

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE d'AGRONOMIE (ENSA d'EI-HARRACH)

Thèse

EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME DE DOCTORAT EN SCIENCES
AGRONOMIQUES

Thème :

**Etude de la diversité génétique et des potentialités agronomiques et
fourragères de génotypes d'orge (*Hordeum vulgare* L.)
traditionnellement cultivés en Algérie**

Par : M^{me} RAHAL-BOUZIANE HAFIDA

Jury :

- | | | |
|----------------------|------------------------------|--------------------|
| - Président | : M. OUNANE S.M., | Pr (ENSA) |
| - Directeur de thèse | : M. ABDELGUERFI A., | Pr (ENSA) |
| - Examineurs | : M ^{me} LAOUAR M., | MCA (ENSA) |
| | : M. BENMAHAMMED A., | Pr (Univ. Sétif 1) |
| | : M. M'HAMMEDI BOUZINA M., | Pr. (Univ. Chlef) |
| | : M. BENBELKACEM A., | MRA (INRAA) |

Année: 2015-2016

Dédicaces

A la mémoire de mon père et de tous mes proches

A ma mère et ma belle mère

A mon époux et mes enfants Imène, Mohamed et Bilel

Remerciements

Mes grands remerciements s'adressent au Professeur Abdelguerfi Aïssa qui a accepté d'encadrer ce travail ; je lui exprime ici ma grande reconnaissance pour son encadrement depuis mon ingéniorat jusqu'à mon doctorat.

Je remercie fortement le Professeur Ounane d'avoir accepté de présider le jury de ce travail.

Mes vifs remerciements s'adressent aussi à M^{me} Laouar et à Messieurs les Professeurs Benmahammed et Mhammedi-Bouzina ainsi qu'à Monsieur Benbelkacem qui ont bien voulu examiner ce travail.

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Liste des tableaux

- **Tableau 1** : Evolution du taux d'autosuffisance (%) pour quelques espèces céréalières.....Page 43
- **Tableau 2** : origine des géotypes étudiés d'orgePage 48
- **Tableau 3** : Caractères quantitatifs : code, unité et signification.....Page 50
- **Tableau 4** : Caractères qualitatifs : code et signification.....Page 50
- **Tableau 5** : Analyse de variance sur les caractères agro-morphologiques des géotypes étudiés d'orge (1^{ère} année).....Page 55
- **Tableau 6** : Moyennes et groupes de moyennes chez les caractères agro-morphologiques des orges étudiées (1^{ère} année).....Page 57
- **Tableau 7** : Coefficients de variation (%) intra-géotype chez les caractères quantitatifs étudiés (1^{ère} année).....Page 58
- **Tableau 8** : Analyse en composante principale (ACP) sur 33 géotypes basée sur 12 caractères (1^{ère} année).....Page 59
- **Tableau 9** : Corrélations phénotypiques entre les géotypes d'orge (1^{ère} année).....Page 60
- **Tableau 10** : Analyse de la variance sur les traits nutritionnels et le rendement en matière sèche chez les géotypes d'orge (2^{ème} année).....Page 66
- **Tableau 11** : Analyse en composante principale de 31 géotypes d'orge basée sur les traits nutritionnels et le rendement (2^{ème} année).....Page 66
- **Tableau 12** : Analyse de variance sur les caractères agro-morphologiques des géotypes d'orge étudiés (3^{ème} année).....Page 73
- **Tableau 13** : Poids de 1000 grains, moyennes et groupes de moyennes chez les caractères agro-morphologiques des géotypes étudiés d'orge (3^{ème} année).....Page 74
- **Tableau 14** : Coefficients de variation (%) intra-géotype chez les caractères quantitatifs étudiés (3^{ème} année).....Page 75
- **Tableau 15** : Analyse en composante principale (ACP) sur 32 géotypes basée sur neuf caractères (3^{ème} année).....Page 75
- **Tableau 16** : Corrélations phénotypiques entre les géotypes d'orge (3^{ème} année).....Page 77
- **Tableau 17** : Analyse de variance sur les caractères longueur, diamètre et poids des quatre 1^{ers} entre-nœuds de la base chez les géotypes d'orge (3^{ème} année).....Page 78
- **Tableau 18** : Corrélations sur la verse, le poids des épis et les longueurs, les diamètres et les poids des entre-nœuds de la base chez 32 géotypes d'orgePage 80
- **Tableau 19** : Etude des corrélations entre les longueurs des entre-nœuds, la verse et les caractères phéno-agro-morphologiquesPage 81

- **Tableau 20** : Valeurs moyennes des longueurs, grosseurs, poids des entre-nœuds de la base et poids des épis de 32 génotypes.....Page 82
- **Tableau 21** : Comparaison des ACP de l'année 1 et l'année 3 sur la base de 9 caractères et 32 génotypes.....Page 92
- **Tableau 22** : La feuille drapeau, la durée du cycle (année 1 et année 3) et la verse (sur trois années d'essais).....Page 95
- **Annexe 1** : Données climatiques des périodes d'essais sur trois années (annexes).....Page 129
- **Annexe 2** : Poids de 1000 grains et teneurs en protéines du grain (1^{ère} année).....Page 131
- **Annexe 3** : Caractères qualitatifs étudiés sur les génotypes d'orge en présence de quatre témoins (1^{ère} année)Page 132
- **Annexe 4** : Durée d'épiaison, matières azotées totales (MAT), cellulose brute (CB), teneurs en matières sèches (TMS) et rendement en matière sèche (2^{ème} année)Page 133
- **Annexe 5** : Liste des publications en relation avec le mémoire.....Page 134

Liste des figures

- **Figure 1** : Carte géographique sur le Croissant-Fertile (zone en rose) : aire de domestication de l'orge (*Hordeum vulgare* ssp, *vulgare*).....Page 19
- **Figure 2** : Différents stades de développement chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.).....Page 22
- **Figure 3** : Carte géographique de l'Algérie avec les sites de collecte du germoplasme d'orge.....Page 49
- **Figure 4** : ACP : Distribution des génotypes sur les deux premiers axes (1^{ère} année).....Page 59
- **Figure 5** : Dendrogramme des 33 génotypes étudiés sur 12 caractères quantitatifs (1^{ère} année).....Page 60
- **Figure 6** : Durée d'épiaison (DEP) et durée du cycle (DC) chez les orges étudiées (1^{ère} année).....Page 61
- **Figure 7** : Dendrogramme de 31 génotypes basé sur le rendement et la valeur nutritive au stade immature (2^{ème} année).....Page 67
- **Figure 8** : ACP : Distribution des génotypes sur les deux premiers axes (3^{ème} année).....Page 76
- **Figure 9** : Dendrogramme de 32 génotypes d'orge basé sur 9 caractères (3^{ème} année).....Page 77
- **Figure 10** : Durée d'épiaison sur trois années chez 31 génotypes d'orge.....Page 87

- **Figure 11** : Histogramme des valeurs en MAT chez le grain à maturité (1^{ère} année) et la paille immature (2^{ème} année) des géotypes à tiges longues et sensibles à la verse.....Page 90
- **Figure 12** : Histogramme des valeurs en MAT chez le grain à maturité (1^{ère} année) et la paille immature (2^{ème} année) des géotypes à tiges longues et résistantes à la verse.....Page 90
- **Figure 13** : Histogramme des valeurs en MAT chez le grain à maturité (1^{ère} année) et la paille immature (2^{ème} année) des géotypes à tiges moyennes à courtes.....Page 91
- **Figure 14** : ACP : distribution des géotypes (première année avec 9 traits et sans le témoin 3).....Page 93
- **Figure A** : Histogramme des températures moyennes sur les trois années (annexes).....Page 130
- **Figure B** : Histogramme des cumuls des précipitations (1^{ère} et 3^{ème} année) (annexes).....Page 130

Liste des abréviations

- **ANN.** : Agence Nationale pour la Conservation de la Nature
- **BCC** : International Barley Core Collection (la collection nucléaire internationale de l'orge)
- **CCG** : Commission Canadienne des Grains
- **CIHEAM** : Centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes
- **CIMMYT** : Centro International de Mejoramiento de Maiz Y Trigo (centre international de phytogénétique du maïs et du blé)
- **CNIS**: Conseil National de l'Information Statistique
- **DGF**: Direction Générale des Forêts
- **EBDB**: The European Barley Data Base (la base de données européenne de l'orge)
- **ECPGR** : European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources (Programme Coopératif Européen pour les réseaux des Ressources Génétiques des cultures)
- **ÉÉM** : Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire
- **EUFIC** : The European Food Information Council (le conseil européen de l'information alimentaire)
- **FAO** : Food and Agriculture Organization of the United Nations (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture)
- **GRU**: Genetic Resource Unity (Unité des Ressources Génétiques)
- **IBPGR** : International Board for Plant Genetic Resources (conseil international des ressources phytogénétiques; devenu IPGRI en 1991)

- **ICARDA**: International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (Centre international de recherche agricole dans les zones arides)
- **ICRISAT**: International Crops Research Institute for Semi-Arid Tropics (institut international de recherche sur les cultures des zones tropicales semi-arides)
- **INRAA**: Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie
- **INRAF** : Institut National de la Recherche Agronomique de France
- **INRAM** : Institut National de la Recherche Agronomique du Maroc
- **INRAT** : Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie
- **IPGRI** : International Plant Genetic Resources Institute : Institut International des Ressources Phytogénétiques
- **ITGC** : Institut Technique des Grandes Cultures
- **NGB** : Nordik Gene Bank (a plant genetic resources center)
- **NIAR**: National Institute of Agrobiological Resources
- **NSGC** : National Small Grains Collection
- **OGTR**: Office of the Gene Technology Regulator
- **PGR** : Progesterone Receptor or Plant Growth Regulators
- **TCA**: Traditions Culinaires Algériennes
- **UGB** : Unités Gros Bétail
- **USDA** : United States Department of Agriculture
- **VIR**: Vavilov Research Institute of Plant Industry , St. Petersburg, Russian Federation
- **G1: groupe 1**
- **G2: groupe 2**
- **G3: groupe 3**

Résumé : L'orge est l'une des cultures les plus importantes dans le monde. En Algérie, elle occupe la deuxième place en production de grain après les blés (dur et tendre). Ce travail a été effectué sur trois années d'expérimentation. Dans la première année, la diversité génétique de 29 génotypes locaux d'orge a été évaluée à travers 28 caractères morphologiques, agronomiques et la teneur en protéine du grain, en présence de quatre témoins. Pour la deuxième année, la diversité génétique a été estimée à travers le rendement en matière sèche et la qualité du fourrage de la plante entière au stade pâteux. Durant la troisième année et en présence de trois témoins, la diversité génétique a été reprise par l'étude de la phénologie, des traits agronomiques et par des investigations morphologiques sur la verse.

Une grande variabilité a été trouvée à l'intérieur du germoplasme en première année et aussi en troisième année et a été révélée par les différences très hautement significatives entre les cultivars chez tous les caractères soumis à l'analyse de la variance. Cette variabilité est très intéressante à exploiter dans les programmes de sélection. Une bonne distinction entre la plupart des cultivars a été marquée par au moins un caractère formant un groupe distinct. Dans la première année, les caractères qui ont contribué le plus à la variabilité sont les suivants : le poids de 1000 grains, la longueur des barbes, la durée d'épiaison, la durée du cycle, la largeur des graines, le nombre de grains par épi, la hauteur des plantes, la longueur du premier article et la longueur des graines. Pour les caractères qualitatifs, la plus grande variation entre les génotypes a concerné : le port au tallage, la courbature du premier article et la pigmentation des feuilles de la base. En troisième année, la plus grande variation entre les génotypes a été expliquée par : la hauteur de la plante, la longueur de l'épi, la longueur des barbes, le nombre d'épillets par épi, le nombre de grains par épi, le poids de 1000 grains, la durée d'épiaison et la durée du cycle.

A travers ces deux essais, les génotypes à cycle long ont donné des tiges, des barbes et des poids de 1000 grains plus élevés que ceux à cycle court et les dendrogrammes ont divisé toutes les orges à six rangs en trois groupes.

Dans la deuxième année où les cultivars ont été testés au stade grain pâteux, des différences significatives ont été trouvées entre les cultivars pour la cellulose brute et le rendement en matière sèche mais les différences n'étaient pas significatives pour les protéines brutes. La plus grande variabilité entre les génotypes a été décrite par la durée d'épiaison et le rendement en matière sèche. Là aussi, tous les génotypes étaient divisés en trois groupes.

Certains génotypes locaux se sont distingués par des critères intéressants concernant les traits agronomiques, les protéines du grain et la qualité du fourrage, dépassant les témoins.

Les investigations morphologiques sur les tiges ont généralement montré que la verse était corrélée positivement et de façon très hautement significative avec les longueurs des quatre premiers entrenœuds de la base et qu'elle était aussi négativement corrélée avec le poids de 1000 grains, la longueur des barbes mais positivement corrélée avec le nombre de talles épis par plant.

La diversité existante entre les génotypes pour ces caractères ainsi que les relations qui lient ces derniers, pourraient aider à orienter les travaux de sélection pour la résistance à la verse et l'amélioration des autres traits agronomiques.

Mots clés : Orge. Germoplasme local. Caractères quantitatifs. Caractères qualitatifs. Génotypes supérieurs. Variabilité.

Abstract

Barley is one of the most important crops in the world. It ranks second after durum and bread wheat grain production in Algeria. This study was done on three years of field experimentations. In the first year, genetic diversity of twenty nine traditional barley genotypes was assessed using 28 traits on morphology, agronomy and protein grain content, in presence of four controls. In the second year, at the dough stage of grain, estimation of variability was taken by the dry matter yields, forage analyzes on the whole-plant and days to heading. In the third year and in presence of three controls, diversity was also assessed using phenology and agronomic traits with morphological investigations for studying lodging.

A great variability within the germplasm was found in the first and the third years revealed by very highly significant differences between genotypes for all characters statistically analyzed. This high diversity is very interesting for breeding programs. A good distinction between the most genotypes was marked by at least one character (a separate group). In the first year, the following traits: 1000 grain weight, awn length, days to heading and maturity, grain width, grain number per spike, plant height, length of first rachis segment and grain length were those contributing more to variability among the genotypes. On the qualitative traits, the growth habit, the curvature of the first rachis segment and the lower leaf sheath hairiness were the traits which varied more between the all genotypes. Plant height, spike length, awn length, spikelet number per spike, number of grains per spike, 1000 grain weight, days to heading and days to maturity were those explaining the greatest variability between the genotypes in the third year. Through the two field trials, long cycle genotypes gave higher stems, awns and 1000 grain weight than short cycle genotypes and the cluster analysis divided all six-rowed barley studied into three cluster groups. In the second year were cultivars were tested at the dough stage, significant differences were found among genotypes for the crude fiber and the dry matter yield but not significant differences for the crude protein. The most variation between cultivars was explained by the dry matter yield and days to heading. Also, all the genotypes were divided on three cluster groups.

Some local genotypes distinguished by interesting criteria of agronomic traits, grain protein and forage quality exceeding the controls.

Morphological investigations on stems have generally shown that lodging is very highly and positively correlated with the four lengths of basis internodes and also correlated negatively with the 1000 grain weight and the awn length but positively with the tiller spike number per spike.

The existing diversity between genotypes for these characters and the relationships between them could help for directing selection works for lodging resistance and to improve other agronomic traits.

Keywords: Barley. Local germplasm. Qualitative characters. Quantitative characters. Superior genotypes. Variability.

يعد الشعير من أهم المحاصيل في العالم ويحتل في الجزائر المرتبة الثانية من حيث إنتاج الحبوب بعد القمح الصلب واللين. أجري هذا العمل عبر ثلاث سنوات من التجارب. تمت في تجربة السنة الأولى، دراسة التباين بين تسعة و عشرين نمط من الشعير المحلي باستعمال ثمانية و عشرين صفة مرفولوجية و زراعية و كذلك نسبة البروتين في الحبة بالمقارنة مع أربعة شهود. و أما في السنة الثانية، فتم تقدير التباين الوراثي من خلال مردود المادة الجافة و نوعية علف النبتة بالكامل في المرحلة العجينية. في السنة الثالثة و بحضور ثلاثة شهود، تمت دراسة التباين الوراثي عن طريق الفنولوجيا و الصفات الزراعية هذا و تم كذلك التحقيق حول ظاهرة الرقاد من خلال الخصائص المرفولوجية.

من خلال تجربة السنة الأولى و كذلك تجربة السنة الثالثة، تبين وجود تباين كبير بين أنماط الشعير وذلك من خلال اختلافات ذات دلالة عالية المدى لدى كل الصفات التي خضعت للدراسات الإحصائية. هذا التنوع يعد من الأهمية بمكان للاستغلال في برامج التحسين الوراثي.

لقد كان التميز فيم بين الأنماط جيدا بحيث سجل من خلال و لو مجموعة منفصلة عبر صفة واحدة على الأقل.

في السنة الأولى، وصف معظم التباين بين الأنماط عن طريق الصفات الآتية: وزن الألف حبة، طول السفا، موعد طرد السنابل، النضج، عرض الحبة، عدد الحب في السنبل، طول النبات، طول العقدة الأولى للمحور و طول الحبة.

فيم يخص الصفات النوعية، كانت طبيعة النمو، انحناء العقدة الأولى للمحور و وجود الشعيرات على قواعد الأوراق هي الأكثر اختلافًا فيما بين الأنماط.

طول النبات، طول السنبل، طول السفا، عدد السنبيلات في السنبل، عدد الحب في السنبل، وزن الألف حبة، موعد طرد السنابل و النضج كانت هي التي شرحت أكبر التباين فيما بين الأنماط في السنة الثالثة.

من خلال هاتين التجريبتين، تميزت الأنماط المتأخرة بطول النبتة و السفا و الوزن المرتفع للألف حبة مقارنة مع الأنماط المبكرة فيم قسم التحليل العنقودي كل الأنماط السداسية الصف إلى ثلاثة مجموعات.

في السنة الثانية، حيث استغل الأنماط في المرحلة العجينية، كانت هناك اختلافات ذات دلالة فيم يخص عائد المادة الجافة و الألياف الخام بينما لدى البروتين الخام، فإن الاختلافات لم تكن ذات دلالة. لقد وصف معظم التباين بين الأنماط عن طريق عائد المادة الجافة و موعد طرد السنابل. هذا و قسم التحليل العنقودي مجددا كل الأنماط إلى ثلاثة مجموعات.

تميزت بعض الأنماط المحلية بميزات مثيرة للاهتمام فيم يخص بعض الصفات الزراعية، بروتين الحب و جودة العلف، متجاوزة بذلك الشهود.

دلت التحقيقات بشكل عام أن ظاهرة الرقاد كانت مترابطة ترابطا قويا و موجبا مع أطوال ما بين العقد القاعدية الأربعة كما ترابطت سلبا مع وزن الألف حبة و طول السفا بينما ترابطت موجبا مع عدد التفرعات السنبلية.

إن هذا التنوع بين أنماط الشعير فيم يخص هذه المعطيات و كذلك مدى الترابط بينها قد يساعد على توجيه أبحاث التحسين الوراثي من أجل مقاومة ظاهرة الرقاد و كذلك في تحسين الصفات الزراعية الأخرى.

الكلمات الدالة

الشعير، الأصول الوراثية المحلية، الصفات الكمية، الصفات النوعية، الأنماط الجينية الممتازة، التباين.

Sommaire

Dédicaces.....	Page 1
Remerciements.....	Page 2
Liste des tableaux.....	Page 3
Liste des figures.....	Page 4
Liste des abréviations.....	Page 5
Résumés.....	Page 7
Introduction.....	Page 12
Chapitre 1 : revue bibliographique.....	Page 16
1. Taxonomie de l'orge.....	Page 17
2. L'orge : centre d'origine et domestication.....	Page 18
3. Développement et reproduction chez l'orge.....	Page 21
4. Importance des variétés locales (landraces) et de la diversité.....	Page 22
5. Les ressources génétiques de l'orge dans le monde.....	Page 23
6. La collection nucléaire (ou « Core collection ») de l'orge dans le monde.....	Page 25
7. Les céréales immatures : ensilage et utilisation en vert.....	Page 27
8. La digestibilité, l'ingestibilité et la valeur énergétique d'un fourrage.....	Page 29
9. La verse : définition, causes et effets sur les céréales.....	Page 30
10. Histoire de l'orge dans la céréaliculture en Algérie.....	Page 31
11. Les ressources génétiques des orges en Algérie : histoire et situation.....	Page 34
12. Traditions culinaires à base d'orge en Algérie, changements survenus et conséquences.....	Page 36
13. Les céréales et la sécurité alimentaire en Algérie.....	Page 39

Chapitre 2 : partie expérimentale.....	Page 45
1. Matériel et méthodes.....	Page 46
2. Résultats et discussion.....	Page 53
2.1. Résultats et discussion sur l'essai de la première année.....	Page 53
2.1.1. Résultats.....	Page 53
2.1.2. Discussion.....	Page 61
2.2. Résultats et discussion sur l'essai de la deuxième année.....	Page 65
2.2.1. Résultats.....	Page 65
2.2.2. Discussion.....	Page 67
2.3. Résultats et discussion sur l'essai de la troisième année.....	Page 70
2.3.1. Résultats sur la morphologie.....	Page 70
2.3.2. Résultats sur la verse.....	Page 78
2.3.3. Discussion sur la troisième année.....	Page 83
2.4. Comparaison des géotypes à la lumière des trois années.....	Page 86
3. Conclusion générale.....	Page 96
4. Références bibliographiques.....	Page 102
5. Annexes.....	Page 124

Introduction

L'orge est l'une des cultures les plus importantes dans le monde. Selon Parry et Parry (1993), l'orge est probablement la céréale la plus ancienne. C'est l'une des cultures les plus anciennes parmi les céréales ayant joué un rôle significatif dans le développement de l'agriculture (Ullrich, 2011).

Pendant l'antiquité et jusqu'au deuxième siècle avant Jésus-Christ, l'orge était la céréale la plus utilisée pour l'alimentation humaine dans les régions du Croissant Fertile, d'Europe et du Bassin Méditerranéen. Quant aux pays du Maghreb, son introduction s'est faite depuis le Croissant Fertile en passant par l'Égypte (Boulal *et al.*, 2007).

Actuellement, au plan mondial, l'Union Européenne est, de très loin, le principal producteur d'orge dans le monde ; en 2010/2011, trois pays dominent les exportations : l'Union Européenne (28 %), l'Australie (27 %) et l'Ukraine (25 %) (Livre Blanc, 2011).

L'orge, qui constituait à côté du blé dur un aliment de base chez les populations algériennes, a perdu sa place importante dans la cuisine algérienne suite à plusieurs facteurs qui ont bouleversé, entre autres, les habitudes culinaires. Ce déclin dans les traditions culinaires constitue une vraie perte aussi bien sur le plan de la santé humaine que sur le plan économique. Selon La Médina (2002), les nombreuses qualités diététiques de l'orge sont reconnues et sont aujourd'hui à l'origine d'un véritable engouement pour les produits dérivés de cette céréale.

Peu de travaux existent sur les ressources locales des orges cultivées durant la période postcoloniale. Sur l'espèce *Hordeum vulgare*, les études ont concerné les variétés locales homologuées « Saïda » et « Tichedrett ». Des cultivars oasiens d'orge du Touat, Gourara et Tidikelt ont été récemment collectés et caractérisés (Rahal-Bouziane, 2006). Comme souligné par Rahal-Bouziane (2011), devant la déperdition des ressources céréalières dans les régions du nord en Algérie, les ressources céréalières du sud sont la clé de la sécurité pour tout le pays qui reste entièrement dépendant de l'étranger pour ce qui est des céréales. L'exploitation de la diversité génétique des orges locales est très importante à faire notamment pour leurs critères d'adaptation. Brown et Munday (1982) indiquent que les études de

diversité des plantes cultivées ont montré clairement que les variétés traditionnelles, bien que moins productives, sont généralement caractérisés par une plus grande diversité que les variétés améliorées.

Parmi les contraintes majeures ayant entravé le développement de l'élevage en Algérie, l'insuffisance fourragère. En fait, l'alimentation du bétail en Algérie se caractérise par une offre insuffisante en ressources fourragères, ce qui se traduit par un déficit fourrager. Ce déficit fourrager est chronique, soulignent Abdelguerfi et Abdelguerfi-Laouar (2004). Les difficultés d'approvisionnements en aliments et la sécheresse ont été les facteurs déterminants de l'évolution du cheptel algérien.

Les ressources fourragères en Algérie se composent principalement de chaumes de céréales, de végétation des jachères pâturées, des parcours steppiques, de forêts, de maquis et de peu de fourrages cultivés (Hamadache, 2001). L'orge représente l'aliment essentiel des ovins en Algérie (Benmahammed, 2004). Estimé à 3,5 millions d'unités gros bétail (UGB), le cheptel ruminant est tributaire de l'importation des orges notamment au niveau de la steppe (Arbouche *et al.*, 2008). Les rendements restent donc faibles, imposant le recours à l'importation.

Plusieurs travaux en Algérie ont prouvé les difficultés d'adaptation des variétés introduites d'orge à l'environnement sévère tel que celui des hautes plaines par exemple. La recherche doit tendre vers la sélection de variétés tolérantes aux stress climatiques, productives et stables dans leur production, comme l'indiquent certains auteurs comme Bouzerzour et Benmahammed (1993), Hanifi (1999). L'exploitation de la diversité génétique des orges autochtones est très importante à faire notamment pour leurs critères d'adaptation.

Selon Arbouche *et al.* (2008), la préservation des ressources naturelles des variétés d'orge peut être conçue à travers leurs intégrations dans les formules alimentaires de nos ruminants après caractérisation de leurs valeurs nutritives et de ce fait contribuer même partiellement à diminuer la part des importations des produits alimentaires (viandes rouges et lait).

En Algérie, l'ensilage est une pratique quasiment absente, malgré l'abondance et la richesse de la biomasse verte (Mermouri, 2011). Selon Belaid (2014), les céréales immatures constituent une option

possible contre la sécheresse estivale. En zone semi-aride, ajoute l'auteur, l'étendue des superficies permet d'envisager l'exploitation de céréales immatures pour des fourrages et qu'en année sèche, il serait possible de convertir une partie des superficies emblavées en céréales, en foin ou en ensilage.

