés blés du pays en raison de leur adaptation aux conditions climatiques locales.

Ducellier (1920) est le premier à attirer l'attention des agronomes sur « l'originalité des blés sahariens » et sur les possibilités culturelles d'une réelle importance qu'offrent ces céréales. Il commença alors un considérable travail de prospection et de description des populations oasiennes de blé dont rendent compte également les travaux d'Erroux (1952, 1954 et 1958) qui ont porté essentiellement sur la botanique, la systématique des blés tendres sahariens, leur diversité génétique (variabilité morphologique des épis et graines) ainsi que sur leur origine.

Ducellier (1930), Laumont et Erroux (1961) ont décrit l'ensemble des espèces de blés cultivées en Algérie : les blés durs (avec et sans barbes), les blés de Pologne, le Poulard, les blés tendres des oasis (avec et sans barbes) et l'Epeautre. Plus de 30 années après les

travaux de Ducellier (1930), Laumont et Erroux (1962) ont mentionné les mêmes variétés cultivées de blés durs et tendres en Algérie à l'exception de certaines variétés en plus pour le blé dur tel que le blé Chevalier et le blé de Séville. Pour les blés des oasis, Erroux (1962) indiqua 18 populations. En effet la présence des blés dans les oasis avait été signalée depuis longtemps par de nombreux voyageurs tel que Folli (1792), Adams (1820 et 1814) et Caille (1828) (in Benlaghid *et al*, 1990).

Il apparaît donc que les ressources génétiques des blés étaient fortement diversifiées non seulement à travers le nombre de variétés ou populations cultivées mais aussi et surtout à travers la très grande diversité génétique au niveau de chaque population. Ces populations de terroirs, souvent très bien adaptées aux conditions de chaque milieu, permettaient certainement de répondre aux préoccupations et aux besoins locaux.

Egalement Beaucoup de traditions et de savoir faire ont disparu, ceci est due en grande partie au fait qu'un grand nombre de nos agriculteurs ont été déboutés de leurs vocations. Selon Hakimi, (1989), la transmission des savoir-faire ancestraux ne s'est souvent pas faite et il est actuellement très difficile de rencontrer des agriculteurs exerçants ou capables d'effectuer une sélection variétale.

Il serait donc judicieux dans une première approche de revenir aux géotypes locaux qui peuvent être très intéressants d'un point de vue agronomique mais aussi du point de vue de leur adaptation aux conditions difficiles (déficit hydrique, salinité.....). Dans ce contexte, il devient urgent de préserver cette diversité génétique qui existe au niveau des blés et d'étudier le savoir-faire ancestral des agriculteurs qui a longtemps contribué au maintien de ces cultivars en milieu hostile avec peu d'intrants.

S'appuyant sur ces différents travaux, nous nous sommes intéressés à l'existence de ce matériel ancestral constitué de blés sahariens et à l'étude de la variabilité existante au sein de ses populations.

Dans cette optique, de nombreux chercheurs de l'INRAA ont effectué plusieurs prospections dans les régions de Gourara, Touat et Tidikelt (wilaya d'Adrar) où sont surtout cultivés les blés tendres qui constituent l'une des spéculations les plus répondues dans les jardins des oasis de ces régions. Le but consistait à inventorier ces ressources, diagnostiquer leur situation, les collecter pour les régénérer, les caractériser, les évaluer et les conserver pour une éventuelle valorisation.

L'objectif de notre étude est donc de faire une première caractérisation morphologique des populations de blé tendre collectées en vue d'élaborer une idée générale sur la diversité des formes et donc de la diversité génétique. Par ailleurs, il est important de signaler qu'il s'agit là d'une première approche et qu'il est important à l'avenir de confirmer la diversité observée par une caractérisation moléculaire.

Ce patrimoine après caractérisation moléculaire et évaluation aux stress biotiques et abiotiques pourrait être utilisé dans des programmes d'amélioration et de croisement comme géniteurs en vue d'associer chez certains géotypes une aptitude à l'amélioration du rendement et une bonne adaptation à certaines contraintes du milieu.

L'importance d'un tel travail est capitale pour le pays ; il contribuera d'une part à la préservation de nos ressources génétiques qui constituent un patrimoine national menacé de disparition et d'autre part, il permettra une meilleure gestion et valorisation de ce pool génétique pour un développement durable.

---

# CHAPITRE I : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1.1 Classification et évolution des différentes espèces du genre *Triticum*

Il y a 10 000 ans, à la fin de la dernière glaciation, des blés proches de ceux que nous cultivons aujourd'hui poussaient sur de vastes surfaces au Moyen-Orient puis en Égypte (environ 5000 ans avant J.C.). L'ancêtre de ces blés est l'aegilops, grande céréale à un rang de grains, diploïde à  $2n = 14$  chromosomes, particulièrement rustique mais peu productive. Cette céréale ancienne se rencontre encore au Moyen-Orient. Le blé tendre est quant à lui une plante hexaploïde à  $2n = 42$  chromosomes. Il présente des caractéristiques génétiques extraordinaires qui indiquent un long travail de sélection de la part des agriculteurs.

Parmi les dizaines de milliers de formes de blés cultivés (au moins 30 000), ce sont les « *Speltoidea* » à  $2n = 42$  chromosomes, qui fournissent la plupart des blés cultivés tendres aux grains riches en amidon. Les autres blés proviennent du stade précédent qui a donné les « *Dicoccoidea* » à  $2n = 28$  chromosomes, qui sont les blés durs, aux épis denses et aux grains riches en gluten.

Le « **Blé** » est donc un terme générique qui désigne plusieurs céréales appartenant au genre *Triticum*. Ce sont des plantes annuelles de la famille des Poacées, cultivées dans de très nombreux pays. Le terme blé désigne également le "grain" ( caryopse ) produit par ces plantes. Le blé est, dans la civilisation occidentale et au Moyen-Orient, un composant central de l'alimentation humaine. Il a été domestiqué au Proche-Orient à partir d'une graminée sauvage (Aegilops). Sa consommation remonte à la plus haute Antiquité. Les premières cultures apparaissent au VIII<sup>e</sup> millénaire av. J.-C., en Mésopotamie et dans les vallées du Tigre et de l'Euphrate (aujourd'hui l'Irak), dans la région du Croissant fertile (source : wikipedia.org).

L'évolution des différentes espèces du genre *Triticum* est schématisée dans la figure 1.

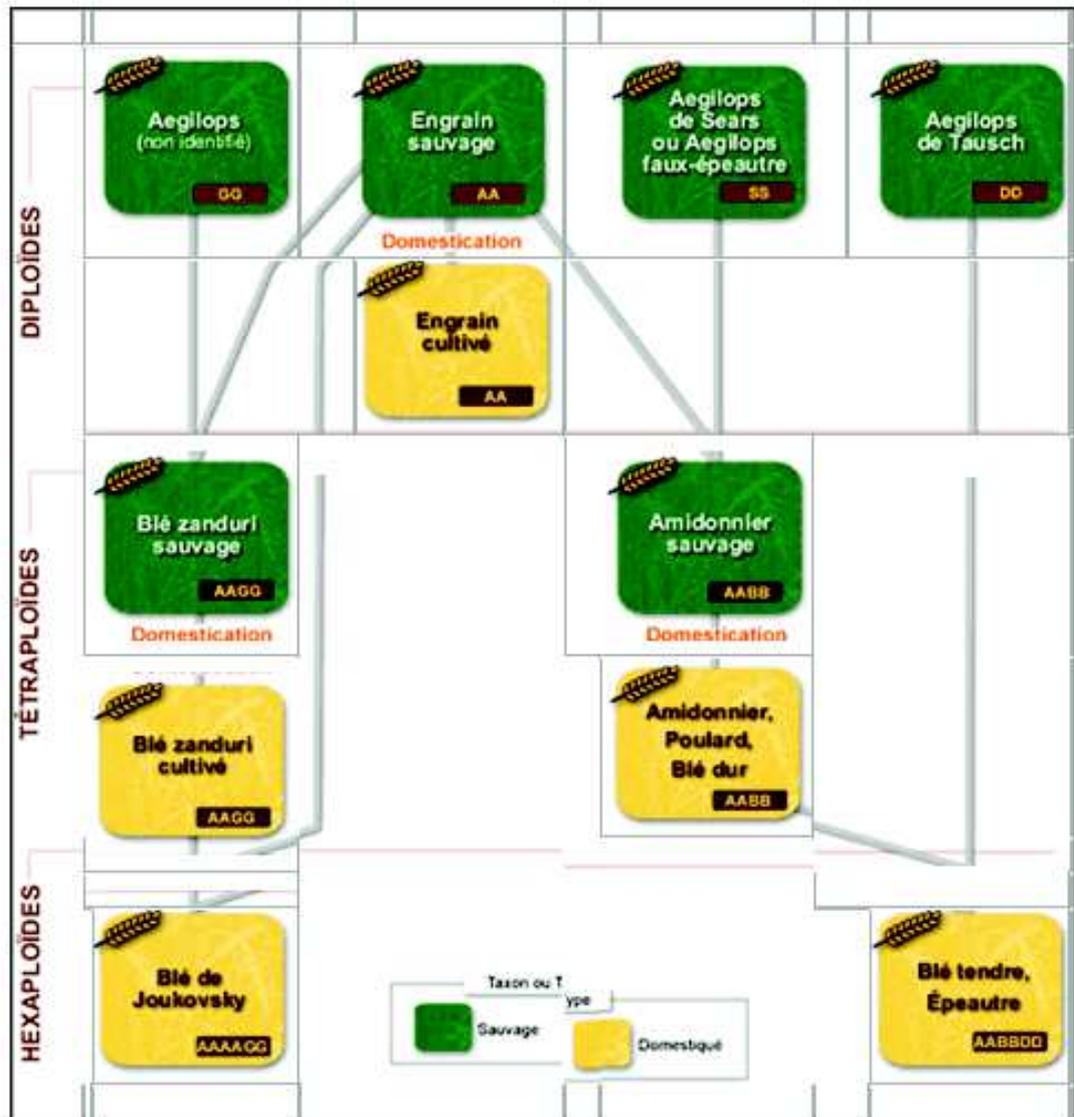


Figure1: Généalogie des blés

(source : <http://www.museum.agropolis.fr> )

## 1.2 Gestion des ressources génétiques

Les ressources génétiques sont l'ensemble des espèces domestiquées et sauvages, d'animaux, de microorganismes et de plantes utiles à l'Homme. Celles-ci concernent 5000 espèces cultivées à 12500 plantes d'intérêts, dont une vingtaine d'espèces cultivées couvre aujourd'hui 80% de l'alimentation mondiale et le trio (blé- riz - maïs) assurant 41% du total (Charrier, 1999). Ces ressources génétiques qui assurent la sécurité alimentaire mondiale sont toutefois confrontées à de graves menaces qui pèsent sur leur existence, car leur diversité tend à disparaître dans les champs et les autres écosystèmes de pratiquement tous les pays (FAO, 1996).

Selon Lefort *et al.* (1998), le développement agricole peut être la cause d'une réduction sensible de la diversité génétique exploitée, qui se traduit généralement par une régression de la variabilité disponible, du fait de la faible compétitivité des populations locales à base génétique large, en système agricole intensif. C'est dans ce contexte qu'ont été constitués dans les dernières décennies, de nombreuses collections de ressources génétiques afin de conserver la variabilité non exploitée. Selon Charrier (1999), l'utilisation de variétés modernes améliorées à la place de variétés anciennes, peut également entraîner une perte de la diversité génétique, c'est l'érosion génétique.

### 1.2.1 Prospection et collecte

---

Pour faire face à la perte de diversité génétique, l'Homme doit utiliser les moyens nécessaires pour la maintenir, d'où le concept de la conservation des ressources génétiques. Celui-ci repose sur la notion fondamentale de la sauvegarde du maximum de variabilité génétique qui existe au sein d'un genre, de toutes les espèces qui le constituent et ce, pour tous les genres du monde vivant (Kochko, 2000). La conservation de la diversité génétique, peut se faire soit en maintenant les populations d'espèces sauvages dans leurs écosystèmes naturels et les cultivars traditionnels dans leurs agro systèmes, c'est la conservation *in-situ*, soit en faisant des prospections pour collecter la variabilité génétique puis la conserver dans des chambres froides (sous forme de semences), en culture *In-vitro* ou en cryoconservation, c'est la conservation *ex-situ*. Les modalités de conservation varient en fonction de la biologie de la plante, de son mode de reproduction, et de la physiologie de la graine (Louette, 1994).

Christinck *et al.* (2000) ont décrit une nouvelle méthode appliquée pour la collecte du germplasma. Celle-ci permet de réduire un grand nombre d'échantillons entrant dans une banque de gène, sans pour autant compromettre les niveaux de diversité génétique qui y sont conservés. Cette méthode consiste à faire intervenir les agriculteurs paysans à tous les stades de l'opération de collecte, et de tenir compte de toute leur connaissance et des informations qu'ils donnent sur le matériel végétal cultivé (sa description, les techniques culturales utilisées appliquée, zone préférentielle de culture. . .). Ceci permet de réduire les redondances et d'avoir ainsi une collection réduite, gérable et contenant le maximum de variabilité génétique.

L'Homme doit donc, non seulement déployer des efforts pour la conservation des ressources génétiques, mais aussi améliorer ses connaissances quant aux méthodologies de prospection, de collecte, de conservation et de gestion des ressources génétiques, afin de maintenir leur intégrité et d'améliorer la durabilité de leur utilisation. Il est également important de noter, qu'il ne s'agit pas uniquement de conserver ces ressources, mais de les évaluer notamment pour leur résistance aux différents facteurs biotiques et abiotiques du milieu ainsi que pour leur qualité (Lefort *et al.*, 1998). C'est une condition fondamentale qui garantit une meilleure utilisation des ressources génétiques.

### 1.2.2 Conservation *in-situ* des ressources génétiques végétales

---

La conservation *in-situ* cherche à maintenir la diversité génétique des espèces sous les conditions naturelles dans lesquelles elle a évolué pour permettre au processus d'adaptation de continuer (CIMMYT, 1988).

Van Den Houwe et Swennen (1998) ont défini la conservation *in-situ*, comme étant une méthode qui consiste à maintenir une espèce parmi des populations sauvages, cela

nécessiterait donc la protection d'un écosystème naturel couvrant les aires d'origine et de diversité où les espèces ont co-évolué avec leurs principaux pathogènes. La conservation *in-situ* permet donc de conserver les espèces dans un système dynamique.

Selon Berthaud *et al.* (1999), la diversité génétique actuelle des espèces cultivées et sauvages est le produit d'un processus évolutif complexe où interviennent notamment la sélection naturelle et humaine, les variations démographiques (extension, extinction et dérive), et les flux génétiques intra et interspécifiques.

### **1.2.2.1. Conservation *in-situ* des espèces sauvages**

La conservation *in-situ* des espèces sauvages cherche à préserver ces populations avec leur structure génétique et dans leur habitat naturel (Berthaud *et al.*, 1999). Les espèces sauvages constituent donc un important réservoir de variabilité exploitée depuis le début de la sélection. Il est donc nécessaire chez les espèces allogames présentant une grande variabilité intra spécifique, de diversifier les sources de variabilité en explorant de nouvelles populations sauvages (Causse *et al.*, 2000).

Selon le rapport de la FAO (1996), la plus part des 8500 parcs nationaux et autres zones protégées ont été créés sans que l'on se soucie particulièrement de conserver les espèces sauvages apparentées à des plantes cultivées et les plantes sauvages importantes pour la production alimentaire. Ceci s'explique par le fait que les plans de gestion des zones protégées et autres, ne sont généralement pas suffisamment larges pour conserver la diversité génétique de ces espèces en complément à d'autres approches de la conservation. Pour cela une stratégie globale de conservation *in-situ* des espèces sauvages (stratégie qui s'adresse aussi bien aux pays industrialisés qu'aux pays en développement qui présentent des centres de diversité des espèces sauvages très importantes); doit prendre en compte les menaces qui pèsent sur cette biodiversité, ainsi que l'organisation génétique, la distribution spatiale et le système de reproduction des espèces à conserver (Berthaud *et al.*, 1999). Selon les mêmes auteurs, pour bien gérer la conservation *in-situ* des espèces sauvages, l'acquisition de connaissances sur l'évolution naturelle et cultivée, notamment le rôle de la domestication et de la sélection humaine, l'importance quantitative et qualitative, le flux de gènes dans les complexes d'espèces dont ceux entre formes sauvages et cultivées et l'importance de la coévolution entre plantes et parasites au sens large (maladies, ravageurs, adventices), semble être fondamentale.

### **1.2.2.2. Conservation *in-situ* des espèces cultivées (conservation à la ferme)**

La conservation *in-situ* d'espèces cultivées est définie de différentes manières. Selon Louette (1994), la conservation *in-situ* de variétés cultivées dans un agro système, consiste à maintenir une large diversité génétique et privilégier la continuité des mécanismes qui sont à l'origine de cette diversité, de son maintien, de son évolution et des échanges génétiques entre variétés.

Pham *et al.* (1996) ont défini la conservation à la ferme, comme étant une conservation dynamique dont l'objectif est de promouvoir l'adaptation des ressources génétiques par l'utilisation du processus d'évolution qui permet de créer la diversité génétique. Ils l'ont défini également comme étant la gestion d'une série diverse de populations de plantes par les paysans, dans un agro système où la plante a évolué.

La conservation à la ferme s'applique à la conservation des variétés locales anciennes adaptées à des agroenvironnements particuliers, et maintenus par les pratiques agricoles traditionnelles, parfois au contact des espèces sauvages apparentées (Glachant et

Lévêque 1993 ; Berthaud *et al.*, 1999), celles-ci concernent surtout l'agriculture paysanne des pays en développement (Berthaud *et al.*, 1999). La paysannerie traditionnelle entretient donc *in-situ* une forte diversité génétique constituée de variétés de pays qui accumulent des gènes d'adaptation aux conditions culturelles.

Pour mieux comprendre ce concept de conservation à la ferme et l'influence des techniques traditionnelles sur la diversité génétique des variétés locales, certains travaux de recherche ont été effectués dans cet objectif, sur le maïs (Louette, 1994), sur le riz (Phamet *al.*, 1996), sur le sorgho (Teshome *et al.*, 1999) et sur le manioc (Eliaset *al.*, 2000a). Les résultats de ces travaux, ont montré que les variétés locales constituent une source importante de la diversité génétique et l'interaction entre les techniques traditionnelles utilisées par les paysans avec les facteurs écologiques influe considérablement sur la dynamique et l'évolution de cette diversité génétique.

Il est important de signaler que le maintien des cultivars traditionnels à la ferme dépend de l'objectif des paysans, lorsque les qualités ou les défauts spécifiques d'un cultivar n'ont pas de rôle à jouer dans le système, la variété peut être abandonnée ou remplacée par d'autres variétés (améliorées ou paysannes d'autres régions), lorsque ces dernières répondent mieux aux facteurs limitant principaux (Louette, 1994 ; FAO, 1996) ou aux conditions du marché ou qu'elles assurent une meilleure sécurité alimentaire familiale. Malheureusement ces choix entraînent souvent une érosion génétique importante de ces variétés locales à la ferme (FAO, 1996). L'agriculteur peut aussi améliorer les variétés cultivées par la sélection massale et d'autres méthodes de sélection végétale telles que des variétés traditionnelles de maïs qui sont améliorées grâce à une sélection limitée à l'épi (Louette, 1994).

Comme il a été déjà signalé, le remplacement de variétés locales par des variétés améliorées aboutit à une érosion génétique des variétés traditionnelles et également à des pertes de récolte des variétés élites suite à l'incidence d'un pathogène ou d'un insecte nuisible du fait de leur faible aptitude liée à leur base génétique très étroite (Gass, 1998). Seulement comme le signalait Louette (1994), il serait préférable de permettre une introduction progressive de nouveaux cultivars sans pour autant éliminer les variétés traditionnelles, ce qui leur permettra de retenir grâce aux échanges génétiques, les complexes adaptatifs qui caractérisent les variétés locales.

Malgré tous ces travaux de recherche sur la conservation des ressources génétiques à la ferme, il n'est pas possible, ni recommandé de formuler un plan ou une recette unique à toutes les fermes, mais il faut tenir compte des valeurs sociales, économiques et culturelles des communautés locales et autochtones.

Pour cela, Berthaud *et al.* (1999), soulèvent plusieurs questions qui sont très pertinentes et qui exigent d'être prises en compte lors de la recherche d'une méthodologie efficace d'une conservation *in-situ*.

Ces questions portent sur :

- Le choix des sites potentiellement intéressants pour la conservation *in-situ*, en faisant des essais multilocaux sur une gamme de génotypes témoins, en utilisant des outils de la phytopathologie au sens large, la caractérisation et le suivi de la variabilité génétique. Les données obtenues comparées avec celles d'autres sites étudiés permettront de choisir les sites retenus pour la Conservation.
- Évaluer la diversité intra-variétale, connaître son évolution, de quelle manière les paysans la conservent-elle et quelles sont les nouvelles sources de variabilité intra et inter-variétale.

- Connaître les pressions sélectives exercées par l'environnement physique et biotique, et évaluer le flux de gènes entre les différentes populations.
- Faire des enquêtes à caractères ethnobotaniques et agro économiques.

Nous pouvons conclure en signalant que les génotypes des cultivars traditionnels conservés *in-situ* et qui sont intéressants, pourront également être placés en conservation *ex-situ* en vue d'une meilleure accessibilité et de leur utilisation en amélioration variétale.

### 1.2.2.3 Gestion dynamique

Le principe de la conservation dynamique consiste à conserver en culture, une ou plusieurs populations à larges bases génétiques dans des environnements différents (Louette, 1994).

Selon Berthaud *et al.* (1999), l'emploi exclusif de variétés modernes peu diversifiées conduit à recréer artificiellement un brassage génétique de sources diverses et de le soumettre à des pressions de sélection diversifiées des différents agroenvironnements. Ces auteurs signalent aussi que la gestion dynamique est fondée sur un concept de génétique des populations qui explique le maintien de la diversité des espèces sauvages par leur évolution en population structurée. La sélection naturelle entraîne une perte locale de gènes par dérive, mais les gènes perdus au hasard ne sont pas les mêmes dans toutes les populations et on peut aboutir à une structuration de la diversité, en organisant des flux de gènes entre les populations, pour assurer ce renouvellement et pour maintenir la diversité sur l'ensemble des populations.

La gestion dynamique vise donc à l'établissement de populations à base génétique large, éventuellement améliorée pour une valorisation à moyen ou à long terme (Lefort *et al.*, 1998). Elle consiste également à faire des essais multilocaux pour rechercher le polymorphisme existant dans ces populations et voir la distribution de la diversité vis à vis de la nature du milieu, afin de mieux comprendre l'évolution historique des espèces ou d'une série de populations (Hodgkin *et al.*, 2000).

Il est important de noter que l'association entre la conservation statique (conservation en banques de gènes) et les réseaux de conservation dynamique, permettrait d'établir un système cohérent de conservation des ressources génétiques (Louette, 1994 ; Berthaud *et al.*, 1999), alliant la conservation *ex-situ* qui rend l'accès aux ressources génétiques facile aux généticiens, lorsque l'évaluation des populations est faite et l'évolution des ressources génétiques est soumise à diverses pressions de sélection (Louette, 1994).

### 1.2.3 Conservation *ex - situ* des ressources génétiques végétales dans les collections

---

En milieu de culture, les cultivars locaux sont remplacés progressivement par les variétés améliorées dont les semences sont renouvelées à un rythme rapide, et des écosystèmes permettant la survie des plantes apparentées disparaissent. Pour empêcher la disparition complète de ces ressources génétiques, les efforts se sont concentrés jusqu'à présent sur leur conservation *ex-situ* (Louette, 1994 ; Manuel et Uva, 1998 ; Gass, 1998).

Berthaud *et al.* (1999) ont défini la conservation *ex-situ* comme étant une méthode qui consiste à extraire les ressources génétiques de leur habitat naturel et à les placer dans des conditions de conservation artificielle et dont l'objectif est de maintenir en l'état, l'intégrité de ces ressources génétiques depuis leur collecte et pour une durée la plus longue possible.

Les collections des ressources génétiques conservées *ex-situ* appelées couramment les banques de gènes (Charrier, 1999), ont la fonction essentielle de stockage des ressources génétiques et de leur mise en disposition pour les sélectionneurs (Louette, 1994).

Pour chaque plante, le choix de la technique de conservation à adopter est conditionné par ses caractéristiques biologiques, par le coût de la conservation et la facilité de mise en œuvre de chacune des techniques utilisées (Berthaud *et al.*, 1999).

### 1.2.3.1 Les collections

Jusqu'aux années 1970, le seul moyen de conservation *ex-situ* des formes cultivées était les banques de gènes en champ où le matériel est maintenu sous forme végétative. Les collections en champ jouent un rôle essentiel dans la caractérisation et l'évaluation des ressources génétiques, mais elles présentent un certain nombre de problèmes, elles sont très vulnérables aux maladies, aux ravageurs et aux aléas climatiques (Van Den Houwe et Swennen, 1998). Selon ces derniers auteurs l'objectif d'une collection est de rassembler du matériel génétique utile pour améliorer la production en grains, l'adaptation aux contraintes physiques et biologiques. Cette amélioration peut être obtenue grâce à la réalisation de croisements intra et inter- spécifiques et de programmes de sélection pariétale.

Une collection ne sert à rien, si elle n'est pas correctement décrite et si les données ne sont pas accessibles aux utilisateurs. En effet, beaucoup de travaux de recherche ont été effectués sur des collections de ressources génétiques, afin d'évaluer leur niveau de diversité, leurs résistances aux contraintes biotiques et abiotiques et leur potentiel de production, en se basant sur les caractères morphologiques, physiologiques, agronomiques et génétiques.

Avant d'évaluer une collection pour différents critères, des caractérisations préliminaires sont effectuées en se basant sur des descripteurs internationaux (Annicchiarico et Pecetti, 1994) en utilisant les descripteurs recommandés par IBPGR (international Board for Plant Genetic Resources). Ces derniers ont également montré l'existence d'une association relative entre les caractères morphologiques des blés et l'origine géographique de ces accessions.

La description des collections de ressources génétiques ne se limite pas uniquement aux caractères morphologiques, mais également à une caractérisation plus fine, grâce aux marqueurs moléculaires qui permettent d'identifier et de tester la stabilité et l'intégrité des accessions (Doussinault *et al.*, 1999, Hodgkin *et al.*, 2000).

Plusieurs travaux ont été également effectués sur des collections de ressources génétiques pour différents critères tel que l'évaluation du rendement de variétés locales de blé dur (Pecetti *et al.*, 1996 ; Abdalla *et al.*, 1996) et dont les résultats ont montré que les variétés locales présentent un pool de gènes très diversifié et sont spécifiquement adaptées aux différentes conditions climatiques.

Une étude a été aussi faite sur l'évolution au cours du 20<sup>ème</sup> siècle de la production en grain des collections de blé tendre cultivées en France (Le Buanec, 1999). Les résultats de cette étude ont montré que le rendement a remarquablement augmenté ces dernières années, et ceci s'est fait aux dépens de la rusticité, de la qualité et de la stabilité des nouvelles variétés, qui se comportent aussi bien que les variétés du pays et est dû aussi à l'évolution de la diversité. Ceci confirme en effet l'étude faite par Simon (1999) sur l'évolution de la diversité génétique des blés tendres cultivés en France, durant le dernier siècle. Les résultats ont montré qu'effectivement il y'a une évolution remarquable aussi bien de la diversité génétique que des techniques culturales utilisées.

L'élargissement de cette diversité s'est surtout fait sous la pression des incidents climatiques, des maladies, mais aussi grâce à l'augmentation des connaissances scientifiques des agriculteurs et à leur souci de maintenir cette diversité.

L'identification des cultivars productifs même en conditions de stress hydrique, est un problème qui touche beaucoup de pays dans le monde, d'importants travaux se sont aussi basés sur l'évaluation de la résistance des ressources génétiques au stress hydrique. A juste titre les travaux de Bansal et Sinha (1991), Pecetti *et al.* (1993) et Pecetti et Annicchiarico (1995), ont porté sur la tolérance des populations de blé dur au stress hydrique, en se basant sur l'étude des caractères morphophysologiques et agronomiques. Les résultats obtenus vont permettre d'identifier les variétés qui maintiennent un rendement élevé même en conditions de stress hydrique et qui constitueront donc une source de variabilité intéressante pour les sélectionneurs.

Des évaluations pour des résistances aux maladies ont été également effectuées sur de nombreuses collections de ressources génétiques, tel que l'identification des gènes de résistance du blé au mildiou grâce aux marqueurs moléculaires. Les résultats ont montré que les variétés qui présentent une plus grande résistance à la maladie, sont celles qui sont originaires des sites où la dissémination du mildiou est la plus élevée, et celles qui sont les plus sensibles sont celles qui proviennent des sites où cette maladie est moins fréquente. Cette étude montre que les plantes acquièrent une meilleure résistance quand elles co-évoluent avec le pathogène (Paillardet *al.*, 2000). Ces résultats emmènent à la même conclusion que celle donnée par Doussinault *et al.* (1999), qui stipule qu'il serait intéressant d'identifier les gènes de résistance aux maladies dans les variétés anciennes de manière à vérifier que l'utilisation d'un géniteur dans les programmes de sélection, se traduit par l'augmentation de la fréquence du ou des gènes de résistance qu'il porte.

L'objectif de toutes ces études est en fait d'élargir la base génétique des variétés présentes et disponibles, grâce aux activités de sélection, en choisissant les génotypes les plus productifs et les plus adaptés aux conditions environnementales.

Il est toutefois important d'ajouter que beaucoup d'expériences ont montré que des collections de très grande taille sont souvent peu étudiées et peu évaluées, elles sont largement sous utilisées alors que leur coût de maintien n'est pas négligeable. Il est donc nécessaire d'optimiser l'effort de conservation, en optant pour un matériel génétique de taille raisonnable, représentatif de la diversité la plus large au sein des collections pour mieux caractériser ces ressources génétiques et en garantir la disponibilité réelle ce qui facilitera leur utilisation (Lefortet *al.*, 1998).

### **1.2.3.2, Les cores collections**

La core collection n'est pas une entité en elle même, elle doit être relié à la collection de base et servir à l'optimisation de son utilisation. Elle permet des études approfondies sur un sous ensemble représentatif qui, en aucun cas, pourrait être réalisé sur la collection entière. La core collection doit donc contenir un maximum de diversité génétique avec un minimum de redondance (Berthaud *et al.*, 1999).

Selon Nissilâ *et al.* (1999) et Malosetti *et al.* (2000), il est important de stratifier les accessions selon des critères adéquats pour constituer une core collection, de manière à conserver les allèles présents dans la collection de base et qui confèrent à la plante les meilleurs caractères. Donc il s'agit d'avoir moins d'accessions à conserver, mais qui reflètent la diversité génétique de la collection de base.

Beaucoup de travaux ont été effectués en vue de créer des cores collections de ressources génétiques à partir de grandes collections de base, en utilisant différents critères d'échantillonnage, tel que la création d'une collection noyau à partir de la collection de base en utilisant deux critères : l'origine éco-géographique et le type de graines (Abadie *et al.*, 1999).

Une core collection de blé dur a été aussi créée suivant plusieurs critères tels que la chronologie de l'inscription des accessions dans la collection, le pays d'origine, la fréquence enregistrée pour la disponibilité des variétés dans le pays d'origine ainsi que dans les collections mondiales (Spagnoletti Zeuli et Qualset, 1993). Mousset (2000) a créé une core collection de dactyle en utilisant trois critères : la précocité, la hauteur à l'épiaison et la tolérance aux maladies, c'est ainsi qu'avec 90 populations, 16 pools ont été constitués. ICRISAT s'est aussi basé sur des caractères morphophysologiques pour réaliser une core collection de sorgho (Grenier *et al.*, 2001).

Une core collection de 45 accessions d'orge a été obtenue par Malosetti *et al.* (2000) en identifiant grâce aux marqueurs moléculaires, les accessions dont les gènes présentent une adaptation aux conditions environnementales.

D'autres types de travaux ont été effectués par Liu *et al.* (2000), qui consistent en fait, à rechercher si réellement une core collection, contient la même diversité que la collection de base. Pour cela ils ont analysé la diversité génétique de 79 accessions d'orge d'une core collection européenne, en utilisant des isozymes. Un total de 26 allèles a été observé dans 10 loci. La comparaison avec les résultats obtenus dans les études précédentes, indique que la plupart des allèles qui existent dans l'orge dans la collection européenne sont également observés dans les accessions de cette core collection. Ce qui démontre effectivement, qu'une core collection peut contenir une diversité génétique très importante.

On peut conclure qu'une core collection constitue une base de travail et de référence pour l'accès à la collection de base et facilite largement l'évaluation et l'utilisation des ressources génétiques.

### **1.2.4 Conservation et gestion des ressources génétiques en chambres froides**

---

Dans les années 70 et 80 du siècle dernier, le nombre de chambres froides dans le monde a considérablement augmenté, par suite d'une sensibilisation accrue aux menaces que subissent les ressources phytogénétiques (FAO, 1996). Les espèces qui peuvent être conservées par cette technique sont pour la plus part des espèces cultivées ou apparentées aux espèces cultivées qui produisent des semences dites (graines orthodoxes) qui peuvent être déshydratées jusqu'à des teneurs en eau réduites et dont la longévité augmente puisqu'elles sont stockées à basse température (Berthaud *et al.*, 1999 ; Englemann et Dussert, 2000).

L'objectif principal des chambres froides est la conservation à moyen ou à long terme de la diversité génétique, la plus large possible sous forme d'échantillons de grains (Vanderborght et Baudoin, 1998). Le choix de la température de stockage et de la teneur en eau des graines est effectuée à partir de plusieurs critères : durée de conservation et seuil de viabilité souhaité, moyens techniques et financiers disponibles pour la déshydratation et le stockage à basse température (Berthaud *et al.*, 1999). La conservation à long terme (100 ans) est réalisée par un abaissement de la température à – 20 C et une humidité de 10% (Vanderborght et Baudoin, 1998 ; Berthaud *et al.*, 1999). Elle est utilisée par les centres

nationaux et internationaux conservant des collections de base (Berthaud *et al.*, 1999). Quant à la conservation à moyen terme (20 ans) elle se fait à une température de - 5 C et une humidité de 10% (Vanderborght et Baudoin, 1998 ; Berthaud *et al.*, 1999), Elle est choisie pour les centres détenant des collections actives, c'est à dire dont les échantillons peuvent être distribués et régénérés (Berthaud *et al.*, 1999).

La conservation des graines en chambre froide permet donc de maintenir leur viabilité qui est définie par la capacité germinative de la graine. Au cours du temps, la viabilité moyenne du lot diminue jusqu'à ce que les graines viables restantes ne soient plus représentatives de la diversité d'origine. Avant d'atteindre ce seuil, souvent fixé à 80%, l'échantillon doit être régénéré en constituant un nouveau lot de graines à partir de plantes issues de la germination des graines viables. Des testes de germination sont ainsi effectués à intervalles de temps réguliers (par exemple tout les 5 ans), pour contrôler l'évolution de la viabilité des accessions (Berthaud *et al.*, 1999). En effet, Specht *et al.* (1998) ont étudié l'influence des conditions de stockage (à 0° C et à -15° C) sur la faculté germinative de plusieurs accessions d'espèces différentes, après une longue période de stockage en chambre froide. Les résultats ont montré qu'une germination élevée est maintenue pour une longue période de conservation pour la plupart de ces espèces conservées à -15 C, et qui n'ont donc pas besoin de tests fréquents de germination. Par contre, pour le maïs, une température de 0 C, est largement suffisante pour maintenir la viabilité de ces graines à long terme.

La qualité de gestion des ressources génétiques dans des chambres froides affecte le maintien de l'intégrité génétique. Börner *et al.* (2000) ont étudié cet aspect sur des accessions de blé conservées durant 50 ans. Les résultats ont montré un degré élevé d'identité des accessions, qui résulte de la haute qualité de leur gestion.

D'autres travaux ont également montré que lorsque survient une germination pré-récolte chez une espèce (moisson en conditions pluvieuses), ceci affecte la viabilité des graines lors de leur conservation en chambre froide et provoque une perte de la diversité génétique durant la période de régénération des accessions (Masi et Spagnoletti Zeuli, 1999). Cette érosion génétique est aussi due au fait qu'un matériel génétique stocké, n'est plus soumis aux pressions de sélection exercées par le milieu d'origine, il y'a donc une réduction continue des ressources génétiques en évolution dans leur milieu de développement et donc des possibilités de leur adaptation aux modifications du milieu et des techniques culturales. Le risque est donc de voir que le matériel stocké perde sa diversité à terme et son utilité pour l'amélioration génétique des plantes (Louette, 1994).

Il est également important d'ajouter que la multiplication des échantillons de graines de chaque accession dans un petit champs de terrain, a le potentiel de créer un goulot d'étranglement des populations (Bottleneck), ce qui entraîne une perte de la diversité génétique et la fréquence des gènes change à chaque cycle de multiplication et de régénération (Parzies *et al.*, 2000). En effet, ces derniers ont cherché à déterminer à quelle période ce goulot se produisait chez des accessions d'orge conservées en chambre froide durant différentes durées (10, 40 et 72 ans). Ils ont donc évalué les niveaux de diversité génétique grâce aux marqueurs moléculaires, à chaque durée de conservation. Les résultats obtenus sont ensuite comparés aux niveaux de diversité génétique pour les mêmes marqueurs, chez des variétés d'orge récemment collectée en Syrie. Les résultats ont montré que plus la durée de conservation est importante, plus la diversité génétique diminue dans les accessions.

Tous ces travaux montrent la nécessité d'une bonne gestion et d'un contrôle continu des ressources génétiques conservées en chambres froides et de l'importance de conserver en

---

parallèle ces accessions dans des collections, pour maintenir leur processus évolutif et leur aptitude aux milieux de culture.

## 1.2.5 Conservation *in-vitro* et cryoconservation des ressources génétiques végétales

---

Les techniques de culture *In-vitro* (vitrothèques) et de cryoconservation (cryothèques) sont utilisées pour la conservation d'espèces d'origines tropicales ou subtropicales (cocotier, avocatier, cacaoyer, manguier) à semences ( récalcitrantes ) (semences ne supportant pas une déshydratation même limitée et sont souvent sensibles au froid), pour les espèces à semences dites " intermédiaires " (semences pouvant être déshydratées jusqu'à des teneurs en eau relativement réduites, mais qui sont sensibles aux basses températures) telles que les plantes d'intérêt économique (caféier, palmier à l'huile) et pour les plantes à multiplication végétative ne produisant pas de grains (bananiers, plantains) ( Englemann, 1998 ; Berthaudet *al.*, 1999 ; Englemann et Dussert, 2000). Dans ces techniques de conservation, la plante est conservée sous forme d'apex, de cals, de suspensions cellulaire ou d'embryons (Englemann, 1998).

### 1.2.5.1 Conservation *in-vitro*

Des progrès très importants ont été réalisés au cours des 10 dernières années, pour le développement des techniques de culture *in-vitro*, pour la conservation des ressources génétiques végétales (Berthaudet *al.*, 1999).

Cette méthode permet la conservation des ressources génétiques dans un espace minimale et avec moins d'intrants, et à l'abri de nouvelles contaminations par des ravageurs et des maladies. Ce qui diminue considérablement le risque de perdre le matériel génétique (Van Den Houwe et Swennen, 1998).

Plusieurs programmes de recherche visent à utiliser cette technique pour la conservation des ressources génétiques, tel que le programme de la patate douce dans les pays asiatiques, qui vise à développer des stratégies de conservation *in-vitro* de cette espèce (Nissilaet *al.*, 1999).

L'objectif de cette technique est en fait de ralentir la croissance de la plante et d'augmenter ainsi les intervalles entre les repiquages et elle n'est utilisée que pour la conservation à moyen terme d'espèces à croissance lente, telles que le caféier (Berthaudet *al.*, 1999). Selon ces auteurs, des températures de conservation *in-vitro* de l'ordre de 0 - 5° C peuvent être utilisées pour les espèces tolérantes au froid, mais des températures plus élevées sont requises dans le cas des espèces tropicales ou subtropicales qui sont souvent sensibles au froid. La technique de conservation *in-vitro* permet donc une conservation à moyen terme, pour cela la technique de cryoconservation a été développée pour permettre une conservation à plus long terme.

### 1.2.5.2 Cryoconservation

La cryoconservation est une méthode qui a été développée dans les années 1970 - 80 (Berthaudet *al.*, 1999). Cette technique permet de stocker du matériel biologique à une température ultra-basse, généralement celle de l'azote liquide (-196° C). C'est la seule technique disponible à l'heure actuelle permettant d'assurer la conservation à long terme, en toute sécurité et à coût réduit, des ressources génétiques. La division cellulaire et les

processus métaboliques sont totalement arrêtés à cette température extrêmement basse (Van Den Houwe et Swennen, 1998 ; Berthaud et al., 1999 ; Englemann et Dussert, 2000).

Selon Kochko (2000), les techniques de cryoconservation ne sont pas universelles, car elles demandent que les plantes aient une capacité de régénération et de résistance au processus de cryoconservation. En effet, certains organes végétaux tels que les semences orthodoxes et les bourgeons dormants résistants au froid, contiennent des quantités d'eau très faible et peuvent ainsi être cryoconservés directement sans traitement préalable. Cependant, la plus part des systèmes employés en cryoconservation (suspensions cellulaires, cals, apex, embryons) sont cultivés *in-vitro* et contiennent donc des quantités d'eau très élevées, c'est également le cas des semences non orthodoxes. Pour tous ces types de matériel qui ne sont pas intrinsèquement tolérants à la congélation, les cellules doivent être préalablement déshydratées artificiellement pour les protéger des dommages causés par la cristallisation de l'eau intracellulaire (Englemann et Dussert 2000).

Il serait important de souligner que la cryoconservation n'est pas destinée à remplacer les autres techniques de conservation *ex-situ*, mais qu'elle représente un outil supplémentaire à la disposition des gestionnaires de banques de gènes pour améliorer la conservation des ressources génétiques placées sous leur responsabilité.

### 1.3 Caractérisation morphologique

Le blé dur possède une tige cylindrique, dressée, habituellement creuse et subdivisée en entre-nœuds, certaines variétés possèdent toutefois des tiges pleines (Clarke *et al.*, 2002). Le chaume (talles) se forme à partir de bourgeons axillaires aux nœuds à la base de la tige principale. Le nombre de brins dépend de la variété, des conditions de croissance et de la densité de plantation. Dans des conditions normales, une plante peut produire en tout trois brins en plus de la tige principale, mais tous ne donnent pas nécessairement des épis (Bozzini, 1988).

Les feuilles de blé se composent d'une base (limbe) entourant la tige, d'une partie terminale qui s'aligne avec les nervures parallèles et d'une extrémité pointue. Au point d'attache de la gaine de la feuille se trouve une membrane mince et transparente (ligule) comportant deux petits appendices latéraux (oreillettes). La tige principale et chaque brin portent une inflorescence en épi terminal.

L'épi est muni d'un rachis portant des épillets séparés par de courts entre-nœuds. Chaque épillet compte deux glumes (bractées) renfermant de deux à cinq fleurs distiques sur une rachéole. Chaque fleur parfaite est enfermée dans des structures semblables à des bractées, soit la glumelle inférieure (lemma ou lemme) et la glumelle supérieure (paléa). Chacune compte trois étamines à anthères biloculaires, ainsi qu'un pistil à deux styles à stigmates plumeux. À maturité, le grain de pollen fusiforme contient habituellement trois noyaux.

Chaque fleur peut produire un fruit à une seule graine, soit le caryopse. Chaque graine contient un large endosperme et un embryon aplati situé à l'apex de la graine et à proximité de la base de la fleur (Bozzini, 1988).

Les travaux consacrés à la morphologie des blés sahariens par Ducellier (1920) ressortent les points suivants:

L'extrême diversité des formes rencontrées ;

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

- *Triticum. vulgare* HOST. var. *oasicolum* L.D.
- *Triticum. spelta* L. var. *saharae* L.D.

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

- Les blés à faciès nettement saharien.
- Les blés *speltoides* (*T. spelta* L. var. *saharae* L.D.)
- Les blés compacts
- Les blés sahariens à "caractères atténués ou nuls".

L'existence d'affinités entre les blés oasiens et certains blés tendres d'Asie : ces affinités ont été mises en évidence par Flaksberger (1939), et elles ont conduit Erroux (1962) à proposer une classification des blés du Sahara appuyée par des diagnoses établies par Vavilov (1934), et Flaksberger (1939) pour les blés d'Asie.

La fréquence élevée d'anomalies morphologiques. : Feuilles subculmaires ou intraculmaires (dont la base du limbe est insérée à la base de l'épi, ou entre deux étages d'épillets), épillets orientés perpendiculairement à la normale.

Erroux (1962) propose donc une clé d'identification des blés sahariens reposant sur les caractères morphologiques suivants :

- absence ou présence de barbes (formes *muticum* et *aristatum* respectivement).
- forme des barbules (ou arêtes) ; les barbules des blés oasiens sont presque toujours en forme de crochets, mais on peut observer dans certains cas une dilatation plus ou moins grande de la base de l'arête, pouvant aller jusqu'à former deux lobes arrondis : ce caractère avait déjà été noté par Vavilov (1934) chez certains blés d'Asie qu'il avait regroupés sous le terme *inflatum*.
- taille et forme des glumes : celles-ci peuvent être plus ou moins ventrues, et plus ou moins coudées à la base, le renflement de la glume étant assez étroitement lié à la dilatation de la base de l'arête.
- compacité de l'épi, rapport du nombre d'étages d'épillets sur l'épi à la longueur de l'épi en décimètres : les blés du Sahara, et en particulier ceux du groupe *oasicolum*, ont une compacité supérieure à celle des populations des zones voisines (Atlas marocain, Tell algérien) ; la fluctuation de ce caractère est toutefois considérable : en conditions de cultures favorables, les glumes peuvent se déformer et le nombre d'épillets augmenter (on peut même noter dans certains cas la présence d'épillets supplémentaires pédicellés).
- couleur de l'épi et du grain ; on peut distinguer, parmi les blés des oasis :
  - des types à épis blancs et à grains roux
  - des types à épis blancs et à grains blancs
  - des types à épis rouges et à grains rouges
  - des types à épis rouges et à grains blancs

- villosité de l'épi : il s'agit d'un caractère très répandu chez les blés sahariens.

Erroux (1962) a montré, à partir de l'étude de la descendance de nombreux croisements, que les caractères : mutique, velu, grain rouge et épi rouge, étaient des caractères dominants.

Les blés tendres des oasis se distinguent donc des autres blés par leurs épis denses, courts ou allongés, pourvus de barbules courtes, droites ou en crochet, des barbes épaisses et courtes en général (Ducellier, 1930).

## 1.4 Bases de données

Pour une bonne gestion des ressources génétiques et pour faciliter leur utilisation, la création d'une base de données est fondamentale. Elle permet de rassembler toutes les informations se rapportant au matériel végétal collecté et facilite ainsi l'accès aux ressources conservées.

Selon Charrier et Dussert (1999), les bases de données informatiques apparaissent comme étant le système le plus adapté pour gérer l'ensemble de l'information liée aux ressources génétiques. L'information acquise pour une accession se rapporte classiquement à :

**Son passeport** : Identification, détermination botanique, nature du matériel (cultivar, population sauvage, race du pays....), l'origine éco géographique, généalogie. Ces données sont constantes et accompagnent l'accession lors de sa distribution et de son étude.

**Sa gestion** : Date d'acquisition, conditions de conservation, localisation en collection ou en chambre froide, régénération et distribution. Ces données évoluent constamment dans le temps.

**Son évaluation** : Description morphologique, botanique, physiologique, agronomique, génétique. L'évaluation génère un grand volume d'informations variées et cumulables.

Afin de faciliter la gestion de ces informations, l'IPIGRI avec la participation des spécialistes dans le domaine des ressources génétiques, a établi pour la plupart des plantes cultivées, la liste minimale des descripteurs à acquérir pour les données de passeport, la gestion et l'évaluation des ressources génétiques. Ces listes très largement diffusées dans le monde, tendent à homogénéiser la nature de l'information et ainsi faciliter une utilisation optimale des ressources génétiques dans le cadre d'un réseau international.

Avant d'être saisies dans une base de données, ces informations doivent être bien organisées (éviter la redondance) afin d'assurer une rapidité et une efficacité de recherche. Selon Berthaudet *al.*, (1990), une base de données doit présenter les critères suivants :

- Sa variété et son évolution au cours du temps.
- Son volume proportionnel au nombre d'accessions conservées et au nombre de données acquises pour chaque accession.
- La sécurité de son stockage.
- Son accessibilité rapide et ouverte à tous les utilisateurs des ressources génétiques.

La base de données facilite l'accès à toutes les informations concernant les ressources génétiques conservées et permet donc une meilleure gestion des banques de gènes et une utilisation durable de ces ressources génétiques.

La base de données des ressources génétiques des blés européens (EWDB) a été développée en France par le GEVES et Surgères en se basant sur les descripteurs de l'IPIGRI (Faberovaet *al.*, 1999).

On peut citer aussi quelques exemples des grands centres détenteurs de bases de données de certaines ressources génétiques (tableau 1).

**Tableau 1 : Exemples de centres détenteurs de bases de données sur les ressources Génétiques (Berthaudet *al.*, 1999)**

Centres	Quelques espèces de Ressources Génétiques
CIAT (Colombie)	Fourrages
CIMMYT (Mexique)	Blé, Orge, Maïs, Triticale
ICARDA (Syrie)	Blé, Orge, Fève, Lentilles, Pois chiche, Fourrages
ICRISAT (Inde)	Sorgho, Arachide, Mil, Millet, Pois chiche
IITA (Nigeria)	Maïs, Riz, Soja
IRRI (Philippines)	Riz
WARDA (Côte d'Ivoire)	Riz

En conclusion pour garantir l'intégrité génétique des ressources végétales et leur potentiel évolutif, et pour assurer une conservation durable de cette diversité, il est important d'associer les deux modes de conservation *in-situ* et *ex-situ*. Car si le premier tente de conserver les espèces sous des conditions naturelles dans lesquelles elles se sont normalement trouvées, le second, au contraire, essaye de les conserver durablement sous des conditions artificielles. Etablir une approche complémentaire entre ces deux types de conservation, semble être nécessaire pour assurer la pérennité d'une espèce. Selon la FAO (1996), il serait nécessaire de mettre au point des méthodes qui permettent de consigner les activités de gestion et de conservation *in-situ* (à la ferme et dans les jardins) des ressources phylogénétiques et d'établir des liens avec les banques de gènes et les instituts de recherche au niveau national et régional.

D'autre part, en complétant avec les données des sites de prospection, il serait possible de rechercher dans quelle mesure, ces données expliquent les caractéristiques morphologiques et physiologiques des populations, afin de mettre en évidence les écosystèmes les plus favorables à l'expression de la diversité. Ceci permettra de préciser les biotypes à conserver *in-situ* ou les plus intéressants à collecter (Mousset, 2000). Mais aussi avant d'entreprendre des collectes, il est important d'évaluer attentivement la capacité de conservation du matériel collecté dans des conditions d'efficacité et de durabilité (FAO, 1996). Il est également important de donner la priorité de conservation à long terme, aux espèces qui connaissent une perte de viabilité et pour celles qui sont uniques ou rares, et qui sont donc menacées de disparition.

Il est également important de souligner que même étant conservées, les ressources génétiques tendent également à disparaître même dans certaines banques de gènes (FAO, 1996 ; Gass, 1998 ; Manuel et Uva, 1998), car beaucoup d'entre elles ne satisfont pas aux normes internationales minimales et un nombre alarmant d'entrées stockées ont besoin d'être régénérées. Ceci indique qu'une grande partie du matériel collecté et conservé dans le passé est aujourd'hui en péril (FAO, 1996).

## **CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE DE QUELQUES POPULATIONS LOCALES DE BLE TENDRE (TRITICUM AESTIVUM L.), DE LA REGION D'ADRAR**

---

Pour cela le public doit être informé et sensibilisé sur l'importance et l'urgence de la conservation de la diversité génétique. Cette conservation ne peut être durable que si la politique de chaque pays procure des équipements d'appuis et des ressources financières, pour faciliter la collecte, la conservation, l'évaluation, la gestion et l'utilisation des ressources génétiques et promouvoir ainsi la sécurité alimentaire dans le monde.

# CHAPITRE II : MATERIEL ET METHODES

## 2.1 Matériel végétal

Le matériel d'étude constitué de 52 accessions de blé réparties sur 24 populations, a été collecté dans les régions du Touat et du Gourara dans la wilaya d'Adrar (Figure 2). Certaines populations ont été collectées sur plusieurs sites (allant de 1 à 11 sites) (Tableau 2) ce qui nous a permis de recenser 52 accessions de blé. Ces derniers seront comparés dans notre étude aux deux variétés standards utilisées comme références et qui sont HD 1220 (V1) et Anza (V2).

Ces populations sont collectées suite à plusieurs prospections sur terrain (zone d'étude) et sont issues de la récolte de l'année en cours c'est à dire fin mars 1997, réalisée par les agriculteurs des différents ksours. Les épis collectés ont été conservés à température ambiante jusqu'à la période de semis en plein champ.

**CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE DE QUELQUES POPULATIONS LOCALES DE BLE TENDRE (TRITICUM AESTIVUM L.), DE LA REGION D'ADRAR**

Noms des populations	Nombre d'accessions par population	Code	Ksars : lieux de récolte	Communes	Daira	Régions
Benmabrouk	11	P1a	Brinken	Zaouiet kounta	Zaouiet Kounta	Touat
		P1b	Ouled el-hadj Zaouiet kounta	Zaouiet kounta	Zaouiet Kounta	Touat
		P1c	Baoundji	Zaouiet kounta	Zaouiet Kounta	Touat
		P1d	Tamantit (jardin1)	Tamantit	Fenoughil	Touat
		P1e	Titaf	Sali	Reggane	Touat
		P1f	Zaouiet cheikh Al Mayali	Bouda	Adrar	Touat
		P1g	Ouled El Hadj el Mamoun	Deldoul	Acogrout	Gourara
		P1h	Ouled Rached	Metarfa	Acogrout	Gourara
		P1i	Bahou	Charouine	Charouine	Gourara
		P1j	Lahmar	Ouled A issa	Charouine	Gourara
		P1k	T'massekht	<u>Timerkouk</u>	<u>Timerkouk</u>	Gourara
Bentembarek	5	P2a	Tidmaine	In Zghmir	Zaouiet Kounta	Touat
		P2b	El - Mansour	Sali	Reggane	Touat
		P2c	Laida	Tsabit	Tsabit	Touat
		P2d	Taourite	Timimoune	Timimoune	Gourara
		P2e	Ajdir el Ghorbi	Charouine	Charouine	Gourara
Chatar	5	P3a	Tamantit (jardin1)	Tamantit	Fenoughil	Touat
		P3b	Tamantit (jardin2)	Tamantit	Fenoughil	Touat
		P3c	Tamantit (jardin 3)	Tamantit	Fenoughil	Touat
		P3d	Tidmaine	In Zghmir	Zaouiet Kounta	Touat
		P3e	El Mansour	Sali	Reggane	Touat
Mourna	4	P4a	Zaglou	Reggane	Reggane	Touat
		P4b	Ghabet moulay Ali	Tsabit	Tsabit	Touat
		P4c	Ouled El Hadj el Mamoun	Deldoul	Acogrout	Gourara
		P4d	Ouled Rached	Metarfa	Acogrout	Gourara

*Tableau 2: Liste des populations étudiées dans l'essai de Mahdi Boualem*

Noms des populations	Nombre d'accessions par population	Code	Ksars : lieux de récolte	Communes	Daïra	Régions
Oum Rakba	4	P5a	Tiloulène	In Zghmir	Zaouiet Kounta	Touat
		P5b	Ksar el-hadj Zaouiet kounta	Zaouiet kounta	Zaouiet Kounta	Touat
		P5c	Baounjdi	Zaouiet kounta	Zaouiet Kounta	Touat
		P5d	Ouled Rached	Metarfa	Aougrouit	Gourara
Hamra	2	P6a	Tamantit (jardin1)	Tamantit	Fenoughil	Touat
		P6b	Aghil	Tamest	Fenoughil	Touat
Sabaga	2	P7a	Tidmaine	In Zghmir	Zaouiet Kounta	Touat
		P7b	Tiloulène	In Zghmir	Zaouiet Kounta	Touat
Zaghloul	2	P8a	El -Maïz	Tsabit	Tsabit	Touat
		P8b	Brinken	Zaouiet kounta	Zaouiet Kounta	Touat
Chouitar	2	P9a	Tamantit (jardin3)	Tamantit	Fenoughil	Touat
		P9b	Tamantit (jardin4)	Tamantit	Fenoughil	Touat
Touatia	1	P10	Ghabet moulay Ali	Tsabit	Tsabit	Touat
Oum Zhira	1	P11	Ain zeglouf	Reggane	Reggane	Touat
Masraf	1	P12	Laïda	Tsabit	Tsabit	Touat
El Karâa	1	P13	Ouled Rached	Metarfa	Aougrouit	Gourara
Bahamoud	1	P14	Ouled Rached	Metarfa	Aougrouit	Gourara
Slimania	1	P15	Izrafil	Reggane	Reggane	Touat
Bakli	1	P16	El - Baraka	Deldoul	Aougrouit	Gourara
Belbali	1	P17	Titaf	Sali	Reggane	Touat
Bensalem	1	P18	Hiha	Ouled Aïssa	Charouine	Gourara
Askandria	1	P19	Igstane	Deldoul	Aougrouit	Gourara
El Farh	1	P20	Aghil	Tamest	Fenoughil	Touat
Ali Benmakhlouf	1	P21	Laïda	Tsabit	Tsabit	Touat
Arnouche	1	P22	Igstane	Deldoul	Aougrouit	Gourara
El Menea	1	P23	El habla	Tsabit	Tsabit	Touat
Ali Amelal	1	P24	Ajdir el Ghorbi	Charouine	Charouine	Gourara
<b>Total populations :</b> 24	<b>Total accessions :</b> 52					

**Tableau 2(Suite):**Liste des populations étudiées dans l'essai de Mahdi Boualem

L'existence de la majorité de ces populations dans les régions du Touat et du Gourara a été mentionnée par Ducellier (1920) et Erroux (1962), tel que les populations : Benmabrouk, Bentembarek, Charar, Moumna, Oum Rakba, Hamra, Sabaga, Touatia, Masraf, El Karâa Bahamoud, Askandria, El Farh et Ali Benmakhlouf. Les agriculteurs, par leur savoir faire ancestral, ont contribué à la sauvegarde de cette large diversité.

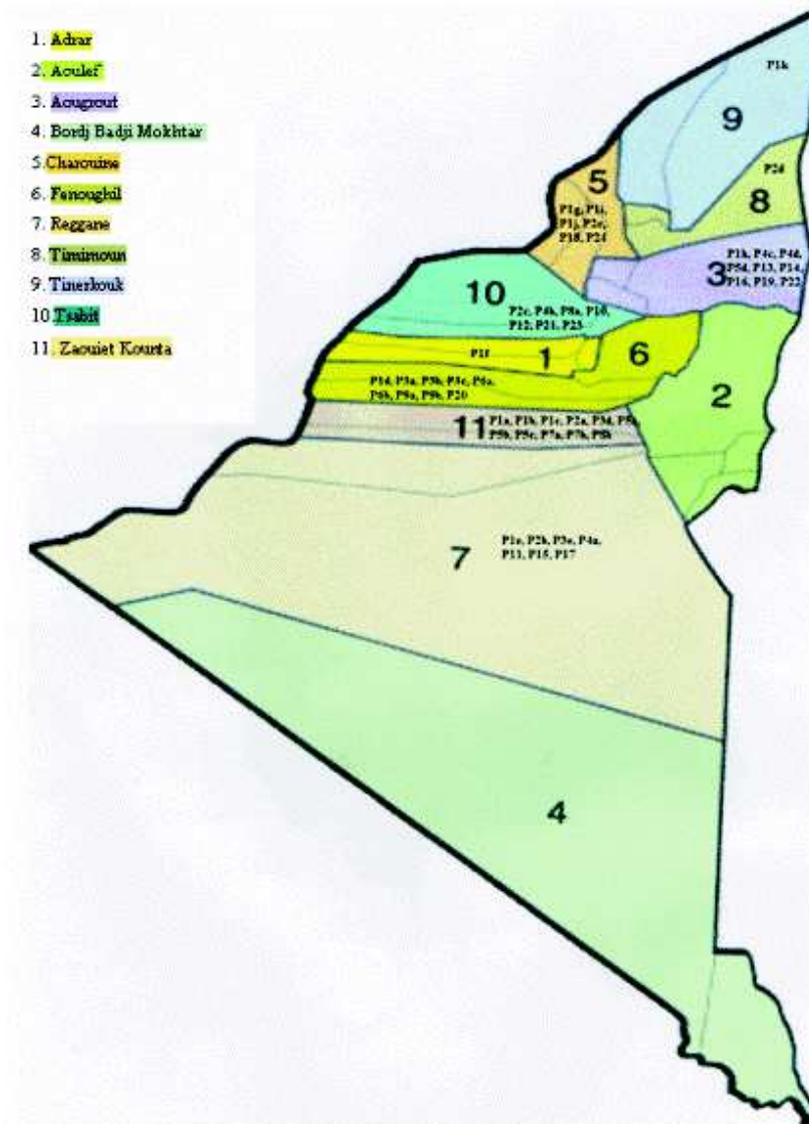


Figure 2 : Répartition géographique des 52 accessions de blé dans les régions du Touat et Gourara (Wilaya d'Adrar)

## 2.2 Prospection

### 2.2.1 Description de la zone de prospection

Les populations ayant fait l'objet de la présente étude ont été collectées dans les zones du Gourara (région de Timimoun) et du Touat (région d'Adrar).

La région du **Touat** est située au centre de la [wilaya d'Adrar](#) et s'étend sur une superficie de 205.623 km<sup>2</sup>. Elle est composée de 12 Communes qui sont: Tsabit, Sbaa, Bouda, Adrar, Timmi, Tamantit, Fenoughil, Tamest, Zaouiet Kounta, In Zghmir, Sali et Reggane.

Elle ne comprend pas moins de 135 Ksours étalés le long de l'Oued Messaoud sur une distance de 220 km. Cette belle vallée verdoyante, a depuis la haute histoire constitué un fragment vital de l'axe de communications qui liait le Maghreb au Soudan. La capitale s'appelait, Timmi, c'est l'une des plus grandes oasis de Touat par laquelle passait la voie de l'or. La région est connue aussi pour son système d'irrigation ingénieux (les foggaras) (Latrech, 1988).

Le **Gourara**, Région voisine du Touat ayant une superficie de 65.203km<sup>2</sup>, est un ensemble d'oasis qui s'étend entre le Grand erg Occidentale et le plateau du Tadmaït, elle partage plusieurs caractéristiques avec le Touat : système des foggaras, architecture aux influences marocaines et soudanaises, palmeraies. Toutefois elle se distingue par la qualité exceptionnelle de ses paysages avec ses ksours et ses palmeraies dominant l'immense étendue saline de la Sebkhha. La couleur rouge est aussi l'un des traits distinctifs du Gourara, d'ailleurs Timimoune la capitale du Gourara est connue sous le pseudonyme d'oasis rouge. Des galeries souterraines ont été creusées. Elles pénètrent dans la partie supérieure de la nappe et assurent l'écoulement de l'eau par gravité vers les dépressions basses où sont plantés les palmiers. Ce sont des galeries drainantes, reliées au sol par des bouches d'évacuation considérées comme un système de distribution ingénieux des eaux appelé "**Quasria**" une sorte de peigne qui permet de répartir l'eau entre les différents jardins. Le Gourara présente 10 communes qui sont: [Timimoun](#), [Aougrout](#), Deldoul, [Tinerkouk](#), [Ouled Saïd](#), [Charouine](#), [Metarfa](#), Talmine, Ouled Aissa et Ksar Kaddour.

Le climat de la région d'Adrar (région prospectée) obéit aux caractéristiques générales du climat saharien avec un hiver froid et glacial avec des températures atteignant parfois les 0 C (décembre - janvier) et un été chaud et sec dépassant les 45 C (juillet - août).

La pluviométrie dans la région du Touat est extrêmement faible sinon insignifiante ce qui rend impossible toute agriculture sans irrigation, mais dans la région de Gourara on enregistre parfois de fortes chutes de pluies. La fréquence des vents est grande durant toute l'année, généralement c'est au printemps (mars - avril) que se manifestent les vents de sable. En été le sirocco souffle du secteur Sud-est et en hiver les vents soufflent du Nord-est. Les vents sont souvent violents pouvant atteindre une vitesse de 100km/h. Quant à la nature du sol, le Touat est caractérisé par un sol sablo-limoneux et la région du Gourara par des sols limoneux et de couleur brun-rougeâtre (Sariane et Boumezbeur, 2006).

## 2.2.2 Prospection et critères de choix des zones prospectées

Inventorier les variétés locales est difficile quand on connaît leur hétérogénéité morphologique, l'abondance des taxons nommés pour les désigner et la synonymie. La diversité génétique des cultivars utilisés dans ces agrosystèmes est le plus souvent sous-estimée (Kshirsagar et Pandey 1995, Elias *et al.*, 2000b, Louette 2000, Tunstall *et al.*, 2001, Caillon et Lanouguère-Bruneau 2005).

Nous avons réalisé plusieurs prospections dans la région du Touat et Gourara dans la durée de chacune était au moins de 10 jours, afin de pouvoir balayer d'une manière efficace l'ensemble de la région et d'avoir le maximum de diversité possible.

A chaque Ksar (point de prospection) nous nous faisons accompagner soit par un responsable de la Mairie, soit par un vieux du village pour entamer la prospection dans les différents jardins du ksar.

Nous avons adopté une méthode qui consiste à prospecter les ksours se trouvant :

- A proximité de la route nationale et proche de la ville ;
- Pas très éloignés de la ville ;
- Complètement isolés (retirés de la route et de la ville).

Nous cherchions également à diversifier les jardins en fonction de leur superficie et du mode d'irrigation (puits, forage ou foggara).

Lors de la réalisation de notre prospection, nous avons utilisé une approche participative grâce à laquelle nous avons pu collecter le maximum d'informations par le biais des agriculteurs quant à leur savoir-faire ancestral.

## **2.3 Etude expérimentale**

### **2.3.1 Mise en place de l'expérimentation**

---

Pour étudier la diversité morphologique des populations de blés collectés dans la région d'Adrar, un essai expérimental a été mis en place à la station INRAA de Mahdi Boualem. Le semis a été réalisé au mois de décembre 1997.

Les accessions de blés collectés ont été mises en essai en présence de deux variétés références de blé tendre : Anza et HD 1220. Le dispositif expérimental adopté est un dispositif en randomisation total.

Chaque accession a été semé à raison de 8 épis par accession et chaque épi a été semé en ligne à raison de 15 graines. Cela fait un total de 120 graines semées par accession. Les espacements sont de 40 cm entre les lignes et de 20 cm entre les plants. Ce type d'espacement a été réalisé en raison de la quantité insuffisante de graines et pour assurer un bon tallage herbacé.

L'essai a été mené en conditions pluviales (sans aucun apport d'irrigation).

La figure 3 montre une vue générale de l'essai d'Adrar ainsi que l'illustration de l'aspect de 5 populations.



1 : Vue générale de l'essai, 2 : Moumna, 3 : Oum Zhira, 4 : Chatar, 5 : Masref,  
6 : Benmabrouk

**Figure 3 :** *Présentation de l'essai expérimental à Mahdi Boualem ainsi que l'illustration des plantes de 5 populations*

### 2.3.2 Caractéristiques du sol

La parcelle de l'expérimentation de Mahdi Boualem est une parcelle homogène et plate, ne présentant aucune pente.

Le sol de la parcelle de Mahdi Boualem présente les caractéristiques illustrées dans le tableau 3. L'analyse du sol montre une texture argileuse avec une faible teneur en calcaire et un PH basique.

**Tableau 3 :** *Caractéristiques du sol de la station de Mahdi Boualem*

**CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE DE QUELQUES POPULATIONS LOCALES DE BLE TENDRE (TRITICUM AESTIVUM L.), DE LA REGION D'ADRAR**

Profondeur	0 – 20 cm	20 – 40 cm
PH	7.60	7.55
CE	0.27	0.25
N (%)	1.26	0.98
P <sub>2</sub> O (ppm)	35.49	38.90
K <sub>2</sub> O (ppm)	484	310
Calcaire total (%)	1.83	1.83
Argile (%)	50.75	49.09
Limon fin (%)	23.25	24.50
Limon grossier (%)	9.75	10.20
Sable fin (%)	10.10	10.95
Sable grossier (%)	5.99	3.59

**2.3.3 Caractéristiques climatiques**

Le total des pluies enregistrées du 1er juillet 1997 au 30 juin 1998 dans la wilaya d'Alger est de 777,4 mm. Les pluies ont été irrégulières. Elles ont été plus importantes aux mois de novembre 1997 et mai 1998.

L'année 1997/1998 a présenté trois jours de grêle et de sirocco mais aucune gelée n'a été observé.

La figure 4 représente la variabilité mensuelle de la pluviométrie et des températures durant la campagne 1997/1998.

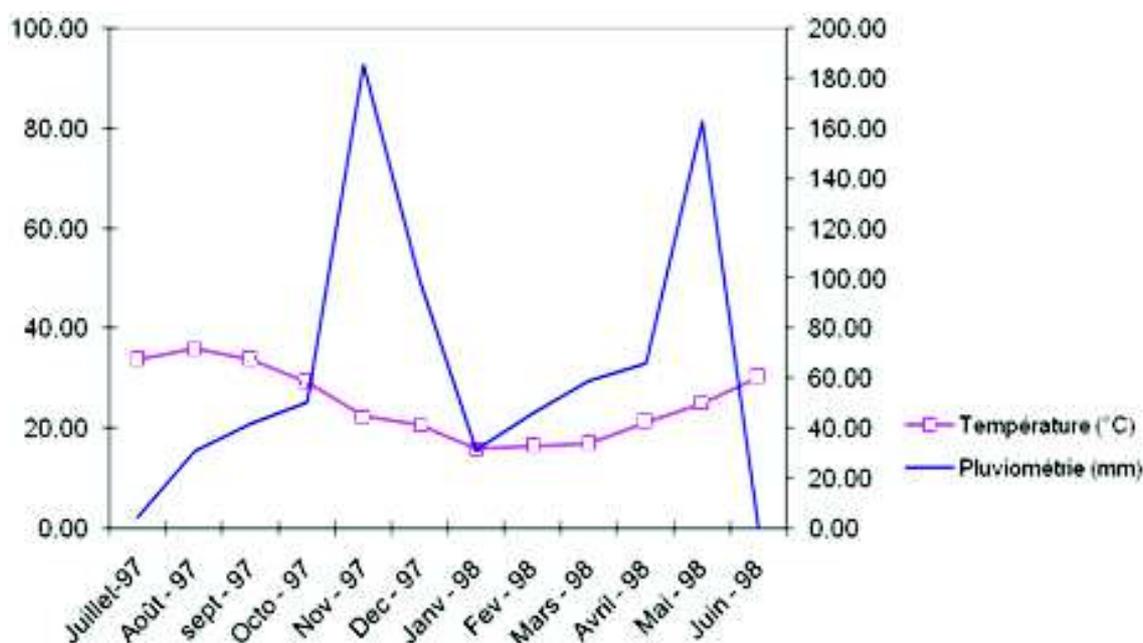


Figure 4 : Diagramme ombrothermique de la campagne agricole 2007/2008

**2.4 Caractères morphobiométriques étudiés**

La diversité génétique présente chez les blés oasiens a une valeur inestimable. En effet toute population de blé est vue comme un "Pool de gènes" dont la composition est susceptible d'évoluer (Henry et Gouyon, 1998). L'étude des processus d'identification permet de rendre compte de la diversité biologique telle qu'elle est perçue et pensée par les agriculteurs.

La caractérisation morphologique des populations a été établie sur la base de descripteurs qualitatifs et quantitatifs (IPGRI 1985 ;UPOV, 1990).L'étude a été faite aussi bien sur les caractères morphologiques qualitatifs que quantitatifs. Pour l'ensemble de ces caractères les mesures ont porté sur 40 individus par accession pour les caractères du plant et sur 4 individus par accession pour les caractères de l'épi, les individus ont été choisis de manière aléatoire.

### 2.4.1 Caractères quantitatifs

Les caractères quantitatifs pris en considération sont:

- Nombre d'épis par plante (NEP)
- Hauteur de la plante (HP) (cm): c'est la longueur comprise entre la base de la plante jusqu'à l'extrémité supérieure de l'épi.
- Longueur du col de l'épi (LC) (cm): c'est la longueur comprise entre la dernière feuille de la tige (base du limbe) et la base de l'épi.
- Longueur du dernier entre-nœud (LDEN) (cm): c'est la longueur comprise entre le dernier nœud de la tige et la base de l'épi.
- Longueur de l'épi (LE) (cm): on considère la longueur de l'épi, depuis sa base (1er article du rachis) jusqu'au sommet de l'épillet terminal (barbes non comprises).

### 2.4.2 Caractères qualitatifs

Les paramètres qualitatifs sont mesurés au laboratoire après récolte et sont relatifs à la section de la tige et à la morphologie de l'épi du maître brin. Ils sont évalués sur la base d'une échelle allant de 1 à 2, de 1 à 3, de 1 à 5, de 1 à 9, et de 3 à 7 (Laumont et Erroux, 1961 ; IPGRI, 1985 et UPOV, 1990) (Voir le descripteur en Annexe 2).

Les caractères de la glume, glumelle et grain sont évalués au tiers moyen de l'épi.

- Section de la tige (ST): la section de la tige est réalisée entre la base de l'épi et le dernier entre nœud de la tige.
- Couleur de l'épi (CE)
- Forme de l'épi (FE)
- Compacité de l'épi (CPE) :Ce caractère est déterminé par l'importance des espacements existants entre les épillets.

Compacité : Nombre d'épillets par épi/ longueur de l'épi \* 100

- Présence ou absence de barbes ou arêtes (PBPA)
- Longueur des arêtes à l'extrémité de l'épi (LAEP)
- Longueur des barbes à l'extrémité de l'épi (LBEP)
- Distribution des barbes ou arêtes sur la longueur de l'épi (DBDA)

- Présence ou absence de poils au niveau de l'article terminal du rachis (ATR)
- Forme du bec de la glumelle inférieure (FBGL)
- Forme de la glume inférieure (FG)
- Forme du bec de la glume inférieure (FBG)
- Longueur du bec de la glume inférieure (LBG)
- Largeur du bec de la glume inférieure (LGBG)
- Forme de la troncature de la glume inférieure (FTG)
- Largeur de la troncature (LGT)
- Etendue de la pilosité interne de la glume inférieure (EPIG)
- Présence ou absence de l'empreinte interne de la glume inférieure (EMIG)
- Forme du grain (FGR)
- Longueur des poils de la brosse du grain (LPBGR)

## **2.5 Etude statistique**

L'ensemble des résultats obtenus sur les différentes essais sont traités statistiquement à l'aide de logiciels informatiques de traitements statistiques et de traitements graphiques .Le programme informatique utilisé est le logiciel XLSTAT 2011.

Nous avons dans une première partie, étudié les caractères qualitatifs de l'épi en élaborant la fréquence et le pourcentage de chaque caractère pour toutes les populations.

Dans une deuxième partie, nous avons fait une analyse de la variance (Anova) des caractères quantitatifs du plant. Dans le cas d'une différence significative entre les populations, le test LSD (least significant difference) a été effectué pour faire ressortir les différents groupes qui ont fait l'objet d'une analyse descriptive des moyennes des caractères étudiés, entre les populations.

L'analyse des caractères qualitatifs et quantitatifs, nous a permis d'élaborer des fiches descriptives pour chaque population et par conséquent de faire ressortir la variabilité inter-populations.

Les corrélations entre les différents caractères quantitatifs sont analysées aux seuils de signification : 5% - 1% - 0.1%.

Nous avons réalisé dans la troisième partie, une analyse en composantes principales (ACP) des caractères quantitatifs du plant, cette analyse multivariée permet de faire la synthèse de l'information contenue dans un grand nombre de variables. Son but est de réduire les dimensions de l'espace de représentation des données en projetant le nuage des points dans un ou plusieurs plans, en essayant de limiter la perte de l'information au cours de cette réduction. La morphologie du nuage et la répartition des points sur chacun de ces axes d'inertie permettent alors, de rendre lisible et hiérarchisée l'information contenue dans les tableaux de données.

Dans une dernière partie, nous avons effectué une analyse es Clusters selon la méthode de Ward pour l'ensemble des populations afin de hiérarchiser les populations.

# CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION

## 3.1 Fiches descriptives des populations collectées

Les caractères pris en considération pour la description de l'ensemble des populations concernent la biométrie et la morphologie des plants, épis et grains.



## 3.2 Résultats de l'enquête ethnobotanique

### 3.2.1 Noms vernaculaires des cultivars collectés

---

Dans les agro systèmes traditionnels, le concept de variété peut recouvrir des réalités biologiques et des niveaux d'homogénéité génétique très différents ( Barnaud, 2007). Le nom donné aux accessions de blé représente le marqueur d'une appartenance culturelle et patrimoniale et donc d'une continuité culturelle (McKey *et al.*, 2001).

Les observations et entretiens ont permis de constater que les agriculteurs gèrent une grande diversité de variétés de blé. Ils perçoivent cette diversité sur la base de la reconnaissance de caractères morphologiques. Ceci suscite un certain nombre d'interrogations concernant la structuration morphologique de la diversité nommée. Certaines variétés étaient nommées selon leurs caractéristiques morphologiques, d'autres portent les noms des agriculteurs ou les noms des Ksars.

La confusion qui règne dans l'esprit des agriculteurs se traduit par l'imprécision de la nomination employée pour désigner les types cultivés. En effet, les agriculteurs n'ont pas hésité à les désigner par des noms extrêmement divers : "Chouitar", "Hamra", "Sabaga", "Masref"...etc. Ces noms sont suggérés le plus souvent par une particularité qui retient l'attention des observateurs, mais qui n'a souvent aucune valeur taxonomique.

Dans les différents jardins que nous avons prospectés, nous avons remarqué que les noms donnés aux cultivars locaux de blé font référence soit :

- A l'aspect morphologique de la plante, telle que la couleur de l'épi ou de la graine. Les cultivars à épis rouges sont appelés "Hamra" et ceux à épis noirs sont généralement appelés "Kahla" (Ducellier, 1930) ou à la forme de la tige tel que "Oum Rakba ".
- A l'origine de leur provenance : "Askandaria", "Touatia" qui proviennent respectivement de l'Egypte et du Touat (Erroux, 1962).
- A un nom d'une personne ayant ramené la semence telle que les cultivars : "Bensalem", "Slimania", "Ali Amallal", "Moumna", "Ali Benmakhoulouf"...etc.
- Au cycle végétatif de la plante telle que cultivars : "Sabaga", "Chatar", "chouitar" connus pour leur précocité.
- A la valeur monétaire telle que le cultivar " Masref " qui a servi pendant longtemps comme monnaie d'échange.

Par contre toutes les variétés introduites du Nord soit par les colons soit par l'OAIC, sont appelées "Tazi".

Berlin (1976) a montré que l'existence de taxons « spécifiques » et « variétaux » dans les classifications traditionnelles est principalement observée pour les plantes cultivées et les plantes protégées. Une des explications avancées est que les gens portent plus d'attention à ces plantes, et les différencient donc plus finement sur la base de traits perceptibles culturellement saillants et peu nombreux. La finesse de la classification et le nombre important de taxons nommés soulignent donc l'importance culturelle du blé.

### 3.2.2 Conduite des blés dans les oasis

---

L'agriculteur perçoit et gère la diversité sur la base de la reconnaissance de caractères morphologiques et pour comprendre les choix des agriculteurs, il faut au préalable

caractériser la façon dont l'agriculteur perçoit, pense et gère la diversité du blé (Barnaud, 2007).

Commençons tout d'abord par définir qu'une **oasis** (du [grec ancien](#)), en [géographie](#), désigne une zone de [végétation](#) isolée dans un [désert](#). Ceci se produit à proximité d'une [source](#) d'[eau](#) ou lorsqu'une [nappe phréatique](#) est suffisamment proche de la surface du sol ou parfois sur le lit de rivières venant se perdre dans le désert et permet la culture.

Celle-ci en effet présente une structure triptyque :

- Une **source hydrique** (puits, forages et foggaras) qui est à l'origine de la survie des oasis ;
- Une **palmeraie** à proximité de laquelle sont cultivés en sous – étages des céréales, des espèces fourragères, des cultures maraîchères, des arbres fruitiers et des plantes industrielles et condimentaires (Image 1, Figure 5);
- Un **Ksar** qui est un ensemble d'habitations des agriculteurs se trouvant généralement à proximité des jardins (Image 2, Figure 5).

Il a été constaté que les ksours auraient été créés souvent de l'Est au Nord des palmeraies, ce qui peut être interprété comme un moyen d'utiliser la palmeraie comme un rideau rafraîchissant contre les vents chauds.

### 3.2.2.1 Semi

Dans les oasis, les blés sont cultivés sur des micro-parcelles appelées : "**guemounes**" (Image 5, Figure 5), ne dépassant pas les 32 m<sup>2</sup>. Leur superficie est tributaire de la taille de l'exploitation et du débit de la foggara. Les "guemounes" sont travaillées manuellement à l'aide de la houe pour retourner la terre avec incorporation du fumier.

Le semis se fait manuellement à la volée, à raison de 100 à 250 grammes de semences, suivant la taille du "guemoune". L'enfouissement des graines et le nivellement du sol se font simultanément avec la houe. Le semis est fait généralement en fin octobre - début novembre.

L'utilisation des engrais minéraux (NPK) par les agriculteurs est très limitée à cause de leur coût élevé.

Concernant l'irrigation, la culture de blé est irriguée juste après le semis, par la méthode de submersion pour permettre un bon recouvrement de la graine. La fréquence d'irrigation varie selon la quantité d'eau disponible et le stade végétatif de la plante.

### 3.2.2.2 Irrigation

L'irrigation au niveau des jardins est assurée par trois systèmes :

**Les foggaras** : C'est un système traditionnel d'irrigation très ancien, sur lequel est basée l'agriculture oasienne de la région d'Adrar (Image 3, Figure 5). C'est une technique savante qui assure le captage et l'adduction d'eau de la nappe aquifère au moyen d'un système de galeries drainantes en pente très douce, mais ayant de distance en distance des puits d'aération et d'évacuation des remblais. Elles débitent un certain volume d'eau (3m<sup>3</sup>/s) à un niveau légèrement supérieur à celui des jardins, de manière à permettre l'écoulement de l'eau par gravité. Ce système de distribution ingénieux est appelé "**Quasria**" une sorte de peigne qui permet de répartir l'eau de manière équitable entre les différents jardins (Image 4, Figure 5).