Les céréales immatures ou la paille associée à plus ou moins de concentrés constituent une assurance confortable pour tous les systèmes fourragers des régions des cultures fourragères (Le Gall *et al.* 1998). La valeur énergétique des ensilages de céréales immatures s'avère finalement assez proche de celle observée pour les ensilages d'herbe et de maïs même si elle est le plus souvent inférieure, soulignent les mêmes auteurs. L'orge est parmi les espèces les plus utilisées comme plante entière dans le monde. Selon Fohner (2002), le stade pâteux est parmi les stades de récolte recommandés pour l'ensilage et le foin.

La teneur en fibres est une mesure importante de la qualité du fourrage (Kennelly *et al.*, 1995). Certains nutritionnistes définissent les fibres comme étant le seul composant dans un aliment qui n'est pas digéré par les enzymes de mammifères (Mirzaei-Aghsaghali et Maheri-Sis, 2011). La protéine brute est le facteur important qui affecte la qualité du fourrage (Khan *et al.*, 2014). La valeur économique des céréales fourragères pour l'alimentation du bétail dépend à la fois de son rendement et de la valeur de l'alimentation (McCartney et Vaage, 1993).

L'étude de la variabilité génétique est essentielle pour la conservation de la biodiversité d'une part, et d'autre part, pour les programmes d'amélioration génétique. Selon Backes *et al.* (2009), déterminer le niveau de variation à l'intérieur et entre les populations d'orge est une étape essentielle vers la conservation des ressources génétiques et le développement des stratégies futures pour l'amélioration des plantes.

L'évaluation de la variabilité par le biais de la phénologie et des traits morphologiques a été abordée par un grand nombre de chercheurs de par le monde comme à titre d'exemple : Assefa et Labuschagne (2004); Jaradat *et al.* (2004) ; Al-Nashash *et al.* (2007), Manjunatha *et al.* (2007); Ahmed *et al.* (2008) ; Abebe *et al.* (2010) ; Shakhatrech *et al.* (2010); Mekonnen *et al.* (2015).

L'étude de la diversité par les traits agronomiques a également été faite par beaucoup de chercheurs comme Eshghi et Akhundova (2010); Muhe et Assefa (2011), Amabile *et al.* (2013).

La revue bibliographique montre que dans le monde, il y a eu beaucoup de travaux sur l'exploitation de la plante entière au stade pâteux du grain, que cela soit sur l'orge ou sur les autres espèces (Demarquilly et Andrieu, 1992 ; Le Gall *et al.*, 1998; Zelter *et al.*, 1971; Fohner, 2002; Gill *et al.*, 2013).

Obtenir des variétés d'orge avec les qualités nutritionnelles les plus souhaitables pour les ruminants est important et les nutritionnistes ont besoin de travailler en étroite collaboration avec les sélectionneurs de plantes pour identifier des critères de sélection appropriés, selon Kennelly *et al.* (1995).

En Algérie, les études sur la diversité des orges locales sont très peu nombreuses, encore moins ou pas du tout sur l'exploitation de la plante entière au stade immature et de ce fait, le germoplasme local reste inconnu sur plusieurs de ces aspects.

A travers cette étude, nous avons visé plusieurs objectifs principaux comme la caractérisation, à travers un grand nombre de caractères, d'un germoplasme assez large en orge, l'évaluation de sa diversité à travers la phénologie, la morphologie et les critères agronomiques à maturité ainsi qu'à travers l'estimation des rendements en matière sèche et de la qualité du fourrage (cellulose brute et protéines brutes) de la plante entière au stade pâteux et la contribution de tous ces critères à la variabilité génétique entre les génotypes et à l'intérieur même de chacun d'eux. Des investigations ont été également entreprises pour expliquer la résistance et la sensibilité à la verse chez les différents génotypes.

Chapitre 1 : Revue bibliographique

1. Taxonomie de l'orge

L'orge appartient au genre *Hordeum* de la tribu des Triticées, de la famille des poacées (également connue sous le nom de graminées). Le genre *Hordeum* est peu commun parmi les triticées car il contient des espèces annuelles, telles que *H. vulgare* et *H. murinum* et des espèces pérennes telles que *H. bulbosum* (Von Bothmer, 1992). Il y a 32 espèces dans le genre de *Hordeum*, toutes avec un nombre de chromosomes de base de $x=7$. L'orge cultivée *Hordeum vulgare* L. ssp. *vulgare* et son parent sauvage *Hordeum vulgare* L. ssp. *spontaneum* (Koch.) sont des espèces diploïdes avec $2n=2x=14$ chromosomes. D'autres espèces de *Hordeum* sont diploïdes, tétraploïdes ($2n=4x=28$) ou hexaploïdes ($2n=6x=42$) (Komatsuda *et al.*, 1999). Les deux espèces *Hordeum vulgare* et *Hordeum bulbosum* sont considérées comme possédant un génome de base commun, I, qui n'est lié à aucun autre génome dans le genre (Von Bothmer, 1992). Linné (1753, *in* Benmahammed, 1996), a établi une classification des orges d'après la fertilité ou non des épillets latéraux et la compacité des épis, qui se résume ainsi :

Épillets médians et latéraux fertiles :

- Epi compact: *Hordeum hexastichum* L.
- Epi lâche: *Hordeum tetrastichum* L.
- Epi lâche à grain nu : *Hordeum vulgare* var. *coelisti*. L.

Épillets médians seuls fertiles:

- Epi compact: *Hordeum Zeocrithon* L.
- Epi lâche : *Hordeum distichum* L.
- Epi lâche à grain nu : *Hordeum distichum* L. var. *nudum*.

Sur chaque nœud, les épis d'orge comportent trois épillets, doté chacun d'une fleur unique. L'orge à deux rangs ou l'orge distique (*Hordeum distichum*) regroupe les variétés chez lesquelles les épillets latéraux sont stériles. Seul l'épillet central produit un caryopse.

2. L'orge : centre d'origine et domestication

Le genre *Hordeum* a des centres de diversité dans le centre et le sud ouest de l'Asie, dans l'ouest de l'Amérique du nord, dans le sud de l'Amérique du sud et dans la méditerranée. Plusieurs espèces sont adaptées aux environnements extrêmes et beaucoup possèdent une tolérance aux conditions froides et salines (Von Bothmer, 1992). En ce qui concerne le grand groupe des orges cultivées, les recherches entreprises montrent l'existence de deux principaux centres de diversité, l'un appartenant au nord-est de l'Afrique, surtout les régions montagneuses d'Abyssinie, l'autre se trouvant au sud-est de l'Asie ; c'est là le principal centre des orges nues, des orges sans barbes ou à barbes courtes (Meunissier, 1926). Le Croissant Fertile (ancienne Egypte, le Levant et la Mésopotamie) a été considéré comme l'origine de l'orge cultivée (Harlan, 1992 ; Salamini *et al.*, 2002) (Fig. 1). Le centre géographique de l'orge sauvage (*Hordeum spontaneum* C._Koch.) comprend le nord de l'Afrique, le Maroc, l'Abyssinie, l'Asie mineure, le nord de l'Afghanistan et la Transcaucasie (Meunissier, 1926). Cependant, selon Meunissier (1926) toujours, l'orge sauvage est représentée par un petit groupe de formes qui ne correspond nullement au polymorphisme des orges cultivées.



Figure 1. Carte géographique sur le Croissant-Fertile (zone en vert) : aire de domestication de l'orge (*Hordeum vulgare* ssp, *vulgare*). Source : Feuillet *et al.* (2008) in Usubaliev (2013)

Selon Van Oosterom et Acevedo (1992), le centre d'origine de l'orge (*Hordeum vulgare*) se trouve dans le moyen orient où elle a été cultivée depuis au moins 8000 ans.

Selon Jestin (1992), *H. spontaneum*, l'orge à 2 rangs sauvage répandue depuis la Grèce et la Lybie jusqu'au Nord-est de l'Inde, est presque unanimement reconnue comme la forme ancestrale de l'orge cultivée avec laquelle elle est parfaitement inter fertile. Les types d'orges à 6 rangs à rachis fragile rencontrés en Asie centrale et antérieurement dénommés *H. agriocrithon* Åberg sont maintenant considérés comme des descendants subspontanés d'hybrides entre types cultivés à 6 rangs et *H. spontaneum* (Von Bothmer *et al.*, 1990). Les centaines de variétés connues sont aujourd'hui regroupées en une seule espèce polymorphe : *Hordeum vulgare* (Zohary et Hopf, 1994 in Bouby, 2001).

Au cours des 100 dernières années, les cultivars traditionnels ont été la plupart du temps remplacés dans l'agriculture par des variétés de lignées pures avec une diversité génétique réduite (Nevo, 1992).

Lasa *et al.* (2001), soulignent que beaucoup de traits spécifiques d'adaptation existent chez les orges autochtones et qu'ils n'ont pas été intégrés dans les cultivars modernes. De son côté, Jilal (2011) indique qu'au fil du temps, les variétés locales reconnues comme de précieuses sources de résistance aux ravageurs, aux maladies et aux contraintes abiotiques, ont été de plus en plus remplacées par des cultivars commerciaux.

La domestication des plantes est un processus de sélection artificielle menée par l'homme afin d'accentuer certains caractères intéressants et d'en amoindrir d'autres non-désirés et présents chez les plantes sauvages. Il a été estimé que cette pratique date d'entre 9 000 à 11 000 ans. Beaucoup de plantes cultivées aujourd'hui sont le résultat de la domestication effectuée il y a 5 000 ans dans l'Ancien Monde et il y a 3 000 ans dans le Nouveau Monde. Aujourd'hui, la plupart de notre alimentation provient de variétés domestiquées. La domestication de l'orge sauvage dans la zone du Proche-Orient communément appelée « Croissant Fertile » a produit en premier lieu des variétés à deux rangs (Bouby, 2001).

Pendant le processus de domestication, l'orge a progressivement accumulé des traits qui ont facilité la production agricole. La sélection a pu être « inconsciente » à la suite de la sélection de l'environnement ou consciente à la suite du choix délibéré par l'homme (Von Bothmer *et al.* 2003). Trois traits principaux - sélection pour rachis non fragiles, épis à six rangs et caryopses - nus_ - ont été impliqués dans la domestication de l'orge (Salamini *et al.*, 2002). Le caractère le plus important pour la domestication de l'orge est probablement « un rachis non fragile » (Pourkheirandish et Komatsuda, 2007). La désarticulation de l'épi est un mauvais caractère causant de sérieuses pertes en rendement chez l'orge. Un faible et un fragile rachis sont deux mécanismes favorisant la cassure (Kandemir *et al.*, 2004).

Les processus de domestication ont entraîné des changements similaires dans toutes les espèces de céréales tels que les cultivars de blé, de seigle et d'orge ; tous ont des épis non cassants et des fleurs au moment qui convient à la production agricole (Ellis *et al.*, 1999).

La migration de l'orge dans les régions en dehors de son lieu d'origine a été accélérée par des mutations pour développer un besoin réduit de vernalisation et une insensibilité à la photopériode (Von Bothmer *et al.*, 2003). L'orge a été répandue dans différentes régions géographiques à travers l'accumulation de la diversité pour ces traits (Pourkheirandish et Komatsuda, 2007).

Seulement 39 % des allèles dans le pool génétique sauvage ont été transmis dans le pool génétique cultivé. Un examen de la distribution des fréquences alléliques dans *H. spontaneum* et *H. vulgare* confirme la perte d'allèles rares et la diminution de la diversité génétique au cours de la domestication (Ellis *et al.*, 1999).

3. Développement et reproduction chez l'orge

Selon Jestin (1992), les caractéristiques de végétation et de reproduction de l'orge sont voisines de celles du blé (Fig. 2) ; les différences les plus marquées concernent :

- une propension plus forte au tallage, avec une paille souvent plus fragile
- un cycle semi maturité souvent plus court
- une capacité de survie au froid n'atteignant généralement pas celle des blés ou des seigles.

Soltner (1988), ajoute d'autres différences, comme :

- les exigences en eau sont légèrement plus réduites et surtout importantes au début de la végétation
- l'orge tire parti de sols légers et calcaires mieux que le blé.

Hormis le besoin éventuel en vernalisation, l'orge est une espèce dite « de jours longs » (Jestin, 1992).

Selon le génotype, ajoute l'auteur, les orges ont des besoins nuls (orges de printemps) ou variables (orges dites d'hiver ou d'automne) de froid vernalisant pour pouvoir passer convenablement de leur phase végétative à la phase de reproduction.

La croissance de l'orge (Fig. 2) peut être divisée en un certain nombre d'étapes: la levée, le tallage, la montaison, l'épiaison, la floraison et la maturation (OGTR, 2008).

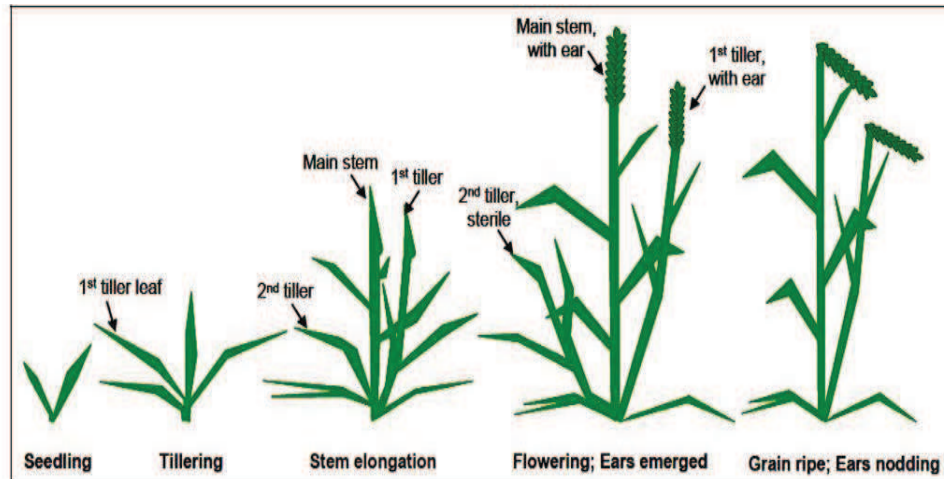


Figure 2. Différents stades de développement chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.) (Source : OGTR (2008)).

4. Importance des variétés locales (landraces) et de la diversité génétique

Selon Harlan (1992), la sélection naturelle accompagnée de la sélection humaine pendant des siècles ont abouti à des variétés locales qui présentent une grande variabilité génétique et qui se caractérisent par une bonne adaptation.

Selon Ramanujam *et al.* (1974), la diversité génétique est l'une des exigences fondamentales en matière de sélection végétale.

Les cultivars primitifs pourraient être une source importante de variation génétique utile (Ceccarelli *et al.*, 1987). Ils sont caractérisés par leur adaptation locale et par une meilleure variabilité génétique que les cultivars modernes (Person, 1997 *in* Jilal, 2011).

D'après Hakimi (1993), les formes locales ont un rôle très important, notamment parce qu'elles constituent un modèle d'adaptation écologique et qu'elles représentent l'aboutissement de toute une sélection naturelle reposant sur les impératifs du rendement et de la qualité intrinsèque. Lasa *et al.* (2001) soulignent que beaucoup de traits spécifiques d'adaptation existent chez les orges autochtones et qu'ils n'ont pas été intégrés dans les cultivars modernes. De son côté, Jilal (2011) indique qu'au fil

du temps, les variétés locales reconnues comme de précieuses sources de résistance aux ravageurs, aux maladies et aux contraintes abiotiques, ont été de plus en plus remplacées par des cultivars commerciaux.

D'après Ceccarelli et Grando (1996), dans les conditions défavorables, les landraces peuvent donner de meilleurs rendements que les variétés modernes, avec ou sans intrants.

Depuis le début du 20^{ème} siècle, la combinaison génétique a conduit à une augmentation de la variation des caractéristiques d'intérêt humain spécifique. La diversité génétique au sein de l'orge moderne a généralement diminué par rapport à celle des anciennes variétés locales ('Landraces'). Des traits comme la croissance printanière, la qualité brassicole et la résistance à la verse ont été améliorés et donc diversifiés au cours du siècle dernier. La variation naturelle dans d'autres caractères pourrait, cependant, être réduite en raison de la sélection de l'uniformité de la production agricole (Sato *et al.*, 2003).

La gestion et l'utilisation efficaces des ressources dépendent dans une large mesure de l'estimation appropriée du matériel représenté dans la collection (Smale *et al.*, 2002).

5. Ressources génétiques de l'orge dans le monde

Les ressources génétiques des orges, souligne Jestin (1992), ont été selon le pays, gérées et protégées ou non par des institutions spécifiques, suivant des règles systématiques (USDA Barley collection pour les USA dès 1894 par exemple : Moseman et Smith, 1985). Les collections de base d'orge forment au plan mondial un réseau : PGR, Ottawa (Canada) pour la collection mondiale ; NGB (Suède) ; PGR (Ethiopie) ; NIAR (Tsukuba, Japon) et Fort Collins (USA) pour les collections par continent. Chacun de ces organismes détient 2000 à 20 000 entrées. L'auteur ajoute que des collections de travail importantes sont situées à l'USDA, Beltsville (USA), au VIR de Leningrad (URSS) et en Allemagne : au Ziguk de Gatersleben (ex-RDA).

L'ICARDA est une institution qui possède beaucoup de projets en collaboration avec des pays arabes et d'autres institutions comme VIR (URSS) pour la collecte, l'évaluation et la valorisation des ressources génétiques des orges et aussi d'autres espèces (ICARDA, 2001).

Dans certains pays comme la Scandinavie, Von Bothmer *et al.* (1992) indiquent que la collection des Triticeae dans ce pays, a débuté, à l'époque, depuis quinze ans et qu'au départ, elle s'est concentrée principalement sur les espèces sauvages de *Hordeum* mais plus tard, elle s'est élargie pour inclure les cultivars locaux et le matériel primitif des autres céréales.

L'IBPGR (International Board for plant Genetic Resources) avait encouragé la mise en place de réseaux de bases de données informatisées.

Le Programme coopératif européen pour les réseaux des ressources génétiques des cultures (ECPGR) est un programme de collaboration entre la plupart des pays européens visant à faciliter la conservation à long terme et l'utilisation accrue des ressources phytogénétiques en Europe. Le programme, qui est entièrement financé par les pays membres et est coordonné par l'IPGRI, est supervisé par un Comité de pilotage composé des coordonnateurs nationaux désignés par les pays participants et un certain nombre de personnes compétentes à l'échelle internationale. Le programme fonctionne grâce à neuf réseaux dont les activités sont menées à travers un certain nombre de groupes de travail permanents ou par des actions *ad hoc*. Les membres des groupes de travail et d'autres scientifiques des pays participants effectuent un plan de travail convenu avec leurs propres ressources comme intrants en nature au programme (Lipman *et al.*, 2005).

La première version de l'EBDB (the European Barley Database) a été mise en place au cours de 1982-1987 et comprenait 55 000 accessions (Knüpffer, 1988). La deuxième version de l'EBDB avec 90 000 entrées a été élaborée en 1997 (Knüpffer et López, 1999). À l'heure actuelle, l'EBDB comprend les données de 155 000 entrées provenant de 23 pays européens et de trois banques de gènes supplémentaires (Enneking et Knüpffer, 2001).

Les collections dans les banques de gènes à travers le monde comprennent 6.1 millions d'accessions (FAO, 1996). La collection la plus large est celle du blé avec l'orge qui occupe la deuxième position

(Knüpffer et Van Hintum, 2003). La FAO (1996) a estimé qu'environ 485 000 accessions d'orge existent dans les collections de germplasm *ex situ* comme les banques de gènes, les sélectionneurs et les collections de recherche.

6. La collection nucléaire (ou « Core Collection ») de l'orge dans le monde

Vavilov (1926) était le premier généticien ayant réalisé le besoin essentiel d'une base génétique plus large pour l'amélioration des cultures ; lui et ses collègues, ont recueilli le matériel génétique des cultures et de leurs parents sauvages à l'échelle mondiale (Upadhyaya *et al.*, 2007).

A partir de 1950, le rôle stratégique de la diversité biologique dans la sélection végétale s'étend avec le développement des échanges internationaux (Trommetter, 2001). Suite à la perte des cultivars traditionnels et des variétés locales, causée par le développement agricole à partir des années 70, des efforts massifs de collecte de matériel génétique ont été faits. Un réseau de centres internationaux a été exécuté à partir du début des années 1980 visant à améliorer la collecte, la conservation, l'évaluation et la documentation des ressources génétiques des cultures (Plucknett *et al.*, 1987). L'Institut International de Recherche sur les Cultures des zones Tropicales semi-arides (ICRISAT) a créé une Unité des Ressources Génétiques GRU pour l'assemblage, la caractérisation, l'évaluation, l'entretien, la conservation, la documentation et la distribution du matériel génétique des cultures comme le sorgho, le mil, le pois chiche, l'arachide... et de leurs parents sauvages (Upadhyaya *et al.*, 2007). Selon la FAO (1996), une enquête menée dans cette période, a révélé que plus de 5.550.000 entrées de matériel génétique des plantes ont été assemblées et conservées dans globalement 1308 banques de gènes.

Cet énorme volume des ressources de matériel génétique ne peut être utilisé efficacement pour mener des recherches et nécessite également des fonds pour la gestion de la banque de gènes (Upadhyaya *et al.*, 2007). Frankel (1984) a proposé l'échantillonnage gérable de la collection ou «collection nucléaire» ou «core collection». Une collection nucléaire contient un sous-ensemble des accessions de l'ensemble de la collection qui capture le plus de diversité des espèces (Brown, 1989a). Le noyau du sous-ensemble ainsi formé peut être largement évalué et l'information dérivée peut être utilisée pour

guider plus efficacement l'utilisation de l'ensemble de la collection (Brown, 1989b). La taille de la collection réduite aidera également à réduire les dépenses nécessaires pour gérer la banque de gènes (Upadhyaya *et al.*, 2007).

L'orge a un pool génétique qui a le potentiel de contenir suffisamment de diversité génétique à exploiter pour l'adaptation à différentes conditions environnementales. En outre, les vastes ressources en matériel génétique d'orge, disponibles dans le monde, contiennent probablement une variation allélique bénéfique que les nouvelles technologies génomiques et de sélection peuvent exploiter (Muñoz-Amatriáin *et al.*, 2014).

La collection nucléaire internationale d'orge (The international Barley Core Collection ou « BCC ») a été développée depuis 1989 par un consortium international comme une activité volontaire des institutions participantes. Le consortium tente de créer un ensemble commun de génotypes d'orge pour une utilisation principalement dans la recherche, ce qui permet la compilation d'un grand ensemble de données sur la diversité génétique de l'orge (Knüpffer et Van Hintum, 2003).

La collection nationale des petits grains de l'USDA-ARS « National Small Grains Collection » ou « NSGC » est l'une des plus grandes collections de matériel génétique de l'orge dans le monde (Valkoun, 2008).

Le NSGC est composé de 33 176 accessions d'orge qui ont été acquises et entretenues au cours des 100 dernières années. Il s'agit notamment de cultivars, de lignées, de races locales et des stocks génétiques de plus de 100 pays (Bockelman et Valkoun, 2011). Un sous-ensemble représentant environ 10 % de l'ensemble de la collection (le 'NSGC Barley Core ') a été créé en 1995 avec des additions finales en 2006, en choisissant au hasard les accessions (choix randomisé) sur la base du logarithme du nombre total d'entrées de chaque pays d'origine, avec un minimum d'une accession par pays (Bockelman et Valkoun, 2011). Cette collection nucléaire a été et est en cours d'évaluation pour divers traits agronomiques, ceux concernant la morphologie des épis et des grains ainsi que la résistance aux maladies et aux ravageurs (Muñoz-Amatriáin *et al.*, 2014).

Des questions majeures restent encore posées et sont : est-ce que la totale diversité trouvée dans l'orge est réellement reflétée dans la collection nucléaire ('Barley Collection') et est-ce qu'on peut remplacer du matériel dans cette collection ou en rajouter un autre ? (Knüpffer et Van Hintum, 2003).

7. Les céréales immatures : ensilage et utilisation en vert

Les cultures de céréales telles que le blé, l'orge, l'avoine, le triticale, le seigle, le sorgho et le riz sont toutes utilisées comme plantes entières, mais l'orge et le blé sont probablement les céréales les plus courantes à être utilisées de la sorte dans le monde entier (Rustas, 2009).

En raison de leur combinaison supérieure de rendement et de la digestibilité par rapport à d'autres stades de développement, le stade épiaison et le stade pâteux sont les deux étapes de récolte recommandées pour l'ensilage et le foin (Fohner, 2002). La digestibilité de la matière organique de la plante entière chez l'orge et le blé s'explique principalement par la concentration de fibres et la digestibilité (Rustas, 2009). La protéine brute est le facteur important qui affecte la qualité du fourrage (Khan *et al.*, 2014).

Maximiser la valeur alimentaire des fourrages est un élément clé pour limiter le recours aux aliments complémentaires dans l'alimentation des animaux et ainsi réduire les coûts de production et accroître l'autonomie alimentaire des systèmes d'élevage d'herbivores (Baumont *et al.*, 2009).

Les pays de l'Europe du Nord (Royaume-Uni, Danemark), où la culture du maïs est risquée voire impossible, compte tenu des sommes de températures insuffisantes, s'intéressent depuis plusieurs années à l'ensilage des céréales immatures pour la création de stocks (Le Gall *et al.*, 1998).

Selon les mêmes auteurs, en France et en Europe, de nombreux travaux montrent les performances animales permises par l'ensilage de céréales immatures et la paille complémentée.

En comparaison avec une récolte de grain mûr, la technique de récolte de l'épi entier d'une céréale avec une partie plus ou moins haute de sa tige, au stade laiteux et, de préférence, cireux-vitreux du grain, pour alimenter des ruminants, permettrait selon ses promoteurs d'augmenter sensiblement la

production de matière sèche et d'unités fourragères à l'hectare et d'effectuer une culture dérobée dans des régions où les conditions climatiques le permettent (Zelter *et al.*, 1971). Selon Gouet *et al.* (1971 in Zelter *et al.*, 1971), la teneur en eau d'une telle céréale ainsi récoltée avoisine 40 à 50 % et sa conservation par ensilage ou par déshydratation est aisée.

La recherche d'alternatives au maïs pour limiter le recours aux intrants et à l'irrigation entraîne un certain développement de l'utilisation de céréales immatures et de mélanges de céréales et de légumineuses ainsi que de sorgho grain et de sorgho sucrier récoltés en ensilage (Baumont *et al.*, 2009).

Selon les mêmes auteurs, l'intérêt nutritionnel des céréales immatures est plutôt limité et inférieur à celui des ensilages d'herbe et qu'en revanche, les mélanges céréales-légumineuses devraient avoir une meilleure valeur azotée, voire énergétique.

Les performances permises par l'ensilage de céréales immatures, présentant un bon potentiel de rendement en grain, sont proches de celles obtenues par l'ensilage d'herbe et légèrement inférieures à celles observées avec l'ensilage de maïs (Le Gall *et al.*, 1998).

Quel que soit le stade de récolte, la teneur en amidon total de l'orge (paille incluse) a été similaire et du même ordre que celle enregistrée avec les orges immatures (Zelter et Charley-Lery, 1972).

En Europe, l'alimentation des ruminants est largement basée sur l'utilisation des fourrages naturels ou cultivés, exploités en vert par le pâturage durant la période de croissance de l'herbe et sous forme de fourrages conservés pendant la période hivernale (Demarquilly et Andrieu, 1992).

D'un point de vue nutritionnel, un fourrage vert est caractérisé par sa valeur nutritive (valeur énergétique, valeur azotée, teneur en minéraux, vitamines...) et par son ingestibilité qui est la quantité de matière sèche volontairement ingérée par un ruminant qui reçoit ce fourrage à volonté (Demarquilly et Andrieu, 1992).

Les sorghos fourragers et les céréales à grains ont une digestibilité de l'ordre de 80 % au début de la montaison. Elle diminue ensuite rapidement, comme celle des graminées fourragères classiques et ne se stabilise qu'à partir du stade laiteux du grain mais alors avec une valeur comprise entre 58,0 % (avoine, sorgho fourrager, seigle) et 63,0 % (blé et orge) selon les plantes (Demarquilly, 1970).

Damarquilly et Andrieu (1992) soulignent que les caractéristiques nutritionnelles des fourrages verts européens sont maintenant bien connues et elles conditionnent celles des fourrages conservés correspondants.

8. La digestibilité, l'ingestibilité et la valeur énergétique d'un fourrage

A même âge, l'ingestibilité augmente souvent avec la teneur en matière sèche et diminue avec la teneur en cendres (qui traduit souvent la contamination par de la terre) et la teneur en débris (parties mortes). L'ingestibilité des céréales classiques (avoine, sorgho fourrager, seigle, blé et orge) suit la même évolution que leur digestibilité jusqu'au stade laiteux et n'est alors que légèrement inférieure à celle du maïs ; cependant, elle diminue assez rapidement dès le stade pâteux par suite de la lignification de leurs tiges (Demarquilly et Andrieu, 1992).

La digestibilité des céréales immatures varie d'abord selon le stade de récolte (Le Gall *et al.*, 1998). La digestibilité et l'ingestibilité évoluent souvent dans le même sens, du moins pour une espèce donnée (Demarquilly et Andrieu, 1992).

La digestibilité totale de la plante entière subit la même évolution que les teneurs en cellulose brute et protéine et devient faible 40 à 45 jours après la floraison (Le Gall *et al.*, 1998).

La teneur en parois végétales augmente avec la croissance de la plante et la digestibilité des parois diminue avec le vieillissement des tissus (Duru *et al.*, 2008).

La valeur énergétique du fourrage dépend avant tout de la teneur en matière organique digestible et par là du coefficient de digestibilité de la matière organique (Jarrige, 1970). En termes histologiques, on

peut dire que les tissus cellulosiques (parenchymes...) sont entièrement digestibles alors que les tissus lignifiés (sclérenchyme, tissus conducteurs...) sont presque entièrement indigestibles ; on les trouve réduits à l'état de fines particules dans les fèces (Grenet, 1966 *in* Jarrige, 1970).

Lente tant que la plante est végétative, la diminution de la valeur énergétique s'accélère pour les graminées à partir de la montaison ; elle est linéaire pour les légumineuses (Baumont *et al.*, 2009).

Pour les graminées et les légumineuses fourragères, la valeur azotée augmente avec la valeur énergétique. A même valeur énergétique, les légumineuses ont une valeur azotée supérieure à celle des graminées, du fait de leur teneur en matières azotées totales plus élevées (Baumont *et al.*, 2009).

9. La verse : définition, causes et effets sur les céréales

La verse peut être définie comme la déformation permanente des tiges d'une culture. Elle est généralement causée par des conditions météorologiques défavorables et a toujours été un problème dans la culture des céréales (Baker *et al.*, 1990). Selon Keller *et al.* (1999), la verse peut être causée généralement par le vent et la pluie et aussi par différents agents pathogènes et ravageurs affectant les tiges ou les racines. D'autres auteurs comme Stapper et Fischer (1990), Berry *et al.* (2000), soulignent que la fertilisation excessive et / ou des taux de semis élevés, peuvent provoquer la verse. Selon Lewicki et Chery (1992), l'augmentation des taux de fertilisation azotée pour accroître le rendement, s'accompagne souvent d'une élévation de la teneur en azote du grain et du problème de verse.

La résistance à la verse a été l'un des critères les plus cruciaux à améliorer constamment. Les conditions de milieu favorables à la croissance conduisent à un tallage exacerbé de l'orge, qui est l'une des causes de la verse (Doussinault *et al.*, 1992).

Classiquement, la sélection pour la résistance à la verse est faite par notation du pourcentage de tiges versées en essais multi locaux (Pellerin *et al.*, 1990).

La recherche a montré qu'il existe un lien positif entre la digestibilité de la tige et la sélection pour une bonne résistance à la verse. Ce phénomène s'explique par la disposition de la fibre dans la tige et non pas sa concentration totale (Leduc et Fournier, 1997).

Jeżowski (1981), indique que des investigations ont conduit à conclure que la résistance à la verse chez les céréales est très liée à la structure morphologique et physique de la tige. L'orge est plus sensible à la verse que le blé (Stanca *et al.*, 1979). L'orge est particulièrement sensible à la verse car elle possède des tiges grandes et creuses (Bergal et Clemmencet, 1962).

Banniza *et al.* (2005), ont montré que le contenu en fibre et en lignine chez les tiges de pois est négativement corrélé avec la verse. D'autre part, sur le lin, Menoux *et al.* (1982) concluent que parmi les caractères les plus représentatifs de la verse, une courte longueur des entre-nœuds du ¼ inférieur de la tige épicytlée et une faible valeur du rapport longueur/diamètre des fibres.

Plusieurs auteurs rapportent que la verse peut réduire la production des céréales jusqu'à 30 % (Pinthus, 1973) ou 40 % (Easson *et al.*, 1993) et jusqu'à 80 % (Berry *et al.*, 2015). La verse peut compliquer la récolte et peut provoquer une détérioration de la qualité meunière et boulangère des céréales (Kono, 1995).

10. Histoire de l'orge et sa place dans la céréaliculture en Algérie

Selon Bessaoud (1999), en Algérie, dans la Numidie antique, de nombreux textes et vestiges attestent que la culture des céréales était développée avant le IIIème siècle (orge et blé de Numidie).

Laumont (1937) a déclaré que l'orge qui était cultivée de tout temps par les algériens, a occupé dans les emblavures une place prépondérante supérieure à celle accordée au blé dur et parfois même à celle réservée au blé dur et au blé tendre réunis. Selon le même auteur, les statistiques montrent que la culture de l'orge a été en voie d'augmentation jusqu'en 1900, puis elle a régressé régulièrement. Selon Hakimi (1993), au début du XIXe siècle, l'orge venait en tête des cultures par son importance ; elle était destinée à l'autoconsommation humaine et servait de complément fourrager aux troupeaux entretenus pendant la plus grande partie de l'année dans les régions steppiques.

Pourquoi l'orge a-t-elle régressé en Algérie durant la période coloniale ?

Selon Tounsi (1986), la situation économique des producteurs algériens en céréales n'a pas cessé, tout au long de la période coloniale, de se dégrader. Tounsi (1986) ajoute que le rôle spécifique dévolu aux

céréales durant cette époque, était de compléter les besoins de la métropole et de servir les intérêts des semouliers et des fabricants de pâtes alimentaires français.

A partir de 1851, une lourde imposition a été faite par les colons pour forcer les Fellahs algériens à commercialiser de plus en plus leurs récoltes (Tounsi, 1986). Rappelons ici que le blé tendre a été introduit par la colonisation, comme indiqué par Bessaoud (1997). Dès 1854, les colons cultivent 483 618 ha de céréales dont 96 % sont consacrés au blé tendre (Tounsi, 1986). Ceci mène d'une part, à l'effondrement des forces productives de la paysannerie algérienne et, d'autre part, à l'intégration de l'Algérie au marché métropolitain, indique Tounsi (1986).

Selon Tinthoin (1945), depuis 1910, la situation des céréales en Algérie s'est encore aggravée, entre autres, à cause du changement du régime alimentaire des indigènes urbains qui consommaient plus de pain que de semoule et de farine.

Dès 1920, les statistiques avaient commencé à enregistrer de la misère et du sous-emploi rural : la masse paysanne commençait à émigrer vers les villes d'Algérie dont la population musulmane passe de 310 000 individus vers 1900 à 1 624 000 en 1954 (Lequy, 1970).

En 1942, on estime à 15 et 25 % (soit une proportion largement supérieure à celle livrée au commerce traditionnel) de la récolte indigène de blé dur et d'orge, à 65 % de celle de blé tendre la part collectée par les Sociétés Indigènes de Prévoyance (SIP). Tounsi (1986) explique qu'il est tout à fait normal que le taux de livraison du blé tendre soit élevé car il est produit surtout par les colons. Quant au blé dur qui constitue l'un des aliments de base des algériens, il se divise en deux parts à peu près égales entre l'autoconsommation et la mise sur le marché pour l'exportation. La part de commercialisation de l'orge demeurerait assez faible car elle était peu utilisée par l'industrie (Tounsi, 1986).

En 1943, beaucoup de difficultés parmi lesquelles les sécheresses d'automne et de printemps, la pénurie d'engrais et de semences de céréales secondaires ou sélectionnées, le manque de main

d'œuvre, ont poussé les colons mais beaucoup plus les musulmans à réduire les emblavures de blé et d'orge (Tinthoin, 1945).

Ce sont là quelques indicateurs qui pourraient justifier, entre autres, le recul de la culture de l'orge en Algérie qui s'est opéré durant la période coloniale.

Selon Oudina et Bouzerzour (1993), l'orge occupe la seconde place en Algérie après le blé dur. Hanifi (1999) souligne que l'orge est la troisième céréale en Algérie du point de vue superficie et production.

Cette culture s'insère bien dans les milieux caractérisés par une grande variation climatique où elle constitue avec l'élevage ovin l'essentiel de l'activité agricole (Hakimi, 1989 *in* Makhlouf *et al.*, 2003).

Selon Mouret *et al.* (1990 *in* Bouzerzour *et al.*, 1997), cette culture s'inscrit en Algérie dans le cadre des systèmes extensifs céréaliculture-élevage ovin où elle joue un rôle important dans l'équilibre précaire de l'économie des petites exploitations des zones marginales.

L'orge est très peu utilisée dans l'alimentation humaine, à l'état actuel. En effet, Benmahammed (2004) indique que l'orge représente actuellement l'aliment essentiel des ovins en Algérie.

L'orge s'étend sur les zones marginales des plaines intérieures et des hauts plateaux (Bouzerzour *et al.*, 1997). Hakimi (1993) situe la culture de l'orge en Algérie et son mode d'exploitation sur plusieurs régions bioclimatiques, à savoir la région du subhumide, la région semi-aride, la région aride et la région du Sahara supérieur.

Selon Malki et Hamadache (2002), les wilayate agro-pastorales de Batna, Khenchela, Tebessa et M'Sila représentent actuellement les principales zones de production d'orge en Algérie.

Sur 102 années (1900 à 2002), la moyenne de rendement de l'orge stagne à une valeur de 6,7 q/ha. Sa production se caractérise par une grande irrégularité allant de 1,6 à 18 millions de quintaux/an en 1991 et 2000 respectivement (Benmahammed, 2005).

11. Les ressources génétiques des orges cultivées en Algérie : histoire et situation

Selon Aït-Rachid (1991), la culture de l'orge est connue en Algérie depuis longtemps sous forme de mélanges des populations locales. Le nombre de variétés d'orge cultivées en Algérie est plus faible que celui des blés, souligne Hakimi (1993). Ducellier (1930) s'est étonné devant les performances de certaines variétés d'orge cultivées en Algérie, comme leur grande faculté de tallage et leur fécondité qui permettait d'obtenir de très bons rendements en semences à l'hectare (Hakimi, 1993). Passager (1957) signale la présence à Ouargla d'une variété locale d'orge à six rangs qui fournit une excellente farine pour le pain et le couscous.

Laumont (1937) indique que l'orge a été cultivée de tout temps par les populations locales. Les orges algériennes cultivées appartiennent presque exclusivement à l'espèce *Hordeum tetrastichum* L. (orge carrée ou escourgeon d'Afrique). Mais on rencontre aussi quelques orges à 6 rangs (*H. hexastichum*) peu appréciées (dureté du grain), des orges à 2 rangs (*H. distichum*), selon Laumont (1947). D'après le même auteur, par sélection généalogique, il y a eu des sortes locales : les orges I.A.A. 42 et Saïda 183, l'orge à 6 rangs 839. Les variétés Saïda et Tichedrett (variétés locales homologuées) sont parmi les résultats de cette époque. La période postcoloniale a puisé fortement des introductions massives de matériels semi-finis et finis des centres internationaux (CIMMYT et ICARDA) et des programmes de collaboration bilatérale (INRAF, INRAM, INRAT) et de nouvelles variétés ont été sélectionnées (Benmahammed, 1996).

En 1995, L'ITGC (institut technique des grandes cultures) mentionne 09 variétés d'orge dont deux locales (Saïda et Tichedrett) et la majorité sont originaires de la Syrie et sélectionnées à l'ITGC.

Dans l'année 2004/2005, seulement cinq variétés ont été multipliées par l'ITGC, à savoir : Saïda 183, Jaidor, Barberousse, Tichedrett et Rihane 03.

Durant la période post-coloniale, les études sur le patrimoine local de l'orge ont porté sur l'évaluation génétique des espèces autres que *Hordeum vulgare* comme celles d'Amirouche *et al.* (1988) et de

Cherif-Hamidi (2004). D'autre part, plusieurs études ont été menées sur les orges locales de l'espèce *Hordeum vulgare* mais concernant uniquement les variétés homologuées telles que « Saïda » et « Tichedrett » comme par exemple celles de Boudouma (1990), de Bouzerzour *et al.* (1996), de Hanifi (1999), de Benbelkacem (2003), de Benmahammed (2005), de Souilah (2009) et de Kadi (2012).

Récemment, des cultivars oasiens d'orges du Touat, Gourara et Tidikelt ont été collectés et caractérisés (Rahal-Bouziane, 2006). Selon Arbouche *et al* (2008), la préservation des ressources naturelles des variétés d'orge peut être conçue à travers leurs intégrations dans les formules alimentaires de nos ruminants après caractérisation de leurs valeurs nutritives et de ce fait contribuer même partiellement à diminuer la part des importations des produits alimentaires (viandes rouges et lait).

L'introduction durant les années 1965-1970 de semences et plants de variétés à haut potentiel génétique, a provoqué la régression de certains cultivars locaux (ANN, 1993). Les nouvelles variétés d'orge adoptées en Algérie restent marginales parce qu'elles se caractérisent par une plus grande sensibilité aux variations des conditions climatiques (Benmahammed, 1996). D'après Arbouche *et al* (2008), l'importation des semences à haut rendement n'a pas résolu le déficit en graines d'orge mais a contribué à l'apparition de maladies (rouille jaune, etc....) et de plantes adventices jusque là inconnues.

Selon Benmahammed (1996), la recherche doit tendre vers la sélection de variétés tolérantes aux stress climatiques, productives et surtout plus stables dans leur production. De son côté, Hanifi (1999), indique que l'augmentation des rendements de l'orge peut se faire en plus des techniques de cultures appropriées, par la recherche de géotypes performants et adaptés aux différents milieux de culture.

Pour ce qui est de la sélection des céréales à paille, dont l'orge en fait partie, le CIHEAM (1988), recommande de renforcer l'utilisation du germoplasme local. D'après Hakimi (1993), les formes locales ont un rôle très important, notamment parce qu'elles constituent un modèle d'adaptation écologique et qu'elles représentent l'aboutissement de toute une sélection naturelle reposant sur les impératifs du rendement et de la qualité intrinsèque.

Nos cultivars locaux d'orge possèdent donc des gènes d'adaptation d'où la nécessité de la recherche de la gamme de variabilité la plus large et bien évidemment, la connaissance de leurs caractéristiques la plus complète possible (Rahal-Bouziane, 2006). Cette connaissance permettra de les intégrer dans les programmes de sélection variétale, de mieux les valoriser et les conserver.

12. Traditions culinaires à base d'orge en Algérie, changements survenus et conséquences

Dans les montagnes et partout dans les autres milieux ruraux et autres, les populations algériennes ont longtemps gardé leurs traditions culinaires. Les céréales ont toujours constitué un aliment fondamental aussi bien sur le plan culturel que nutritionnel.

Le couscous fut la préparation céréalière de base des berbères avant même l'arrivée des populations arabes. D'orge ou de blé, il fut alors certainement plus important que le pain (Hubert, 1995). Symbole de l'identité alimentaire des populations du Maghreb, le couscous est né dans la Numidie, déclare Beji-Becheur (2008). Si aujourd'hui on consomme le couscous de blé, jadis c'est l'orge qui était à l'honneur. Autrefois, le blé très cher, était réservé aux fêtes (Aït Larba, 2008). D'autres mets à base d'orge étaient très utilisés comme le pain, la galette et les soupes.

Laumont (1937) atteste que l'orge était très importante pour les populations indigènes, plus que les blés (durs et tendres). Il ajoute que sa culture a commencé à régresser à partir de 1900.

L'occupation française a bouleversé les structures socio-économiques et culturelles de notre pays. Selon certains témoignages (TCA, 2009), la table algérienne, notamment dans les centres urbains, n'a découvert le nouveau pain qu'à l'époque coloniale. Ainsi apparaît la « frangola » dans les boulangeries italiennes (pain de farine de blé tendre connu aussi sous l'appellation « Khobz boulanger » ou encore « francisse ») ou dans les boulangeries espagnoles, le pain mahonnais ou « maounis » (des îles Mahon en Espagne) (TCA, 2009).

Fabriqué par la farine de blé tendre, le pain blanc semble être l'héritage du colonialisme en Algérie. En effet, selon Bessaoud (1997), le blé tendre a été introduit par la colonisation française. Très consommé par les algériens, ce pain est fait de grains raffinés qui ont perdu une bonne partie de leurs composants et de leurs propriétés. Selon EUFIC (2009), les avancées obtenues dans les processus de mouture et de transformation des grains ont permis d'opérer à grande échelle la séparation et la suppression du son et des germes. Ces derniers renferment une foule de nutriments importants qui sont perdus si l'on raffine le grain.

A l'indépendance, l'Algérie s'est ouverte au progrès et les modes alimentaires ont alors évolué (Aït Larba, 2008). Comme conséquences de la modernisation, la disparition de plats issus d'une tradition millénaire.

D'après Sassi (2007), l'Algérie continue d'être parmi les plus grands importateurs de blé dans le monde. D'autre part, comme l'a indiqué Tounsi (1986), la grande consommation de pain de blé tendre par les algériens implique un accroissement de la dépendance extérieure, d'autant qu'elle induit une augmentation de l'utilisation indirecte de céréales à travers la progression de la consommation de produits animaux. Le remplacement du blé dur par le blé tendre entraînerait un abaissement important de la ration protéique de l'ordre de 15 g/jour qu'il faudrait alors trouver ailleurs (Rapport de 1977 *in* Sassi, 2007).

Dans une analyse sur la méditerranée, Mediterra (2008) impute les raisons ayant conduit au déclin des traditions culinaires à plusieurs facteurs à savoir : l'urbanisation, l'entrée des femmes sur le marché du travail, un phénomène de décohabitation des membres des foyers et de désocialisation, le penchant des jeunes pour une alimentation simplifiée, industrialisée et un phénomène général de modernisation.

Les plats traditionnels étaient simples, économiques mais surtout bénéfiques pour la santé. L'orge, dont les vertus sont extraordinaires sur la santé humaine, a nettement régressé pour ne pas dire disparu des plats algériens notamment au nord du pays où elle constitue actuellement l'aliment essentiel des ovins.

Selon Rahal-Bouziane (2011), l'orge demeure dans les régions de l'extrême Sud (cas du Touat, Gourara et Tidikelt) comme un aliment de base pour les populations. Dans les oasis de la région d'Adrar, nous avons enregistré un nombre de mets très varié à base de céréales (blé tendre, orge, mil, sorgho et maïs) (Rahal-Bouziane *et al.*, 2005). Néanmoins, tout comme la disparition qui touche certains cultivars locaux, certaines pratiques culinaires ont elles aussi disparu, souligne Rahal Bouziane (2011) pour la même région. A titre d'exemple, nous notons la disparition d'un couscous qui était fait du mélange : grains d'orge moulus plus farine de blé tendre plus grains de sorghos moulus (Rahal-Bouziane *et al.*, 2005). Selon la même source, dans la région d'Adrar, les germes d'orge utilisés comme salade deviennent de nos jours une pratique culinaire rare. Rappelons ici que ces germes ont de grandes vertus sur la santé humaine, qui sont prouvées par la science moderne.

Il est important de savoir que le pain blanc, hérité donc du temps de la colonisation et très consommé par les algériens, n'est certainement pas bénéfique pour la santé humaine. Ce pain est fait avec la farine blanche constituant le cœur du grain dont on a enlevé le germe et l'enveloppe.

Or, les vitamines et les sels se trouvent essentiellement dans le germe et dans les enveloppes (couches périphériques) du grain (F.A.O., SD). Ces derniers sont éliminés lors de la moulure du grain de blé. Nécessitant de gros moyens, le pain blanc constitue une perte aussi bien pour l'économie que pour la santé humaine.

En effet, les procédés technologiques de transformation imposés tout au long de la chaîne alimentaire ne sont pas sans conséquences sur la qualité organoleptique et nutritionnelle des produits (Mediterra, 2008). Selon EUFIC (2009), une graine complète peut constituer un aliment en soi, comme dans le cas des flocons d'avoine, du riz brun, de l'orge ou du maïs soufflé.

Jadis, le pain complet d'orge (ou de blé) consommé par nos ancêtres (car moulus grossièrement) pouvait suffire comme aliment surtout chez les familles pauvres (Aït Larba, 2008). De nos jours, les aliments à base de céréales complètes sont de plus en plus reconnus comme facteur de santé et de bien être (EUFIC, 2009). Le grain d'orge est une excellente source de fibres alimentaires solubles et

insolubles dont les composantes les plus abondantes sont appelés bêta-glucanes (CCG, 2009). Des études ont permis de constater que les bêta-glucanes font baisser le cholestérol plasmatique, améliorent le métabolisme des lipides et réduisent l'indice glycémique ; les chercheurs à la commission canadienne des grains ont découvert que l'ajout de fractions de fibres d'orge au pain de blé donne un pain à bienfaits ajoutés pour la santé grâce aux bêta-glucanes (CCG, 2009).

L'orge possède certes beaucoup d'autres vertus sur la santé humaine. La place prioritaire qu'elle occupait dans les mets culinaires dans le passé chez les algériens, témoigne d'un savoir-faire et de traditions méritant d'être réhabilités. Le développement de cette culture connue aussi par sa rusticité et par ses capacités d'adaptation aux irrégularités du climat algérien, s'avère primordial face aux nouveaux défis parus à l'échelle planétaire et leurs conséquences néfastes sur la souveraineté alimentaire.

13. Les céréales et la sécurité alimentaire en Algérie

Les facteurs pouvant conduire à l'insécurité alimentaire sont nombreux parmi lesquels la pénurie d'eau, la dégradation des sols et les changements climatiques.

Afin d'évaluer la situation de l'Algérie par rapport à ces facteurs, nous allons confronter chacun d'eux à la réalité qui s'y rapporte dans notre pays.

- **La dégradation des sols**

La désertification est définie par la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification comme étant « la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». La dégradation des terres est à son tour définie comme étant la réduction ou la disparition de la productivité biologique ou économique des zones sèches (ÉÉM, 2005).

Sur une superficie de 238 millions d'ha, l'Algérie ne dispose que de 40 millions d'ha pouvant supporter des cultures ou une couverture végétale. La surface agricole utile (SAU) ne représente que 8 millions d'ha concentrés surtout dans les régions du nord (DGF, 2003).

Selon Moulai (2008), l'Algérie est l'un des pays les plus touchés par la désertification. Avec près de 20 millions d'hectares de parcours steppiques et 12 millions d'hectares de parcours présahariens se trouvant dans l'étage bioclimatique semi-aride à aride, l'Algérie perd ainsi quelques milliers d'hectares chaque année.

La DGF (2003) dresse la situation de dégradation en Algérie dans le Sahara, la steppe et les zones de montagne comme suit :

- a. Au niveau du Sahara (près de 87 % de la superficie totale), un déséquilibre du milieu oasien est bien avancé. On assiste à un ensablement important et à une surexploitation des nappes souterraines
- b. Au niveau steppique (20 millions d'ha avec une surface de parcours de 15 millions d'ha) : les labours mécanisés non adaptés au milieu fragile, le surpâturage important et la sécheresse endémique font que la strate herbacée ne se régénère plus et les sols nus sont soumis à une déflation permanente provoquant ainsi l'appauvrissement du milieu et la désertification.
- c. Au niveau des zones de montagne : la destruction de la strate forestière (incendies, défrichements), fait que les sols en pente soumis aux fortes pluies d'hiver, s'érodent à une vitesse impressionnante d'où perte de sols agricoles, envasement des barrages et inondations.

Selon Rousset et Arrus (2004), le changement climatique au niveau du Maghreb doit conduire, entre autres, à une accélération de l'érosion et de la dégradation des sols qui seront accentuées sur les zones côtières par l'élévation du niveau de la mer et les risques de salinisation des sols.

La dégradation de la végétation et la perte des terres productives se poursuivront à un rythme accéléré et provoqueront de profonds déséquilibres dans le monde rural (DGF, 2003).