D'après Rahal *et al.* (2003), l'inventaire des foggaras entre 1945 – 1951 serait le suivant :

- **Touat** : 564 foggaras avec un débit de 2.099 m<sup>3</sup>/s
- **Gourara** : 281 foggaras avec un débit de 1.007 m<sup>3</sup>/s
- **Tidikelt** : 64 foggaras avec un débit de 0.580 m<sup>3</sup>/s

Le nombre total des foggaras est donc de 909, mais ceci s'est réduit à 572 en 1988 (Latrech, 1988) ce qui réduit la superficie exploitable par jardin.

Il est également important de souligner que les foggaras demandent un entretien périodique à cause de l'ensablement (un curage 1 fois/an), ce qui engendre des frais considérables pour les propriétaires.

**Les puits** : L'eau puisée des puits est versée dans un bassin, cette eau est ensuite acheminée par un canal jusqu'au jardin et distribuée dans les rigoles. Les systèmes de captage tels que les puits à balancier ou à poulie, ne suffiraient pas à alimenter tout le jardin. La demande en eau est très importante et nécessite l'utilisation de pompage des eaux en quantité suffisante.

Les jardins irrigués par les puits présentent les meilleurs rendements à cause d'une meilleure disponibilité en eau, mais le coût considérable de l'électricité consommée par le pompage empêche leur installation dans tous les jardins.

**Les forages** : Ils sont réalisés à la place des puits, lorsque la nappe d'eau est trop profonde. Ils nécessitent donc des frais plus importants.

### 3.2.2.3 Récolte

Quant à la moisson des blés, elle se fait par les hommes et les femmes à l'aide d'une faucille, au mois de mars – avril (Images 6 et 7, Figure 5). Durant ces dernières années les plants sont directement arrachés avec tout leur système racinaire pour gagner un peu plus de paille pour l'alimentation du cheptel. Après l'arrachage des plants par micro-parcelle, ces derniers sont attachés en botte appelée "**hazma**" (Image 8, Figure 5) et laissée dans l'exploitation, en position debout pour accélérer la dessiccation, qui facilitera l'opération de battage qui se fait exclusivement par les femmes (Image 9, Figure 5).

### 3.2.2.4 Multiplication de semences et mode de consommation

Dans chaque "guemoune", un seul cultivar de blé est semé. Le brassage entre les différents cultivars n'est pas à exclure vu leur proximité (séparés par un billon de 30cm de large). Dans certains jardins prospectés, après la récolte, les agriculteurs, prélèvent de chaque "hazma" quelques épis pour les multiplier l'année d'après, par contre dans d'autres jardins la quantité de semences à conserver pour chaque cultivar est prélevée après le battage, avant que le mélange de tous les cultivars ne se fasse pour les besoins de la consommation familiale.

Dans le cas où l'agriculteur n'aurait pas gardé de semences pour le semis de l'année d'après, il échange un lot de sa production pour la consommation (mélange de cultivars) contre un lot de semences d'un cultivar déterminé de chez son voisin, ce qui permet de maintenir une grande diversité à travers les jardins.

Les blés du terroir saharien sont surtout consommés en couscous, galettes, pains et en frik. Mais pour avoir une bonne farine répondant aux caractéristiques du produit fini, les agriculteurs mélangent différents cultivars lors du broyage des graines (Image 10, Figure

5). Parfois la production destinée à la consommation familiale ne suffit pas, ce qui oblige les agriculteurs soit à consommer la semence conservée pour le semis de l'année d'après, soit à acheter de la semence des jardins voisins. Mais il est important de signaler que la production est très modeste au niveau des jardins, ce qui pousse les agriculteurs à acheter encore de la semoule et de la farine.

La production ne permet pas de dégager un surplus pour la commercialisation, mais le peu qui est parfois commercialisé (cas des oasis à proximité de la ville), celle-ci est vendue à prix fort, 700 DA la "guelba" (18 Kg).

### 3.2.2.5 Conservation des semences

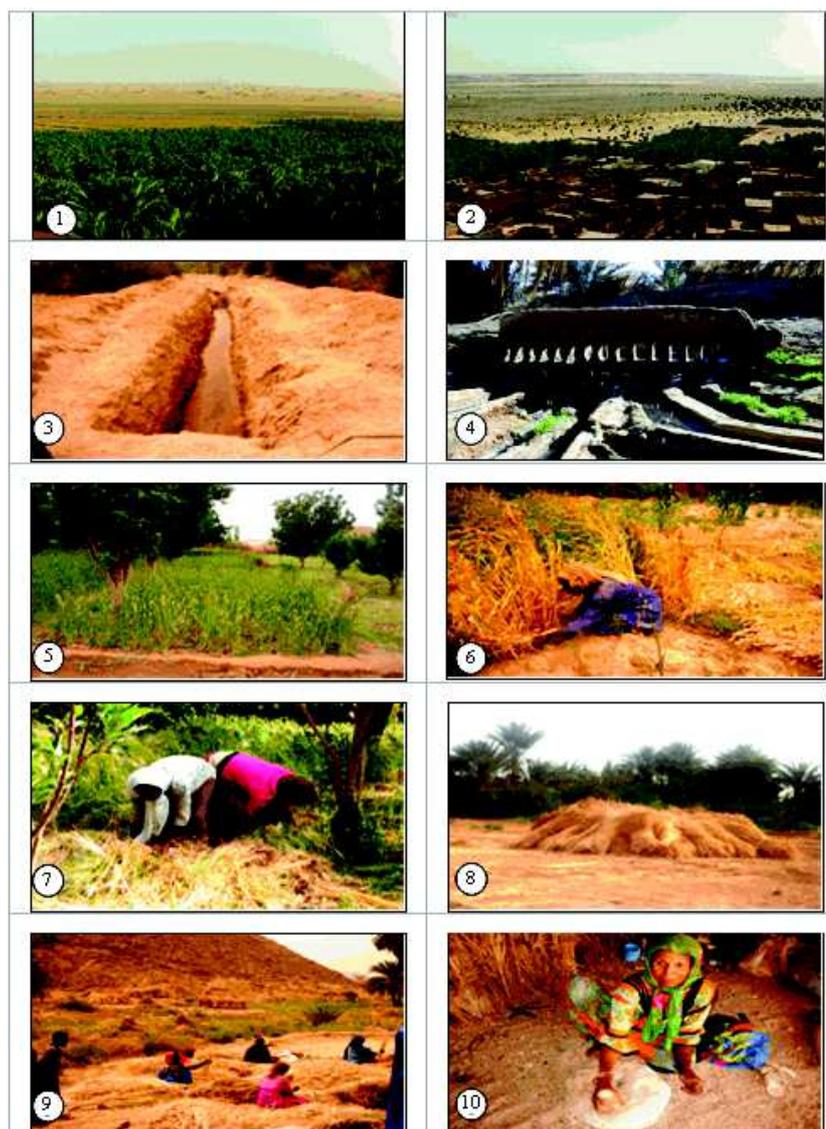
La conservation des semences au niveau des jardins des oasis se fait selon trois méthodes :

**EI - matmoura** : pièce construite uniquement avec du ciment ce qui permet de maintenir une certaine fraîcheur, dans laquelle les épis de blé ou les graines sont mis dans des sacs en jute et accrochés sur les murs, pour être conservés.

**Les fûts métalliques** : le fût en métal est placé sur des supports en bois à quelques centimètres du sol pour éviter le contact avec l'humidité. Le fût est ensuite rempli soit de graines ou d'épis et recouvert d'une couche de paille, laquelle est recouverte à son tour d'argile. Cette opération est effectuée pour chasser tout l'air qui se trouve à l'intérieur du fût (sous vide) ensuite il est placé dans un endroit ensoleillé.

**Khazane** : c'est un mini - silo en argile construit dans un coin de la cour bien exposé au soleil, avec une ouverture vers le bas qui sert à collecter les graines et le haut du silo est fermé avec une dalle en argile. C'est la plus ancienne méthode, très rarement utilisée actuellement.

La figure 5 illustre la conduite des blés sahariens du champ au moulin.



**Figure 5 :** Illustrations de la conduite des blés dans une oasis

1 : Palmeraie, 2 : Ksours, 3 : Foggara, 4 : Quasria, 5 : Guemoune, 6 : Récolte, 7 : Récolte par les femmes, 8 : Hazma,

9 : Battage, 10 : Broyage du grain.

## 3.3 Résultats de la caractérisation morphobiométrique

### 3.3.1 Caractères qualitatifs de l'épi et du grain

Les caractères qualitatifs de l'épi et du grain étudiés sont au nombre de 18. Ils seront décrits et discutés un par un.

#### 3.3.1.1 Couleur de l'épi

La majorité des accessions (72,22%) présentent une couleur blanche de l'épi et seulement 27,77% ont des épis rouges (Tableau 4).

Parmi les 24 populations étudiées, 14 présentent des épis de couleur blanche (Benmabrouk, Bentemebarek, Chatar, Sabaga, Chouitar, Touatia, Oum Zhira, Masraf, El Karâa, Bahamoud, Slimania, Belbali, Bensalem et Ali Amelal) et les 10 autres populations présentent des épis de couleur rouge (Moumna, Oum Rakba, Hamra, Zaghloul, Bakli, El Farh, Askandria, Ali Benmakhlouf, Amouche et El Menea). Selon Teresa (2009), les cultivars issus de régions bénéficiant d'une forte intensité lumineuse ont une tendance à développer des pointes de couleur au niveau de l'épi.

Tableau 4 : Variation de la fréquence des classes de la couleur de l'épi pour les 24 populations

Classes	Fréquence	(%)
Couleur blanche	156	72,22
Couleur rouge	60	27,77

### 3.3.1.2 Forme de l'épi

Quant à la forme de l'épi la majorité des accessions (40,27%) présentent des épis avec une forme pyramidale, 23,14% ont des épis à bords parallèles, 17,12% ont des épis en demi-massue, 13,42% ont des épis massues et seulement 6,01% ont des épis fusiformes (Tableau 5). Les populations qui présentent une forme de l'épi pyramidal sont en nombre de 14 et qui sont : Benmabrouk, Bentemebarek, Chatar, Moumna, Hamra, Sabaga, Zaghloul, Oum Zhira, Masraf, El Karâa, Belbali, Ali Benmakhlouf, Amouche et Ali Amelal. Celles qui présentent des épis à bords parallèles sont : Oum Rakba, Chouitar et El Farh. Les populations Touatia, Bakli, Bensalem et El Menea ont des épis en demi-massue et trois populations (Bahamoud, Slimania et Askandria) présentent des épis fusiformes. On constate donc que la forme pyramidale est la plus répandue pour les blés du Touat et Gourara.

Tableau 5 : Variation de la fréquence des classes de la forme de l'épi pour les 24 populations

Classes	Fréquence	(%)
Pyramidale	87	40,27
Bords parallèles	50	23,14
Demi-massue	29	13,42
Massues	13	6,01
Fusiformes	37	17,12

### 3.3.1.3 Compacité de l'épi

La compacité de l'épi est moyenne pour 81,01% des accessions, compact pour 12,5% des accessions et lâche pour 6,01%. Un seul individu présente des épis très compacts (Tableau 6).

La compacité de l'épi est moyenne pour 21 populations (Benmabrouk, Bentemebarek, Chatar, Moumna, Oum Rakba, Hamra, Sabaga, Zaghloul, Touatia, Oum Zhira, Masraf, El-Karâa, Bahamoud, Slimania, Bakli, Belbali, Bensalem, Askandria, Ali Benmakhlouf, Amouche et Ali Amelal). Deux populations seulement présentent des épis compacts (Chouitar et El Farh). El Menea est l'unique population ayant des épis lâches.

Il est généralement admis qu'un bon rendement repose sur une bonne compacité de l'épi (Boudour, 2005).

**Tableau 6 : Variation de la fréquence des classes de compacité de l'épi pour les 24 populations**

Classes	Fréquence	(%)
Lâche	13	6,01
Compacité moyenne	175	81,01
Compact	27	12,5
Très compact	1	0,46

Nous constatons qu'une seule population présente des épis très compact il s'agit de la population Chatar.

### 3.3.1.4 Présence de barbes ou arrêtes

La majorité des accessions présentent des arrêtes (67,59%), 28,7% ont des barbes et seulement 3,7% sont mutiques (absence de barbes et arrêtes) (Tableau 7).

Pour la plus part des populations étudiées les épis présentent des arristations (Benmabrouk, Bentembarek, Chatar, Moumna, Sabaga, Chouitar, Touatia, Oum Zhira, Masraf, El Karâa, Bahamoud, Bakli, Belbali, Bensalem, El Farh, Askandria, Ali Benmakhoulouf, Amouche et Ali Amelal). Cinq populations présentent par contre des barbes et qui sont : Oum Rakba, Hamra, Zaghloul, Slimania et El Menea.

Nemmar (1980) mentionne que la présence des barbes chez les céréales augmente la possibilité d'utilisation de l'eau et l'élaboration de la matière sèche lors de la phase de maturation du grain. D'après les travaux de Grignac (1965), Araus *et al.*, (1991) et Hannachi *et al.*, (1996) en conditions de stress hydrique, les barbes contribuent au remplissage du grain chez le blé, parce qu'elles interviennent dans la production des photosynthétats (Kramer, 1981 ; Monneveux et This, 1997).

Lors de la phase de remplissage du grain, la photosynthèse est moins sensible à l'action inhibitrice des hautes températures chez les génotypes barbus comparativement aux génotypes glabres (Fokar *et al.*, 1998). Teich (1982) et Teresa M. (2009) indiquent que les génotypes barbus sont recherchés surtout dans les zones où le climat est sec et chaud, alors que les génotypes sans barbes sont prédominants dans les régions tempérées et humides.

**Tableau 7 : Variation de la fréquence des classes de la présence de barbes ou arrêtes pour les 24 populations**

Classes	Fréquence	(%)
Absence	8	3,7
Arrête	146	67,59
Barbes	62	28,7

### 3.3.1.5 Distribution des barbes ou arrêtes

La distribution des barbes ou arrêtes est au 3/4 supérieurs de l'épi pour la majorité des accessions (64,81%), 19,9% les portent au 1/2 supérieur de l'épi, 10,64% présentent des arrêtes ou barbes sur toute la longueur de l'épi, 2,77% ont une distribution au 1/4 supérieur de l'épi et seulement 1.85 % des individus ont leur arêtes ou barbes à l'extrémité de l'épi (Tableau 8).

Les barbes ou arrêtes se répartissent sur la longueur de l'épi d'une manière différentes entre les populations, mais pour la majorité elle est au 3/4 supérieure de l'épi

(Benmabrouk, Bentembarek, Chatar, Moumna, Oum Rakba, Hamra, Sabaga, Zaghloul, Chouitar, Touatia, Oum Zhira, Masraf, Bahamoud, Slimania, Bakli, Belbali, Bensalem, El Farh, Ali Benmakhlouf, Amouche et El Menea), deux populations seulement présentent les arrêtes à l'extrémité de l'épi et qui sont El Karâa et Ali Amelal. Askandria est l'unique population à avoir les arrêtes au 1/2 supérieure de l'épi.

Les barbes présent sur l'épi, contribuent dans la translocation des assimilés stockés au niveau de la graine, ce qui rend la photosynthèse plus efficiente (Gate *et al.*, 1990, 1992).

**Tableau 8: Variation de la fréquence des classes de la distribution des barbes ou arrêtes pour les 24 populations**

Classes	Fréquence	(%)
Extrémité de l'épi	4	1,85
¼ supérieur de l'épi	6	2,77
Sur toute la longueur de l'épi	23	10,64
½ supérieur de l'épi	43	19,9
¾ supérieurs de l'épi	140	64,81

### 3.3.1.6 Longueur des arrêtes ou des barbes

Les arrêtes sont pour la majorité des accessions (59,26%) très longues et sont très courtes pour 22,22% des accessions (Tableau 11). Quant aux barbes, elles sont pour la plus part des accessions courtes (14,81%) et moyennes pour seulement 3,70% des accessions (Tableau 9).

Ce caractère est très variable entre les populations, certaines ont des arrêtes très longues tel le cas des populations : Bentembarek, Sabaga, Chouitar, Oum Zhira, El Karâa, Bakli, Belbali, Ali Benmakhlouf, Amouche et Ali Amelal. Les arrêtes sont longues pour Benmabrouk, Chatar, Masraf et Askandria. Les populations Moumna et Bahamoud présentent des arrêtes courtes, Les populations Touatia, Bensalem et El Farh présentent des arrêtes très courtes. Quant aux 5 populations présentant des barbes, ces dernières sont courtes pour Oum Rakba et Zaghloul et très courtes pour Hamra, Slimania et El Menea.

La longueur des barbes chez le blé est un paramètre morphologique qui semble étroitement lié à la tolérance au déficit hydrique (Hadjichristodoulou, 1985 ; Ali Dib *et al.*, 1990).

Selon Bouzerzour (2004), la tolérance au stress hydrique est liée, dans certaines situations, à la présence de longues barbes qui continuent à assurer la photosynthèse bien après la sénescence de la feuille étendard. La présence des barbes contribue pour plus de 7% à l'augmentation des rendements sous stress hydrique.

**Tableau 9 : Variation de la fréquence des classes de la longueur des arrêtes ou des barbes à l'extrémité de l'épi pour les 24 populations**

Classes	Fréquence	(%)
Très longues	128	59,26
Très courtes	48	22,22
Courtes	32	14,81
Moyennes	8	3,70

### 3.3.1.7 Pilosité au niveau de l'article terminal du rachis

La présence d'une pilosité aux bords latéraux du premier article du rachis est faible pour la moitié des accessions (50%), moyenne pour 31,94% des accessions, nulle pour 15,74% et forte pour 2,31% des accessions (Tableau 10).

La majorité de populations étudiées présentent une faible pilosité au niveau de l'article terminal du rachis tel le cas pour Benmabrouk, Bentembarek, Chatar, Hamra, Sabaga, Chouitar, Bahamoud, Belbali, Bensalem, Askandria, Ali Benmakhlouf et Ali Amelal. Les populations Moumna, Oum Rakba, Oum Zhira, Masraf, El Karâa, Slimania, El Farh, Amouche et El Menea présentent une pilosité moyenne. Par contre les populations Zaghloul, Touatia et Bakli ne présentent aucune pilosité au niveau de l'article terminal du rachis.

La forte pilosité du rachis est également un critère d'adaptation au déficit hydrique (Boudour, 2005).

**Tableau 10 : Variation de la fréquence des classes de la pilosité sur les bords de l'article terminal du Rachis pour les 24 populations**

<b>Classes</b>	<b>Fréquence</b>	<b>(%)</b>
Faible	108	50
Moyenne	69	31,94
nulle	34	15,74
forte	5	2,31

### **3.3.1.8 Forme du bec de la glumelle inférieure**

La forme du bec de la glumelle inférieure de l'épi est genouillée pour 30,55% des accessions, fortement coudé pour 27,77%, demi coudé pour 18,98%, légèrement coudé pour 17,12% des accessions et droit pour seulement 4,62% des accessions de blé (Tableau 11).

La forme du bec de la glumelle inférieure varie entre les 24 populations étudiées. La plus part ont la forme du bec de la glumelle inférieure genouillé tel le cas des populations : Bentembarek, Chatar, Moumna, Hamra, Touatia, Oum Zhira, El Karâa, Bakli, Bensalem, Amouche et Ali Amelal. Les populations Sabaga, Zaghloul et Masraf ont le bec de la glumelle inférieure fortement coudé. Cette dernière est demi coudé pour les populations Benmabrouk, Oum Rakba, Chouitar, Bahamoud, Ali Benmakhlouf et El Menea, elle est légèrement coudé pour Slimania, El Farh et Askandria et la seule population qui présente la forme du bec de la glumelle inférieure échançrée est Belbali.

Selon Ducellier (1930), la forme genouillée et fortement coudé du bec de la glumelle inférieure est un caractère affirmé des blés sahariens.

**Tableau 11 : Variation de la fréquence des classes de la forme du bec de la glumelle inférieure pour les 24 populations**

<b>Classes</b>	<b>Fréquence</b>	<b>(%)</b>
Droit	10	4,62
Légèrement coudé	37	17,12
Demi coudé	41	18,98
Fortement coudé	60	27,77
Genouillé	66	30,55

### 3.3.1.9 Forme de la glume de l'épi

La glume de l'épi présente une forme ovoïde pour 50,92% des accessions, une forme allongée pour 47,68% des accessions et arrondie pour seulement 1.38 % des individus (Tableau 12).

La moitié des populations étudiés présentent une forme de la glume de l'épi ovoïde (Bentembarek, Moumna, Oum Rakba, Hamra, Sabaga, Chouitar, Oum Zhira, Slimania, Bakli, El Farh, Askandria et Amouche), les autres populations présentent la forme de leur glume allongée (Benmabrouk, Chatar, Zaghloul, Touatia, Masraf, El Karâa, Belbali, Bensalem, Bahamoud, Ali Benmakhlouf, El Menea et Ali Amelal).

D'après Blum, (1985), quand la dernière feuille devient sénescence. Les derniers organes chlorophylliens (glumes et barbes) jouent un rôle prédominant dans la formation du grain.

Tableau 12 : Variation de la fréquence des classes de la forme de la glume pour les 24 populations

Classes	Fréquence	(%)
Arrondie	3	1,38
Allongée	103	47,68
Ovoïde	110	50,92

### 3.3.1.10 Forme du bec de la glume

Le bec de la glume est fortement coudé pour 38,42% des accessions, demi-coudé pour 37,5%, genouillé et légèrement coudé pour le même pourcentage de accession (11,11%) et droit pour seulement 4 individus (Tableau 13).

La forme du bec de la glume varie entre les différentes populations, en effet certaines populations présentent le bec de la glume en forme genouillé comme pour les populations : Touatia, Oum Zhira et Askandria. D'autres ont la forme du bec fortement coudé tel que les populations : Benmabrouk, Moumna, Oum Rakba, Hamra, Chouitar, Bahamoud, Slimania, El Farh et El Menea. Les populations ayant le bec de la glume demi coudé sont : Chatar, Sabaga, Zaghloul, Masraf, El Karâa, Belbali, Bensalem et Amouche. Les populations Bentembarek et Ali Amelal présentent la forme du bec de la glume légèrement coudé et les populations Bakli et Ali Benmakhlouf présentent un bec droit.

Les blés présentant des glumes avec des becs recourbés vers l'intérieur (genouillé) sont considérés comme des blés à facies saharien (Ducellier, 1930, Laumont et Erroux, 1962).

Tableau 13: Variation de la fréquence des classes de la forme du bec de la glume pour les 24 populations

Classes	Fréquence	(%)
Droit	4	1,85
Légèrement coudé	24	11,11
Genouillé	24	11,11
Demi coudé	81	37,5
Fortement coudé	83	38,42

### 3.3.1.11 Longueur du bec de la glume

La longueur du bec de la glume est moyenne pour la majorité des accessions (69,44%), longue pour 16,2%, courte pour 10,18%, très longue pour seulement 3,7% des accessions et très court pour 0.46 % des individus (Tableau 14).

Le bec de la glume est moyen pour la majorité des populations (Benmabrouk, Bentembarek, Chatar, Moumna, Oum Rakba, Hamra, Sabaga, Zaghoul, Chouitar, Touatia, El Karâa, Bahamoud, Slimania, Bakli, Bensalem, El Farh, Askandria, Ali Benmakhlouf, Amouche et Ali Amelal), il est court pour deux populations : Masraf et Belbali, long pour El Menea et très long pour Oum Zhira.

**Tableau14: Variation de la fréquence des classes de la longueur du bec de la glume pour les 24 populations**

<b>Classes</b>	<b>Fréquence</b>	<b>(%)</b>
Très court	1	0,46
Très longue	8	3,7
Courte	22	10,18
Longue	35	16,2
Moyenne	150	69,44

### **3.3.1.12 Largeur du bec de la glume**

La largeur du bec de la glume est fine pour la moitié des accessions (55,09%), épaisse pour 27,78%, très fine pour 10,64% et très épaisse pour les 6,48% des accessions (Tableau 15).

Le bec de la glume présente une largeur moyenne pour presque la totalité des populations étudiées (Benmabrouk, Bentembarek, Chatar, Moumna, Hamra, Sabaga, Zaghoul, Chouitar, Touatia, Oum Zhira, El Karâa, Bahamoud, Slimania, Bakli, Belbali, Bensalem, Askandria, Ali Benmakhlouf, Amouche et El Menea). Quant aux populations Masraf et Ali Amelal, elles présentent une largeur fine, Oum Rakba a le bec de la glume épais et El Farh est caractérisé par un bec de glume très épais.

**Tableau 15 : Variation de la fréquence des classes de la largeur du bec de la glume pour les 24 populations**

<b>Classes</b>	<b>Fréquence</b>	<b>(%)</b>
Très épaisse	14	6,48
Très fine	23	10,64
Épaisse	60	27,78
Fine	119	55,09

### **3.3.1.13 Forme de la troncature de la glume**

La forme de la troncature de la glume est droite pour 30,09% des accessions, légèrement incliné pour 25% des accessions, incliné pour les 22,22%, très échanquée avec un 2ème bec pour 11,57% et le reste des accessions (11,11%) ont un bec échanqué (Tableau 16).

La forme de la troncature de la glume varie entre les différentes populations, elle est droite pour 8 populations (Bentembarek, Chatar, Sabaga, Touatia, El Karâa, Slimania, Belbali, Askandria et El Menea), elle est légèrement incliné pour les populations : Benmabrouk, Oum Rakba, Hamra, Zaghoul, El Farh et Ali Amelal. Elle est inclinée pour Moumna, Chouitar, Bahamoud, Askandria et Amouche. La troncature est de forme très

échancrée avec la présence d'un 2ème bec pour Oum Zhira, Masraf et Bensalem. La population Bakli quant à elle présente une troncature échancrée.

La forme de la troncature droite est typique du blé épeautre (Ducellier, 1930, Laumont et Erroux, 1962).

**Tableau 16 : Variation de la fréquence des classes de la forme de la troncature de la glume pour les 24 populations**

Classes	Fréquence	(%)
Bec échancré	24	11,11
Très échancré avec un 2 <sup>ème</sup> bec	25	11,57
Incliné	48	22,22
Légèrement incliné	54	25
Droite	65	30,09

### 3.3.1.14 Largeur de la troncature de la glume

La largeur de la troncature est étroite pour 32,87% des accessions, moyenne pour 29,62%, large pour les 23,61%, très étroite pour 9,72% et seulement 9 accessions présentent une troncature très large (Tableau 17).

La troncature de la glume présente une largeur étroite pour les populations Benmabrouk, Moumna, Hamra, Chouitar, Bahamoud, Ali Benmakhlouf et Amouche. Elle présente une largeur moyenne pour Bentembarek, Chatar, Sabaga, Zaghloul, Touatia, Bakli, Bensalem et El Farh. Les populations Oum Zhira, Masraf, El Karâa, Slimania, Belbali, El Menea et Ali Amelal présentent une troncature large. Une seule population possède une troncature épaisse qui est Oum Rakba et la population Askandria est caractérisée par une troncature très étroite.

**Tableau 17 : Variation de la fréquence des classes de la largeur de la troncature de la glume pour les 24 populations**

Classes	Fréquence	(%)
Très large	9	4,16
Très étroite	21	9,72
Large	51	23,61
Moyenne	64	29,62
Etroite	71	32,87

### 3.3.1.15 Etendu de la pilosité interne de la glume

L'étendu de la pilosité interne de la glume est moyenne pour presque la totalité des accessions (80,09%), forte pour 14,81% et faible pour seulement 4,62% (tableau 18).

Une forte pilosité interne de la glume est un critère d'adaptation au déficit hydrique (Boudour, 2005).

L'étendu de la pilosité interne de la glume est faible pour les populations Benmabrouk, Bentembarek, Sabaga, Touatia, Masraf, El Karâa, Slimania, Bakli et Belbali. Elle est moyenne pour les populations Chatar, Moumna, Oum Rakba, Hamra, Zaghloul, Chouitar, Oum Zhira, Bahamoud, Bensalem, El Farh, Askandria, Amouche et El Menea. Ali

Benmakhlouf présente une forte étendu de la pilosité interne de la glume par contre pour Ali Amelal, elle est très faible.