- **La pénurie d'eau :**

Les ressources en eau sont une préoccupation majeure pour l'Algérie qui est un pays majoritairement aride et semi-aride.

Selon la DGF (2003), l'Algérie est classée parmi les pays qui se situent en dessous du seuil de pénurie de la disponibilité en eau.

D'après Nichane et Khelil (2014), le pays connaît déjà une accentuation des sécheresses et donc une aggravation des phénomènes de désertification, salinisation des sols, pollution des eaux superficielles et par conséquent, une dégradation progressive des ressources en eau.

Selon la DGF (2003), la rareté de l'eau en Algérie devient de plus en plus préoccupante au vue d'une demande croissante pour satisfaire une agriculture en plein développement, particulièrement en irrigué.

Sur les 150 000 ha irrigables, 43 000 ha seulement ont été effectivement irrigués en 2007, du fait de la sécheresse et de la réaffectation des eaux d'irrigation à l'alimentation en eau potable des populations, notamment à l'ouest du pays (Tabet, 2008).

- **Les changements climatiques**

L'Algérie est considérée comme vulnérable aux effets des changements climatiques, elle fait partie des zones arides et semi-arides exposées aux sécheresses chroniques (Aziza, 2006).

Les perspectives sur le changement climatique et la démographie montrent que les besoins alimentaires et hydriques seront croissants en Afrique du Nord, alors que les ressources en eau et les rendements agricoles seront plus restreints que prévus (Rousset, 2007).

Rousset et Arrus (2004) indiquent qu'au niveau du Maghreb, le changement climatique conduira à une réduction des disponibilités en eau pour l'agriculture pluviale et irriguée causée par la conjonction de

trois aspects : l'augmentation de l'évaporation et de l'évapotranspiration, la réduction probable des précipitations et l'augmentation de leur variabilité et l'élévation du niveau de mer en relation avec les nappes phréatiques côtières.

L'Algérie anticipera une réduction moyenne des rendements céréaliers de 10 % à l'horizon 2020. La production des légumes sera fortement touchée aussi par le changement climatique en Algérie ; la productivité des légumes diminuerait de 15 à 30 % d'ici 2030 (Bindi et Moriondo, 2005 *in* Rousset, 2007).

Les effets négatifs sur les rendements et la production au Maghreb, à travers le changement climatique, devraient toucher la majorité des cultures et notamment les céréales, les légumes et dans une moindre mesure les agrumes (Rosenzweig *et al.*, 1997 *in* Rousset et Arrus, 2004).

- **Les céréales en Algérie**

La production des céréales en Algérie, jachère comprise, occupe environ 80 % de la superficie agricole utile (SAU) du pays et la superficie emblavée annuellement en céréales se situe entre 3 et 3,5 millions d'ha (Djermoun, 2009). Le niveau de consommation des produits céréaliers est relativement élevé en Algérie (Sassi, 2007).

Compte tenu des contraintes naturelles, l'Algérie est un importateur net de produits alimentaires (blé dur et blé tendre, poudre de lait, produits laitiers et semences agricoles, etc.) (Moulai, 2008). La facture des importations des céréales en Algérie, semoule et farine a augmenté en 2008 pour atteindre 3,97 milliards USD et 3,16 milliards USD en 2013 (CNIS, 2008 et 2013). Le CNIS (2013) relève que les importations d'orge ont atteint près de 152,3 millions de dollars pour une quantité de 514 798 tonnes en 2013, en hausse de 33,6 % en termes de valeur par rapport à 2012.

La couverture des besoins de consommations des céréales (blés et orge) est assurée à hauteur de 37,7 % par la production nationale au cours de la période 1995-2004 (tableau 1). L'offre domestique demeure encore faible, le taux d'autosuffisance se situe aux environs de 28,4 % pour les blés (moyenne

de 1995 /2004). La satisfaction de la demande intérieure est assurée alors essentiellement par les importations, à la hauteur de 72 % environ pour les blés et à 30,4 % en moyenne pour l'orge (Djermoun, 2009).

La moyenne de la production en 2005/2007 est estimée à 2,650 millions de tonnes, cependant les importations devaient atteindre 5 millions de tonnes, ce qui représente un taux d'autosuffisance de 34,64 % et un niveau des importations de l'ordre de 65,36 % des besoins (Djermoun, 2009).

Tableau 1. Evolution du taux d'autosuffisance (%) pour quelques espèces céréalières

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	1995/2004
Céréales d'hiver	29,7	61,4	15	40,3	28,6	13,5	35,2	91,3	44,7	43,1	37,7
Blé dur	24,2	58,7	15,3	32,9	20,1	10,5	30,9	21,1	37,7	34,4	28,4
Blé tendre	20,8	36,6	8,5	47,5	41,8	18,3	31,1	18,4	34,5	31,4	28,4
Orge	79,1	100	46,4	55,6	43,6	22,3	62,8	41,2	93,1	97	69,6

Source : CIHEAM, rapports annuels de l'Algérie *in* Djermoun (2009)

La demande globale en produits céréalières est alimentée par la dégradation du pouvoir d'achat des consommateurs (Sassi, 2007). La baisse du pouvoir d'achat des ménages, depuis 1995, a conduit les ménages au retour à un modèle de consommation prédominé par les céréales, avec un niveau de consommation autour d'une moyenne annuelle de 200 kg environ par habitant, c'est à dire presque autant que la Tunisie avec 205 à 210 /habitant, mais nettement moins que le Maroc qui enregistre 240/habitant (Sassi, 2007). La crise économique mondiale a conduit, entre autres, à la hausse des prix des produits alimentaires. En effet, selon le Programme indicatif national de 2009, la population algérienne doit faire face à la forte hausse des prix des produits alimentaires de première nécessité (au premier trimestre de 2008, par rapport à 2007, la hausse du prix du blé a été de 90 % et celle du riz de 20%).

D'autre part, à l'horizon 2020, les besoins céréalières vont profondément s'amplifier avec la croissance démographique, en Algérie en particulier, qui doit enregistrer une hausse de la demande de plus de 60 % (Yang et Zehnder, 2002 *in* Rousset, 2007).

Avec un faible pourcentage de surfaces irriguées et un taux de pluviométrie peu encourageant, l'avenir de la céréaliculture serait fortement compromettant et rendrait urgente la mise en place d'une stratégie de substitution, comme indiqué par la DGF (2003).

L'adaptation à la rareté croissante de l'eau pourrait viser à favoriser des cultures moins exigeantes en ressources hydriques (Lakhdari et Ayad, 2009). Rappelons ici que l'orge est très adaptée aux systèmes de culture pratiqués en zones sèches, tel que l'a souligné Benmahammed (2005). Elle s'adapte bien à la pauvreté des sols arides, à la chaleur, au manque d'eau, au froid et à l'altitude (J.E., 2008). Sur la santé humaine, l'orge a certainement beaucoup de bienfaits. Des recherches récentes montrent les bienfaits de l'orge que cela soit pour son herbe ou pour son grain (EUFIC, 2009 ; Le magazine bio, 2010).

L'herbe d'orge est un excellent antioxydant, elle favorise également la digestion et renforce l'immunité (Le magazine bio, 2010). Une graine complète d'orge peut constituer un aliment en soi, comme l'indique EUFIC (2009).

La mise sur le marché de produits méditerranéens traditionnels, reconnus pour leurs qualités, constitue donc un enjeu majeur (Mediterra, 2008).

Moins exigeante que le blé et très bénéfique pour la santé humaine, l'orge devrait reprendre la place prépondérante par rapport aux autres céréales, en termes de superficies et productions et prédominer aussi dans les mets culinaires. Cela s'avère primordial et stratégique pour le pays qui se trouve confronté à plusieurs défis.

Chapitre 2. Partie expérimentale

1. Matériel et méthodes

Le germoplasme étudié d'orges autochtones dont le nombre s'élève à 29 est originaire de différentes régions sahariennes de l'Algérie (Sud Est, Sud Ouest et extrême sud) et constitue donc un matériel végétal assez représentatif du Sahara algérien (tableau 2). 11 géotypes ont été récupérés de l'ICARDA. Ce sont ceux qui concernent les régions suivantes : Biskra avec 5 géotypes (1, 7, 9, 10 et 16), El Bayadh (8 et 13), Ouargla (11 et 12) et Béchar (14 et 15). Les autres géotypes ont été collectés par des chercheurs de l'INRAA au sein des régions suivantes : Adrar (2, 4, 20, 21, 22 et 24), Touggourt (17, 18, 19, 25, 26 et 27), Ghardaïa (5) et Tamanrasset (28, 29, 30, 31 et 32) (tableau 2). Tous les géotypes sont des orges à 6 rangs sauf le géotype 14 originaire de Béchar qui est une orge à 2 rangs (figure 3).

Tamanrasset et Adrar sont des régions du Grand Sud de l'Algérie. Tamanrasset est située au Sahara central ; Adrar est au sud ouest. Touggourt, Biskra et Ouargla font partie du Bas Sahara qui est une région géographique du nord-est du Sahara algérien. Béchar est une région du sud ouest. El Bayadh est située sur les hautes plaines steppiques du sud ouest algérien. Ghardaïa fait partie du M'Zab qui est une région entre le Bas Sahara et le grand erg occidental. A l'exception d'El Bayadh qui est à climat semi aride, toutes les autres régions sont à climat aride.

L'essai de la première année a été installé à la station INRAA de Baraki (Alger) située dans la plaine de Mitidja (soumise à un climat de type méditerranéen subhumide avec une pluviométrie supérieure à 500 mm). Le semis a eu lieu le 08 décembre 2011. En présence de quatre témoins : Barberousse de la France (géotype 3), Pane de l'Espagne (géotype 6) et deux variétés algériennes homologuées Saïda (23) et Tichedrett (33) ; le protocole est en randomisation totale sur trois parcelles. Sur chaque parcelle, chaque géotype est représenté par 25 graines par ligne. Les lignes sont de 4,80 m chacune, espacées de 40 cm. L'inter plant est de 20 cm. Un échantillonnage aléatoire de 30 individus par géotype (10 par parcelle) a été considéré pour l'étude des caractères suivants : la hauteur de la plante (HPL), la longueur de l'épi (HEP), le nombre de talles épis (NTE), la longueur des barbes (LBA), la

longueur du premier article (LPA), la longueur de la glumelle inférieure (LGI), le nombre d'épillets par épi (NEE), le nombre de grains par épi (NGE), la largeur des graines (LAG) et la longueur des graines (LOG). D'autres caractères quantitatifs ont été également considérés, à savoir : le poids de 1000 grains, la teneur en protéines du grain, la durée d'épiaison et la durée du cycle. De même, afin de déterminer le degré de fluctuation des caractères qualitatifs au sein de chaque génotype, 30 échantillons par génotype ont été pris aléatoirement pour chaque caractère (à l'exception de la résistance à la verse). L'essai a été mené sans irrigation ni fertilisation. La texture du sol est argilo-limono-sableuse. Les caractères étudiés (quantitatifs et qualitatifs) sont dans leur majorité, ceux décrits par Argüello (1991), l'IPGRI (1994), Niane *et al.* (1999). Ils sont présentés respectivement sur les tableaux 3 et 4.

L'analyse de la variance (ANOVA) à un critère de classification a été faite par le logiciel GENSTAT Discovery version 3, sur 10 caractères quantitatifs (HPL, NTE, HEP, LBA, LPA, NEE, LGI, NGE, LAG et LOG) (tableaux 5 et 6). Les coefficients de variation intra-génotype ont été calculés pour chaque caractère et chaque génotype. Les résultats sont présentés sur le tableau 7.

L'analyse en composantes principales (figure 4, tableau 8), le Dendrogramme (figure 5) ont été établis sur STATISTICA, à travers 12 caractères quantitatifs (HPL, NTE, HEP, LBA, LPA, NEE, NGE, LAG, LOG, PMG, DEP, DC). Le dendrogramme a été effectué par la méthode Ward (Ward, 1963).

Les corrélations (tableau 9) ont concerné 14 caractères (HPL, NTE, HEP, LBA, LPA, NEE, LGI, NGE, LAG, LOG, PMG (poids de 1000 grains), DEP (durée d'épiaison), DC (durée du cycle), PROT (teneur en protéines brutes du grain)) et ont été établies sur STATISTICA.

La teneur en protéines brutes du grain a été déterminée à partir de la teneur en azote, dosée selon Kjeldahl (AFNOR, 1985). Elle est exprimée en pourcentage en masse rapportée à la matière sèche. La valeur donnée est la valeur moyenne de deux répétitions. Les valeurs de ces teneurs ainsi que celles du poids de 1000 grains sont portées sur l'annexe 2. Les résultats sur les caractères qualitatifs sont sur l'annexe 3.

Tableau 2 : origine des géotypes étudiés d'orge

Géotypes	Localité	Appellation locale	Wilaya	Localisation géographique
1	Biskra	-	Biskra	Sud est d'Algérie (Bas Sahara)
2	Tsabit Ksar Oudjlane	Azrii	Adrar	Sud ouest d'Algérie
3(Barberousse)	France	Hamra	France	France
4	Tsabit Ksar Hammad	Bourabaa	Adrar	Sud ouest d'Algérie
5	Sebseb	Chair de Sebseb	Ghardaïa	M'Zab (Bas Sahara)
6 (Pané)	Espagne	-	Espagne	Espagne
7	Biskra	-	Biskra	Sud est d'Algérie (Bas Sahara)
8	El Bayadh	-	El Bayadh	Hautes plaines steppiques du sud ouest Algérien
9	Biskra	-	Biskra	Sud est d'Algérie (Bas Sahara)
10	Biskra	-	Biskra	Sud est d'Algérie (Bas Sahara)
11	Ouargla	-	Ouargla	Sud est de l'Algérie (Bas Sahara)
12	Ouargla	-	Ouargla	Sud est de l'Algérie (Bas Sahara)
13	El Bayadh	-	El Bayadh	Hautes plaines steppiques du sud ouest Algérien
14	Béchar (orge à 2 rangs)	-	Béchar	Ouest du Sahara algérien
15	Béchar	-	Béchar	Ouest du Sahara algérien
16	Biskra	-	Biskra	Sud est d'Algérie (Bas Sahara)
17	Haut Oued Righ – Ksar Meggarine	Chair de Meggarine	Touggourt	Sud est d'Algérie (Bas Sahara)
18	Haut Oued Righ – Blidet Ammour	Chair de Blidet Ammour	Touggourt	Sud est d'Algérie (Bas Sahara)
19	Haut Oued Righ – Temacine	-	Touggourt	Sud est d'Algérie (Bas Sahara)
20	Tsabit	Ras El Mouch	Adrar	Sud ouest d'Algérie
21	Ksar Hammad	Safira Hammad	Adrar	Sud ouest d'Algérie
22	Tsabit – Ksar Oudjlane	Safira Oudjlane	Adrar	Sud ouest d'Algérie
23 (Saïda)	ITGC – Alger	Saïda	Alger	Alger
24	Ksar Ouled ALI	Selt	Adrar	Sud ouest d'Algérie
25	Haut Oued Righ – Temacine	-	Touggourt	Sud est d'Algérie (Bas Sahara)
26	Haut Oued Righ – Zone Goug	Chair Beldi	Touggourt	Sud est d'Algérie (Bas Sahara)
27	Haut Oued Righ – Zone Nezla	Chair El Arbi	Touggourt	Sud est d'Algérie (Bas Sahara)
28	Izernenne	-	Tamanrasset	Centre du Sahara algérien
29	In Dalegue	-	Tamanrasset	Centre du Sahara algérien
30	In Amguel	-	Tamanrasset	Centre du Sahara algérien
31	In Dalegue	-	Tamanrasset	Centre du Sahara algérien
32	Tahifet	-	Tamanrasset	Centre du Sahara algérien
33 (Tichedrett)	ITGC – Alger	Tichedrett	Alger	Alger

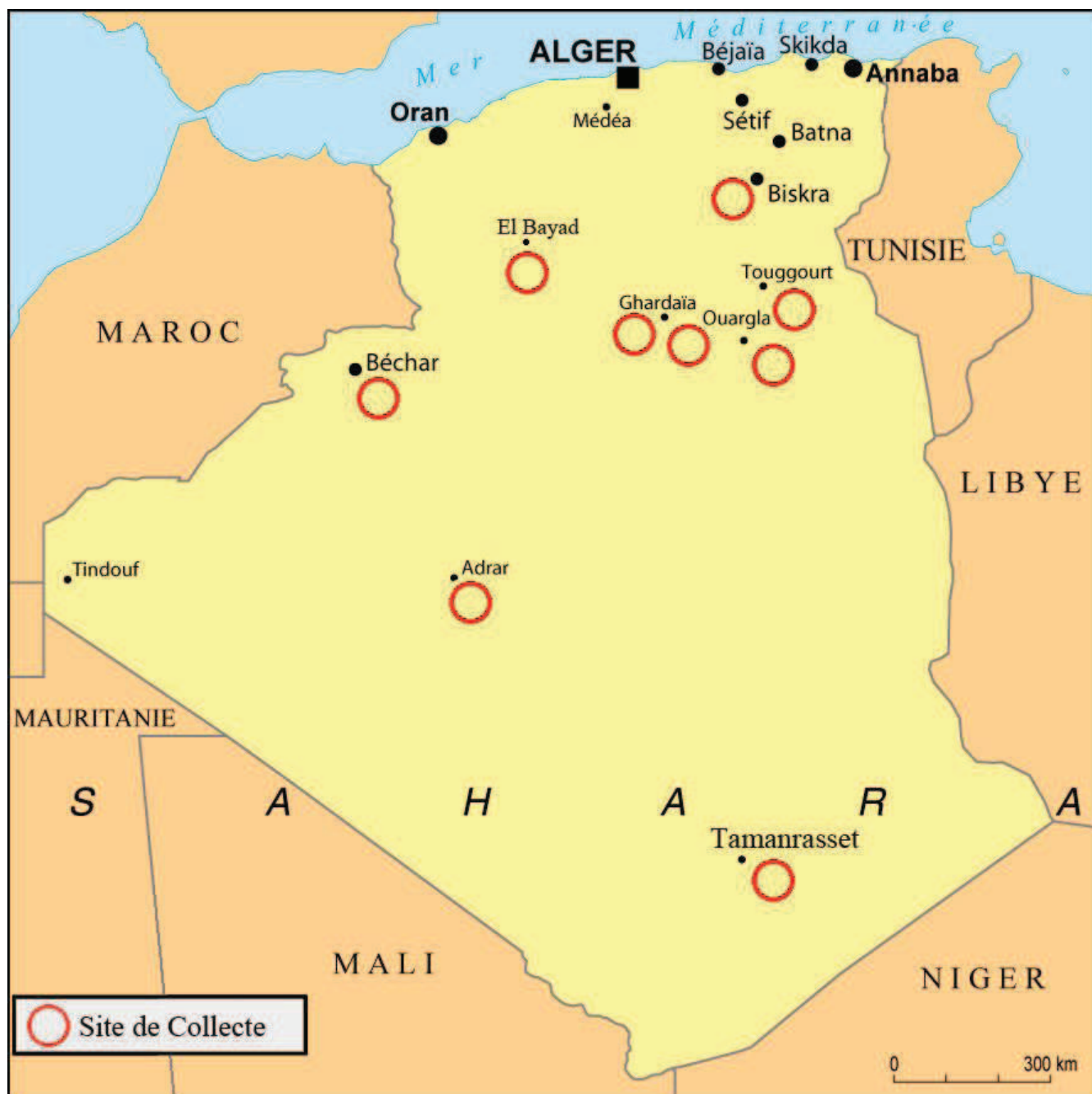


Figure 3. Carte géographique de l'Algérie avec les sites de collecte du germoplasme d'orge.

Tableau 3. Caractères quantitatifs : code, unité et signification

Caractères	Code	Unité	Signification
Hauteur de la plante	HPL	cm	Hauteur de la tige + épi sans les barbes
Longueur de l'épi	HEP	cm	Longueur de l'épi sans les barbes
Barbes : longueur par rapport à l'épi	LBA	cm	C'est la longueur des barbes sectionnées au sommet de l'épi
Longueur du premier article	LPA	mm	Première longueur avant les segments du rachis
Longueur de la glumelle inférieure	LGI	mm	Longueur de la glumelle inférieure de l'épillet stérile
Le nombre de talles épi	NTE	-	Nombre total de talles épis à maturité
Le nombre de grains par épi	NGE	-	Nombre de grains fertiles par épi
Le nombre d'épillets par épi	NEE	-	Compté par triplet chez l'orge à 6 rangs et par rang chez l'orge à 2 rangs
L'époque d'épiaison	DEP	-	Nombre de jours, du semis jusqu'au premier épillet visible sur 50 % des épis
La durée du cycle	DC	-	Nombre de jours, du semis jusqu'à la maturité de l'épi
Le poids de 1000 grains	PMG	g	Poids de 1000 grains sains comptés et pesés
La longueur de la graine	LOG	mm	Mesurée au pied à coulisse
La largeur de la graine	LAG	mm	Mesurée au pied à coulisse
La teneur en protéines	PROT	%	Exprimée en pourcentage en masse rapportée à la matière sèche

Hauteur de la plante : très courte < 74 cm; courte: de 74 à 87 cm; moyenne : de 88 à 100 cm; longue: de 101 à 113 cm; très longue: > 113 cm (Argüello, 1991).

Tableau 4. Caractères qualitatifs : code et signification

Caractères	Code	Signification
Port au tallage	PT	Déterminé visuellement d'après le port des feuilles et des talles
Pilosité des gaines des feuilles de la base	PFB	Constater la présence ou l'absence de poils
Port de la dernière feuille	PDF	La dernière feuille est soit dressée ou semi dressée ou retombante
Forme de l'épi	FE	S'observe au stade pâteux (peut être : fusiforme, pyramidale ou à bords parallèles)
Compacité de l'épi	CE	Liée à l'importance des espacements entre les épillets
Denticulation marginale des barbes	DMB	On constate la présence ou l'absence d'épines (en cas de présence : fortement épinée, faiblement épinée ou moyennement épinée)
Pigmentation anthocyanique des pointes des barbes	PAPB	La pointe des barbes est soit fortement, moyennement ou faiblement pigmentée
Longueur de la glume et de la barbe par rapport au grain	LGBG	Longueur estimée par comparaison avec le grain
Denticulation des nervures dorsales internes de la glumelle inférieure	DNDG	Evaluation de l'importance des épines sur les nervures dorsales
Forme de l'extrémité de l'épillet stérile chez la glumelle inférieure	FEGI	La forme peut être spatulée, ventrue ou lancéolée
Incurvation du premier article	IPAR	L'incurvation peut être faible, moyenne ou forte
Type de pilosité de la baguette chez le grain	TPBG	Les poils sont soit courts et frisés soit longs
Disposition des lodicules chez le grain	DLG	Les lodicules peuvent être soit frontales ou latérales
Sensibilité à la verse	SVER	Observée visuellement à maturité, les plants sont soit sensibles, plus ou moins sensibles ou résistants à la verse

A : absence ; **P** : présence ; **DDDE** : demi-dressé à demi-étalé ; **ET** : étalé ; **DET** : demi-étalé ; **DDR** : demi-dressé ; **DR** : dressé ; **BP** : bords parallèles ; **PYR** : Pyramidal ; **FUS** : fusiforme ; **PC** : plus courtes ; **EQ** : égales ; **L** : lancéolée ; **f** : faible ; **F** : forte ; **M** : moyenne ; **PL** : poils longs ; **PCF** : poils courts frisés ; **FR** : frontales ; **LAT** : latérales ; **NATF** : nulle à très faible ; **PE** : pendantes ; **SV** : sensible à la verse ; **RV** : résistante à la verse ; **± SV** : plus ou moins sensible à la verse ; **R** : fortement épinée ; **I** : moyennement épinée ; **S** : faiblement épinée

Pour la deuxième année, le matériel végétal étudié comporte 28 orges locales (les mêmes génotypes testés durant la première année sauf le génotype 10 de Biskra) de différentes régions sahariennes en Algérie (tableau 2), en présence de trois témoins : Pane (espagnole), Saïda et Tichedrett (variétés algériennes homologuées).

L'essai a été mis en place le 27 novembre 2012 à la station expérimentale INRAA de Baraki située sur la plaine de Mitidja. L'essai est en randomisation totale avec deux répétitions sur deux parcelles. Dans chaque parcelle, tout génotype est représenté par quatre lignes de 2 m de long chacune. L'espace entre les lignes est de 30 cm. La dose de semis appliquée est de 70 kg / ha pour tous les génotypes.

L'essai a été mené sans irrigation ni fertilisation. Le sol est de texture argilo-limono-sableuse.

Au stade grain pâteux, des coupes ont été réalisées sur 1m² pour chaque parcelle sur 28 génotypes plus les trois témoins (avec deux répétitions pour chaque génotype). Les échantillons sont pesés pour la détermination du poids frais puis mis à l'étuve ventilée (60° C) pendant 48 heures. Les poids secs sont pesés pour la détermination des teneurs et rendements en matière sèche. Les rendements en matière sèches sont calculés sur la base du rendement par m² rapporté à l'hectare.

Les analyses fourragères réalisées sont : la cellulose brute et les protéines brutes ou matières azotées totales. La résistance à la verse a été estimée visuellement au stade pâteux du grain. La durée d'épiaison a été également déterminée.

Les matières azotées totales (MAT) ou teneurs en protéines brutes du fourrage ont été déterminées à partir de la teneur en azote, dosée selon Kjeldahl (AFNOR, 1985). Elle est exprimée en pourcentage en masse rapportée à la matière sèche. La valeur donnée est la valeur moyenne de deux répétitions. Le dosage de la cellulose brute (CB) a été déterminé par la méthode de Weende (AFNOR, 1985) qui se résume en deux hydrolyses acides complétées par une alcaline. La valeur donnée est également la valeur moyenne de deux répétitions.

Une analyse de la variance a été faite par le GENSTAT discovery version 3, sur les caractères : rendement en matière sèche (RMS), les matières azotées totales (MAT) et la cellulose brute (CB) (tableau 10). L'analyse en composante principale (tableau 11) et le dendrogramme (figure 7) faits sur STATISTICA étaient basés sur les valeurs moyennes des caractères suivants : la durée d'épiaison, la cellulose brute, les matières azotées totales et le rendement en matière sèche (Annexe 4).

L'essai de la troisième année a été installé à la station INRAA de Mehdi Boualem (Baraki), le 13 novembre 2014. Le germoplasme est constitué de 29 génotypes avec trois témoins (Pane, Saïda et Tichedrett) (tableau 2). L'essai est en randomisation totale avec 2 parcelles. L'interligne est de 50 cm et l'inter plant est de 10 cm. L'essai a été mené sans irrigation ni fertilisation. Les semences utilisées sont celles issues de l'essai de la première année. Ont été évaluées : la phénologie (la durée d'épiaison et la durée du cycle), la résistance à la verse et la biométrie sur tiges et épis. Les caractères étudiés sont : la hauteur de la tige (cm), le nombre de talles épis, la longueur des épis (cm), la longueur des barbes (cm), le nombre de grains par épi, le nombre d'épillets par épi, le poids de 1000 grains (g), le poids des épis à maturité ou PEP (g), la durée d'épiaison et la durée du cycle. Afin d'étudier la verse, des mesures sur les quatre premiers entre-nœuds de la base ont été faites pour tous les génotypes à maturité, à savoir : la longueur des quatre premiers entre-nœuds (LEN1 ; LEN2 ; LEN3 ; LEN4), mesurées en cm, leurs diamètres (DEN1 ; DEN2 ; DEN3 ; DEN4), mesurés en mm et leurs poids (PEN1 ; PEN2 ; PEN3 ; PEN4), mesurés en grammes. Pour toutes ces mesures, 10 plants (10 répétitions pour chaque caractère) sont pris aléatoirement, sauf pour le poids de 1000 grains, la durée d'épiaison et la durée du cycle. L'estimation de la résistance à la verse a été faite à maturité à partir d'une échelle de 9 où 1 représente les tiges qui n'ont pas versé (ou degré de verse le plus faible) et 9 le plus fort degré de verse. Une analyse de variance a été faite par le GENSTAT discovery version 3 sur les caractères : hauteur de la tige, nombre de talles épis, longueur des épis, nombre de grains par épi, nombre d'épillets par épi (tableaux 12 et 13). Les coefficients intra-génotype ont été calculés sur les caractères : HPL, NTE, HEP, LBA, NEE, NGE (tableau 14). L'analyse en composante principale (tableau 15) a été réalisée sur STATISTICA, concernant les caractères HPL, NTE, HEP, LBA, NEE,

NGE, DEP et DC. Des corrélations ont été faites (par le biais de STATISTICA) sur les caractères HPL, NTE, HEP, LBA, NEE, NGE, PMG, DEP et DC (tableau 16).

Une analyse de variance a été également faite sur : la longueur, le diamètre et le poids des quatre entre-nœuds de la base (tableau 17).

Des corrélations ont été faites aussi sur : LEN1 ; LEN2 ; LEN3 ; LEN4 ; DEN1 ; DEN2 ; DEN3 ; DEN4 ; PEN1 ; PEN2 ; PEN3 ; PEN4 et sur la verse (VER) et le poids des épis (PEP) (tableau 18).

Enfin, d'autres corrélations ont été réalisées sur les longueurs des quatre premiers entre-nœuds, la verse et les caractères phéno-agro-morphologiques (tableau 19).

2. Résultats et discussion

2.1. Résultats et discussion sur l'essai de la première année

2.1.1. Résultats.

L'analyse de la variance a révélé des différences très hautement significatives chez tous les caractères quantitatifs soumis à l'analyse de la variance, indiquant ainsi une forte variabilité génétique au sein du germoplasme (tableaux 5 et 6).

Pour la plupart des génotypes étudiés, la distinction est marquée chez au moins un caractère (groupe distinct). Seuls les génotypes suivants n'ont pas marqué de groupes isolés, à savoir : 2, 4, 9, 19 et 29 chez lesquels tous les groupes ont chevauché pour tous les caractères.

Le génotype 20 (d'Adrar) est le plus distinct, chez lequel des groupes isolés sont notés sur 06 caractères (hauteur de la plante (HPL), longueur de l'épi (HEP), longueur du premier article (LPA), nombre d'épillets par épi (NEE), nombre de grains par épi (NGE) et longueur de la graine (LOG)). L'orge à deux rangs (14) s'est également distinguée par ses valeurs les plus élevées (groupe A) pour les caractères : nombre de talles épi (NTE), longueur de l'épi (HEP) et nombre d'épillets par épi (NEE) et par la plus faible moyenne (groupe Q) chez le nombre de grains par épi (NGE).

Malgré la hauteur longue de leurs tiges, dix génotypes (7, 9, 16, 15, 19, 25, 26, 28, 11 et 12) ont résisté à la verse (tableaux 6 et 22). Concernant ces dix génotypes toujours, la durée du cycle est pour la plupart d'entre eux de 173 jours, ils sont donc tardifs. Onze génotypes (10, 23, 5, 8, 13, 17, 18, 27, 30, 31 et 32) dont la hauteur des tiges est également longue sont par contre sensibles à plus ou moins sensibles à la verse. La plupart d'entre eux ont un cycle long. Les génotypes les plus précoces avec des tiges moyennes (2, 4, 21, 22, 24 et 29) se sont avérés sensibles à la verse. De même, le génotype 1 de Biskra avec une tige courte, s'est montré plus ou moins sensible à la verse.

17 génotypes ont donné un nombre de talles épi par plant supérieur à 15, dépassant les témoins Pane, Barberousse et Tichedrett ; ce sont : 1, 7, 10 et 16 de Biskra ; 2, 20 et 22 d'Adrar ; 14 et 15 de Béchar ; 13 d'El Bayadh ; 25, 26 et 27 de Touggourt ; 29, 30, 31 et 32 de Tamanrasset et aussi le témoin Saïda (tableau 6). L'orge à deux rangs (génotype 14) a tallé plus que toutes les orges à 6 rangs.

Dix (10) génotypes ont donné un nombre de grains par épi supérieur à 50, dépassant ainsi les 4 témoins (tableau 6). Il s'agit de : 10 (Biskra), 2, 20, 21 et 24 (d'Adrar) ; 25, 26 et 27 (Touggourt) ; 29 et 30 (Tamanrasset). La valeur la plus élevée a été donnée par le génotype 20 (d'Adrar) avec une valeur moyenne de 58.93 grains par épi.

La plupart des génotypes (14) ont donné un NGE supérieur à 40 ainsi que les trois témoins (Tichedrett, Pane et Barberousse) ; il s'agit de : 1, 7, 9, 16, 4, 22, 5, 13, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 28, 31 et 32. Le plus faible NGE est enregistré chez l'orge à 2 rangs (30,2). L'orge Saïda a donné une valeur moyenne de 39,03.

Neuf génotypes ont donné un PMG supérieur à 50 g : 8, 9, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 28 ainsi que les témoins Pane et Saïda. Cinq ont donné un PMG supérieur à 40 g : 1, 10, 11, 19, 25 et le témoin Tichedrett. Les autres ont un PMG supérieur à 30 g, y compris le témoin Barberousse (Annexe 2).

12 génotypes ont des teneurs élevées en protéines (plus de 10 %), dépassant les deux témoins importés « Pane » et « Barberousse », à savoir : 17, 2, 8, 9, 12, 14, 18, 19, 21, 24, 30, 32 et les deux témoins Saïda et Tichedrett (annexe 2).

Les coefficients de variation intra-génotype chez les caractères quantitatifs étudiés (tableau 7), montrent que les caractères pour lesquels les individus du même génotype sont assez homogènes (coefficient de variation faible) sont : la hauteur de la plante (HPL), la longueur des graines (LOG), la largeur des graines (LAG) et la longueur des barbes (LBA). Les caractères pour lesquels les individus sont moyennement homogènes (CVI moyens) sont : la longueur de l'épi (HEP), le nombre d'épillets par épi (NEE), la longueur de la glumelle inférieure (LGI) et la longueur du premier article (LPA). Un caractère a présenté une forte variation intra-génotype avec des coefficients très élevés dépassant les 30 % pour presque l'ensemble des génotypes ; il s'agit du nombre de talles épis (NTE).

Tableau 5. Analyse de variance sur les caractères agro-morphologiques des génotypes étudiés d'orge (1^{ère} année).

Source de variation	ddl	HPL	NTE	HEP	LBA	LPA	NEE	LGI	NGE	LAG	LOG
Génotype	32	26.45 ***	8.75 ***	41.7 ***	105.08 ***	46.79 ***	10.3 ***	3.75 ***	11.38 ***	89.23 ***	17.87 ***
Résiduelle	957	82.2	50.14	0.87	1.11	0.191	2.67	1.84	93.3	0.08	0.53
CV %		9.0	42.8	13.7	10.3	14	16.3	14.2	20.6	9.2	7.4
ES		9.07	7.08	0.94	1.06	0.44	1.63	1.36	9.66	0.28	0.73
ESM		2.34	1.83	0.24	0.27	0.11	0.42	0.35	2.49	0.07	0.19
Ppds		4.59	3.59	0.47	0.53	0.22	0.83	0.69	4.89	0.14	0.37

***: Très hautement Significatif à $P < 0.001$; ES: Erreur Standard; ESM: Erreur Standard des moyennes; plds : plus petite différence significative au niveau de 5 %

L'analyse en composantes principales (ACP) a montré que la variabilité est expliquée par les trois premiers axes qui décrivent 68.27 % de la variation totale. L'axe 1 exprime 41.05 % de la variation ; l'axe 2 expliquant 15.5 % de la variabilité et l'axe 3 comptant 11.73 %.

Le premier axe est associé avec les caractères suivants : le poids de 1000 grains, la longueur des barbes, la durée du cycle, la durée d'épiaison, la largeur des graines, le nombre de grains par épi,

la hauteur de la plante, la longueur du premier article et la longueur des graines. Le deuxième axe est associé au nombre de talles épi par plant et à la longueur de l'épi. Le nombre d'épillets par épi a contribué à la formation du troisième axe (tableau 8).

L'ACP (figure 4) ainsi que le Dendrogramme (figure 5) ont mis en évidence un regroupement en trois ensembles ou groupes chez les orges à six rangs.

La matrice des corrélations (tableau 9) a mis en évidence plusieurs corrélations significatives. Tous les caractères suivants sont corrélés entre eux: la hauteur de la plante (HPL), la longueur des barbes (LBA), le poids de 1000 grains (PMG) et la largeur des graines (LAG). La durée du cycle et la durée d'épiaison sont corrélées positivement et significativement avec : la longueur des barbes, le poids de 1000 grains et la longueur du premier article (LPA) mais négativement avec le nombre de grains par épi (NGE). La largeur et la longueur des graines sont corrélées positivement avec la durée du cycle. Une corrélation positive et hautement significative est enregistrée entre la hauteur de la plante (HPL) et la longueur de l'épi (HEP). Une corrélation positive et significative est enregistrée entre la longueur du premier article (LPA) et le poids de 1000 grains (PMG). Aucune corrélation significative n'a été enregistrée entre la teneur en protéines brutes du grain et les autres caractères.

Chez les caractères qualitatifs (annexe 3), la plus grande variation entre les génotypes a concerné les caractères suivants : le port au tallage, la courbature du premier article et la pilosité des gaines des feuilles de la base.

Tableau 6. Moyennes et groupes de moyennes chez les caractères agro-morphologiques des orges étudiées (1^{ère} année)

N°	HPL	NTE	HEP	LBA	LPA	NEE	LGI	NGE	LAG	LOG
1	87.33 L	22.73 BC	5.37 LM	11.17 G	2.84 KLM	9.2 IJKL	9.6 ABCDEFGF	49.13 DEFGHIJ	2.61 M	10.27 CDE
7	100.77 GHI	15.2 GHIJKLM	6.7 GHI	9.67 H	3.11 GHI	10.07 DEFGH	7.73 I	46.03 HIJKLMN	3.31 HI	10.0 EFGH
9	105.27 DEFG	14.87 GHIJKLM	7.42 CDE	12.41 BC	3.58 CD	9.3 HIJKL	10.13 AB	40.06 OP	3.67 CD	10.03 DEFGH
10	109.1 ABCD	25.3 B	7.57 CD	11.37 FG	2.42 PQR	10.86 CD	10.23 A	55.63 AB	3.38 GH	10.55 BC
16	101.77 FGH	15.4 GHIJKL	7.74 BCD	12.03 BCDE	3.78 C	9.73 FGHI	9.63 ABCDEFGF	42.33 LMNOP	3.71 BC	9.59 IJKLM
2	93.58 JK	16.43 FGHIJK	6.21 JK	7.73 NO	2.77 LMN	9.6 GHIJ	10.03 ABC	50.53 CDEFGHI	3.28 HI	10.06 DEFG
4	93.17 JK	13.16 KLM	5.33 LM	7.89 MN	2.81 LM	9.76 FGHI	9.86 ABCDE	48.93 EFGHIJ	2.44 NO	9.17 NOP
20	87.13 L	16.1 FGHIJKL	4.02 O	8.58 JK	2.29 R	12.13 A	9.5 BCDEFGH	58.93 A	3.22 IJ	8.95 P
21	90.93 KL	14.2 JKLM	5.34 LM	7.97 LMN	2.81 LM	10.2 DEFG	9.03 GH	52.56 BCDE	2.43 O	9.43 LMN
22	94.77 JK	15.23 GHIJKLM	6.15 JK	7.66 NO	3.17 GH	8.53 L	9.93 ABCD	43.5 KLMNOP	2.67 LM	10.06 DEFG
24	93.5 JK	13 KLM	5.28 M	8.09 KLMN	2.87 JKLM	10.03 EFGH	9.3 DEFGH	54 BCD	2.7 LM	9.35 LMNO
3	77.87 M	13.7 JKLM	7.04 EFG	9.5 HI	2.54 OPQ	10.66 CDE	9.3 DEFGH	46.26 HIJKLMN	2.25 P	9.04 OP
6	96.73 IJ	14.5 IJKLM	5.76 KL	11.63 EFG	2.32 DEF	10.16 DEFG	9.13 FGH	45.53 JKLMN	2.81 L	10.02 EFGH
23	107.73 BCDE	16.23 FGHIJK	7.07 EFG	12.55 B	3.63 CD	9.26 HIJKL	8.9 H	39.03 P	3.83 AB	9.8 GHIJK
33	87.17 L	14.7 HIJKLM	4.8 N	13.62 A	4.44 A	10.86 CD	9.23 EFGH	48.2 EFGHIJK	2.67 LM	9.67 HIJKL
5	106.13 CDEF	13.73 JKLM	7.55 CD	9.04 IG	3.44 DEF	10.43 CDEF	9.4 CDEFGH	49.23 DEFGHIJ	2.65 M	10.39 BCD
8	103.37 EFGH	11.8 M	7.07 EFG	11.98 CDE	3.47 DE	8.86 JKL	9.4 CDEFGH	39.1 P	3.54 DEF	10.7 AB
13	109.27 ABCD	20.13 CDE	7.48 CDE	11.95 CDE	3.14 GHI	9.13 IJKL	9.93 ABCD	41.63 MNOP	3.87 A	10.74 AB
11	109.4 ABCD	12.56 LM	7.07 EFG	11.83 DEF	4.08 B	9.3 HIJKL	9.6 ABCDEFGF	46.46 GHIJKLM	3.39 GH	10.57 BC
12	100.57 HI	14.3 JKLM	7.3 DEF	11.69 EFG	3.71 C	9 IJKL	9.23 EFGH	44.93 JKLMNO	2.58 NO	10.99 A
14	100.00 HI	29.3 A	10.4 A	8.32 KLM	2.79 LM	12.13 A	9.46 BCDEFGH	30.2 Q	3.16 IJ	9.46 KLMN
15	109.13 ABCD	15.13 GHIJKLM	7.77 BCD	12.24 BCD	3.74 C	10.03 EFGH	9.8 ABCDEF	41.53 NOP	3.71 BC	9.68 HIJKL
17	107.73 BCDE	14.43 JKLM	8.11 B	11.91 CDE	3.29 EFG	10.8 CDE	9.4 CDEFGH	47.73 EFGHIJK	3.46 FG	9.87 FGHI
18	112.63 A	14.3 JKLM	7.68 BCD	12.16 BCDE	2.74 LMNO	10.8 CDE	9.4 CDEFGH	46.86 FGHIJKL	3.48 FG	9.5 JKLMN
19	110.27 ABC	13.63 JKLM	7.46 CDE	12.28 BCD	3.24 FGH	9.46 GHIJK	9.6 ABCDEFGF	40.56 OP	3.52 EFG	9.83 GHIJ
25	106.4 CDE	17.03 EFGHIJ	7.48 CDE	11.98 CDE	2.35 PQR	11.16 BC	8.86 H	55.26 ABC	3.52 EFG	9.35 LMNO
26	100.53 HI	18.23 DEFGH	6.79 GH	7.88 MN	2.93 IJKL	10.76 CDE	9.53 BCDEFGH	50.7 CDEFGH	2.65 M	10.22 CDEF
27	101.7 FGH	21.46 CD	7.88 BC	8.39 KLM	3.1 GHI	11.7 AB	10.06 ABC	55.7 AB	2.26 P	9.2 NOP
28	111.83 AB	14.1 JKLM	7.07 EFG	11.83 DEF	4.08 B	9.3 HIJKL	9.6 ABCDEFGF	46.46 GHIJKLM	3.63 CDE	10.02 EFGH
29	96.67 IJ	18.33 DEFG	6.55 HIJ	7.65 NO	2.55 NOP	9.7 FGHI	10.06 ABC	51.23 BCDEFG	3.11 JK	9.05 OP
30	107.53 BCDE	18.06 DEFGHI	6.86 FGH	7.33 O	3.09 GHIJ	10.73 CDE	9.9 ABCDE	51.6 BCDEF	3.19 IJ	9 OP
31	100.8 GHI	19.36 CDEF	6.88 FGH	9.21 HI	3.05 HIJK	8.76 KL	9.86 ABCDE	43.8 KLMNOP	3.02 K	9.26 MNOP
32	107.27 BCDE	19 DEF	6.3 IJ	8.46 KL	2.66 MNO	8.83 JKL	9.33 DEFGH	45.66 IJKLMN	2.61 M	9.25 MNOP

Tableau 7. Coefficients de variation (%) intra-génotype chez les caractères quantitatifs étudiés (1^{ère} année).

Génotypes	Caractères									
	HPL	NTE	HEP	LBA	LPA	NEE	LGI	NGE	LAG	LOG
1	10,71	34,28	11,34	7,4	13,18	12,89	11,15	30,88	7,55	7,97
2	7,29	32,9	17,09	11,52	23,7	15,77	11,85	17,67	6,84	8,61
3	9,88	58,62	10,45	9,44	16,61	15,44	13,29	17,74	11,72	7,1
4	9,46	32,29	14,28	17,23	15,96	18,56	14,75	20,96	9,75	8,98
5	8,24	35,16	12,16	9,7	9,49	14,83	18,02	18,57	16,82	6,71
6	11,86	46,83	14,85	9,8	10,58	19,68	16,94	26,74	10,61	7,45
7	9,56	43,86	10,51	14,56	9,79	12,22	18,89	16,61	6,98	5,7
8	9,6	44,53	15,52	11,09	10,5	19,8	14,4	23,65	7,04	9,32
9	7,06	44,04	15,09	4,93	15,98	18,76	9,95	21,54	4,73	6,15
10	7,86	61,85	15,57	7,03	14,21	16,34	10,16	22,03	8,35	7,03
11	9,88	38,74	10,38	9,17	7,03	13,29	13,57	16,39	5,95	7,36
12	6,96	47,04	15,45	7,87	9,61	19,58	17,46	25,54	11,48	6,99
13	7,06	44,97	16,17	9,96	11,89	21,66	14,71	30,88	6,64	6,17
14	10,47	46,47	11,91	8,95	16,01	13,81	13,22	14,27	15,98	8,01
15	8,78	40,91	14,59	6,43	9,96	18,97	8,64	20,55	5,48	6,61
16	12,56	50,08	15,87	7,99	8,07	21,06	9,63	24,91	6,39	5,66
17	8,24	41,88	10,94	9,63	10,72	10,98	15,7	19,44	5,92	7,87
18	7,96	35,94	15,36	7,98	19,03	17,44	10,3	20,41	4,95	7,25
19	8,43	32,44	9,64	8,63	8,79	14,61	12,72	19,33	4,86	9,7
20	8,88	35,94	8,16	10,84	18,63	13,81	12,28	17,75	8,22	6,66
21	9,42	37,69	12,47	13,04	11,98	17,54	15,79	22,01	9,65	6,81
22	8,83	25,14	12,59	13,75	17,48	15,31	10,88	18,31	12,8	9,61
23	8,92	45,46	13,25	5,54	8,59	16,26	12,98	20,43	4,3	4,48
24	8,72	45,66	14,24	14,94	10,75	21,18	17,44	22,31	18,97	7,55
25	7,18	37,43	13,14	5,65	16,45	13,11	19,36	24,11	4,65	8,9
26	5,48	27,85	22,17	11,3	26,3	17,87	13,42	21,89	16,12	8,82
27	8,84	44,71	9,36	11,96	15,14	14,74	12,21	18,34	9,56	7,1
28	7,42	44,17	10,38	9,16	7,03	13,29	13,57	16,39	6,26	6,36
29	11,96	31,33	8,56	14,54	17,71	10,88	12,76	14,86	8,09	4,08
30	8,19	33,3	14,27	13,33	14,23	13,83	14,84	14,72	8,5	5,18
31	10,06	33,72	14,35	16,78	23,04	14,27	15,69	17,09	8,32	9,45
32	7,64	31,76	9,81	11,96	14,25	15,18	18,31	17,44	15,62	7,17
33	11,27	33,38	14,27	12,16	13,82	17,55	20,05	24,7	10,28	6,05

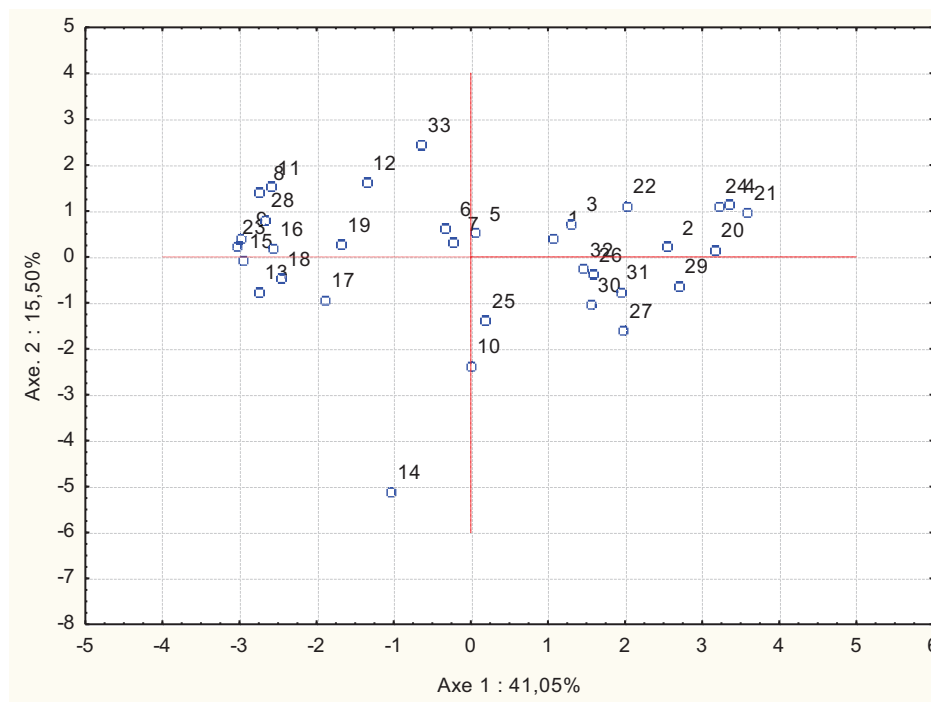


Figure 4. ACP : Distribution des génotypes sur les deux premiers axes (1^{ère} année).

Tableau 8. Analyse en composante principale (ACP) sur 33 génotypes basée sur 12 caractères (1^{ère} année).

Paramètres	ACP1	ACP 2	ACP 3
Valeurs propres	4.93	1.86	1.41
% de variance	41.05	15.5	11.73
% Cumulatif	41.05	56.55	68.27
Caractères	Coordonnées des variables		
HPL	-0.630	-0.277	-0.338
NTE	0.123	-0.830	-0.154
HEP	-0.566	-0.654	-0.131
LBA	-0.841	0.221	0.202
LPA	-0.599	0.454	-0.119
NEE	0.194	-0.544	0.714
NGE	0.631	0.108	0.406
LAG	-0.722	-0.167	-0.243
LOG	-0.441	0.221	0.177
PMG	-0.854	-0.110	-0.078
DC	-0.819	0.022	0.464
DEP	-0.754	0.108	0.480

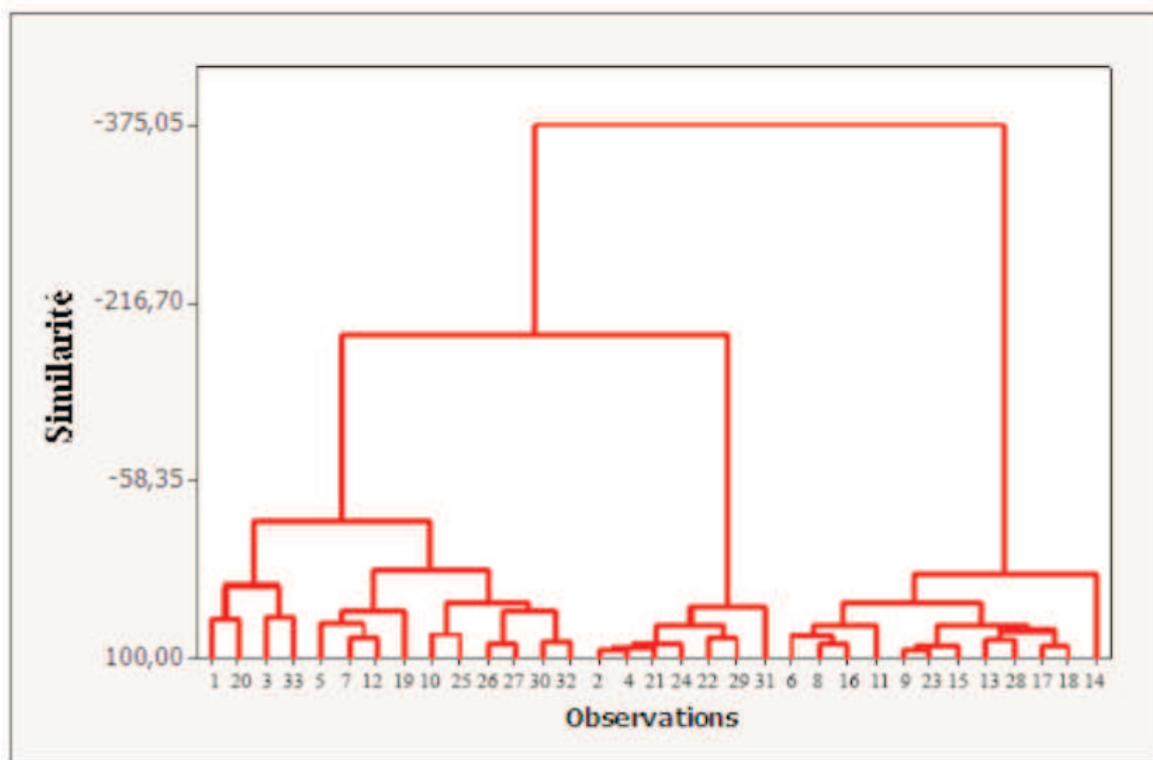


Figure 5. Dendrogramme des 33 Génotypes étudiés sur 12 caractères quantitatifs (1^{ère} année).