**Tableau 18: Variation de la fréquence des classes de la pilosité interne de la glume pour les 24 populations**

Classes	Fréquence	(%)
Forte	10	4,62
Faible	32	14,81
Moyenne	173	80,09

### **3.3.1.16 Empreinte interne de la glume**

L'empreinte interne de la glume est développée pour la majorité des accessions (67,59%), moyenne pour les 24,53%, absente pour 6,01% des accessions et faible pour seulement 4 individus (Tableau 19).

L'empreinte interne de la glume est développée pour la majorité des populations (Benmabrouk, Bentembarek, Touatia, Masraf, Slimania, Bakli, Belbali, Chatar, Moumna, Oum Rakba, Hamra, Chouitar, Oum Zhira, Bahamoud, Bensalem, El Farh, Askandria, Ali Benmakhlouf, Amouche et El Menea). Elle est moyennement développée pour deux populations : Sabaga et Zaghloul, elle est très faible pour El Karâa et absente pour la population Ali Amelal.

**Tableau 19 : Variation de la fréquence des classes de l'empreinte interne de la glume pour les 24 populations**

Classes	Fréquence	(%)
Faible	4	1,85
Absente	13	6,01
Moyenne	53	24,53
Développée	146	67,59

### **3.3.1.17 Forme du grain**

La forme du grain est ovoïde pour la plus part des accessions (73,61%) et allongée pour 25,46% et un seul individu présente des grains arrondies (Tableau 20).

La majorité des populations ont la forme de leur grain ovoïde tel le cas des populations : Benmabrouk, Bentembarek, Chatar, Moumna, Oum Rakba, Hamra, Sabaga, Chouitar, Touatia, Oum Zhira, El Karâa Slimania, Bakli, Bensalem, El Farh, Askandria et Amouche. Les autres populations présentent la forme de leur grain allongée (Zaghloul, Masraf, Belbali, Bahamoud, Ali Benmakhlouf, El Menea et Ali Amelal).

La grosseur du grain a une importance agronomique et présente une signification très précise en termes d'adaptation aux contraintes du milieu (Benlaghli *et al.*, 1990).

**Tableau 20: Variation de la fréquence des classes de la forme du grain pour les 24 populations**

Classes	Fréquence	(%)
Arrondie	1	0,46
Allongée	55	25,46
Ovoïde	159	73,61

### 3.3.1.18 Poils de la brosse du grain

Les poils de la brosse du grain sont longs pour toutes les accessions de blé (100%). Ce caractère semble être commun à tous les blés collectés dans les deux régions du Touat et du Gourara,

### 3.3.1.19 Conclusion

En conclusion pour les caractères qualitatifs de l'épi et du grain, on peut dire qu'il existe une variabilité de formes et de couleur aussi bien pour l'épi que pour le grain. Toutefois, certaines populations peuvent se ressembler pour certains caractères mais elles restent identifiables par d'autres. Ceci permet de les distinguer et de faire une identification préliminaire des populations collectées et d'élaborer par conséquent une fiche descriptive pour chaque population.

Il en ressort également de cette partie que les populations Bentembarek, Chatar, Sabaga, Touatia, El Karâa, Slimania, Belbali, Askandria et El Menea sont des blés épeautres et qu'en plus de celles-ci, les populations Moumna, Hamra, Oum Zhira, Bakli, Bensalem, Amouche et Ali Amelal présentent tout un faciès de blés sahariens (Ducellier, 1930, Laumont et Erroux 1962).

Le manque de travaux dans le domaine de la caractérisation qualitatifs des épis, nous empêche de tirer des conclusions hâtives, pour cela il faudra approfondir les études sur plusieurs années pour connaître le taux d'héritabilité, de la fixation et de la dominance de ces caractères.

Par ailleurs, certains caractères qualitatifs de l'épi sont fluctuants et sont fortement modulés par le milieu (Dekhili *et al.*, 2000) tel que la couleur et la compacité de l'épi, la forme du bec de la glumelle inférieure et la pilosité de l'article terminal du rachis (UPOV, 1990). Cette fluctuation empêche une description précise des populations.

## 3.3.2 Caractères biométrique de la plante

### 3.3.2.1 analyse descriptive

Une analyse de la variance sur les caractères biométriques des plants des 24 populations avec les deux variétés de références, a été effectuée. HD 1220 et Anza ont été choisies comme variétés références car la variété HD 1220 est caractérisée par une hauteur de la plante et une longueur de l'épi élevée, alors que Anza est plutôt distinguée par une courte hauteur de la paille et un épi plus au moins court (Berkani, 1994). Ces deux variétés permettront donc de situer les populations de blé étudiés par rapport à la hauteur de leur tige et à la longueur de leur épi. Le test de LSD a été réalisé pour permettre le classement des populations par groupe homogène en cas de signification du test de la variance.

#### 3.3.2.1.1 Hauteur de la plante

**CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE DE QUELQUES POPULATIONS LOCALES DE BLE TENDRE (TRITICUM AESTIVUM L.), DE LA REGION D'ADRAR**

Les résultats de l'analyse de variance sur la hauteur de la plante ont révélé un effet population très hautement significatif avec un coefficient de variation de 16,74% (Tableau 21, annexe 2 tableau I).

**Tableau 21 : Analyse de la variance pour le caractère hauteur de la plante des 26 populations et variétés de référence**

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	69762	25	2790,48	23,23	0,0000
Intra-groupes	242375	2018	120,107		
Total (Corr.)	312137	2043			

La comparaison des moyennes a permis de distinguer 15 groupes homogènes avec la présence de groupes intermédiaires (Tableau 22). La hauteur moyenne de la plante varie de 64,78 cm pour la population Oum Zhira à 97,06 cm pour la population Ali Amelal alors que celles des deux variétés références sont de 70,61 cm pour Anza et de 82,78 cm pour HD 1220.

Populations	Moyenne	Groupes homogènes	Populations	Moyenne	Groupes homogènes
Oum Zhira	64,78	A	Askandria	74,30	DEFG
Chatar	66,14	A	Bahamoud	74,64	DEFG
Chouitar	66,62	AB	Benmabrouk	75,32	F
Anza	70,61	BC	Zeghloul	75,35	FGH
Oum Rakba	70,62	C	Hamra	76,80	GH
Touatia	70,75	CD	Bensalem	77,04	GH
Bentembarek	70,84	CD	Amouche	77,20	GH
Sabaga	70,91	CD	Belbali	79,40	HI
Bakli	71,05	CD	HD 1220	82,78	I
El Menea	71,23	CDE	El-Farh	83,64	I
Slimania	72,56	CDEF	Masraf	83,88	I
Moumna	73,09	DEF	Ali Benmakhlouf	89,24	J
El karâa	73,38	DEFG	Ali Amelal	97,06	J

**Tableau 22 : Classement des populations et variété de référence de blé en groupes homogènes pour le caractère hauteur de la plante**

Le groupe A est représenté par les populations Oum Zhira et Chatar qui présentent les hauteurs moyennes de la plante les plus faibles et qui sont respectivement de 64,78 cm et 66,14 cm, ces dernières sont plus courtes que la variété référence Anza. Chouitar également est plus courte que Anza mais se retrouve dans un groupe intermédiaire (AB), la variété Anza quant à elle se retrouve dans un autre groupe intermédiaire BC. La population Oum Rakba avec une hauteur moyenne de 70,62 cm est classée dans un groupe distinct C. Quant aux populations Oum Rakba, Touatia, Bentembarek, Sabaga et Bakli, El menea et Slimania, elles se retrouvent groupées dans un même groupe homogène (C) dont la hauteur est légèrement supérieure à celle de la variété référence Anza. Les populations El Menea, Slimania et Moumna se retrouvent dans des groupes chevauchants qui sont respectivement CDE, CDEF, DEF. Les populations El Karâa, Askandria et Bahamoud sont classées dans un même groupe homogène : DEFG. La population Benmabrouk est classée seul dans le groupe F. La population Zeghloul avec une hauteur de 75,35 cm se retrouve dans un autre groupe intermédiaire (FGH). Les populations Hamra, Bensalem et Amouche

dont les hauteurs moyennes de la plante sont proches, sont classées dans le même groupe GH. Le groupe intermédiaire HI est représenté par la population Belbali. Les populations El Farh et Masraf sont regroupés avec la variété référence HD 1220 dans le groupe I. Quant aux populations Ali Benmakhlouf et Ali Amelal, elles présentent une hauteur moyenne de la plante plus élevée que celle de la variété référence HD 1220, qui sont respectivement de 89,24 cm et 97,06 cm et sont par conséquent classées dans le groupe J qui est donc caractérisé par la hauteur de la plante la plus élevée.

Les sélectionneurs ont longtemps admis que les variétés de céréales les plus tolérantes à la sécheresse étaient des variétés à paille haute. L'existence d'une liaison positive entre la hauteur de la plante et la tolérance à la sécheresse peut s'expliquer d'une part, par l'aptitude des génotypes à paille haute à remplir le grain en cas de déficit hydrique terminal par la quantité d'assimilats stockés dans la tige et la capacité de remobiliser ces réserves vers le grain (Blum, 1988 ; Bahlouli *et al.*, 2005 ; Annichiarico *et al.*, 2005).

D'après Bahlouli *et al.*, 2006, la participation des assimilats des tiges au remplissage des grains est relativement plus importante à mesure que le milieu devient contraignant.

La figure 6 met en évidence les différents groupes homogènes, en effet la population Ali Amelal apparaît donc la plus intéressante quant à ce caractère suivi de la population Ali Ben Makhlouf, Masraf et El farh. Oum Zhira apparaît avec la hauteur de la plante la plus faible.

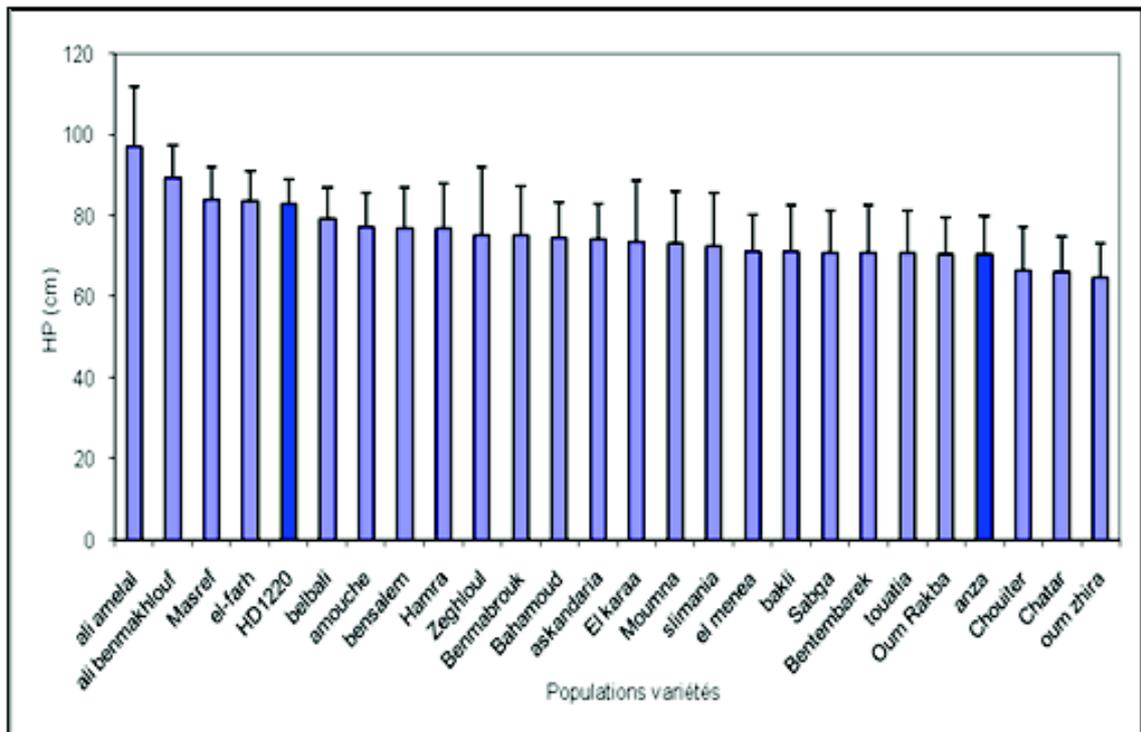


Figure 6 : Variation de la hauteur de la plante pour les 26 populations et variétés

### 3.3.2.1.2 Longueur du col de l'épi

Les résultats de l'analyse de variance pour le caractère longueur du col de l'épi, ont révélé un effet populations très hautement significatif avec un coefficient de variation de 51,92% (Tableau 23, annexe 2 tableau II), synonyme d'une grande hétérogénéité pour ce caractère.

**CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE DE QUELQUES POPULATIONS LOCALES DE BLE TENDRE (TRITICUM AESTIVUM L.), DE LA REGION D'ADRAR**

**Tableau 23 : Analyse de la variance pour le caractère longueur du col de l'épipour les 26 populations et variétés**

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	6595,2	25	263,808	9,82	0,0000
Intra-groupes	54214,5	2018	26,8654		
Total (Corr.)	60809,7	2043			

La comparaison des moyennes a permis de distinguer 16 groupes homogènes avec la présence de groupes intermédiaires (Tableau 24).

La longueur moyenne du col de l'épi pour les 24 populations varie entre 6,16 cm pour Oum Zhira à 16,79 cm pour Ali Amelal, alors que la longueur moyenne pour les deux variétés références est de 12,02 cm pour HD 1220 et de 10,97 cm pour Anza.

Populations	Moyenne	Groupes homogènes	Populations	Moyenne	Groupes homogènes
Oum Zhira	6,16	A	Benmabrouk	10,53	DEF
El Menea	7,98	ABC	Oum Rakba	10,66	DEFG
Slimania	8,38	ABC	Anza	10,97	DEFGH
Bentembarek	8,43	B	Bahamoud	11,15	DEFGH
Bakli	9,09	BCD	Moumna	11,67	EFGH
Sabaga	9,24	BCD	Zeghloul	11,72	EFGHI
Touatia	9,35	BCD	HD 1220	12,02	EFGHI
Chouitar	9,38	BCD	Hamra	12,27	HI
El karâa	9,52	BCD	Belbali	12,32	GHI
Askandria	9,65	BCD	Ali Benmakhlouf	13,25	HI
Chatar	9,66	CD	El-Farh	13,61	IJ
Amouche	9,69	BCD	Masraf	15,55	JK
Bensalem	9,86	BCDEF	Ali Amelal	16,79	K

**Tableau 24 : Classement des populations de blé en groupes homogènes pour le caractère longueur du col de l'épi**

La population Oum Zhira caractérisé par la plus faible longueur du col de l'épi (6,16 cm), est classée dans le groupe A. El Menea et Slimania sont regroupées dans un même groupe intermédiaire ABC. La population Bentembarek quant à elle est classée seule dans un groupe distinct B.

Le groupe homogène BCD regroupe plusieurs populations qui sont Bakli, Sabaga, Touatia, Chouitar, El Karâa, Askandria et Amouche qui présentent une longueur du col de l'épi moyenne. Les populations Chatar, Bensalem, Benmabrouk et Oum Rakba sont toutes classées dans des groupes différents et intermédiaires qui sont respectivement CD, BCD, BCDEF, DEF et DEFG. Toutes ces populations présentent une longueur du col de l'épi plus faible que les variétés références Anza et HD 1220. La population Bahamoud est classée dans le même groupe homogène DEFGH que la variété Anza. Moumna est classée seule dans le groupe EFGH et présente donc une longueur moyenne du col de l'épi plus élevée que celle de Anza. La population Zeghloul est classée dans le même groupe homogène EFGHI que la variété référence HD 1220 avec une longueur moyenne du col de l'épi de 11,72 cm. Hamra (12,27 cm) et Ali Benmakhlouf (13,25 cm) sont regroupées dans le même groupe homogène HI, dont les longueurs moyennes du col de l'épi sont plus élevés que celle de HD 1220. Le groupe GHI est représenté par la population Belbali. Les populations El Farh et

Masraf sont classées dans des groupes intermédiaires différents qui sont respectivement IJ et JK et présentent une longueur moyenne du col de l'épi élevée et qui sont respectivement de 13,61 cm et 15,55 cm. Le groupe homogène K est représenté par la longueur moyenne la plus élevée est qui est observée chez la population Ali Amelal (16,79 cm).

Selon les résultats de certains auteurs tels que Nemmar (1980), Al- Hakimi (1992), Berkani (1994) et Mekliche *et al* (2003), une hauteur du col élevée est souvent associée à un caractère de résistance à la sécheresse. La longueur du col de l'épi a été souvent proposée comme critère de sélection des géotypes tolérants au stress hydrique (Fisher et Maurer, 1978), Ce caractère a toutefois un déterminisme génétique plus complexe que celui de la hauteur de la plante (El- Hakimi, 1992) .

L'importance de ce caractère s'expliquerait par les quantités d'assimilats stockés dans cette partie de la plante qui sont susceptibles d'être transportés vers le grain en conditions de déficit hydrique terminal (Gate *et al.*, 1992).

Selon Auriou (1978) un col de l'épi long constitue également une protection contre la contamination de l'épi par les spores de *Septoria* à partir des dernières feuilles.

La figure 7 met bien montre que la population Ali Amelal présente la meilleure longueur du col de l'épi, suivi de Masraf. La population Oum Zhira, quant à elle vient en dernière position pour une longueur faible du col de l'épi.

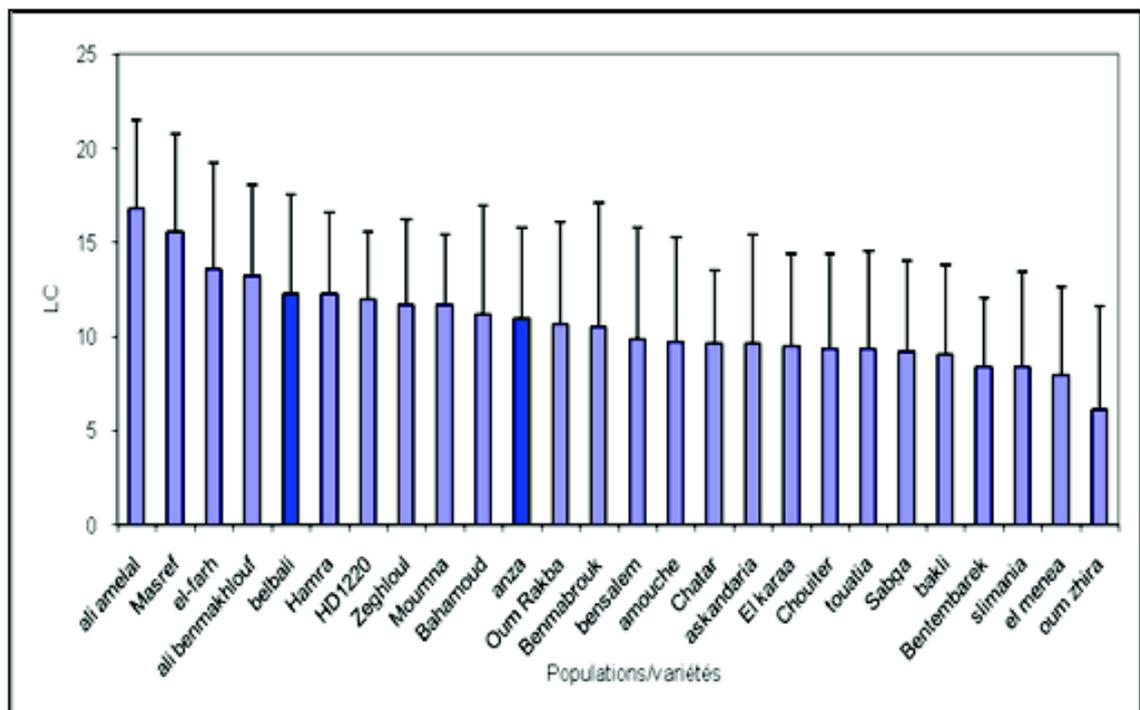


Figure 7 : Variation de la longueur du col de l'épi pour les 26 populations et variétés

### 3.3.2.1.3 Longueur du dernier entre-nœud

Les résultats de l'analyse de la variance pour le caractère longueur du dernier entre-nœud ont révélé un effet population très hautement significatif avec un coefficient de variation de 21,86% (Tableau 25, annexe 2 tableau III).

**CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE DE QUELQUES POPULATIONS LOCALES DE BLE TENDRE (TRITICUM AESTIVUM L.), DE LA REGION D'ADRAR**

**Tableau 25: Analyse de la variance pour le caractère longueur du dernier entre nœud pour les 26 populations et variétés**

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	8633,29	25	345,332	9,11	0,0000
Intra-groupes	76533,9	2018	37,9256		
Total (Corr.)	85167,1	2043			

La comparaison des moyennes a permis de distinguer 22 groupes homogènes avec la présence de groupes intermédiaires (Tableau 26).

La longueur moyenne du dernier entre nœud varie entre 25,04 cm pour la population Oum Zhira et 36,38 cm pour la population Ali Amelal. Quant à celle des variétés de référence Anza et HD 1220, elles sont respectivement de 29,89 cm et 32,48 cm.

Populations	Moyenne	Groupes homogènes	Populations	Moyenne	Groupes homogènes
Oum Zhira	25,04	A	Bensalem	29,59	DEFGHI
El karâa	26,68	ABC	Bahamoud	29,84	DEFGHIJ
El Menea	26,73	ABC	Anza	29,89	DEFGHIJ
Bentembarek	27,29	B	Oum Rakba	29,98	FGH
Touatia	27,40	ABCD	Moumna	30,50	GHIJ
Slimania	27,72	ABCDE	Zeghloul	30,75	GHIJ
Chatar	28,03	BCD	Belbali	31,74	HIJK
Sabaga	28,16	BCDE	Hamra	31,75	IJK
Chouitar	28,59	BCDEF	HD 1220	32,48	JKL
Askandria	28,95	BCDEFG	El Farh	33,32	KL
Bakli	29,14	BCDEFGH	Ali Benmakhlouf	33,42	KL
Benmabrouk	29,41	EFG	Masraf	34,85	LM
Amouche	29,46	CDEFGHI	Ali Amelal	36,38	M

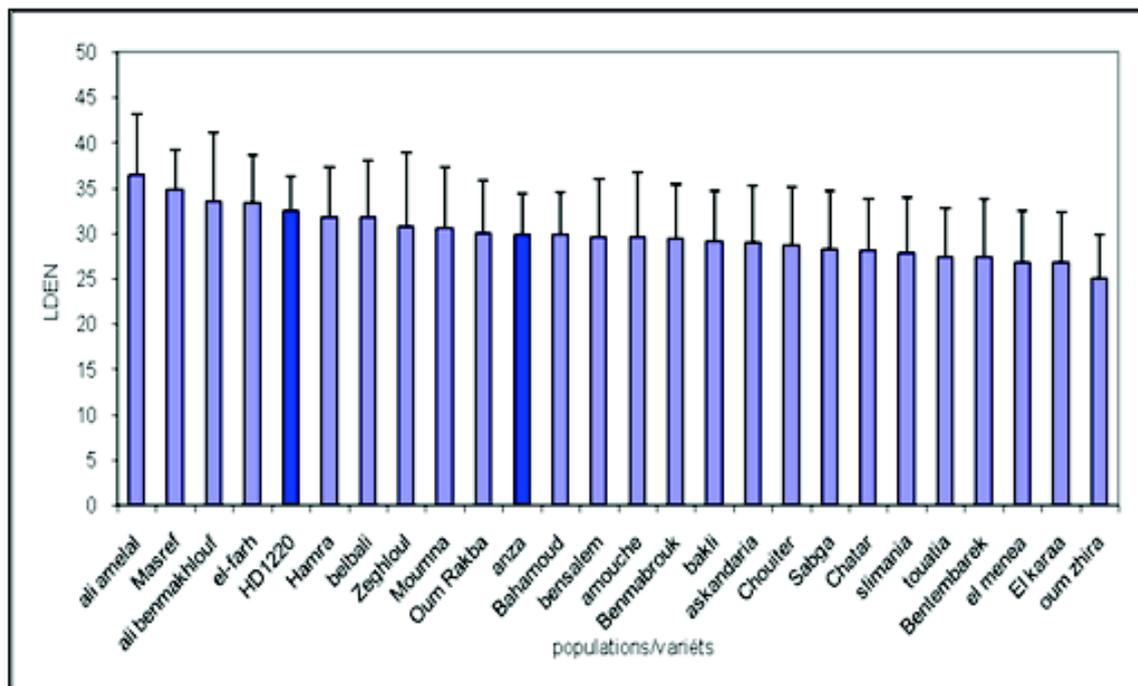
**Tableau 26 : Classement des populations de blé en groupes homogènes pour le caractère longueur du dernier entre nœud**

Le groupe A est représenté par la population Oum Zhira, qui présente la plus petite longueur moyenne du dernier entre nœud (25,04 cm), les populations El Karâa et El Menea sont regroupées dans le même groupe ABC. Bentembarek se distingue toute seule dans le groupe B avec une longueur moyenne du dernier entre nœud de 27,29 cm. Les populations Touatia, Slimania, Chatar, Sabaga, chouitar, Askandria, Bakli, benmabrouk, Amouche et Bensalem se retrouvent chacune dans un groupe intermédiaire à part qui sont respectivement : ABCD, ABCDE, BCD, BCDE, BCDEF, BCDEFG, BCDEFGH, EFG, CDEFGHI, DEFGHI. Leur longueur moyenne du dernier entre nœud est inférieure à celui des variétés références. Quant à la population Bahamoud, elle est regroupée avec la variété Anza dans le groupe homogène DEFGHIJ avec une longueur moyenne de 29,84 cm. Le groupe FGH est représenté par la population Oum Rakba dont la longueur moyenne du dernier entre nœud est légèrement supérieure à la variété Anza. Moumna et Zaghoul sont regroupées dans le même groupe homogène GHIJ. Les populations Belbali (31,74 cm) et Hamra (31,75 cm) qui présentent une longueur moyenne du dernier entre nœud supérieure à celle de la variété Anza mais inférieure à la variété HD 1220 sont chacune d'elle représentée dans un groupe intermédiaire à part qui sont respectivement : HIJK et IJK. La variété HD 1220 est représentée seule dans un groupe JKL. Le groupe KL est représenté

par les populations El Farh et Ali Benmakhlouf qui présentent des longueurs moyennes du dernier entre nœud plus important que celle de la variété HD 1220 et qui sont respectivement 33,32 cm et 33,42 cm. Masref se positionne dans le groupe LM avec une longueur moyenne de 34,85 cm. Le groupe M est caractérisé par la longueur moyenne du dernier entre nœud la plus élevée (36,38 cm) qui est représenté par la population Ali Amelal.

Les assimilâts stockés au niveau du dernier entre nœud et du col de l'épi minimisent la baisse du rendement en grain sous stress (Blum, 1988).

La figure 8 met en évidence l'importance de la longueur moyenne du dernier entre nœud de la population Ali Amelal et Masraf par rapport aux autres populations, suivies d'Ali Benmakhlouf et El Farh. Oum Zhira apparaît toujours la population la plus médiocre.



**Figure 8 :** Variation de la longueur du dernier entre – nœud pour les 26 populations et variétés

### 3.3.2.1.4 Longueur de l'épi

Les résultats de l'analyse de variance pour le caractère longueur de l'épi, ont révélé un effet population très hautement significatif avec un coefficient de variation de 20,23% (Tableau 27, annexe 2 tableau IV).