Tableau 9. Corrélations phénotypiques entre les génotypes d'orge (1^{ère} année).

	HPL	NTE	HEP	LBA	LPA	NEE	NGE	LGI	LAG	LOG	PMG	DC	DEP
NTE	0.04 ^{NS}												
HEP	0.59***	0.38*											
LBA	0.38*	-0.22 ^{NS}	0.21 ^{NS}										
LPA	0.29 ^{NS}	-0.36*	0.15 ^{NS}	0.51**									
NEE	-0.16 ^{NS}	0.33 ^{NS}	0.15 ^{NS}	-0.17 ^{NS}	-0.34 ^{NS}								
NGE	-0.26 ^{NS}	-0.06 ^{NS}	-0.55**	-0.34 ^{NS}	-0.39*	0.38*							
LGI	0.10 ^{NS}	0.28 ^{NS}	0.11 ^{NS}	-0.16 ^{NS}	-0.01 ^{NS}	-0.10 ^{NS}	0.06 ^{NS}						
LAG	0.65***	-0.02 ^{NS}	0.39*	0.56**	0.27 ^{NS}	-0.14 ^{NS}	-0.37*	0.04 ^{NS}					
LOG	0.22 ^{NS}	-0.13 ^{NS}	0.12 ^{NS}	0.37*	0.28 ^{NS}	-0.14 ^{NS}	-0.13 ^{NS}	-0.09 ^{NS}	0.18 ^{NS}				
PMG	0.49**	0.02 ^{NS}	0.43*	0.76***	0.37*	-0.13 ^{NS}	-0.58***	-0.00 ^{NS}	0.73***	0.29 ^{NS}			
DC	0.34 ^{NS}	-0.07 ^{NS}	0.43*	0.75***	0.39*	0.11 ^{NS}	-0.41*	-0.25 ^{NS}	0.43*	0.46*	0.60***		
DEP	0.26 ^{NS}	-0.24 ^{NS}	0.35*	0.70***	0.45**	0.09 ^{NS}	-0.35*	-0.22 ^{NS}	0.34 ^{NS}	0.24 ^{NS}	0.55**	0.84***	
PRO	0.12 ^{NS}	-0.16 ^{NS}	0.08 ^{NS}	0.14 ^{NS}	0.10 ^{NS}	0.04 ^{NS}	-0.09 ^{NS}	-0.08 ^{NS}	0.19 ^{NS}	0.19 ^{NS}	0.22 ^{NS}	-0.02 ^{NS}	-0.10 ^{NS}

NS Non-significatif ; * P < 0,05 ; ** P < 0,01 ; *** P < 0,001

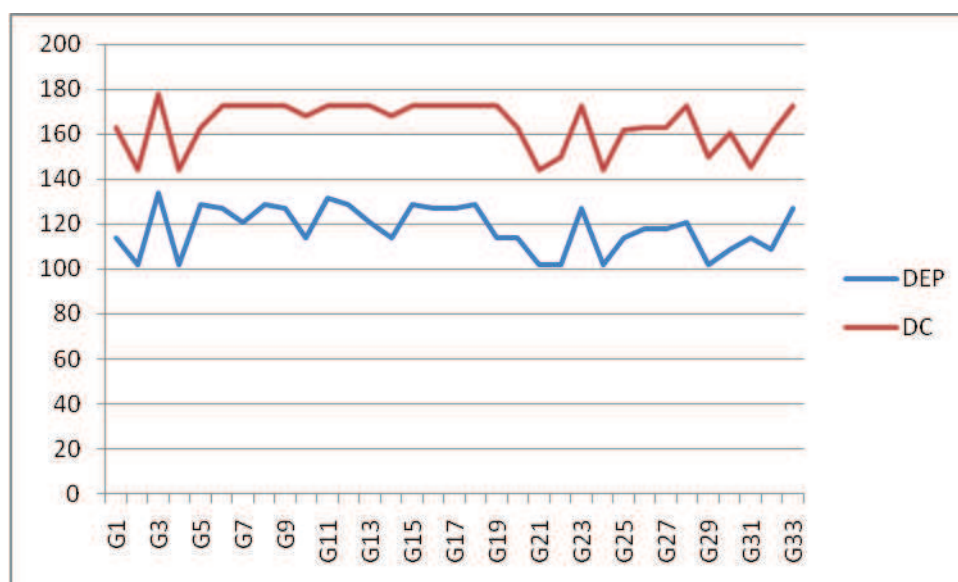


Figure 6. Durée d'épiaison (DEP) et durée du cycle (DC) chez les orges étudiées (1^{ère} année)

2.1.2 Discussion

Les résultats de l'essai de la première année montrent l'existence d'une forte variabilité génétique et d'une grande distinction morphologique entre les différents génotypes. Cette diversité peut être utilisée comme une source potentielle de caractères pour l'amélioration végétale. Selon Ramanujam *et al.* (1974), la diversité génétique est l'une des exigences fondamentales en matière de sélection végétale. D'autre part, Harlan (1992) indique que la sélection naturelle accompagnée de la sélection humaine pendant des siècles, ont abouti à des variétés locales qui sont génétiquement variables pour les caractères qualitatifs et quantitatifs et qui ont une bonne adaptation à des conditions environnementales spécifiques avec des rendements fiables. Ben Naceur *et al.* (2012) ont trouvé une large variation entre les génotypes d'orge du nord de l'Afrique pour les caractères morphologiques.

Les caractères ayant contribué le plus à la variabilité sont : le poids de 1000 grains, la longueur des barbes, la durée d'épiaison, la durée du cycle, la largeur des graines, le nombre de grains par épi, la hauteur de la plante, la longueur du premier article et la longueur des grains, qui expliquent 41.05 % de la variation. Les variables concernant le nombre de talles épis par plante et la longueur de l'épi ont également expliqué une part de la variabilité de 15.5 % soit un pourcentage pour les deux premiers

axes de 56.55 %. Ces résultats concordent beaucoup avec ceux trouvés par Drikvand *et al.* (2012) où les traits ayant contribué à la plus grande variation concernaient les deux premiers axes enregistrant plus de 62.46 % de la variation totale et concernant les caractères: longueur des barbes, hauteur de la plante, rendement en grains, nombre de grains par épi, longueur du pédoncule, longueur de l'épi et poids de 1000 grains. Beaucoup de ces paramètres ont contribué aussi à la différenciation génétique entre les accessions d'orge étudiées par Setotaw *et al.* (2010). Dans une étude faite par Engels (1994) sur les orges de l'Ethiopie, la plus grande variation entre les génotypes était expliquée par les caractères phénotypiques et agronomiques et par une fraction relativement faible de variation due aux différences entre les régions.

Comparés à quatre témoins dont l'orge espagnole « Pane », l'orge française « Barberousse » et deux orges algériennes homologuées « Saïda » et « Tichedrett », beaucoup de génotypes locaux ont présenté des critères de rendement et des caractéristiques favorables meilleurs que ces quatre témoins, comme cela a été le cas pour le poids de 1000 grains, le nombre de talles épis, le nombre de grains par épi et la teneur en protéines du grain.

Certains génotypes à tiges longues ont montré une résistance à la verse tout en présentant des cycles longs et de fortes valeurs de poids de 1000 grains et pour beaucoup d'entre eux, des teneurs élevées en protéines du grain. D'autres génotypes à cycle long et aux tiges hautes ont été par contre sensibles à la verse.

Le dendrogramme a divisé toutes les orges à six rangs en trois groupes. Ce résultat rejoint celui trouvé par Konichi *et al.* (1993) où les orges à six rangs investiguées se rassemblaient en trois groupes. Il en est de même pour l'étude menée par Dimitrova-Doneva *et al.* (2014). Le premier groupe inclut les génotypes : 1, 20, 3, 33, 5, 7, 12, 19, 10, 25, 26, 27, 30 et 32 caractérisés par les valeurs les plus élevées en nombre de talles épi (NTE) et épillets par épi (NEE) et par des valeurs moyennes élevées en nombre de grains par épi. Le deuxième groupe comportait les génotypes : 2, 24, 21, 24, 22, 29 et 31, caractérisés par les grains les moins larges, par de courtes durées d'épiaison et de cycle (figure 7), de courtes barbes, des tiges courtes mais par les valeurs moyennes les plus élevées en nombre de grains

par épi. Le troisième groupe consiste en : 6, 8, 16, 11, 9, 23, 15, 13, 28, 17 et 18, qui sont des génotypes tardifs avec généralement les plus fortes valeurs chez les caractères suivants : longueur des barbes, hauteur de la plante, longueur de l'épi, longueur du premier article, largeur des graines et poids de 1000 grains.

Plusieurs génotypes locaux ont donné un nombre de talles épis élevé. Oudina et Bouzerzour (1993), soulignent que le fort coefficient de tallage chez l'orge constitue une composante principale du rendement. Selon Hadjichristodoulou (1994), le tallage abondant est l'un des caractères recommandés dans la sélection pour une large classe des régions arides. NoworoInik (2012) conclue que les cultivars d'orge avec une forte capacité de tallage peuvent être plus tolérants à un retard dans la date de semis et nécessitent une dose de semis plus faible.

L'orge à deux rangs a tallé plus que toutes les orges à six rangs. Ce même constat a été rapporté par Chery et Berbigier (1978) et Khaldoun (1989).

Dans cette étude, la séparation entre l'orge à deux rangs et les orges à six rangs est marquée principalement par le nombre de talles épis par plant (NTE), la longueur de l'épi (HEP), le nombre de grains par épi (NGE) et le nombre d'épillets par épi (NEE). Dans une étude faite par Usubaliev *et al.* (2013), la séparation entre les « landraces » et cultivars à deux rangs et ceux à six rangs, était affectée par le nombre de grains par épi, la durée d'épiaison, la longueur de l'épi et le poids de 1000 grains.

Nous notons que la plupart des génotypes tardifs possèdent les poids de 1000 grains les plus élevés. Ce résultat rejoint ce qui a été trouvé par plusieurs auteurs (Bouzerzour et Monneveux 1992 ; Bahlouli *et al.* 2001 ; Al-Tabbal et Fraihat 2012). Ces génotypes tardifs ont aussi les tiges les plus longues, à côté de leurs poids de 1000 grains élevés. En fait, Gate *et al.* (1993) indiquent que chez les variétés à gros grain, le rôle de la tige est important en régime sec et que ces variétés semblent avoir une forte capacité de transférer des réserves carbonées de la tige vers le grain.

Le poids de 1000 grains est hautement corrélé mais négativement avec le nombre de grains par épi.

Une corrélation négative et significative a été trouvée entre ces caractères par Žáková et Benková

(2004). La longueur de l'épi est positivement et très hautement corrélée à la hauteur de la plante. Muhammad *et al.* (2012) ont également trouvé une corrélation positive et significative entre ces deux caractères. La longueur des barbes est très hautement corrélée (positivement) au poids de 1000 grains, à la durée d'épiaison et à la durée du cycle. En effet, les génotypes les plus tardifs ont présenté les barbes les plus longues et les grains les plus lourds. Le rôle joué par les barbes dans la résistance à la sécheresse est connu et a été signalé par plusieurs auteurs tels que Hadjichristodoulou (1993), Meziani *et al.* (1993) et dans le remplissage du grain et sa finition (Bort *et al.* 1994 ; Merah et Monneveux, 2014).

Le nombre de talles épis par plant est négativement corrélé avec la longueur du premier article. Ce même résultat a été trouvé par Rahal-Bouziane (2006) sur quelques orges de la région d'Adrar. Nous notons aussi que la hauteur de la plante a été très fortement et positivement corrélée à la largeur des graines et que par contre, elle n'était pas corrélée significativement avec leurs longueurs. Fetell *et al.* (2001) ont démontré la relation entre la hauteur de la plante et la taille des grains. Aucune corrélation significative n'a été trouvée entre les protéines du grain et le reste des caractères étudiés. Toutefois, nous notons que la plupart des génotypes avec de fortes teneurs en protéines du grain sont ceux qui se caractérisent par les plus fortes valeurs en poids de 1000 grains. Muhammad *et al.* (2012) ont trouvé une corrélation positive entre le poids de 1000 grains et la teneur en protéines du grain.

La valeur la plus élevée en protéines a été enregistrée chez le génotype 17 provenant de Touggourt avec 12.12 %. La plus faible valeur est de 8.53 % et a concerné le génotype 13 provenant d'El Bayadh.

Le niveau de protéines dans l'orge est très variable, allant de 7 à 25 pour cent selon une vaste étude de l'USDA impliquant plus de 10 000 génotypes (Ullrich, 2002). La teneur en protéines des grains d'orge varie avec les conditions de croissance en particulier avec le taux et le moment de la fertilisation azotée (Duffus et Cochrane 1993) et est significativement affectée par le cultivar (Clément-Grandcourt et Prats 1971; Qi *et al.* 2006). Le caractère teneur en protéines présente de notables interactions génotype x milieu, en faisant un critère difficile à incorporer dans la sélection, d'après Jestin (1992).

Chez les caractères qualitatifs, ceux qui sont stables chez les individus d'un même génotype sont : la forme de l'épi, la pilosité des gaines des feuilles de la base, le port au tallage, le type de pilosité de la baguette chez le grain et la forme de l'extrémité de l'épillet stérile chez la glumelle inférieure. Ceux avec une légère fluctuation sont : la pigmentation anthocyanique des pointes des barbes, la longueur de la glume et de la barbe par rapport au grain, la disposition des lodicules chez le grain et la denticulation des nervures dorsales internes de la glumelle inférieure. Le port de la dernière feuille (feuille drapeau) et la denticulation marginale des barbes ont moyennement fluctué entre les individus d'un même génotype. Une grande fluctuation entre individus d'un même génotype a concerné les caractères : incurvation du premier article et la compacité de l'épi. Ces résultats rejoignent fortement les conclusions tirées par Argüello (1991). Les caractères qui ont le plus varié entre les génotypes sont : le port au tallage, l'incurvation du premier article et la pilosité des gaines des feuilles de la base. Dans une étude menée par Malik *et al.* (2014), le port au tallage était aussi trouvé comme un important caractère phénotypique pour la variabilité génétique et l'évaluation du germoplasme. Pour le caractère denticulation marginale des barbes (DMB), la proportion des barbes avec forte denticulation est plus grande que celle à faible denticulation. Ces résultats sont similaires avec ceux trouvés par Derbew *et al.* (2013).

2.2. Résultats et discussion sur l'essai de la deuxième année

2.2.1. Résultats

L'analyse de la variance pour l'essai de la deuxième année a révélé des différences significatives entre les génotypes pour le caractère rendement en matière sèche et des différences hautement significatives pour la cellulose brute. Pour le caractère matières azotées totales, les différences étaient non significatives (tableau 10).

L'analyse en composante principale a montré que deux axes pouvaient décrire 67.2 % de la variation totale (tableau 11). Le premier axe expliquant la plus grande variabilité (38.7 %) incluait : la date d'épiaison et le rendement en matière sèche. Le deuxième axe expliquant 28.5 % de la variation totale

incluait les matières azotées totales et les fibres (ou cellulose brute). Le dendrogramme a divisé tous les génotypes en trois groupes (figure 7).

Le premier groupe est formé par les génotypes: 1, 29, 7, 26, 14, 2, 4, 21, 22 et 32 caractérisés par les valeurs les plus faibles en cellulose brute. Le deuxième groupe par les génotypes : 20, 28, 27, 24, 25, 30 et 31 avec les valeurs les plus fortes généralement en cellulose brute ; le troisième groupe par : 5, 8, 9, 15, 33, 6, 12, 23, 17, 13, 19, 11, 16 et 18 caractérisés par les valeurs les plus élevés en rendements de matière sèche et aussi par les plus longues dates d'épiaison (annexe 4).

Tableau 10. Analyse de la variance sur les traits nutritionnels et le rendement en matière sèche chez les génotypes d'orge (2^{ème} année).

Source de variation	ddl	RMS	MAT	CB
Génotype	30	1.85*	1.23 ^{NS}	2.56**
Résiduelle	31	0.029	2.158	25.35
Total	61			
CV %		14.1	21.9	18.8

NS= non significatif, *: significatif à $P < 0.05$, **: Hautement significatif à $p < 0.01$, RMS : rendement en matière sèche, MAT : matières azotées totales, CB : cellulose brute.

Tableau 11. Analyse en composante principale de 31 génotypes d'orge basée sur les traits nutritionnels et le rendement (2^{ème} année).

Paramètres	ACP 1	ACP 2
Valeurs propres	1.55	1.14
% de variance	38.7	28.5
% cumulative	38.7	67.2
Caractères	Coordonnées des variables	
MAT	-0.174	0.801
CB	-0.474	-0.663
RMS	-0.754	0.244
DEP	-0.852	-0.01

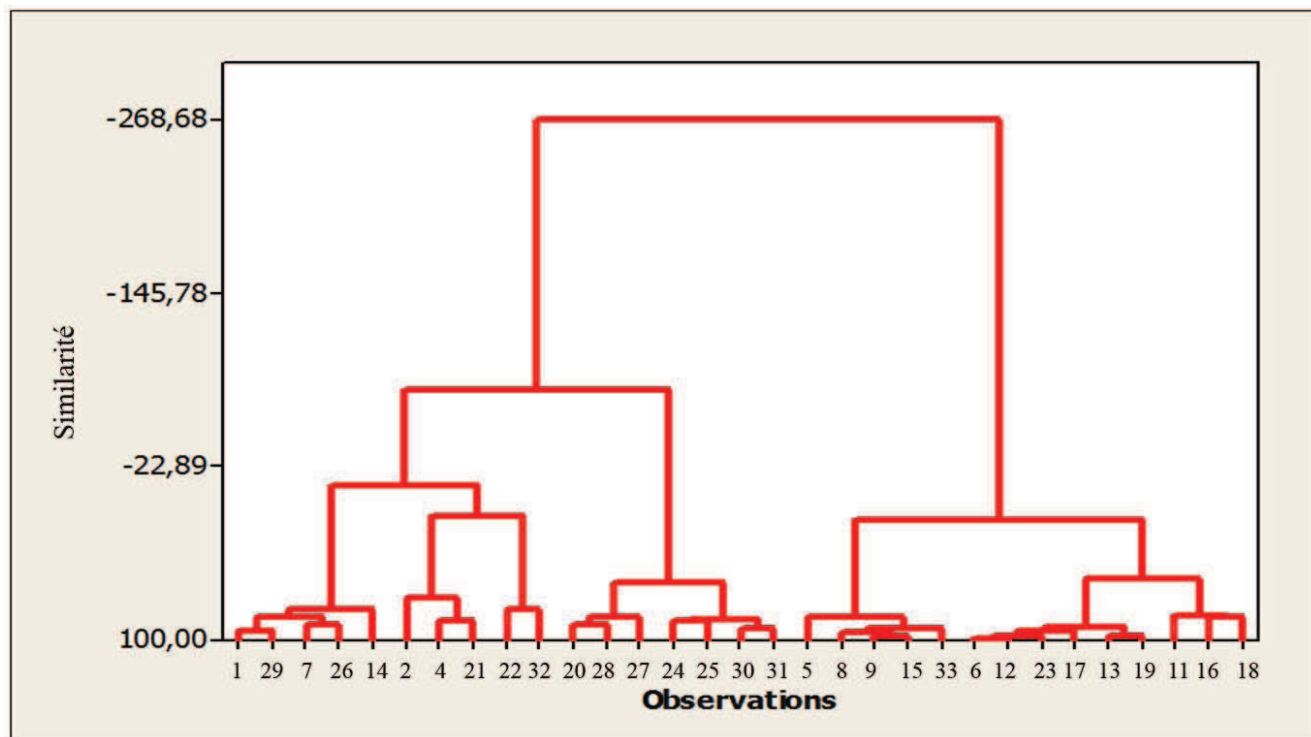


Figure 7. Dendrogramme de 31 génotypes basé sur le rendement et la valeur nutritive au stade immature (2^{ème} année)

2.2.2. Discussion

Des différences significatives ont été trouvées entre les génotypes pour le rendement en matière sèche et hautement significatives pour la cellulose brute. Pour les matières azotées totales, les différences étaient non significatives. Dans une étude menée sur l'avoine, Khan *et al.* (2014) ont trouvé des différences significatives pour le rendement en matière sèche, la cellulose brute et aussi pour les protéines brutes.

La plus grande variation entre les génotypes était expliquée par le rendement en matière sèche et la durée d'épiaison. Une corrélation positive et significative existe entre la durée d'épiaison et le rendement en matière sèche. Mekonnen (2014), a trouvé une corrélation positive et significative entre la durée d'épiaison et le rendement en grain chez l'orge à maturité.

Au stade grain pâteux, les teneurs en matière sèche ont varié chez tous les génotypes traditionnels entre 32.03 % et 49.51 %. Les témoins « Saïda », « Tichedrett » et « Pane » ont présenté respectivement : 52.7 %, 46.7 % et 37 % de matière sèche. Chez l'orge Iris étudiée par Demarquilly (1970), les teneurs en matière sèche au stade pâteux sont de 30 % et 30.8 %. Selon ce même auteur, c'est au début du stade pâteux qu'il faudra exploiter les céréales pour les ensiler et que du fait qu'à ce stade, leur teneur en matière sèche soit comprise entre 35 et 40 %, cela constitue un optimum pour la réussite de l'ensilage. Pour Le Gall *et al.* (1998), il convient de récolter les céréales à paille pour l'ensilage entre 30 et 40 % de matière sèche donc au stade laiteux-pâteux. La fourchette que nous enregistrons chez les orges locales rejoint fortement celles données par ces auteurs. Ainsi, il serait très intéressant d'exploiter notamment les génotypes sensibles à la verse pour l'ensilage au stade pâteux du grain (ou alors comme fourrage vert). L'orge « Saïda » a donné la meilleure teneur en matière sèche (52.7 %). Selon Le Gall *et al.* (1998), dans une expérience menée par Hamelers (1998), le remplacement de l'ensilage d'herbe par de l'ensilage de blé plante entière très riche en matière sèche (56 %), à hauteur de 40 % de la ration fourragère, s'est traduit par une augmentation des quantités ingérées (+ 2.1 kg MS/vache/jour) mais sans que les performances laitières soient modifiées.

Généralement, les génotypes à cycle long avec de longues tiges dans la première année étaient ceux présentant les plus hauts rendements en matière sèche dans la deuxième année (le témoin 23 et les génotypes locaux : 5, 8, 9, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 26, 27, 31 et 32). La hauteur de la plante semble corrélée positivement avec le rendement en matière sèche. En effet, Gill *et al.* (2013) ont trouvé une corrélation positive et forte entre les hauteurs de plantes et les rendements de matière sèche sur les variétés d'orge étudiées. Il a été conclu par Baron et Kibite (1987) que les lignées d'orge à maturation tardive et grandes de taille ayant une teneur élevée en feuilles étaient plus susceptibles de produire un rendement digestible élevé en plante entière. Parmi les génotypes traditionnels, la moyenne maximale du rendement en matière sèche était de 1,49 t / ha (génotype 17, qui a présenté la valeur moyenne la plus élevée en protéines du grain dans la première année), donc plus que les témoins 33 (Tichedrett) et 6 (Pane) avec 1,4 t / ha et 1,11 t / ha respectivement. Esparza Martinez et Foster (1998) ont rapporté

que l'orge cultivé au Mexique par les agriculteurs dans de bonnes conditions climatiques a donné un rendement moyen de 1,2 t / ha. Sans fertilisation, tous les génotypes traditionnels ont des moyennes de rendement de matière sèche de plus de 1 t / ha, sauf le génotype 19 (0,96 t / ha). Avec la fertilisation, les rendements pourraient être meilleurs. En effet, Ghanbari *et al.* (2014) ont montré que les fertilisations ont un effet significatif sur la qualité et la quantité de l'orge fourragère.

Chez les génotypes locaux, la teneur en protéines brutes varie entre un maximum de 8,7 % et un minimum de 4,69 % parmi lesquels huit génotypes (30, 2, 9, 26, 31, 32, 18 et 20) ont donné des teneurs en protéines variant de 7,4 % à 8,7 % donc plus que les deux témoins 6 et 23 (6,94% et 7,29% respectivement). Dans une étude réalisée par Gill *et al.* (2013) sur l'orge récoltée au stade pâteux mou, la teneur en protéine brute variait de 8,7 % à 10,4 %. Récolté au stade laiteux, l'orge a donné 12,77 % de protéine brute dans une étude réalisée par Yolcu *et al.* (2009). Récoltée après maturité, la paille d'orge avait 4 % de protéines brutes sans traitement à l'urée et 7,6 % de protéines avec le traitement à l'urée dans une étude faite par Mesfin et Ledin (2004). Chez l'orge Iris étudiée par Demarquilly (1970), les teneurs en MAT ont varié entre 8.6 % et 11.5 % au stade pâteux. Selon Le Gall *et al.* (1998), de la floraison au stade pâteux-dur, la teneur en matière azotée totale varie de 10-12 % à 7-8 %, chez les céréales. Pour des ensilages de céréales (orge, blé ou triticale) récoltées au stade laiteux-pâteux, les teneurs en matière sèche varient entre 30 et 35 % et les teneurs en MAT entre 7 et 8 % (Emile *et al.*, 2007). Selon Baumont *et al.* (2009) ces teneurs sont considérées comme faibles et que les céréales immatures mélangées aux légumineuses devraient avoir une meilleure valeur azotée, voire énergétique. La teneur moyenne en protéine brute du maïs-ensilage de 4770 échantillons était de 7.9 % (Leduc et Fournier, 1997).

La valeur la plus élevée de la cellulose brute a été donnée par le génotype 18 (34,46 %) et les valeurs les plus basses ont été données par les génotypes 32 et 22 (10,86 % et 15,29 % respectivement). Chez l'orge Iris étudiée par Demarquilly (1970), les teneurs en cellulose brute au stade grain pâteux, ont varié de 27.1 % à 30.2 %. Dans la même étude, la meilleure matière sèche ingérée a été enregistrée à 30 % de cellulose brute et 9.9 % de MAT (valeurs enregistrées au stade laiteux). Ainsi, nous

remarquons que 16 génotypes locaux ont des valeurs en cellulose brute variant entre un minimum de 10.86 % (génotype 32) et un maximum de 29.44 % (génotype 12). Pour les 12 génotypes restants, les valeurs oscillent entre un minimum de 30 % (génotype 17) et un maximum de 34.46 % (génotype 18).

Selon Ganovski et Ivanov (1982), il a été établi que les fibres brutes devraient se situer entre 22 et 25 pour cent de la matière sèche afin d'obtenir les meilleurs effets de digestion. Cependant, ces auteurs ont mentionné que les données ne peuvent être trouvées dans la littérature sur les montants pour cent les plus favorables dans le régime alimentaire. Sur la base de ces conclusions tirées par Ganovski et Ivanov (1982), huit génotypes locaux (26, 2, 5, 7, 14, 9, 15 et 8) pourraient être classés comme meilleurs en termes de leurs teneurs en cellulose brute variant entre 21,64 % et 25,7 %. Ces génotypes ont respectivement: 7,96 %, 7,75 %, 6,74 %, 5,27 %, 5,27 %, 7,78 %, 6,87 % et 6,4 % de protéines brutes et ils ont plus d'1t / ha de rendement en matière sèche. Le témoin "Tichedrett» avec une bonne teneur cellulose brute (24,63 %), était le meilleur du point de vue contenu en protéine brute (8,95 %), avec un rendement en matière sèche assez satisfaisant (1,4 t / ha).

2.3. Résultats et discussion sur la troisième année

2.3.1. Résultats sur la morphologie

Comme pour la première année, les résultats de l'analyse de la variance (tableau 12), montrent des différences très hautement significatives entre les génotypes d'orge et ce pour tous les caractères analysés statistiquement (HPL, NTE, HEP, LBA, NEE et NGE). Les coefficients de variation inter génotype sont faibles pour les caractères HPL et LBA ; moyens chez HEP, NEE et NGE. Pour NTE, le coefficient inter génotype est fort (42.4 %). La distinction est marquée par au moins un caractère (groupe distinct) chez la moitié des génotypes étudiés. Chez les orges à six rangs, les génotypes les plus distincts (avec deux groupes séparés pour chacun d'eux) sont les suivants : 7, 10, 20, 18, 30 et 32.

L'orge à deux rangs s'est distinguée le plus avec quatre groupes isolés concernant les caractères : HPL, LBA, NEE et NGE. Elle a eu le nombre de grains par épi le plus faible et le plus fort nombre d'épillets par épi.

La hauteur des tiges la plus élevée a concerné le génotype 7 (128.9 cm). La plus faible valeur est celle du génotype 1 (74.8 cm). 16 génotypes ont présenté des tiges très longues (7, 13, 6, 10, 16, 23, 17, 11, 28, 5, 8, 18, 19, 9, 29 et 15), variant entre un maximum de 128.9 cm et un minimum de 115 cm (tableau 13). Neuf génotypes ont eu des tiges longues variant entre un maximum de 113.3 cm (Tichedrett) et un minimum de 100.8 cm (génotype 26). Les génotypes à tiges moyennes sont au nombre de trois : 24, 4 et 2 avec 89 cm, 93.3 cm et 94.2 cm respectivement. Les génotypes à tiges courtes sont quatre : 1, 21, 20 et 22 (74.8 cm, 81.5 cm, 85 cm et 86.3 cm, respectivement).

Le nombre de talles le plus élevé concernait le génotype 10 (16.4 talles en moyenne), suivi de l'orge à deux rangs (15.2), du génotype 29 (14.1), du génotype 30 (12.3) et du témoin « Pane » (12.1). Le nombre de talles le plus faible est enregistré chez le génotype 20 (5.8). 16 génotypes traditionnels ont mieux tallé que le témoin « Tichedrett » et 20 ont un meilleur tallage que le témoin « Saïda » (tableau 13). La longueur de l'épi la plus élevée a concerné le génotype 18 (10.07 cm). La plus faible valeur moyenne est celle de l'orge 20 (3.94 cm). Les plus longues barbes sont celles de « Tichedrett » et du génotype 12 avec 15.18 cm et 14.44 cm, respectivement. Les barbes les plus courtes sont celles de l'orge à deux rangs (génotype 14) avec une valeur moyenne de 7.92 cm. Le plus grand nombre d'épillets par épi a été celui de l'orge à deux rangs (14.6) et le plus faible nombre est celui du génotype 32 (7.9). Le nombre de grains par épi le plus élevé concernait le témoin « Pane », suivi du génotype traditionnel 18 de Touggourt avec respectivement : 65.2 et 64.8 grains par épi. Sept génotypes locaux (18, 10, 9, 27, 4, 7 et 19) ont plus de grains par épi que le témoin « Saïda » et 16 génotypes locaux toujours (18, 10, 9, 27, 4, 7, 19, 8, 12, 5, 13, 28, 29, 15, 16 et 2) en ont plus que le témoin « Tichedrett ». Le plus faible nombre de grains par épi est celui de l'orge à deux rangs (28.8 en moyenne). Quant au poids de 1000 grains, la plus forte valeur est celle concernant le génotype local 17

(de Touggourt) avec 73 g, suivi du génotype 16 de Biskra avec 68.34 g. Quatre génotypes locaux (17, 16, 15 et 19) ont des poids de 1000 grains supérieurs à 66 g, dépassant ainsi les trois témoins testés Pane, Tichedrett et Saïda (65.7 g, 61 g et 58 g, respectivement). Cinq génotypes locaux (6, 11, 14, 18 et 28) ont donné plus de 60 g en poids de 1000 grains. Sept génotypes locaux (1,9, 10, 8, 13, 12 et 25) ont en donné plus de 50 g. Huit (5, 7, 20, 22, 24, 30, 31 et 32) ont en donné plus de 40 g. La plus faible valeur est enregistrée chez le génotype 27 de Touggourt avec 30.5 g (tableau 13).

Concernant les coefficients de variation intra génotype (CVI), nous notons ce qui suit :

- Pour la hauteur des plantes : les coefficients de variation intra génotype ont été faibles pour la plupart des orges locales ainsi que les témoins. Seuls les génotypes 1, 19, 20 et 30, ont présenté des CVI moyens (tableau 14).
- Pour la longueur de l'épi, les CVI sont moyens chez 19 génotypes. Pour le reste des génotypes : 5, 6, 7, 9, 10, 12, 15, 23, 27, 28, 29, 30 et 32, les CVI sont faibles.
- Pour la longueur des barbes : les CVI sont tous faibles sauf chez quatre génotypes (2, 24, 25 et 31) où ils sont moyens.
- Pour le nombre d'épillets par épi : 18 génotypes ont des CVI moyens et 14 génotypes ont des CVI faibles.
- Pour le nombre de grains par épi : seuls les génotypes 33, 28, 27, 15, 12 et 6 ont des CVI faibles. Chez le reste, les CVI varient entre moyens et forts.

Il s'avère donc que les caractères les plus homogènes à l'intérieur de chaque génotype sont la hauteur des plantes et la longueur des barbes.

Tableau 12. Analyse de variance sur les caractères agro-morphologiques des géotypes d'orge étudiés (3^{ème} année).

Source de variation	ddl	HPL	NTE	HEP	LBA	NEE	NGE
Géotype	31	39.74 ***	3.41 ***	46.02 ***	57.19 ***	16.49 ***	7.46 ***
Résiduelle	288	57.68	17.83	0.64	0.76	1.58	80.18
CV %		6.9	42.4	10.8	7.7	11.8	16.9
ES		2.4	1.34	0.25	0.27	0.4	8.95
ESM		3.4	1.89	0.36	0.38	0.56	4.11
Ppds		6.69	3.72	0.7	0.76	1.11	8.1

***: Très hautement Significatif à $P < 0.001$; ES: Erreur Standard; ESM: Erreur Standard des moyennes; ppds : plus petite différence significative au niveau de 5 %

L'analyse en composante principale a montré que la variabilité au sein des géotypes, est expliquée par les deux premiers axes (dont les valeurs propres sont supérieures à 1). Ces deux axes expliquent 72 % de la variation totale (tableau 15).

L'axe 1 explique 52.67 % de la variation totale. Les variables qui lui sont corrélées sont : HPL, HEP, LBA, NEE, NGE, PMG, DEP et DC. Toutes ces variables sont négativement corrélées à cet axe. Le deuxième axe expliquant 19.32 % de la variation totale est représenté par le nombre de talles épi (NTE) qui est positivement corrélé à l'axe.

L'ACP (figure 8) ainsi que le dendrogramme (figure 9) ont divisé toutes les orges étudiées en trois groupes.

Tableau 13. Poids de 1000 grains, moyennes et groupes de moyennes chez les caractères agromorphologiques des génotypes étudiés d'orge (3^{ème} année)

N°	HPL	NTE	HEP	LBA	NEE	NGE	PMG
1	74.8 O	10.3 DEFGHI	5.54 NO	11.63 EF	8.5 OP	49.2 FGHIJ	54.5
7	128.9 A	11.1 CDEF	8.74 CDEFG	9.92 G	12.4 CD	58.4 ABCDE	48.3
9	118.4 DEFGH	11.1 CDEF	9.88 AB	13.38 BC	12.1 CDE	63.1 AB	59
10	124.9 ABCD	16.4 A	9.23 BC	11.14 F	13.7 AB	63.3 AB	50.26
16	124.7 ABCD	11.5 BCDE	8.49 DEFGH	13.25 BC	10.6 GHIJK	52.5 DEFGH	68.34
2	94.2 KL	9 DEFGHIJK	5.18 NOP	9 IJK	10 IJKLM	52.4 EFGH	36.92
4	93.3 L	10.5 CDEFGH	5.84 MN	8.79 JK	10.8 GHIJK	60.3 ABCD	35.74
20	85 MN	5.8 K	3.94 Q	9.56 GHI	10.9 FGHIJ	50.7 EFGHI	44.5
21	81.5 N	6.8 HIJK	4.54 PQ	8.79 JK	8.4 OP	43.5 IJ	37.25
22	86.3 MN	6.7 IJK	6.72 KL	9.54 GHIJ	8.7 NOP	45.9 GHIJ	43.1
24	89 LM	8.1 EFGHIJK	5.39 NO	8.94 IJK	9.2 LMNO	51.8 EFGH	45.9
6	125.9 ABC	12.1 BCD	7.23 JK	13.13 BC	12.8 BC	65.2 A	65.7
23	124 ABCDE	8.7 DEFGHIJK	9 CDE	12.68 CD	11.5 DEFGH	58 ABCDE	58.0
33	113.3 GHI	10 DFEGHIJ	5.05 OP	15.18 A	11.5 DEFGH	52.1 EFGH	61.0
5	121.1 BCDEF	10.8 CDEFG	8.34 EFGH	9.83 GH	11 EFGHI	56.4 BCDEF	46.3
8	119.5 CDEFG	10.2 DEFGHI	9.03 CDE	12.88 BCD	11.7 CDEFG	58 ABCDE	59.5
13	126.3 AB	9.2 DEFGHIJK	9.88 CDEF	12.66 CD	12.1 EFGHI	53.7 CDEFG	59.0
11	123.3 ABCDE	10.4 CDEFGHI	7.91 HIJ	13.48 B	9.78 KLMN	51.67 EFGH	60.1
12	113 GHI	7.8 EFGHIJK	9.05 CD	14.44 A	10.4 HIJK	57.7 ABCDE	55.4
14	101.5 J	15.2 AB	9.81 AB	7.92 L	14.6 A	28.8 K	61.7
15	115 FGHI	7.3 GHIJK	8.39 DEFGH	13.49 B	10.5 HIJK	53.1 DEFGH	68.0
17	123.8 ABCDE	8.8 DEFGHIJK	7.9 HIJ	12.95 BC	10.5 HIJK	48.3 ABC	73.0
18	118.6 DEFG	10.7 CDEFG	10.07 A	12.84 BCD	12.7 BC	64.8 A	63
19	118.5 DEFGH	9 DEFGHIJK	9.24 BC	12.12 DE	11.5 DEFGH	58.2 ABCDE	67.8
25	111.9 HI	7.9 EFGHIJK	6.38 LM	11.75 EF	9.2 LMNO	48.2 GHIJ	50.1
26	100.8 JK	7.4 FGHIJK	5.31 NO	8.67 KL	9.8 JKLMN	45.3 HIJ	39.3
27	110.9 I	11 CDEFG	8.04 GHI	9.83 GH	12 CDEF	61.44 ABC	30.5
28	123 ABCDE	6.4 JK	8.14 FGHI	13.34 BC	10.7 GHIJK	53.6 CDEFG	65
29	117.5 EFGHI	14.1 ABC	6.77 KL	8.68 KL	10.2 IJKL	53.2 DEFG	34.3
30	100.9 J	12.3 BCD	6.84 KL	9.15 HIJK	8.1 OP	42.1 J	43.9
31	101.3 J	11.2 CDE	7.56 IJ	11.78 EF	9 MNOP	47.7 GHIJ	46.2
32	111.6 I	11 CDEFG	5.85 MN	8.9 IJK	7.9 P	43 IJ	44.7

Tableau 14. Coefficients de variation (%) intra-génotype chez les caractères quantitatifs étudiés (3^{ème} année).

Génotypes	Caractères					
	HPL	NTE	HEP	LBA	NEE	NGE
1	12.26	45.34	11.37	2.75	11.41	13.08
2	4.98	31.44	12.74	14.41	18.3	20.61
4	7.04	52.19	16.27	8.19	16.2	18.94
5	6.22	42.72	7.43	9.16	10.45	21.35
6	5.58	16.78	8.44	6.17	3.28	9.51
7	7.85	45.04	5.72	6.75	7.82	15.29
8	8.13	40.49	12.4	5.59	10.68	19.55
9	5.73	48.74	5.77	5.46	7.27	14.36
10	6.55	38.48	5.63	3.23	5.99	23.06
11	3.8	31.44	14.3	3.86	15.85	20.41
12	7.6	38.59	7.07	3.6	6.73	8.15
13	4.4	26.09	15.31	7.4	15.45	22.79
14	6.3	18.29	13.15	8.61	12.19	11.22
15	5.07	28.77	5.24	3.56	8.05	5.44
16	3.62	28.78	10.59	4.3	9.15	16.57
17	5.52	36.36	13.8	3.4	12.86	22.59
18	7.76	34.58	11.52	4.92	9.13	15.86
19	11.43	54.66	11.04	7.51	12.43	17.84
20	10.56	53.93	10.25	8.95	13.3	19.24
21	5.82	38.53	17.84	8.86	23.33	24.8
22	9.71	41.64	11.01	9.58	9.43	14.81
23	5.29	55.52	5.78	5.91	8.43	11.72
24	6.55	58.88	14.81	13.87	17.61	21.91
25	4.28	37.97	13.64	11.5	17.61	19.36
26	5.89	35.54	14.15	7.15	17.24	18.26
27	3.9	56.82	5.97	4.9	7.83	8.26
28	5.51	25.78	7.13	2.6	6.36	9.02
29	6.83	44.82	7.8	8.99	7.75	10.43
30	12.29	63.25	7.6	5.68	13.58	17.84
31	7.79	31.25	12.96	21.69	13.86	20.73
32	6.25	45.45	9.06	7.64	12.53	12.3
33	4.98	34	10.06	5.27	7.39	9.4

Tableau 15. Analyse en composante principale (ACP) sur 32 génotypes basée sur neuf caractères (3^{ère} année).

Paramètres	ACP1	ACP 2
Valeurs propres	4.74	1.74
% de variance	52.67	19.32
% Cumulatif	52.67	72
Caractères	Coordonnées des variables	
HPL	-0.827	0.257
NTE	-0.162	0.836
HEP	-0.762	0.397
LBA	-0.841	-0.435
NEE	-0.617	0.581
NGE	-0.551	0.141
PMG	-0.797	-0.261
DEP	-0.877	-0.234
DC	-0.807	-0.382

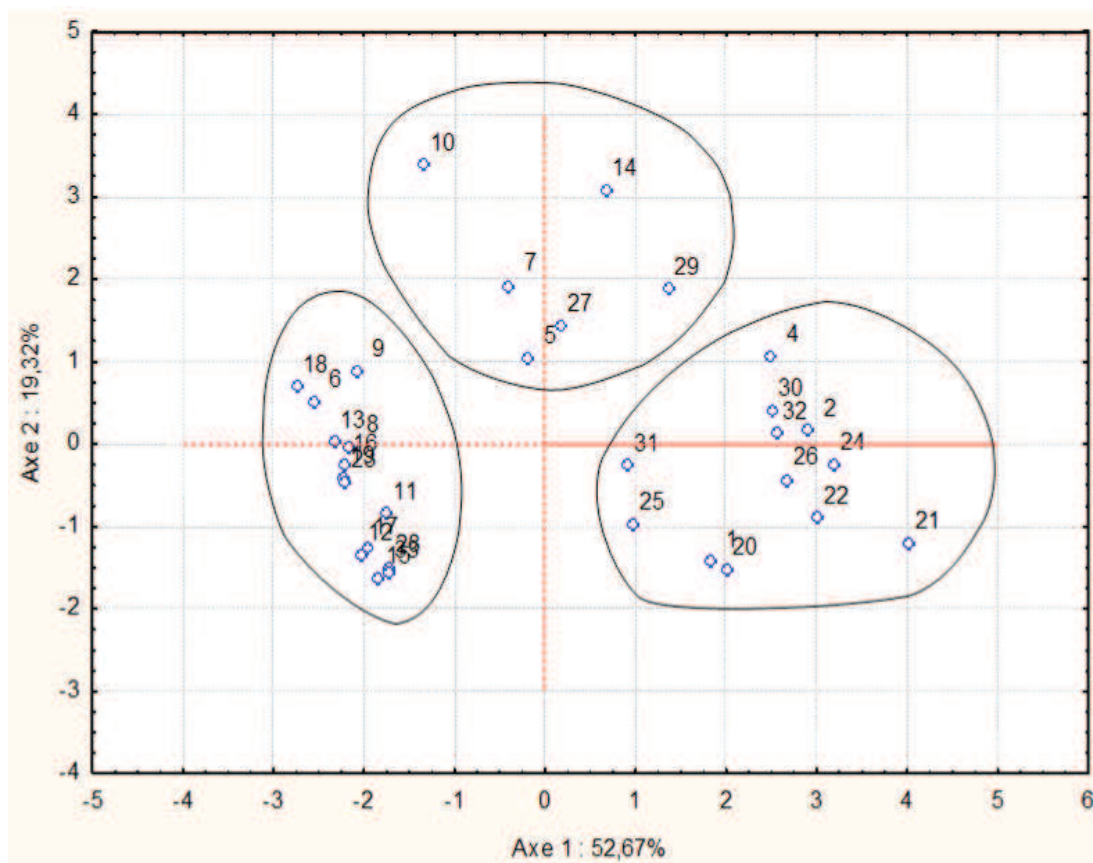


Figure 8. ACP : Distribution des génotypes sur les deux premiers axes (3^{ème} année)

La matrice des corrélations (tableau 16) indique que les caractères : HPL, LBA, HEP, PMG, DEP et DC sont tous corrélés entre eux positivement. Le nombre de talles épis est corrélé positivement avec HEP et NEE. La longueur des barbes est corrélée positivement et significativement avec le nombre de grains par épi. Le nombre de grains par épi est corrélé positivement avec la durée d'épiaison mais il n'est pas corrélé significativement avec la durée du cycle.

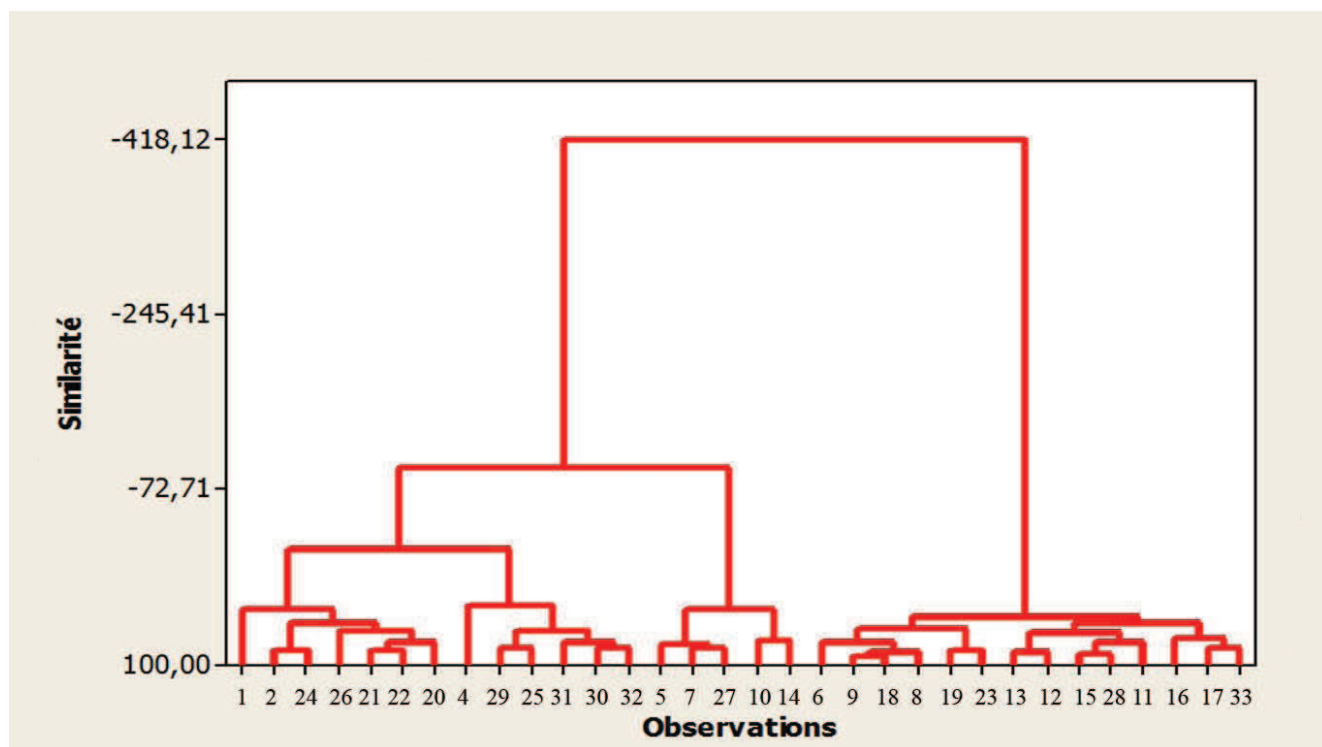


Figure 9. Dendrogramme de 32 génotypes d'orge basé sur 9 caractères (3^{ème} année)

Tableau 16. Corrélations phénotypiques entre les génotypes d'orge (3^{ère} année).

	HPL	NTE	HEP	LBA	NEE	NGE	PMG	DEC
NTE	0.32							
HEP	0.71***	0.38*						
LBA	0.55**	-0.14NS	0.43*					
NEE	0.53**	0.46*	0.63***	0.22NS				
NGE	0.47**	0.07NS	0.35NS	0.45*	0.41*			
PMG	0.53**	-0.01NS	0.55**	0.77***	0.37*	0.23NS		
DEP	0.71***	-0.11NS	0.51**	0.80***	0.44*	0.50**	0.65***	
DC	0.5**	-0.06NS	0.45*	0.85***	0.27NS	0.28NS	0.75***	0.73***

NS Non-significatif; * P < 0,05; ** P < 0,01; *** P < 0,001

2.3.2. Résultats sur la verse

L'analyse de la variance faite sur les entre-nœuds de la base (1^{er}, 2^{ème}, 3^{ème} et 4^{ème} entre-nœuds), en termes de longueurs, grosseurs et poids, a révélé des différences très hautement significatives pour tous les caractères et chez tous les entre-nœuds mesurés, indiquant une forte variabilité génétique entre les génotypes concernant ces caractères de la tige (tableau 17).

Tableau 17. Analyse de variance sur les caractères : longueur, diamètre et poids de quatre 1^{ers} entre-nœuds de la base chez les génotypes d'orge (3^{ème} année).

Source de variation	ddl	LEN1	LEN2	LEN3	LEN4	GEN1	GEN2	GEN3	GEN4	PEN1	PEN2	PEN3	PEN4
Génotype	31	8.43 ***	8.68 ***	10.01 ***	14.26 ***	3.7 ***	4.19 ***	4.37 ***	5 ***	3.67 ***	7.98 ***	11.03 ***	7.75 ***
Résiduelle	288	1.73	3.77	3.9	3.66	0.41	0.44	0.44	0.39	0.004	0.004	0.005	0.006
CV %		50	31.4	21.5	18	20.8	18.6	17.3	15.8	59.7	33.8	31	33.9
ES		1.31	1.94	1.98	1.91	0.64	0.66	0.66	0.62	0.07	0.06	0.07	0.08
ESM		0.59	0.87	0.88	0.86	0.29	0.29	0.29	0.28	0.03	0.03	0.03	0.03
ppds		1.16	1.71	1.74	1.69	0.58	0.58	0.58	0.55	0.08	0.06	0.06	0.07

***: Très hautement Significatif à $P < 0.001$; ES: Erreur Standard; ESM: Erreur Standard des moyennes; ppds : plus petite différence significative au niveau de 5 %

Concernant la résistance à la verse, la plupart des génotypes s'avèrent résistants à la verse (tableau 22) sauf ceux qui suivent :

- Les génotypes qui sont plus ou moins sensibles à la verse sont : 2, 4, 21, 22, 24, 30 et 1.
- Les génotypes sensibles à la verse sont : 23 (Saïda), 32, 29, 5, 10 et 7.