**Tableau 27 :** Analyse de la variance pour le caractère longueur de l'épi pour les 26 populations et variétés

Source	Somme des carrés	Ddl	Carré moyen	F	Probabilité
Inter-groupes	2467,3	25	98,6919	53,29	0,0000
Intra-groupes	3737,1	2018	1,85188		
Total (Corr.)	6204,4	2043			

**CARACTERISATION MORPHOLOGIQUE DE QUELQUES POPULATIONS LOCALES DE BLE TENDRE (TRITICUM AESTIVUM L.), DE LA REGION D'ADRAR**

La comparaison des moyennes a permis de distinguer 23 groupes homogènes dont la plus part sont des groupes intermédiaires (Tableau 28, annexe tableau IV).

La longueur moyenne de l'épi varie entre 7,08 cm pour la population Chouitar et 13,29 cm pour la variété référence HD 1220. Ali Amelal est la population la plus proche de HD 1220 puisque elle présente la longueur de l'épi la plus élevée (12,14 cm) par rapport aux autres populations.

Populations	Moyenne	Groupes homogènes	Populations	Moyenne	Groupes homogènes
Chouitar	7,18	A	Amouche	8,68	FGHI
El Menea	7,35	AB	Zeghloul	8,76	GH
Oum zhira	7,41	AB	Benmabrouk	8,81	H
Oum Rakba	7,76	BC	El karâa	8,86	GHI
Bakli	7,82	BCD	El-Farh	8,89	HI
Askandria	7,83	BCD	Hamra	9,16	I
Bahamoud	7,86	BCDE	Anza	9,20	HIJ
Chatar	7,93	CD	Bensalem	9,82	JK
Touatia	8,02	CDE	Belbali	9,85	JK
Moumna	8,14	DE	Masraf	10,30	KL
Sabaga	8,17	DEF	Ali Benmakhlouf	10,70	L
Slimania	8,23	CDEFG	Ali Amelal	12,14	M
Bentembarek	8,31	EF	HD 1220	13,29	N

**Tableau 28 : Classement des populations de blé en groupes homogènes pour le caractère longueur de l'épi**

La population Chouitar dont la longueur moyenne de l'épi est la plus courte (7,18 cm), est classée dans le groupe A. Les populations El Menea et Oum Zhira sont toutes les deux regroupées dans le groupe homogène AB. Oum Rakba avec une longueur moyenne de l'épi de 7,76 cm est classée dans un groupe intermédiaire BC. Les populations Bakli et Askandria sont toutes les deux regroupés dans un même groupe homogène BCD. Les populations Bahamoud, Chatar, Touatia, Moumna, Sabaga, Slimania, Bentembarek, Amouche, Zeghloul, Benmabrouk, El karâa, El Farh et Hamra sont chacune d'elles classées dans un groupe intermédiaire à part qui sont respectivement : BCDE, CD, CDE, DE, DEF, CDEFG, EF, FGHI, GH, H, GHI, HI et I. Toutes ces populations ont une longueur moyenne de l'épi plus petite que celles des variétés références Anza et HD 1220. La variété Anza est classée seule dans un groupe intermédiaire HIJ. Les populations Bensalem et Belbali sont regroupées ensemble dans un même groupe homogène JK et présentent une longueur moyenne de l'épi plus élevée que celle de la variété Anza. Masraf est également classée toute seule dans un groupe intermédiaire KL avec une longueur moyenne de l'épi de 10,30 cm. Les populations Ali Benmakhlouf et Ali Amelal dont les longueurs moyennes de l'épi sont très élevées (10,70 cm et 12,14 cm) sont classées séparément dans des groupes distincts qui sont L et M. La variété HD 1220, apparaît avec la meilleure longueur moyenne de l'épi qui est de 13,29 cm et est classée dans le groupe N. Les populations Bensalem, Belbali, Masraf, Ali Benmakhlouf et Ali Amelal ont donc une longueur moyenne de l'épi plus élevée que celle de la variété Anza mais plus petite que celle de HD 1220.

Les épis assurent une utilisation plus efficiente de l'eau que celles des feuilles. Il a été démontré que la contribution des épis est de 40% concernant la fixation du carbone total en conditions de stress hydrique (Evans et Rawson, 1975).

D'après Blum (1985) et Monneveux et This, (1997), l'épi joue aussi un rôle très important dans la photosynthèse et la transpiration, c'est donc un facteur déterminant dans la tolérance au stress hydrique chez le blé. Sa contribution serait comprise entre 13 et 76% (Biscope *et al.*, 1975) et contribue également à la production d'assimilats nécessaires pour le remplissage du grain. En cas de déficit hydrique, la photosynthèse de l'épi participe relativement plus au remplissage que la feuille étendard (Bammoun, 1997).

Selon Djekoun *et al.* 2002), une longueur importante de l'épi est un paramètre prédictif d'un indice de récolte et du potentiel de rendement élevé. D'après ces auteurs, il est évident que la longueur de l'épi est un caractère de rendement et d'adaptation au stress hydrique.

La Figure 9 montre que la population Ali Amelal vient juste après la variété référence HD 1220 pour une longueur moyenne élevée de l'épi, suivie des populations Ali Benmakhlouf et Masraf. Chouitar présente la plus faible longueur moyenne de l'épi.

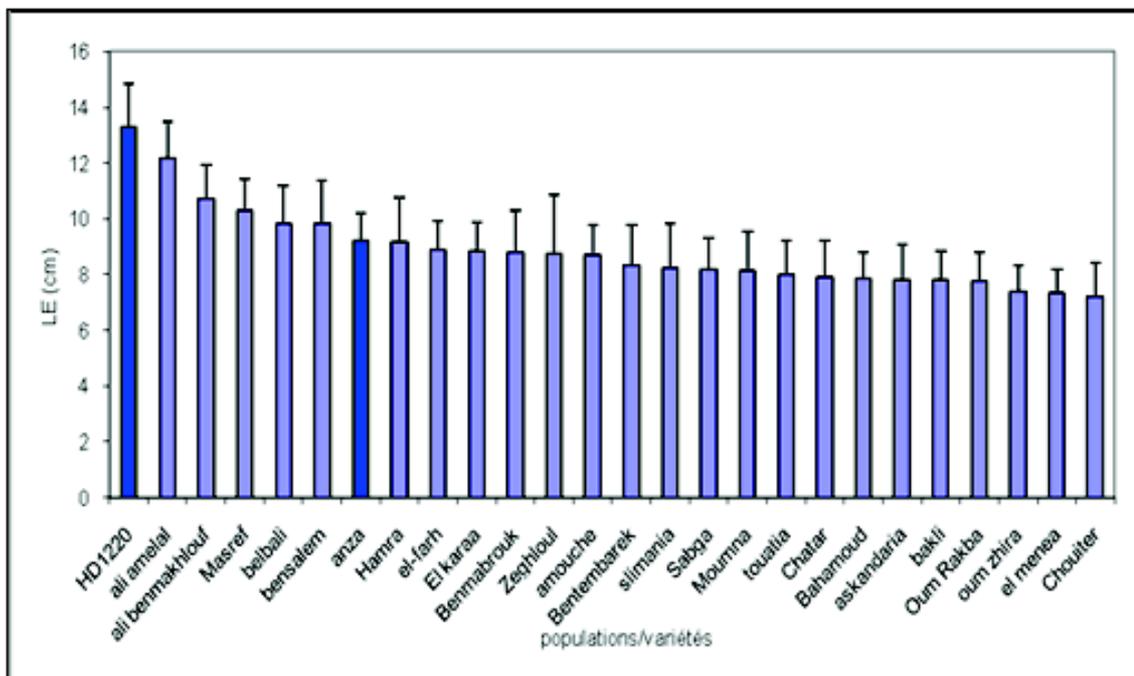


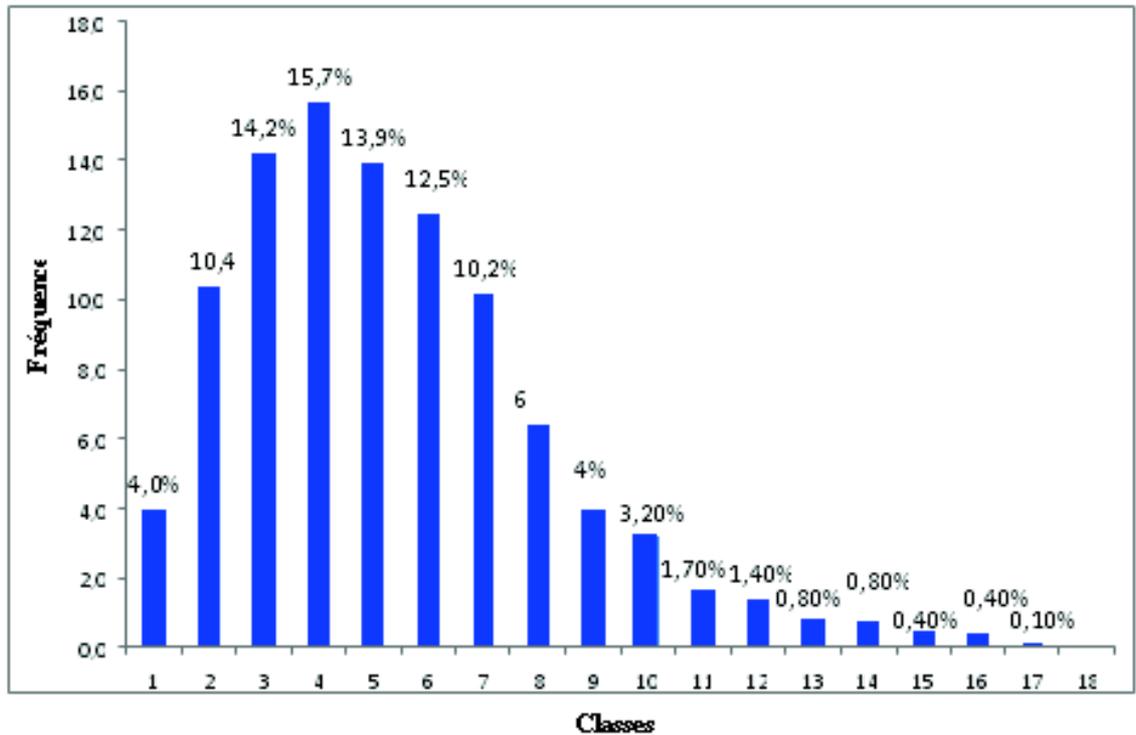
Figure 9 : Variation de la longueur de l'épi pour les 26 populations et variétés

### 3.3.2.1.5 Nombre d'épis par plante

La fréquence du nombre d'épis par plante est très variable entre les populations. Elle varie pour la majorité des populations entre 2 et 7 épis par plante (Figure 10). En effet, 15,7% des populations ont 4 épis par plante, 14,2% ont 3 épis par plante, 13,9% ont 5 épis par plante, 12,5% ont 6 épis par plante, 10,4% ont 2 épis par plante, 10,2% ont 7 épis par plante, 6,4% ont 8 épis par plante, 4% ont 9 épis par plante, 3,20% ont 10 épis par plante, 1,7% ont 11 épis par plante, 1,4 % ont 12 épis par plante, le même pourcentage (0,8%) ont soit 13 ou 14 épis par plante et également 0,4% ont soit 15 ou 16 épis par plante et le % de populations qui atteint les 17 épis par plante est de 0,10%.

La variété référence HD 1220 présente en moyenne 10 à 11 épis par plante et Anza 7 à 8 épis par plante. Selon Masle-Meynard et Sebillotte (1981) et Masle-Meynard (1982) ce caractère est hétérogène car il est lié aux conditions de croissance et de développement

de la variété (Individus à cycle de développement décalés dans le temps et à croissance racinaire et aériennes variables) d'où les potentialités de mieux valoriser les nutriments variables (éléments minéraux, lumière...etc.) et aux conditions de l'itinéraire technique, car plus la densité de semi est importante, plus le nombre d'épis par plante diminue. Ce caractère est lié particulièrement aux variations entre milieux ou années (climat : température, pluviométrie...). D'après ces auteurs le suivi de ce caractère constitue un outil très pertinent d'analyse de l'élaboration du rendement et de diagnostic cultural. L'apparition d'un déficit hydrique au début de la montaison peut réduire d'environ 10 à 25% le nombre d'épis (Gate *et al*, 1992 ; Benbelkacem et Kellou, 2000).

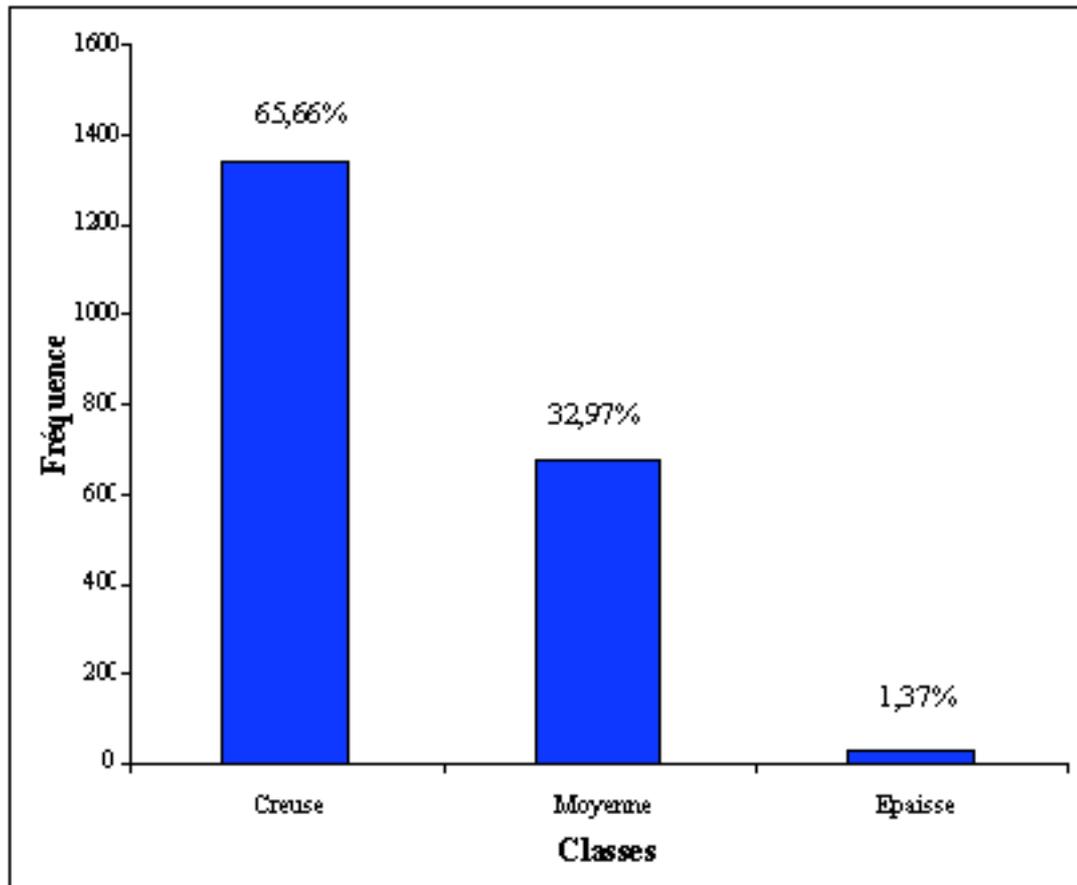


**Figure 10 :** Fréquence du nombre d'épis par plant (NEP) pour les 26 populations et variétés

### 3.3.2.1.6 Section de la tige

La majorité des populations (65%) présentent une paille creuse, 37% ont une paille moyennement épaisse et le nombre de populations ayant une tige épaisse est insignifiant (1,37%) (Figure 11).

La variété HD1220 présente une tige moyennement épaisse alors que Anza présente une tige creuse. La majorité des populations peuvent présenter une sensibilité à la verse à cause de leur paille qui est creuse car selon Maamouri *et al.* (1988), la rigidité de la tige peut être à l'origine de la résistance à la verse.



*Figure 11 : Fréquence de la nature de la section de la tige (ST) pour les 24 populations*

### 3.3.2.1.7 Conclusion

Nous pouvons conclure qu'il existe donc une forte variabilité inter-populations pour les caractères quantitatifs et qualitatifs des 24 populations étudiées.

Il en ressort également que les populations Ali Amelal, Ali Benmakhlouf, Masraf et El Farh se distinguent des autres populations par une meilleure vigueur : hauteur de la plante élevée, longueur du col de l'épi, du dernier entre nœud et de l'épi élevé. Ces caractères sont considérés comme indicateurs de résistance au stress hydrique (Sachant que ces populations ont été menées en conditions pluviales sans apport d'irrigation).

### 3.3.3 Etude des corrélations

Les corrélations entre les différents caractères quantitatifs sont analysées aux seuils de signification : 5% - 1% - 0.1%.

Les corrélations ont montré une relation positive et très hautement significative ou hautement significative entre tous les caractères du plant. En effet le caractère hauteur de la plante (HP) est corrélé positivement et de manière très hautement significative avec les caractères longueur du col de l'épi (LC), longueur du dernier entre nœud (LDEN), longueur de l'épi (LE) et le nombre d'épis par plant (NEP) ( $r > 0,608$ ). Le caractère longueur

du col de l'épi (LC) présente une corrélation très hautement significative et positive avec les caractères longueur du dernier entre nœud (LDEN) et la longueur de l'épi (LE) ( $r > 0,608$ ) et hautement significative avec le caractère nombre d'épis par plant (NEP) ( $r > 0,497$ ). Le caractère longueur du dernier entre nœud (LDEN) est corrélé positivement et de façon très hautement significative avec la longueur de l'épi (LE) ( $r > 0,608$ ) et de façon hautement significative avec le nombre d'épis par plant (NEP) ( $r > 0,497$ ) et enfin le caractère longueur de l'épi (LE) présente une corrélation très hautement significative et positive avec le caractère nombre d'épis par plant (NEP) ( $r > 0,608$ ).

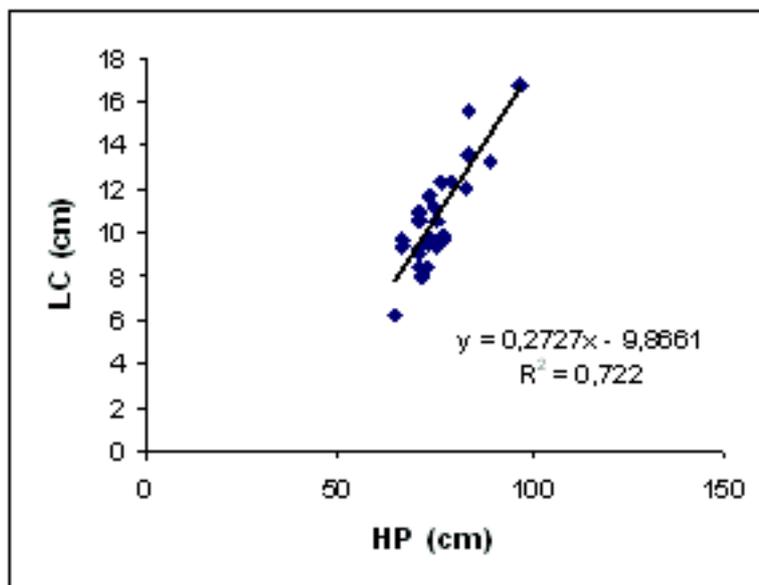
Les caractères longueur du col de l'épi (LC) et longueur du dernier entre nœud (LDEN) ( $r = 0,943^{***}$ ) présentent la meilleure corrélation (Tableau 29 et figures 12, 13, 14, 15, 16 et 17).

Variabes	HP	LC	LDEN	LE
LC	<b>0,850<sup>***</sup></b>			
LDEN	0,884 <sup>***</sup>	0,943 <sup>***</sup>		
LE	0,816 <sup>***</sup>	0,693 <sup>***</sup>	0,741 <sup>***</sup>	
NEP	0,685 <sup>***</sup>	0,546 <sup>**</sup>	0,558 <sup>**</sup>	0,688 <sup>***</sup>

$r$  théorique = 0.389 au seuil de 5%, \* : Test significatif  
 = 0.497 au seuil de 1%, \*\*: Test hautement significatif  
 = 0.608 au seuil de 0.01%, \*\*\* : Test très hautement significatif

**Tableau 29** : Matrice de corrélation entre les caractères quantitatifs du plant

Toutes les corrélations sont positives et significatives entre tous les caractères du plant. En effet, lorsque la plante augmente en hauteur, elle présente aussi des longueurs plus importantes du col de l'épi, du dernier entre nœud et de l'épi. Selon Gate et al (1992), la longueur de la tige, la longueur de l'épi et la longueur du col de l'épi et du dernier entre nœud sont des paramètres morphologiques d'adaptation à la sécheresse ils attribuerait à la plante en cas de déficit hydrique, une meilleure capacité à la tolérance grâce à la quantité d'assimilats stockés à leur niveau.



**Figure 12**: Corrélation entre les caractères LC et HP

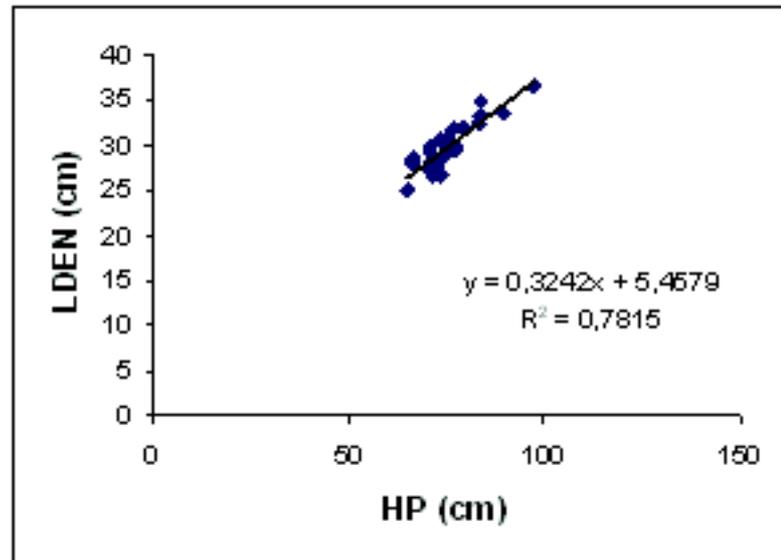


Figure 13: Corrélation entre les caractères LDEN et HP

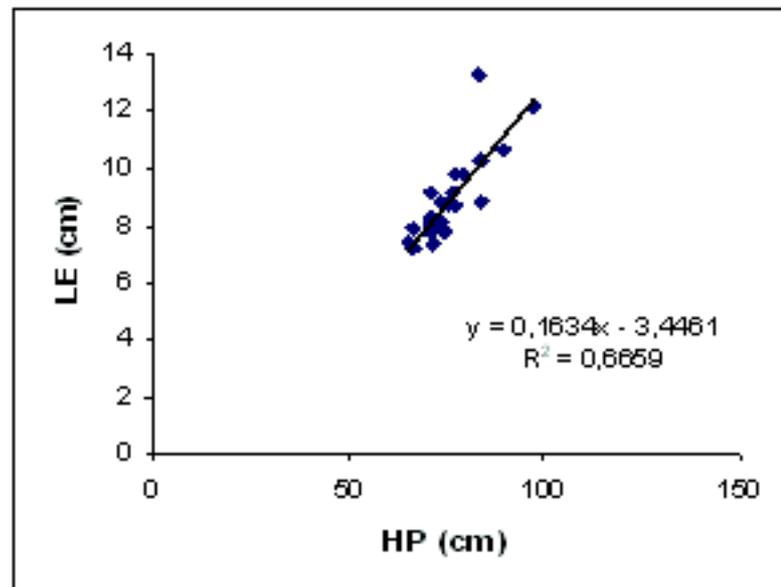


Figure 14: Corrélation entre les caractères LE et HP

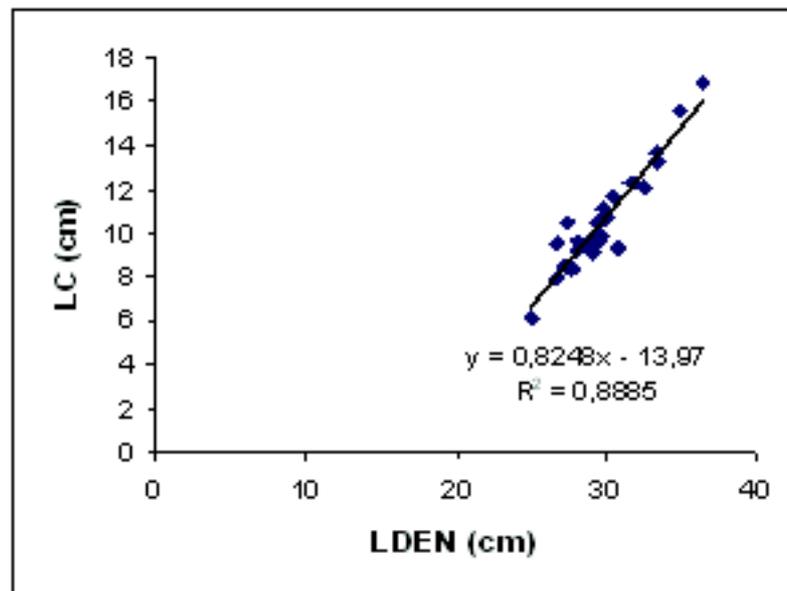


Figure 15: Corrélation entre les caractères LDEN et LC

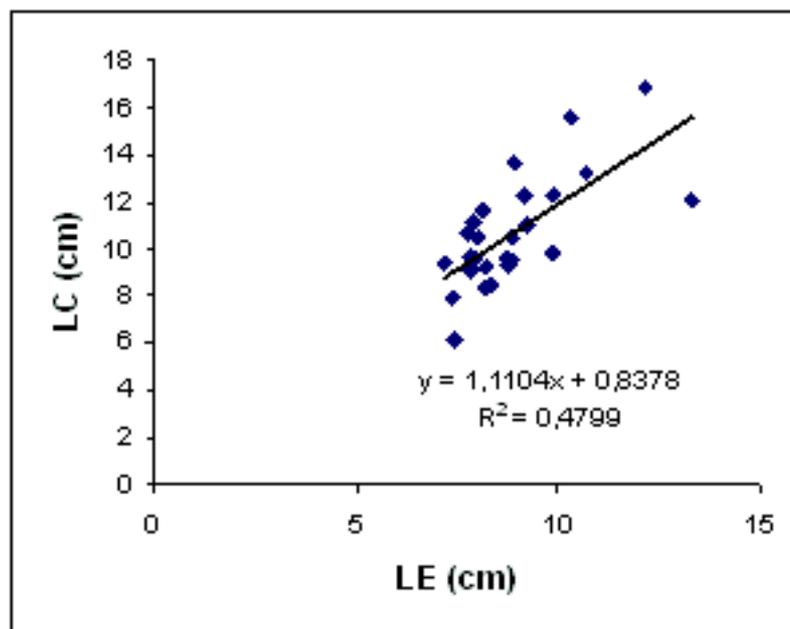


Figure 16: Corrélation entre les caractères LC et LE

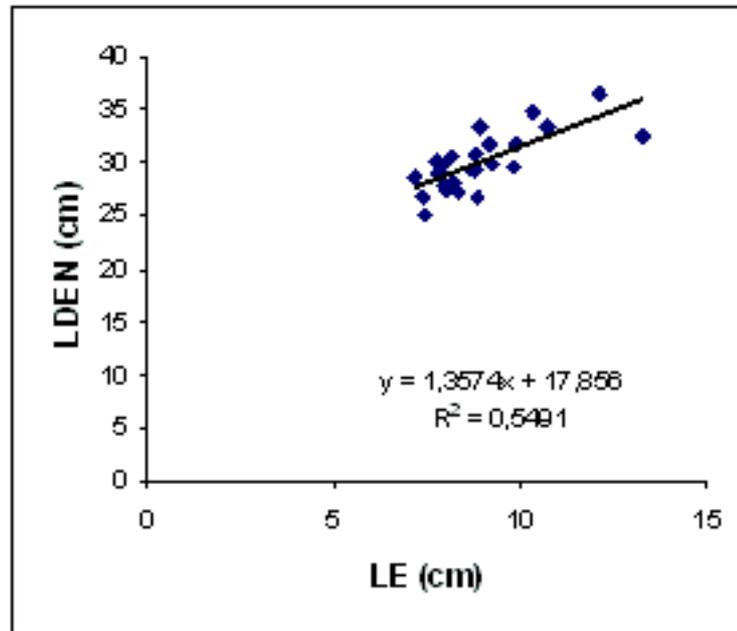


Figure 17: Corrélation entre les caractères LDEN et LE

### 3.3.4 Analyses multivariées

#### 3.3.4.1 Analyse en composantes principales

Une analyse en composantes principales a été effectuée pour les caractères quantitatifs des plants des 24 populations et variétés. Cinq variables ont été prises en considération (HP, LC, LDEN, LE et NE). Le tableau 30 représente la contribution des différentes composantes à l'explication de l'information. Nous constatons que les 2 premières composantes expliquent à elles seules 91.35 % de l'information donnée par l'ACP.

Tableau 30: Principales caractéristiques des axes de l'ACP

Numéro composante	Valeur propre	Pourcentage de variance (%)	Pourcentage Cumulé (%)
1	3,981	79,624	79,62
2	0,586	11,725	91,35
3	0,266	5,318	96,67
4	0,115	2,295	98,96
5	0,052	1,037	100,00

##### 3.3.4.1.1 Etude des variables

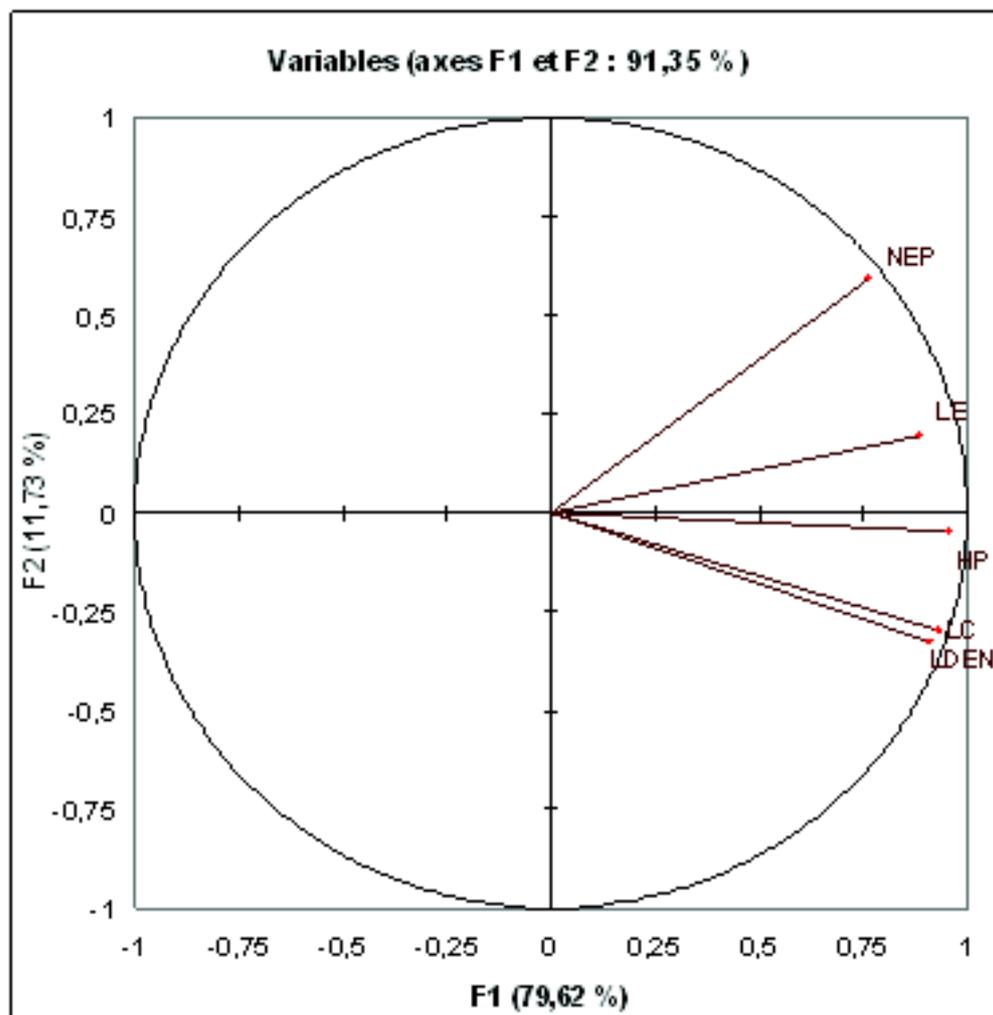
Le pourcentage d'information expliqué par l'axe 1 est de 79,62%, un pourcentage suffisant pour faire une discrimination entre les différentes populations (Tableau 30).

Le plan (1-2) donne 91,35% de l'information totale et exprime la totalité des caractères étudiés.

Dans l'axe 1, La hauteur de la plante (HP), la longueur du col de l'épi (LC), la longueur du dernier entre nœud (LDEN), la longueur de l'épi (LE) et le nombre d'épis par plant (NEP)

sont représentés positivement et sont très fortement corrélés entre eux (Figure 18). Etant très proches du cercle de corrélation, tous les caractères apportent de la variation entre les populations, surtout les variables longueur du col de l'épi et du dernier entre nœud. Ces dernières permettent d'apporter plus de variation entre les populations, suivies de la hauteur de la plante, du nombre d'épi par plant et de la longueur de l'épi.

L'axe discriminant 1 serait donc constitué par des variables en relation l'adaptation au stress hydrique.



**Figure 18:** Cercle de corrélation des variables de l'ACP formé par les axes 1 et 2 sur les 26 populations et variétés

### 3.3.4.1.2 Etude des groupes

La représentation graphique des populations par le plan formé par les axes 1 et 2, a révélé la formation groupes distincts (Figure 19).

Le premier groupe positionné du côté positif de l'axe 1, est constitué par les populations : Ali Benmakhlouf, El Farh, Masraf, Hamra et Belbali, ces populations se distinguent des autres par les caractères hauteur de la plante (HP), longueur du col de l'épi (LC) et longueur du dernier entre nœud (LDEN) qui présentent des valeurs importantes. Par opposition, du côté négatif de l'axe 1 se positionne le deuxième groupe formé par

les populations Bentembarek, Chatar, Chouitar, El Karâa, Oum Zhira, Sabaga, Touatia et slimania caractérisées par de plus faibles valeurs pour les caractères hauteur de la plante (HP), longueur du col de l'épi (LC), longueur du dernier entre nœud (LDEN), longueur de l'épi (LE) et le nombre d'épis par plant (NEP). La population Oum Zhira se distingue par rapport aux autres populations par des valeurs plus faibles car elle se positionne vers l'extrémité négative de l'axe 1. Nous remarquons que dans ce groupe se positionne les populations Sabaga, Chouitar et Chatar qui selon l'enquête ethnobotanique effectué auprès des agriculteurs, sont considérés comme étant précoce, d'où leur appellation. Donc on peut déduire que ce groupe de populations à paille courte a tendance à être plus précoce, d'où la nécessité de confirmer ce résultat par un bon suivi du cycle végétatif des populations. Cette caractéristique de paille courte peut être intéressante dans les programmes de sélection des variétés précoces.

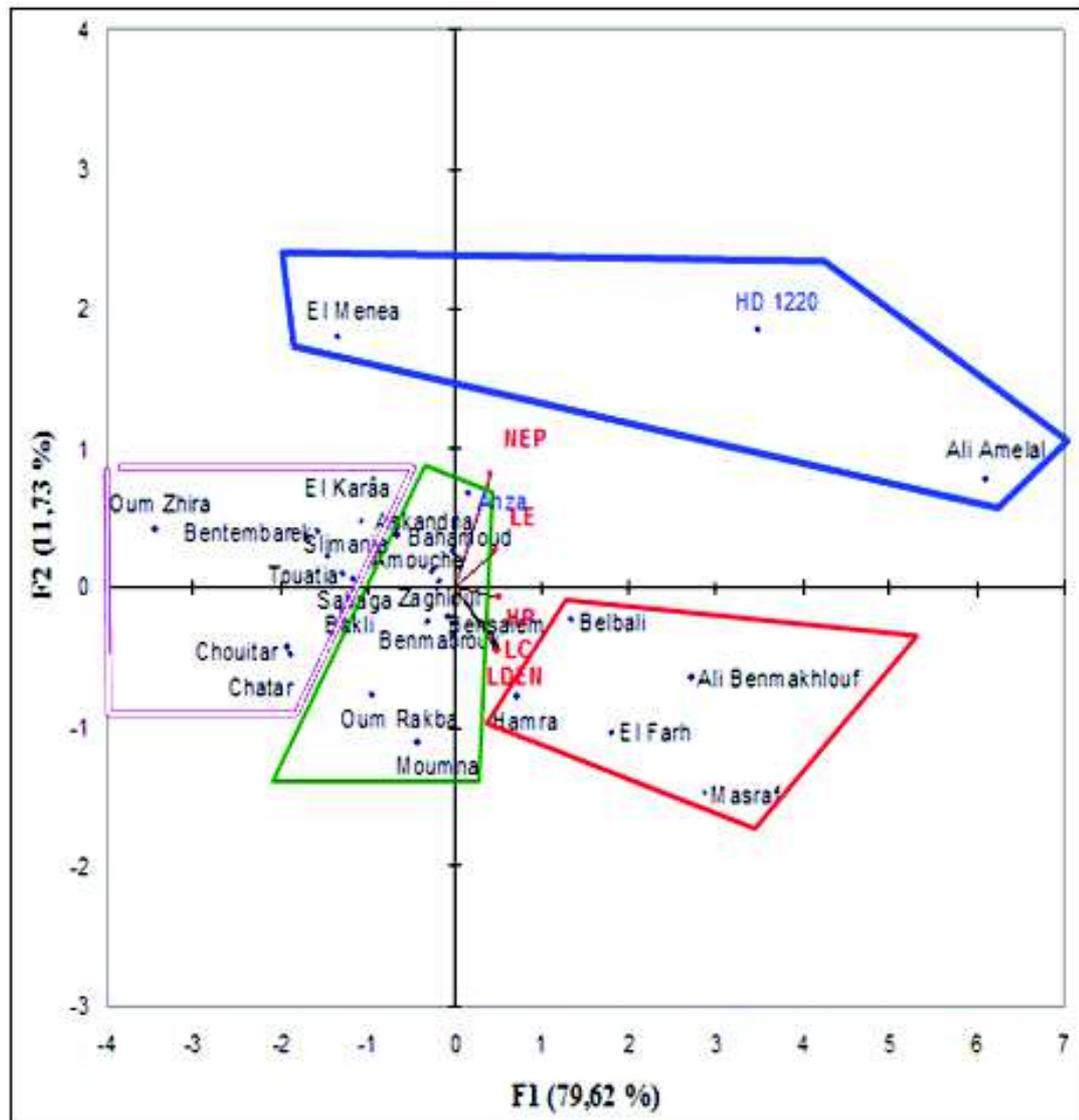


Figure 19 : Représentation graphique sur les Axes 1-2, des polygones de dispersion des groupes pour les 24 populations + 2 variétés références

Le troisième groupe regroupant les populations : Amouche, Askandria, Bakli, Benmabrouk, Bahamoud, Zaghoul, Bensalem, Oum Rakba et Moumina qui se regroupent

avec la variété référence Anza, se positionne également du côté négatif de l'axe 1 mais se retrouve plus rapproché du centre du plan formé par les axes 1 et 2 d'où l'existence d'une faible variabilité entre ces populations pour les caractères étudiés. Ces populations se distinguent par des valeurs moyennes pour les caractères hauteur de la plante (HP), longueur du col de l'épi (LC), longueur du dernier entre nœud (LDEN), longueur de l'épi (LE) et le nombre d'épis par plant (NEP).

Quant au 4<sup>ème</sup> groupe se positionnant des côtés positifs des axe1 et 2, il est constitué par les populations Ali Amelal, El Menea qui elles se regroupent avec la variété référence HD 1220, est caractérisé par des valeurs élevés pour les caractères longueur de l'épi (LE) et le nombre d'épis par plant (NEP). Ali Amelal présente des valeurs extrêmes pour les variables étudiés car elle se positionne vers l'extrémité positive de l'axe 1 et El Menea se distingue également de l'autre côté de l'axe 2 par d'autres caractéristiques qui seraient intéressants de déterminer. Les populations dans se groupe sont très éloignées entre elles d'où l'existence d'une grande variabilité inter – populations.

### **3.3.4.2 Analyse des Clusters**

A partir de la matrice de similarité calculée, nous avons effectué une analyse des Clusters selon la méthode de Ward pour l'ensemble les populations étudiées + les 2 variétés références. Le dendrogramme résultant de cette analyse suggère un niveau élevé de diversité dans le matériel étudié (Figure 20). En découpant ce dendrogramme à un point dont le coefficient de similarité est de 0,998, nous avons dégagé 2 groupes et trois populations individuelles dont le point de similarité est supérieur à 0,9989.

Les groupes résultants de ce découpage sont comme suit :

Groupe 1 : Dans ce premier groupe, nous retrouvons 7 populations toutes issues du Touat. Ce groupe est subdivisé en deux sous groupes 1A et 1B.

Le sous-groupe 1A rassemble les populations Chatar, Chouitar et Oum Rakba. Ces deux dernières sont très rapprochées entre elles.

Le sous-groupe 1B rassemble El Farh, Masraf, Hamra et Moumna. Les populations Hamra et Moumna sont les plus rapprochées entre elles.

On remarque que ces deux sous groupes se retrouvent liés à un point de similarité de 0,9994 et sont donc très rapprochées entre elles.

Groupe 2 : Ce groupe est constitué de la quasi- totalité des populations plus la variété référence Anza. Les populations de ce groupe proviennent du Gourara ou du Touat. Ce groupe est subdivisé en 3 sous groupes (2A, 2B et 2C).

Le sous-groupe 2A est constitué des populations Ali Benmakhlof, Touatia, Belbali qui sont issus du Touat et Benmabrouk (dont certaines accessions sont du Touat et d'autres de Gourara). Les deux populations Belbali et Benmabrouk sont très rapprochées entre elles.

Le sous-groupe 2B est formé par les populations Bensalem, Sabaga, Amouche, Bentembarek et Slimania. Ces deux dernières populations ont un point de similarité égal à 1, donc elles sont considérés similaires. On peut émettre l'hypothèse qu'il s'agit peut être de la même population mais dont la nomination a été modifié par les agriculteurs, mais ceci ne peut être prouvé que par une caractérisation moléculaire. Dans ce sous-groupe, Amouche est la population la plus rapprochés de Bentembarek et Slimania.

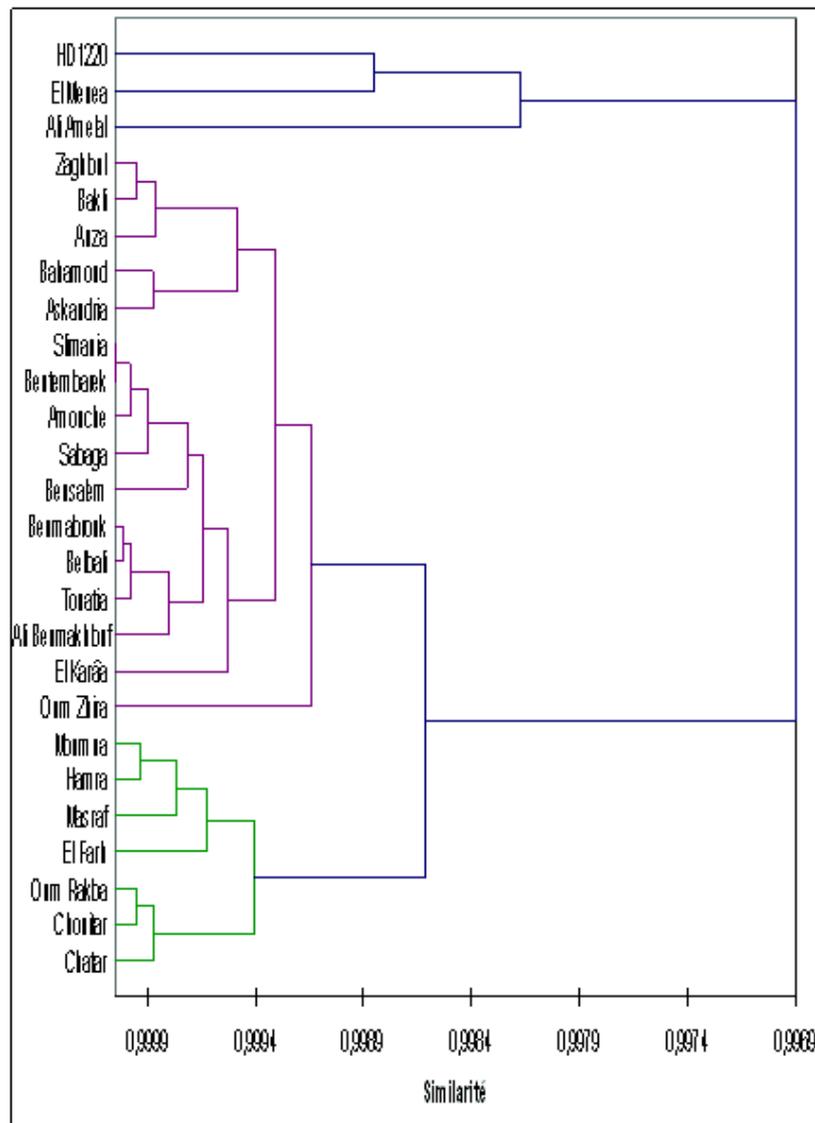
Le sous groupe 2C est constitué par la variété Anza et les populations Askandria, Bahamoud, Bakli qui sont toutes issues du Gourara mis à part Zaghoul qui provient du Touat. Les populations Bakli et Zaghoul sont les plus rapprochées entre elles dans ce sous groupe.

La population Oum Zhira se trouvant dans le groupe 2 présente un point de similarité plus éloignée avec les deux sous groupes 2A, 2B et 2C.

Il en est de même pour la population El Karâa qui présente un point de similarité avec les deux sous groupes 2A et 2B.

Les populations Ali Amelal, El Menea et la variété HD 1220, sont représentées individuellement et ne présentent aucun point de similarité avec les deux groupes résultants du découpage au point de coupure 0,998.

Il en résulte donc que le groupe 1 renferme des populations qui sont toutes issues du Touat et que le groupe 2 présente le plus grand nombre de populations issues soit du Touat ou du Gourara. Il a été également conclu que la population Bentembarek et Slimania sont similaires et que Ali Amelal et El Menea sont éloignées des autres populations dans la partie découpée par le coefficient de similarité au seuil de 0.998.



*Figure20 : Dendrogramme résultant d'une analyse des clusters  
des 26 populations et variétés en utilisant une matrice de similarité  
calculée selon la méthode de Ward (distances euclidiennes)*

---

# CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

Dans tous les jardins prospectés dans les régions du Touat et du Gourara (wilaya d'Adrar), les blés sont cultivés et menés par des moyens traditionnels, le savoir-faire ancestral des agriculteurs a permis la préservation et le maintien de la diversité des populations de blé dans les conditions difficiles du Sahara.

Les études menées sur la caractérisation morphologique des 24 populations de blés collectés dans la wilaya d'Adrar, nous a permis de mettre en évidence l'existence d'une diversité génétique importante. Les résultats obtenus à partir de cette évaluation ont mis en évidence une variabilité inter – populations importante.

L'évaluation des caractères quantitatifs des blés : hauteur de la plante, longueur de l'épi, longueur du col de l'épi, longueur du dernier entre nœud, le nombre d'épis par plant et section de la tige à maturité, a montré des différences très significatives entre les populations. Parmi ces populations, certaines semblent plus vigoureuses que d'autres. En effet il est à noter que la population Ali Amelal, se distingue de toutes les autres populations par les meilleurs : hauteur de la plante, longueur de l'épi, du col de l'épi et du dernier entre nœud suivie par la population Masraf, Ali Benmakhlouf et El Farh.

L'analyse de 18 caractères qualitatifs de l'épi et du grain des 24 populations de blé, a permis également de montrer une grande variabilité de formes et de couleurs.

Toute cette étude nous a permis d'élaborer des fiches descriptives pour chaque population. La majorité des caractères étudiés (quantitatives et qualitatifs) sont des indicateurs de résistance au stress hydrique.

Parmi les paramètres considérés dans cette étude, il s'avère que tous les caractères biométriques du plant sont fortement et positivement corrélés entre eux, plus particulièrement pour les caractères longueur du col de l'épi et longueur du dernier entre nœud qui présentent une très forte corrélation.

Les résultats obtenus à partir des analyses multivariées ont mis en évidence une variabilité importante pour les 24 populations. Parmi ces populations, certaines semblent plus vigoureuses pour les caractères morphologiques du plant. En se basant sur ces mêmes caractères, l'ACP a scindé les accessions étudiées en 4 groupes distincts :

Le groupe 1 a été identifié par une hauteur de la plante, longueurs du col de l'épi et du dernier entre nœud élevés. Les populations qui définissent ce groupe sont : Ali Benmakhlouf, El Farh, Masraf, Hamra et Belbali. Ce groupe est caractérisé par une grande variabilité.

Le groupe 2 caractérisé par une hauteur de la plante, longueurs du col de l'épi et du dernier entre nœud courtes. Les populations qui représentent ce groupe sont : Bentembarek, Chatar, Chouitar, El Karâa, Oum Zhira, Sabaga, Touatia et Slimania. Oum Zhira se distingue des autres populations par ses faibles valeurs pour les caractères étudiés. Il existe une grande variabilité inter-populations dans ce groupe.

Le groupe 3 caractérisé par une hauteur de la plante, longueurs du col de l'épi et du dernier entre nœud moyennes et dont la variabilité inter-populations est faible. Ce groupe est formé par les populations Amouche, Askandria, Bakli, Benmabrouk, Bahamoud, Zaghoul, Bensalem, Oum Rakba et Mounna.

Le groupe 4 se distingue par les caractères longueur de l'épi et le nombre d'épis par plant. Les populations qui sont représentés dans ce groupe sont Ali Amelal et El Menea. Ali Amelal se distingue par des valeurs extrêmes. Ce groupe présente une grande variabilité inter-populations.

La classification ascendante hiérarchique a permis de dégager deux groupes de populations qui sont liés entre eux et deux populations distinctes éloignées de ces groupes et qui sont Ali Amelal et El Menea. Le cluster a permis de mettre en évidence la similitude entre deux populations : Slimania et Bentmebarek, qui semblent être identiques, mais seul la caractérisation moléculaire permettra de confirmer ce résultat.

En définitive, ce travail préliminaire nous a permis de distinguer une variabilité inter-population, d'identifier de point de vue morphologique les différentes populations et par conséquent d'élaborer une fiche descriptive pour chaque population. Il nous a également permis de distinguer quatre populations qui semblent intéressantes quant à leurs caractères d'indicateurs de tolérance au stress hydrique et qui sont : Ali Amelal, Masraf, Ali Benmakhlouf et El-Farh.

### **PERSPECTIVES**

Dans le cadre d'un travail futur, il serait souhaitable tout en continuant à étudier les caractères morphologiques qui restent importants dans la caractérisation des populations de blé, de porter un intérêt particulier aux points suivants :

- Approfondir l'étude sur les populations Ali Amelal, Masraf, Ali Benmakhlouf et El Farh qui présentent des caractéristiques intéressantes et qui peuvent être introduits dans des programmes de sélections.
- Confirmer la similitude des deux populations Slimania et Bentmebarek par une caractérisation moléculaire.
- Evaluation de la variabilité intra-population qui semble être très importante.
- Etude phénologique des populations de blé.
- Utilisation d'outils moléculaires pour une meilleure évaluation de la diversité génétique des populations afin de mieux les discriminer.
- Analyse des protéines de réserve (gliadines et gluténines).
- Réalisation de la caryologie sur les populations pour différencier les blés durs des blés tendres.
- Etablissement d'une stratégie de sélection des populations productives et résistantes aux stress biotique et abiotique.
- Utilisation de marqueurs moléculaires spécifiques qui pourraient être liés à l'adaptation, au rendement et à la qualité (QTLs).
- Utilisation des populations présentant de bons potentiels, comme géniteurs dans des programmes d'amélioration du blé.
- Réalisation d'un suivi de la dynamique d'évolution des populations dans leur milieu d'origine (génétique des populations).
- Mise en place d'une stratégie de conservation in – situ, en sensibilisant les agriculteurs, afin de limiter les risques de perte de la diversité.

- Réalisation d'enquêtes ethnobotaniques sur le savoir faire – ancestral des agriculteurs dans la conduite des blés et dans le maintien de la diversité au sein de leurs jardins.
- Conservation ex-situ dans des banques de gènes et dans des collections vivantes.
- Inventorier toutes les collections et accessions de blé qui existe dans toutes les régions de pays.
- Constitution d'une base de données des ressources génétiques des populations locales des blés et de leurs milieux (données du passeport).
- Création d'une core collection des populations locales des blés qui servira de réservoir génétique pour les programmes de sélection.

Partant du fait que l'Algérie dispose d'un capital inestimable en ressources phytogénétiques et que des réponses doivent être trouvées aux problèmes se posant à l'Agriculture et à l'économie Algérienne, la recherche agronomique dans le domaine de la production végétale a le devoir de définir les limites des ressources génétiques utilisables et d'insister sur la nécessité de collecter, d'évaluer et de conserver toutes les variétés et espèces pouvant être utiles à l'amélioration de nos principales cultures.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abadie T., Magalhaes J.R., Parentoni S.N., Cordeiro C. and Andrade R.V., 1999.** The core collection of maize germplasm of Brazil. *Plant Genetic Resources Newsletter* **117**, 55-56.
- Abdalla O.S., Crossa J., Autrique E. and Delacy I.H., 1996.** Relationships among International testing sites of spring durum wheat. *Crop science* **36**, 33-40.
- Al-Hakimi A., 1992.** Evaluation de la variabilité génétique des caractères d'adaptation à la sécheresse chez les espèces primitives (sauvages et cultivées) des blés tétraploïdes. Thèse de DEA. Montpellier, France, 60p + annexes.
- Ali Dib T., Monneveux Ph. et Araus J.L., 1992.** Adaptation à la sécheresse et notion d'idiotype chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.). Caractères physiologiques d'adaptation. *Agronomie*, **12**: 381-393.
- Annicchiarico P. and Pecetti L., 1994.** Morpho-physiological traits as descriptors for Discrimination of durum wheat germplasm. *Genetic Resources and Crop Evolution* **41**, 47-54.
- Annicchiarico P., Abdellaoui, Z. Melouki, M. Zerargui, H., 2005.** Grain yield, straw yield and economic values of tall semi dwarf durum wheat cultivars in Algeria. *J. Agric. Sci.*, **143**:54-64.
- Araus J.L., Alegre L., Ali Dib T., Benlaribi M. et Monneveux P., 1991.** Epidermal and stomatal conductance in seedings of durum wheat landraces and varieties. In physiology Breeding of Winter Cereals for Stressed Mediterranean Environments. INRA Montpellier ed., les colloques, **55**: 225-231.
- Auriau P., 1978.** Sélection pour le rendement en fonction du climat chez le blé dur. *Ann Argon d'El-Harrach*. Vol 8 N°2 ,1- 14.
- Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A. et Hassous K.L., 2006.** Etude des liaisons entre le rendement, la durée de vie de la feuille étendard, la vitesse de remplissage et la remobilisation des assimilats de la tige de blé dur (*Triticum durum* Desf.) sous climat méditerranéen. Ed. Annales de L'INRA, El-Harrach, **27**: 15-33.
- Bahlouli F., Bouzerzour, H. Benmahammed, A. and Hassous, K. L. 2005.** Selection of highyielding and risk efficient Durum wheat (*Triticum durum* Desf.) cultivars under semi arid conditions. *Pak. J. Agro.*, **4**: 360-365.
- Bammoun A., 1997.** Contribution à l'étude de quelques caractères morpho-physiologiques, biochimiques et moléculaires chez des variétés de blé dur (*Triticum turgidum* ssp *durum*.) pour l'étude de la tolérance à la sécheresse dans la région des hauts plateaux de l'Ouest Algérien. Thèse de Magistère, pp 1-33.
- Bansal K.C. and Sinha S.K., 1991.** Assessment of drought resistance in 20 accessions of *Triticum aestivum* and related species I. Total dry matter and grain yield stability. *Euphytica* **56**, 7-14.

- Barnaud A, Deu M, Garine E, McKey D, Joly H., 2007.** Local genetic diversity of sorghum in a village in northern Cameroon: structure and dynamics of landraces. *Theoretical and Applied Genetics*, **114**, 237-248.
- Benbelkacem A.; Kellou K., 2000.** [Evaluation du progrès génétique chez quelques variétés de blé dur \( \*Triticum turgidum\* L. var. \*durum\* \) cultivées en Algérie](#) . Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 40. p. 105-110. Zaragoza (Spain).
- Benlaghli M., Bouattoura N., Monneveux P. et Borries C., 1990.** Les blés des oasis : Etude de la diversité génétique et de la physiologie de l'adaptation au milieu. Options Méditerranéennes, Sér. A / n°11. Les systèmes agricoles oasiens. pp. 171 – 194.
- Berkani S., 1994.** Etude du potentiel de production de quelques variétés de blé (*Triticum durum* et *Triticum aestivum*) en Mitidja. Mémoire d'ingénieur. INA. 129p + annexes.
- Berlin B., 1976.** The concept of rank of ethnobiological classification: Some evidence from Aguaruna folk botany. *American Ethnologist*, **3**, 381-399.
- Berthaud J., Charrier A., David J., Dussert S., Engelmann F., Hamon S. et Pham J.L., 1999.** Conservation et Gestion. Chapitre 2 *In Ressources Génétique, Biotechnologies végétales*. pp. 45-89.
- Biscope P.V., Gallagher J., Littleton E.J., Monteith K.L. et Scott R.K., 1975.** Barley and its environment. Sources of assimilates. *J. Appl. Eco*; **12**: 395.
- Blum A., 1985.** Photosynthesis and transpiration in leaves and ears of wheat and barley varieties. *J. exp. Bot.*, **36**: 432-440.
- Blum A., 1988.** Plant breeding for stress environments. CRC Press Inc Florida, USA; 223p.
- Bœuf F., 1932.** Le blé en Tunisie, Ann. Ser. Botanique et Agronomie. Tunisie. Tunis. 1-454.
- Börner A., Chebotar S. and Korzun V., 2000.** Molecular characterization of the genetic integrity of wheat (*Triticum aestivum* L.) germplasm after long-term maintenance. *Theoretical & Applied Genetics* **100**, 494-497.
- Boudour L., 2005.** Etude des ressources phytogénétiques de blé dur (*Triticum durum* Desf) algérien: Analyse de la diversité génétique et des critères d'adaptation au milieu. Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mentouri de Constantine. 142p + Annexes.
- Bouzerzour H., 2004.** Stratégies de sélection des céréales en présence d'interaction génotype x milieu. Atelier de formation sur l'obtention variétale des céréales d'hiver. Du 16 au 19 mai 2004.
- Bouzerzour H., Abbas K., Benmahammed A. , 2003.** Les céréales, les légumineuses alimentaires, les plantes fourragères et pastorales. *Recueil des Communications Atelier N°3 «Biodiversité Importante pour l'Agriculture» MATE-GEF/PNUD Projet ALG/97/G31*.
- Bozzini A., 1988.** Origin, distribution, and production of durum wheat in the world. In Fabiani G. et C. Lintas (éd). *Durum: Chemistry and Technology*. AACC (Minnesota), Etats-Unis, pp: 1-16.

- Caillon S., Lanouguère-Bruneau V., 2005.** Gestion de l'agrobiodiversité dans un village de Vanua Lava (Vanuatu): stratégies de sélection et enjeux sociaux. *Journal de la Société des Océanistes*, **49**, 129-148.
- Causse M., Caranta C., Saliba-Colombain V., Moretti A., Damidaux R. et Rousselle P., 2000.** Valorisation des ressources génétiques de la tomate par l'utilisation des marqueurs moléculaires. *Cahiers Agricultures* **9**, 197-210.
- Charrier A. et Dussert S., 1999.** Utilisation des collections. Chapitre 3 *In Ressources génétiques, Biotechnologies végétales*. pp. 91-105.
- Charrier A., 1999.** Introduction. in Ressources génétiques. Biotechnologies végétales. pp 7-11.
- Christinck A., Vom Brocke K., Kshirsagar K.G., Weltzien E. and Bramel-Cox P.J., 2000.** Participatory methods for collecting germplasm : Experiences with farmers in Rajasthan, India. *Plant Genetic Resources Newsletter* **121**, 1-9.
- CIMMYT, 1988.** Recent advances in the conservation and utilization of Genetic Resources. Proceedings of the global Maize germplasm workshop. *Mexico*, 6-12 March. pp. 59-69.
- Clarke J.M., Norvell W.A., Clarke F.R. et Buckley T.W., 2002.** Concentration of cadmium and other elements in the grain of near-isogenic durum lines. *Can. J. Plant Sci./Revue canadienne de phytotechnie*, **82**: 27-33.
- Dekhili M., Guechi A., Aggoun A., 2000.** Discrimination des blés durs algériens (*Triticum durum* Desf.) dans la region de Setif. *Recherche Agronomique* (2000), **7**, 25-36.
- Djekoun A., Ykhlef N., Bouzerzour H., Hafsi M., Hamada Y. et Kahali L., 2002.** Production du blé dur en zones semi-arides : identification des paramètres d'amélioration du rendement. III journées scientifiques sur le blé dur 11, 12, 13 février 2002. Univ. Mentouri. Constantine.
- Djermoun A., 2009.** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie*, n°1/juin 2009. pp 45 – 53.
- Doussinault G., Branlard G., Bœuf C. et Bernard M., 1999.** Approches de la diversité Génétique des variétés de blé tendre à l'aide d'outils récents ou nouveaux : électrophorèse des gliadines, marqueurs moléculaires. *Gestion et préservation des ressources génétiques. Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France* **8**, 27-35.
- Ducellier L., 1920.** Les blés du Sahara, Alger, **56** p. (Bibliothèque du Colon du Nord de l'Afrique).
- Ducellier L., 1930.** Espèces et variétés de céréales cultivées en Algérie, *Céréales d'Algérie*, **12**, 1-60.
- Elias M., Panaud O. and Robert T., 2000 a .** Assesment of genetic variability in a traditionnel cassava (*Manihot esculenta* Crantz) farming system, using AFLP markers. *Heredity* **85**, 219-230.
- Elias M, Rival L, McKey D., 2000b.** Perception and management of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) diversity among Makushi Amerindians of Guyana (South America). *Journal of Ethnobiology*, **20**, 239-265.

- Engelmann F. et Dussert S., 2000.**Développement de la cryoconservation pour la conservation des ressources génétiques végétales. *Cahiers Agricultures* **9**, 237-245.
- Engelmann F., 1998.** Biotechnologies et conservation des ressources génétiques à l'Institut international des ressources phytogénétiques. *Cahiers Agricultures* **7**, 520-523.
- Erroux J., 1952.** Les blés des oasis. In : Bull. Soc. des Agriculteurs d'Algérie, **567**.
- Erroux J., 1954.** Les blés du Fezzan. In : Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord, **45**.
- Erroux J., 1958.** Note sur les blés des oasis du Sahara algérien. In : Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord, **49**, (56).
- Erroux J., 1962.** Les blés des oasis sahariennes. *Univ d'Alger-Inst. Rech. Saharienne. Mémoire*, 179p.
- Evans L.T. et Rawson H.M., 1975.** Photosynthesis and respiration by the flag leaf and components of ear during grain development in wheat. *Aust.J. Biol.* pp: 223-245.
- F.A.O., 1996.** Conférence technique internationale sur les ressources phytogénétiques. *Leipzig, Allemagne. 17-23 Juin.* 108p.
- Faberova I., Le Blanc A. and Hon I., 1999.** Information systems. Current status of the European wheat database. *Implementation of GPA in Europe. Braunschweig Proceedings.* pp. 368-369.
- Feldman M. and Sears E. R. , 1981.** The wild gene resources of wheat. *Sci. Am.* **244**:102.
- Fisher R.A. et Maurer R., 1978.** Drought resistance in spring wheat cultivars 1 Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.* **29**: 897-912.
- Flaksberger CA., 1939.** Key to true cereals. *Acad. Sci. Int. Plant Cult. Leningrado, USSR.*
- Fokar M., Nguyen H .T. ET Blum A., 1998 b.** Heat tolérance in spring wheat II. Grain Filling .*Eupytica* **104**, 9 – 15.
- Gass T., 1998.** La conservation des ressources phytogénétiques : une préoccupation internationale. *Biotechnol ogie, Agronomie, Société, Environnement* **2**, 7-14.
- Gate P., Bouthier A., Casablanca H. et Deleens E., 1992.** Caractères physiologiques décrivant la tolérance à la sécheresse des blés cultivés en France. Interprétation des corrélations entre le rendement et la composition isotopique du carbone des grains. In : Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne. Diversité génétique et amélioration variétale. Montpellier (France) INRA. (Les colloques n°64).
- Gate P., Bouthier A., Woznica K. et Manzo M.E., 1990.** La tolérance des variétés de blé tendre d'hiver à la sécheresse : premiers résultats I.T.C.F. *Perspectives agricoles*, **145**: 17-23.
- Glachant M. et Lévêque F., 1993.** L'enjeu des ressources génétiques végétales. *Les éditions de l'environnement.* pp. 103-106.
- Grenier C., Bramel-Cox P.J. and Hamon P., 2001.** Core collection of sorghum: I.stratification based on éco-geographical data. *Crop Science* **41**, 234-240.
- Grignac P.H., 1965.** La culture et l'amélioration génétique du lé dur .Guide national de l'agriculture T.III.

- Hadjichristodoulou A., 1987.** The effects of optimum heading date and diurnal stability on yield consistency of performance of barley and durum wheat in dry areas. *J. Agric. Sci. Camb.* 108: 599-608.
- Hakimi M., 1989.** Les systèmes traditionnels basés sur la culture de l'orge. *Proc. Symp. On the Agronomy of rainfed barley and durum wheat in dry areas. J. Agric. Sci. Camb.* 108: 599-608.
- Hannachi L., Deléens E. et Gate P., 1996.** Nitrogen and carbon isotopic composition of wheat grain: alteration due to sink-source modifications at flowering. *Mass spectrometry*, 19: 979-986.
- Henry J. et Gouyon PH. 1998.** Précis de génétique des populations, Masson, Paris.
- Hodgkin T., Roviglioni R., De Vicente M.C. and Dudnik N., 2000.** Molecular methods in the conservation and use of plant genetic resources. *Proceedings of the international symposium on molecular markers for characterizing genotypes and identifying cultivars in horticulture. Acta Horticulture* 546, 107-118.
- <http://fr.wikipedia.org> . Blé
- <http://www.museum.agropolis.fr> . Les céréales en Egypte ancienne.
- IPGRI., 1985.** Revised descriptor list for wheat (*Triticum* spp.). IBPGR Secretariat Rome and CEC Secretariat.
- Kerby K., Kuspira J., 1987.** The phylogeny of the polyploid wheat's *Triticum aestivum* (bread wheat) and *Triticum turgidum* (macaroni wheat). *Genome*. 29, 722-737.
- Kochko A., 2000.** De l'utilisation des chromosomes artificiels de plantes comme outil pour la conservation et l'exploitation des ressources génétiques végétales. *Cahiers agricultures* 9, 287-292.
- Kramer P.J., 1981.** Carbon dioxide concentration, photosynthesis, and dry matter production. *Biosciences*, 31: 29-33.
- Kshirsagar KG, Pandey S. , 1995.** Diversity of rice cultivars in a rainfed village in the Orissa state of India. In: *Proc. Seminar 'Using diversity: enhancing and maintaining genetic resources on farm', June 19-21, 1995.* International Development Research Center, New Delhi, India.
- Latrach D., 1988.** Ressources en eau de la Wilaya d'Adrar. *Résumé de communication sur les journées d'études sur les foggaras.* Adrar, le 15 février 1988.
- Laumont P., Erroux J., 1961.** Inventaire des blés durs rencontrés et cultivés en Algérie. In : *Mem. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord*, (Alger), no 5.
- Laumont P. , Erroux J., 1962.** Les blés tendres cultivés en Algérie. *Ann. Ecole. Nat. Agric.*, 3 : 1 – 60.
- Le Buanec B., 1999.** Diversité génétique des variétés de blé tendre cultivées en France au cours du vingtième siècle. Evolution variétale, données techniques et économiques. *Gestion et préservation des ressources génétiques. Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France* 8, 37-53.
- Lefort M., Sontot A., Mitteau M., Chauvet M., et Thaler L., 1998.** La préservation des ressources phylogénétiques : Stratégie nationale et enjeux. *Gestion et préservation des ressources génétiques. Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France* 3, 183-194.

- Liu F., Von Bothmer R. and Salomon B., 2000.** Genetic diversity in European accessions of the barley core collection as detected by isozyme electrophoresis. *Genetic Resources and Crop Evolution* **47**, 571-581.
- Louette D., 1994.** Gestion traditionnelle de variétés de maïs dans la réserve de la biosphère Sierra de Manatlan (RBSM, états de Jalisco et Colima, Mexique) et conservation in-situ des ressources génétiques de plantes cultivées. *Thèse de l'Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier*. 245p.
- Louette D., 2000.** Traditional management of seed and genetic diversity: what is a landrace? In: *GENES in the FIELD: On-Farm Conservation of Crop Diversity* (ed. Brush SB), pp. 109-142. IDRC/IPGRI/Lewis Publishers, Boca Raton, USA.
- Maamouri, A., Deghaies, H. El Falah, M. et Halila, H., 1988.** *Les Variétés de Céréales Recommandées en Tunisie*. Documents Techniques, No. 103. Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie, Tunis.
- Mackey J., 1966.** Species relationship in *Triticum* Proc. 2<sup>nd</sup> Int. Wheat Genet. Symp., Lund 1965. *Hereditas*, suppl. 2, 237-276.
- Maire R., 1940.** Etude sur la flore et la végétation du Sahara central. In : *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du Nord* (Alger).
- Malosetti M., Abadie T. and German S., 2000.** Comparing strategies for selecting a core subset for the Uruguayan barley collection. *Plant Genetic resources Newsletter* **121**, 20-26.
- Manuel J. et Uva S., 1998.** Conservation et utilisation des ressources phylogénétiques agricoles: point de vue de la commission européenne. *Biotechnologie, Agronomie, Société, Environnement* **2**, 15 -18.
- Masi P. and Spagnoletti Zeuli P.L., 1999.** Effects of preharvest sprouting on the genetic structure of durum wheat landraces. *Plant breeding* **118**, 307-311.
- Masle - Meynard J. et Sebillotte M., 1981.** Etude de l'hétérogénéité d'un peuplement de blé d'hivers. I. Notion de structure de peuplement. *Agronomie*, 1981, 1 (3), pp 207 – 216.
- Masle - Meynard J., 1982.** Elaboration du nombre d'épis d'un peuplement de blé d'hivers en situation de compétition pour l'azote. II. Modélisation du nombre d'épis. *Agronomie*, 1982, 2 (1), pp 17 – 24.
- McKey D, Emperaire L, Elias M, Pinton F, Robert T, Désmoulière S, Rival L., 2001.** Gestions locales et dynamiques régionales de la diversité variétale du manioc en Amazonie. *Génétique, Sélection et Evolution*, **33**, S465-S490.
- Mekliche A., Boukecha D. et Hanifi - Mekliche L., 2003.** Etude de la tolérance à la sécheresse de quelques variétés de blé dur (*triticum durum* Desf.). L'effet de l'irrigation de complément sur les caractères phénologiques, morphologiques et physiologiques. *Annales de l'Institut National Agronomique – El-Harrach*. Vol. 24 N° 1 et 2. INA.
- Monneveux P. et This D., 1997.** La génétique face aux problèmes de la tolérance des plantes cultivées à la sécheresse : espoirs et difficultés. *Sécheresse*, **8(1)**: 29-35.

- Mousset C., 2000.** Rassemblement, utilisation et gestion des ressources génétiques de dactyle à l'INRA de Lusignan. *Fourrages* 162, 121-139.
- Nemmar M., 1980.** Contribution à l'étude de la résistance à la sécheresse chez les variétés de blé dur et du blé tendre: accumulation de la proline sous l'effet du stress hydrique. Thèse de DEA. Agronomie méditerranéenne, Montpellier, France, 73p.
- Nissilä E.A.J., Ramanatha Rao V., Engelmann F. and Rily K.W., 1999.** *Ex-situ* strategies for complementary conservation of Asian sweetpotatoes. *Plant Genetic Resources Newsletter* 117, 1-11.
- Paillard S., Goldringer I., Enjalbert J., Trottet M., David J., Vallavieille-pope C. and Brabant P., 2000.** Evolution of resistance against powdery mildew in winter wheat populations conducted under dynamic management. II. Adult plant resistance. *Theoretical & Applied Genetics* 101,457-462.
- Parzies H.K., Spoor W. and Ennos R.A., 2000.** Genetic diversity of barley landrace accessions (*Hordeum vulgare ssp. vulgare*) conserved for different lengths of time in *ex situ* genebanks. *Heredity* 84,476-486.
- Pecetti L. and Annicchiarico P., 1995.** Efficacy of a visual assessment for drought tolerance in durum wheat improvement under dryland conditions. *Cereal Research Communication* 23,95-101.
- Pecetti L., Annicchiarico P. and Kashour G., 1993.** Flag leaf variation in Mediterranean durum wheat landraces and its relationship to frost and drought tolerance and yield response in moderately favorable conditions. *Plant Genetic Resources Newsletter* 93, 25-28.
- Pecetti L., Boggini G., Doust M.A. and Annicchiarico P., 1996.** Performance of durum wheat landraces from Jordan and Morocco in two Mediterranean environments (northern Syria and Sicily). *Journal of Genetic & Breeding* 50,41-46.
- Pham J.L., Bellon M.R. and Jackson M.T., 1996.** A research program for on-farm conservation of rice genetic resources. *International Rice Research Notes (in press)* 21.
- Rahal-Bouziane H., Mossab K., Hamdi S., Kharsi M., 2003.** Situation des fourrages cultivés dans la région d'Adrar, *Recherche agronomique*, 12, 37-47.
- Sariane M. , Boumezbeur A ., 2006.** *Oasis de Tamentit et Sid Ahmed Timmi*.Strabon.
- Simon M., 1999.** Les variétés de blé tendre cultivées en France au cours du vingtième siècle et leurs origines génétiques. *Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France* 8,5-26.
- Spagnoletti Zeuli P.L. and Qualset C.O., 1993.** Evaluation of five strategies for obtaining a Core subset from a large genetic resource collection of durum wheat. *Theoretical & Applied Genetics* 87,295-304.
- Specht C.E., Freytag U., Hammer K. and Börner A., 1998.** Survey of seed germinability after long-term storage in the gatersleben gene bank (part 2). *Plant Genetic Resources Newsletter* 115,39-43.
- Statistiques du MADR, 2010 .**
-

- 
- Teich A.H., 1982.** Interaction of awns and environment on grain yield in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Cereal Res. Commun.* 10, 11-15.
- Teresa M., Dos Santos M., Ganança F., Slaski J., Miguel A., Pinheiro de Carvalho A., 2009.** Morphological characterization of wheat genetic resources from the Island of Madeira, Portugal. *Genet Resour Crop Evol* (2009) 56: 636 – 375.
- Teshome A., Fahrig L., Torrance J.K., Lambert J.D., Arnason T.J. and Baum B.R., 1999.** Maintenance of sorghum (*Sorghum bicolor*, *Poaceae*) landrace diversity by farmers' selection in Ethiopia *Economic-Botany* 53,79-88.
- Tunstall V, Teshome A, Torrance JK., 2001.** Distribution, abundance and risk of loss of sorghum landraces in four communities in North Shewa and South Welo, Ethiopia. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 48, 131-142.
- UPOV., 1990.** Union internationale de protection des obtentions végétales .principes directeurs pour la conduite des caractères distinctifs de l'homogénéité et stabilité. Genève.
- Van den houwe I. et Swennen R., 1998.**La collection mondiale de bananier (*Musa* ssp) au Centre de Transit de l'INIBAP à la K.U.Leuven: stratégies de conservation et mode d'opération. *Biotechnologie. Agronomie. Société. Environnement* 2,36-45.
- Vanderborcht T. et Baudoin J.P., 1998.**La collection de base des espèces sauvages de *Phaseolus* et *Vigna*: historique, gestion et conservation. *Biotechnologie, Agronomie, Société, Environnement* 2,27-35.
- Vavilov N.L., 1934.** Studies on the origin of cultivated plants. *Bull. Appl; Bot and plant breed* XVI: 1- 25.

# ANNEXES

## Les caractères d'identification des populations



Analyse descriptive de la hauteur de la plante (HP)

Populations	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Coef. de variation
Oum Zhira	39	64,7821	8,43008	13,013%
Chatar	187	66,1433	8,76849	13,2568%
Chouitar	80	66,6188	10,5421	15,8245%
Anza	28	70,6071	9,2671	13,1249%
Oum Rakba	157	70,6159	8,81616	12,4847%
Touafia	40	70,7525	10,3578	14,6395%
Bentembarek	190	70,8363	11,7257	16,5533%
Sabaga	70	70,9086	10,2128	14,4028%
Baldi	40	71,0475	11,5039	16,1919%
El Menea	33	71,2273	8,87459	12,4595%
Simania	36	72,5639	12,194	17,8042%
Moumna	144	73,0903	12,7099	17,3893%
El Karâa	34	73,3765	15,2248	20,7489%
Askandria	40	74,3	8,73381	11,7548%
Bahamoud	40	74,6425	8,47333	11,3519%
Benmabrouk	411	75,3217	11,9308	15,8398%
Zeghloul	75	75,352	16,6646	22,1157%
Hamra	80	76,795	11,0742	14,4204%
Bensalem	40	77,0375	9,95353	12,9204%
Amouche	40	77,195	8,30338	10,7564%
Belbali	40	79,4025	7,48539	9,42714%
HDI220	40	82,775	6,2121	7,5048%
El Farh	40	83,6425	7,50552	8,97333%
Masraf	40	83,8775	8,19154	9,76607%
Ali Benmakhoulouf	40	89,235	8,03031	8,99906%
Ali Amelal	40	97,055	14,8185	15,2681%
Total	2044	73,8182	12,3606	16,7446%

Analyse descriptive de la longueur du col de l'épi (LC)

Populations	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Coef. de variation
Oum Zhira	39	6,1641	3,62364	58,7862%
El Menea	33	7,97576	4,81041	60,3129%
Simania	36	8,37778	5,04982	60,2763%
Bentembarek	190	8,43158	5,662	67,1523%
Baldi	40	9,0925	4,87797	53,6482%
Sabaga	70	9,24429	5,45319	58,9899%
Touafia	40	9,35	4,66058	49,8458%
Chouitar	80	9,3775	5,24221	55,902%
El Karâa	34	9,52059	4,32013	45,3767%
Askandria	40	9,65	5,80694	60,1755%
Chatar	187	9,66417	4,80302	49,6992%
Amouche	40	9,6875	5,63124	58,1289%
Bensalem	40	9,855	5,18652	52,6283%
Benmabrouk	411	10,5265	5,24496	49,8261%
Oum Rakba	157	10,6611	4,79718	44,9968%
Anza	28	10,9714	3,86905	35,2648%
Bahamoud	40	11,1525	4,74947	42,5866%
Moumna	144	11,6674	5,7919	49,6419%
Zeghloul	75	11,7213	6,60956	56,3892%
HDI220	40	12,0225	3,52482	29,3185%
Hamra	80	12,265	4,51434	36,8067%
Belbali	40	12,315	5,05059	41,0117%
Ali Benmakhoulouf	40	13,2475	5,95173	44,9272%
El Farh	40	13,6125	4,74375	34,8485%
Masraf	40	15,545	3,76141	24,1969%
Ali Amelal	40	16,7875	6,06563	36,1318%
Total	2044	10,5068	5,45572	51,9256%

Analyse descriptive de la longueur du dernier entre nœud (LDEN)

Populations	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Coef. de variation
Oum Zhira	39	25,0359	4,8813	19,4972%
El Karâa	34	26,6824	5,71672	21,4251%
El Menea	33	26,7303	5,70463	21,3414%
Bentembarek	190	27,2895	6,57871	24,1071%
Touafia	40	27,3975	5,46441	19,9449%
Simania	36	27,7194	6,20741	22,3937%
Chatar	187	28,0337	5,73953	20,4737%
Sabaga	70	28,1586	6,56891	23,3176%
Chouitar	80	28,5888	6,48851	22,696%
Askandria	40	28,95	6,28164	21,6982%
Baldi	40	29,1375	5,509	18,9069%
Benmabrouk	411	29,4144	6,05989	20,6018%
Amouche	40	29,4625	7,32728	24,8699%
Bensalem	40	29,5925	6,46765	21,8557%
Bahamoud	40	29,835	4,73495	15,8705%
Anza	28	29,8929	4,56078	15,2571%
Oum Rakba	157	29,9752	5,8479	19,5091%
Moumna	144	30,4986	6,83827	22,4216%
Zeghloul	75	30,7533	8,15315	26,5114%
Belbali	40	31,7375	6,38611	20,1217%
Hamra	80	31,7475	5,52128	17,3912%
HDI220	40	32,48	3,79096	11,6717%
El Farh	40	33,3225	5,3414	16,0294%
Ali Benmakhoulouf	40	33,42	7,66441	22,9336%
Masraf	40	34,845	4,36818	12,536%
Ali Amelal	40	36,3825	6,79343	18,6723%
Total	2044	29,5411	6,45657	21,8562%

Analyse descriptive de la longueur de l'épi (LE)

Populations	Effectif	Moyenne	Ecart-type	Coef. de variation
Chouitar	80	7,18375	1,2317	17,1466%
El Menea	33	7,35152	0,825046	11,2228%
Oum Zhira	39	7,41026	0,923037	12,4562%
Oum Rakba	157	7,76242	1,01498	13,0755%
Baldi	40	7,8175	1,03053	13,1824%
Askandria	40	7,825	1,24319	15,8874%
Bahamoud	40	7,8575	0,930643	11,844%
Chatar	187	7,9262	1,28033	16,1532%
Touafia	40	8,02	1,17652	14,6699%
Moumna	144	8,13889	1,42181	17,4694%
Sabaga	70	8,17429	1,15089	14,0794%
Simania	36	8,22778	1,5789	19,1899%
Bentembarek	190	8,30526	1,48423	17,8709%
Amouche	40	8,68	1,09244	12,5858%
Zeghloul	75	8,76	2,08106	23,7564%
Benmabrouk	411	8,81241	1,49015	16,9097%
El Karâa	34	8,85882	1,02842	11,609%
El Farh	40	8,8875	1,03656	11,6631%
Hamra	80	9,16375	1,59344	17,3885%
Anza	28	9,2	1,02524	11,1439%
Bensalem	40	9,8225	1,55934	15,8752%
Belbali	40	9,845	1,36381	13,8528%
Masraf	40	10,2975	1,14455	11,1148%
Ali Benmakhoulouf	40	10,6975	1,25013	11,6861%
Ali Amelal	40	12,1425	1,33222	10,9716%
HDI220	40	13,29	1,5367	11,5628%
Total	2044	8,61238	1,74267	20,2345%