Les génotypes avec des tiges très longues et ceux à tiges longues sont pour la plupart d'entre eux résistants à la verse (tableau 22). Les génotypes à tiges très longues et résistants à la verse sont les suivants : 16, 17, 11, 28, 8, 18, 19, 9 et 15. Quant aux génotypes à tiges longues et résistants à la verse, il s'agit de : 33 (Tichedrett), 12, 25, 27, 14, 31 et 26. Certains génotypes à tiges courtes et moyennes sont par contre sensibles et/ou légèrement sensibles à la verse. Les génotypes à tiges courtes mais qui sont légèrement sensibles à la verse sont : 21 et 22 sauf par contre le génotype 20 à tige courte mais

qui s'avère résistant à la verse. Tous les génotypes à tiges moyennes se sont montrés plus ou moins sensibles à la verse (2 et 24) à fortement sensible à la verse (génotype 4).

Les génotypes à tiges très longues et sensibles à la verse sont : 7, 10, 23, 5, et 29. Ceux qui ont des tiges longues et sensibles à la verse sont les génotypes 30 et 32.

Des investigations morphologiques (longueurs, grosseurs et poids) des 4 premiers entre-nœuds de la base ont été faites afin de tenter d'expliquer notamment la verse chez les tiges courtes et moyennes et par contre la résistance à la verse des tiges longues et très longues.

L'analyse de la variance sur la longueur, la grosseur et le poids des 4 premiers entre-nœuds de la base (entre-nœud 1, entre-nœud 2, entre-nœud 3 et entre-nœud 4) a révélé des différences très hautement significatives pour tous ces caractères, ce qui témoigne d'une grande diversité entre les génotypes encore une fois confirmée par ces caractères spécifiques aux tiges (tableau 17). D'autre part, les corrélations étudiées sur ces caractères toujours ainsi que sur la verse et le poids des épis (tableau 18), montrent que les longueurs des quatre premiers entre-nœuds et la verse sont toutes corrélées positivement et très fortement entre elles. La longueur du 3^{ème} entre-nœud est positivement corrélée aux diamètres du 1^{er} et du 2^{ème} entre-nœud. Les diamètres et les poids des quatre entre-nœuds de la base ainsi que le poids des épis, sont tous corrélés positivement entre eux à l'exception du diamètre du troisième entre-nœud qui n'est pas corrélé avec les poids des premiers et des deuxièmes entre-nœuds. Le poids des épis est corrélé négativement à la longueur du 4^{ème} entre-nœud.

L'étude des corrélations entre les caractères : HPL, NTE, HEP, LBA, NEE, NGE, PMG, PEP, DC, DEP, la verse et les longueurs des entre-nœuds de la base (tableau 19), a révélé ce qui suit :

- Une corrélation négative et significative entre la longueur des barbes et la longueur du 4^{ème} entre-nœud
- Une corrélation négative et significative entre le poids de 1000 grains et le 4^{ème} entre-nœud

- Une corrélation négative et significative entre la durée du cycle et le 4^{ème} entre-nœud
- Une corrélation négative et significative entre le poids des épis et le 4^{ème} entre-nœud
- le poids des épis est positivement et très fortement corrélé avec la hauteur de la plante, la longueur de l'épi, la longueur des barbes, le poids de 1000 grains, la durée d'épiaison et la durée du cycle. Il est corrélé aussi positivement et significativement avec le nombre d'épillets par épi et aussi avec le nombre de grains par épi (corrélation positive et hautement significative).
- Les caractères qui semblent être liés avec la verse sont (en plus des longueurs des 4 premiers entre-nœuds) : le nombre de talles épi (corrélation positive et significative) ; la longueur des barbes (corrélation négative et significative) ; le poids de 1000 grains (corrélation négative et significative).

Tableau 18. Corrélations sur la verse, le poids des épis et les longueurs, les diamètres et les poids des entre-nœuds de la base chez 32 génotypes d'orge

	PEP	LEN1	LEN2	LEN3	LEN4	DEN1	DEN2	DEN3	DEN4	PEN1	PEN2	PEN3	PEN4
LEN1	-0.16NS												
LEN2	-0.08NS	0.93***											
LEN3	-0.13NS	0.73***	0.83***										
LEN4	-0.41*	0.61***	0.68***	0.91***									
DEN1	0.47*	0.2NS	0.25NS	0.41*	0.26NS								
DEN2	0.47*	0.2NS	0.25NS	0.41*	0.26NS	0.84***							
DEN3	0.46*	-0.19NS	-0.14NS	0.03NS	-0.06NS	0.45*	0.51**						
DEN4	0.47*	-0.09NS	-0.00NS	0.18NS	0.06NS	0.73***	0.84***	0.69***					
PEN1	0.77*	-0.13NS	0.02NS	0.03NS	-0.26NS	0.45*	0.45*	0.33NS	0.47*				
PEN2	0.74***	-0.16NS	-0.06NS	-0.01NS	-0.21NS	0.45*	0.47*	0.33NS	0.44*	0.69***			
PEN3	0.74***	-0.24NS	-0.09NS	-0.01NS	-0.19NS	0.46*	0.52**	0.42*	0.53**	0.69***	0.93***		
PEN4	0.7***	-0.12NS	-0.00NS	0.13NS	-0.03NS	0.56**	0.6***	0.46*	0.6***	0.66***	0.88***	0.95***	
VER	-0.24NS	0.6***	0.6***	0.6***	0.63***	-0.01NS	-0.04NS	-0.32NS	-0.26NS	-0.31NS	-0.2NS	-0.27NS	-0.2NS

NS Non-significatif ; * P < 0,05 ; ** P < 0,01 ; *** P < 0,001

Il a été constaté que les génotypes à tiges moyennes et sensibles à la verse (2, 4 et 24) sont parmi ceux qui présentent les 4 premiers entre-nœuds les plus longs (tableau 20). Les génotypes longs ou très longs, sensibles à la verse ont généralement les longueurs des troisièmes et quatrièmes entre-nœuds les plus fortes, à l'exception du génotype 10 (tige longue, sensible à la verse) ayant présenté pourtant des entre-nœuds courts notamment les 3^{ème} et 4^{ème} entre-nœuds.

Quant aux génotypes à tiges longues ou très longues ayant résisté à la verse (6, 16, 17, 11, 28, 8, 18, 19, 9 et 15, 33 (Tichedrett), 12, 25, 27, 14, 31 et 26), ils se sont caractérisés pour leur majorité par les quatre premiers entre-nœuds les plus courts. Ceux qui sont sensibles à la verse, par contre, ont eu généralement les entre-nœuds de la base les plus longs.

Tableau 19. Etude des corrélations entre les longueurs des entre-nœuds, la verse et les caractères phéno-agro-morphologiques

	LEN1	LEN2	LEN3	LEN4	HPL	NTE	HEP	LBA	NEE	NGE	PMG	DEP	DC	VER
LEN2	0.93***													
LEN3	0.73***	0.83***												
LEN4	0.61***	0.68***	0.91***											
HPL	-0.01NS	0.12NS	0.3 NS	0.15 NS										
NTE	0.04NS	0.14NS	0.27 NS	0.31 NS	0.32 NS									
HEP	-0.05NS	0.1NS	0.15 NS	-0.02 NS	0.71***	0.38*								
LBA	-0.30NS	-0.26 NS	-0.25 NS	-0.48*	0.55**	-0.14 NS	0.43*							
NEE	-0.11 NS	-0.01NS	0.06NS	-0.02NS	0.53**	0.46*	0.63***	0.22 NS						
NGE	0.08 NS	0.14 NS	0.16NS	0.01 NS	0.47**	0.07 NS	0.35 NS	0.45*	0.41*					
PMG	-0.28NS	-0.19 NS	-0.16 NS	-0.42 *	0.53**	-0.01 NS	0.55***	0.77***	0.37*	0.13 NS				
DEP	-0.41*	-0.28 NS	-0.12 NS	-0.27 NS	0.71***	-0.11 NS	0.51**	0.8***	0.44*	0.5**	0.68***			
DC	-0.25NS	-0.15NS	-0.14 NS	-0.37 NS	0.5**	-0.06 NS	0.45*	0.85***	0.27 NS	0.28 NS	0.75***	0.73***		
VER	0.6***	0.6***	0.6***	0.63***	0.16 NS	0.38*	0.01 NS	-0.39*	0.14 NS	0.3 NS	-0.39*	-0.33 NS	-0.36 NS	
PEP	-0.16NS	-0.08 NS	-0.13 NS	-0.41*	0.61***	-0.11 NS	0.60***	0.85***	0.44*	0.55**	0.83***	0.77***	0.77***	-0.24 NS

NS Non-significatif; * P < 0,05 ; ** P < 0,01 ; *** P < 0,001

Tableau 20. Valeurs moyennes des longueurs, grosseurs, poids des entre-nœuds de la base et poids des épis de 32 génotypes

N°	LEN1	LEN2	LEN3	LEN4	DEN1	DEN2	DEN3	DEN4	PEN1	PEN2	PEN3	PEN4	PEP
1	1.13	3.91	6.75	7.29	2.51	2.84	3.31	3.88	0.12	0.17	0.23	0.21	2.93
2	5.39	7.97	10.9	12.99	3.49	3.79	3.93	3.94	0.07	0.15	0.16	0.24	2.26
4	4.78	9.25	12	13.72	3.25	3.85	3.58	3.69	0.1	0.16	0.18	0.19	2.12
5	4.01	7.94	10.97	12.75	3.61	3.95	4.27	4.41	0.12	0.17	0.2	0.2	2.66
6	3.45	7.25	10.56	11.1	3.87	4.43	4.7	4.71	0.12	0.22	0.3	0.29	5.19
7	3.94	8.33	14.16	17.22	3.06	3.64	4.06	3.93	0.08	0.19	0.22	0.26	2.88
8	2.23	5.8	8.73	9.81	3.45	4.09	4.41	4.53	0.15	0.26	0.31	0.31	4.54
9	1.37	4.2	7.18	8.33	3.33	3.43	3.85	3.82	0.12	0.21	0.28	0.28	5.11
10	2.1	4.99	6.82	7.8	2.57	2.66	2.96	2.92	0.07	0.16	0.16	0.14	3.37
11	1.73	5.41	10.87	12.05	3.29	4.45	4.47	4.61	0.13	0.23	0.3	0.28	3.55
12	1.22	3	6.53	8.27	2.72	3.52	3.61	3.64	0.1	0.18	0.25	0.24	4.21
13	2.84	7.01	10.47	10.87	3.55	4.05	4.48	4.51	0.17	0.11	0.16	0.18	4.28
14	1.83	5.36	8.56	10.77	2.7	2.92	3.13	3.51	0.08	0.15	0.18	0.19	2.23
15	1.71	4.36	6.43	7.19	2.95	3.45	3.63	3.88	0.15	0.28	0.31	0.26	4.53
16	2.3	5.86	8.41	9.18	3.22	3.83	3.99	4.21	0.13	0.25	0.28	0.28	4.63
17	2.86	6.71	10.1	10.97	3.71	3.98	4.36	4.58	0.14	0.24	0.34	0.34	4.03
18	2.51	7.36	9.76	10.41	3.12	3.83	3.89	3.98	0.23	0.3	0.43	0.41	5.05
19	1.97	6.15	10.32	10.46	3.31	3.58	4.02	4.19	0.19	0.3	0.33	0.32	4.84
20	1.02	3.83	7	8.9	2.94	3.54	4.19	4.45	0.08	0.13	0.2	0.21	2.7
21	2.76	6.18	7.16	10.17	2.86	3.37	3.44	3.67	0.06	0.12	0.12	0.13	2.14
22	3.87	7.02	8.83	10.11	2.64	3.13	3.58	3.61	0.09	0.14	0.14	0.14	2.25
23	4.86	10.44	11.28	11.53	3.38	3.75	3.85	4.12	0.12	0.24	0.32	0.3	4.96
24	3.25	7.29	9.43	10.55	2.77	3.18	3.82	3.5	0.09	0.13	0.18	0.18	2.25
25	2.39	5.84	8.49	9.39	3.27	3.74	3.88	3.88	0.09	0.22	0.26	0.22	2.67
26	1.54	3.99	6.66	8.7	3.1	3.12	3.19	3.54	0.09	0.14	0.14	0.15	2.06
27	1.14	4.9	8.35	11.49	2.32	3.22	3.83	4.07	0.07	0.13	0.19	0.19	2.15
28	2.18	5.26	7.68	7.69	2.98	3.53	3.9	3.86	0.16	0.18	0.23	0.2	4.92
29	3.1	7.62	12.37	15.08	2.58	3.3	3.48	3.5	0.08	0.14	0.19	0.19	1.67
30	2.8	6.18	9.55	12.56	2.67	3.11	3.22	3.22	0.07	0.15	0.18	0.17	1.96
31	4.52	9.33	10.81	11.1	2.59	3.17	3.21	3.3	0.08	0.13	0.17	0.16	2.75
32	2.16	5.79	10.05	12.84	2.97	3.62	3.81	4.03	0.06	0.14	0.21	0.21	2.1
33	1.15	3.55	6.92	8.59	3.3	3.85	4.1	4.27	0.1	0.26	0.38	0.35	3.71

Nous notons que chez les génotypes 7 et 29 qui ont été les plus sensibles à la verse, les valeurs moyennes des troisièmes et quatrièmes entre-nœuds étaient les plus élevées. Le génotype 7 a présenté la valeur moyenne la plus élevée de la longueur totale des quatre entre-nœuds de la base (43.95 cm).

Par contre, le génotype 15 qui s'est montré très résistant à la verse malgré la hauteur très élevée de ses tiges, s'est distingué par les valeurs moyennes les plus faibles chez le troisième et le quatrième entre-nœuds (6.43 cm et 7.19 cm, respectivement).

La plus faible valeur moyenne du premier entre-nœud a été celle du génotype 20 (1.02 cm) qui a résisté à la verse sur trois années ; quant à la plus haute valeur, c'est celle du génotype 2 (5.39 cm) qui a été sensible à la verse sur trois années.

La plus petite valeur moyenne du 2^{ème} entre-nœud est celle du génotype 12 (3 cm) ayant résisté à la verse sur trois années ; quant à la valeur la plus élevée, c'est celle du témoin « Saïda » (10.44 cm) qui a été sensible à la verse sur trois années (tableau 20).

2.3.3. Discussion sur la troisième année

Comme pour la première année, l'analyse de la variance pour l'essai de la troisième année a confirmé l'existence d'une grande variabilité génétique chez les génotypes étudiés d'orge aussi bien chez les caractères agro-morphologiques que chez ceux liés à la tige. La diversité génétique est l'une des exigences fondamentales pour la sélection végétale (Ramanujam *et al.*, 1974). Selon Gegnaw et Hadado (2014), les variétés locales d'orge, ou landraces, présentent une variation à la fois entre et au sein des populations.

Les caractères qui décrivent le plus grand pourcentage de variabilité sont : la hauteur de la plante, la longueur de l'épi, la longueur des barbes, le nombre d'épillets par épi, le nombre de grains par épi, le poids de 1000 grains, la durée du cycle et la durée d'épiaison. Ces résultats rejoignent ceux trouvés par Setotaw *et al.* (2010) et Drikvand *et al.* (2012). Le dendrogramme a divisé toutes les orges en trois

groupes, ce qui rejoint les résultats trouvés par Konichi *et al.* (1993) et Dimitrova-Doneva *et al.* (2014).

Beaucoup de caractères sont corrélés entre eux presque de la même manière qu'en première année, ce qui est prometteur pour la sélection. Comme indiqué par Lorencetti *et al.* (2006), une importance considérable a été accordée aux études portant sur la corrélation des traits dans les programmes de sélection.

Des génotypes à tiges longues, voire très longues pour d'autres, ont résisté à la verse alors que d'autres à tiges courtes et moyennes ont, par contre, versé. La longueur de la tige ne semble pas forcément un critère pour la résistance à la verse. En fait, il n'y avait pas de corrélation significative entre la hauteur de la tige et la résistance à la verse. En effet, d'après Berbigier (1968) et Konishi (1976), une réduction de la longueur du chaume ne semble pas être la bonne réponse pour augmenter la résistance à la verse. Cependant, dans une étude menée par Matušinsky *et al.* (2015), une corrélation positive et très hautement significative a été trouvée entre la hauteur de la tige et la résistance à la verse.

Les investigations sur la verse ont montré d'après l'analyse de la variance que les différences sont très hautement significatives entre les génotypes concernant les longueurs, les diamètres et les poids des quatre premiers entre-nœuds de la base.

La diversité existante entre les génotypes pour ces caractères ainsi que les relations qui lient ces derniers entre eux et avec les caractères phéno-agro-morphologiques, pourraient aider à orienter les travaux de sélection pour la résistance à la verse. Sur le diamètre des trois premiers entre-nœuds de la base, Hasnath Karim et Jahan (2013) ont trouvé des différences très hautement significatives entre les génotypes de blé, uniquement pour le troisième entre-nœud. Pour les deux premiers entre-nœuds, les différences étaient non significatives, dans cette même étude.

D'autre part, il a été constaté que la longueur des quatre premiers entre-nœuds était très hautement et positivement corrélée avec la verse. Ces résultats rejoignent ceux de Chen *et al.* (2014) où les

longueurs des six entre-nœuds de la base étaient corrélées positivement avec la verse. Selon Jeżowski (1981), les investigations conduites ont montré que la résistance à la verse chez les céréales est fortement liée à la structure morphologique et physique de la tige. Concernant le lin, Menoux *et al.* (1982) indiquent que beaucoup de travaux menés sur la verse conduisent à la conclusion qu'une tige trapue, aux entre-nœuds courts, avec des tissus de soutien relativement abondants, sera le moins susceptible de verser.

Le poids des épis est corrélé positivement avec tous les diamètres des quatre entre-nœuds de la base. Ce résultat concorde avec celui trouvé par Chen *et al.* (2014) qui ont trouvé des corrélations significatives entre le poids des épis et les diamètres des six entre-nœuds de la base chez l'orge.

Les corrélations entre la verse et les diamètres des entre-nœuds de la base étaient toutes non significatives (*idem* pour les poids des entre-nœuds). Ce résultat rejoint celui de Pinthus (1967) qui n'a pas trouvé de corrélations entre le diamètre de la tige et la verse. Par contre, un plus grand diamètre chez les entre-nœuds de la base ainsi qu'un plus grand poids par unité de longueur de la base de la tige chez le blé sont suggérées comme raisons possibles pour une meilleure résistance à la verse, d'après les travaux de Zuber *et al.* (1999).

D'autre part, nous n'avons pas trouvé de corrélation significative entre la verse et le poids des épis. Selon Hasnath Karim et Jahan (2013), les génotypes avec des épis plus lourds semblent atteindre le même niveau de résistance à la verse par rapport aux génotypes avec des épis plus légers. L'influence du poids des épis sur la verse peut varier également selon le stade de développement de la plante, soulignent les mêmes auteurs. Une corrélation positive et significative a été trouvée entre le nombre de talles épis et la verse. L'étude faite par Matušinsky *et al.* (2015) montre qu'il n'y a pas eu de corrélation significative entre la résistance à la verse et le poids sec des talles productives; par contre, dans la même étude, une corrélation positive et significative a été trouvée entre le poids frais des talles productives et la résistance à la verse.

Le poids de 1000 grains et la longueur des barbes sont significativement et négativement corrélés avec la verse ce qui indique que ces caractères peuvent être utilisés dans la sélection pour une meilleure résistance à la verse. Dans l'étude de Matušinsky *et al* (2015), il n'y a pas eu de corrélation significative entre le poids de 1000 grains et la résistance à la verse.

2.4. Comparaison des génotypes à la lumière des trois essais

La comparaison de la durée d'épiaison sur trois années d'essais, indique pour les deux premières années, que la plupart des génotypes ont exprimé presque la même durée et pour certains, des écarts très réduits entre les deux années 2011-2012 et 2012-2013 (figure 10). Ces résultats témoignent d'une stabilité intéressante chez les génotypes pour ce caractère. Hadiichristodoulou (1993) indique que la variance des caractères importants comme la date d'épiaison, le nombre de talles, la hauteur de la plante, la taille du grain, est fonction du génotype. Selon Muñoz-Amatriaín *et al.* (2014), la date d'épiaison est un trait important en termes de rendement et d'adaptation. Doussinaut *et al.* (1992) indiquent que la précocité est le moyen le plus recherché pour éviter les effets du déficit sur le poids du grain en conditions méditerranéennes

Pour la troisième année, la date d'épiaison était plus longue que celle enregistrée durant les deux premières années avec un écart assez important (figure 10). Il en est de même pour la durée du cycle par comparaison à la première année (tableau 22). L'évaluation des ressources locales d'orge, en Ethiopie, a montré que la variation des dates d'épiaison et de maturité peut être associée à la variation agro climatique (Lakew *et al.*, 1995).

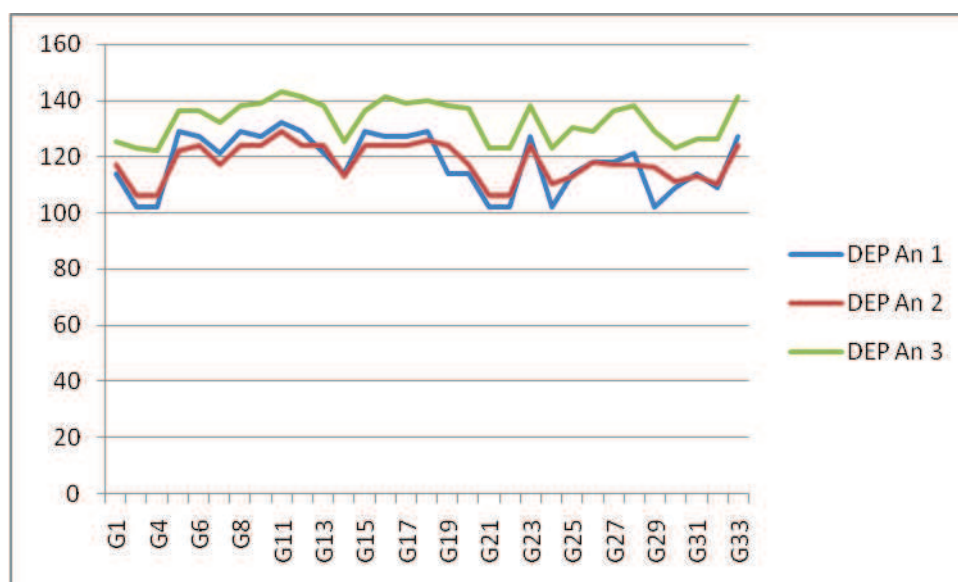


Figure 10. Durée d'épiaison sur trois années chez 31 génotypes d'orge

En fait, les dates de semi pour les deux premières années étaient plus rapprochées par comparaison à celle de la troisième année où le semi a été plus précoce.

En première année (à maturité), des génotypes à tiges longues ont résisté à la verse, d'autres ont été sensibles. Ce phénomène a été confirmé en deuxième année (jusqu'au stade grain pâteux) pour la plupart d'entre eux ainsi qu'en troisième année (à maturité).

Les génotypes à tiges longues (12, 19, 8, 9, 25, 15, 16, 28, 11 et 26) ont montré une résistance à la verse sur trois années successives d'essais. D'après les teneurs de leurs grains et de leurs pailles immatures en protéines, certains seraient intéressants à exploiter aussi bien pour le grain et la paille à maturité que pour ensilage (plante entière) au stade pâteux ou alors pour l'utilisation comme fourrage vert. Cela serait le cas pour les génotypes 8, 9, 12 ; 25 ; 15 ; 26 et à moindre degré : 19 et 11. D'autres génotypes comme 16 et 7 dont les MAT de la paille immature sont assez faibles, pourraient être exploités à maturité pour le grain et la paille sèche. Les génotypes 17 et 18, qui sont aussi à tiges longues, ont résisté à la verse sur deux années. Ils seraient exploitables à la fois à maturité et au stade immature. En effet, le génotype 17 a donné la valeur moyenne la plus élevée en protéines du grain (12.2 %) en première année. En deuxième année, ce même génotype a donné aussi le meilleur

rendement en matière sèche parmi les génotypes traditionnels (1.49 t/ha) avec 5.72 % de protéines brutes de la plante entière immature. Le génotype 18 est parmi les génotypes ayant donné les meilleures teneurs en protéines du grain en première année (10.8 %) et la meilleure teneur en protéines du fourrage au stade grain pâteux, après le témoin Tichedrett (soit 8.61 %). Les génotypes 20 et le témoin Tichedrett qui ont résisté à la verse sur trois années seraient aussi exploitables à maturité et à l'état immature.

Pour ce qui est des génotypes à tiges longues toujours mais sensibles à la verse durant la première année (18, 32, 31, 30, 23, 13, 5, 17 et 27), ils ont été sensibles à la verse aussi durant la deuxième année, à l'exception des génotypes 17, 18 et 27 qui ont résisté à la verse durant la deuxième et la troisième année. Parmi ces génotypes toujours, ceux qui ont été sensibles à plus ou moins sensibles à la verse sur trois années sont les génotypes : 5, 13, 30, 32 et 23. Pour les génotypes à tiges moyennes (2, 4, 21, 22, 24 et 29), ils ont été sensibles à plus ou moins sensibles à la verse sur trois années (tableau 22). Le génotype 1, à tige courte, a été plus ou moins sensible à la verse durant les deux premières années mais résistant à la verse à la troisième année. Les génotypes : 5, 13, 30, 31, 32 et le témoin Saïda (23) qui sont à tiges longues et sensibles à la verse, seraient de ce fait exploitables comme ensilage ou en vert au stade pâteux (plante entière). Leurs teneurs en MAT au stade immature (pâteux) sont respectivement : 6.74 % ; 6.85% ; 7.4 % ; 8.05 % ; 8.15 % et 7.29 %. Leurs teneurs en matière sèche sont respectivement : 39.01 % ; 49 % ; 35.14 % ; 45.7 % ; 39.23 % et 52.7 %. Leurs teneurs en cellulose brute sont : 22.23 % ; 27.75 % ; 31.23 % ; 30.3 % ; 10.86 % et 29.11%.

Tous les génotypes traditionnels sensibles à la verse ont des teneurs en matière sèche assez élevées au stade grain pâteux (plus de 35 %), ce qui permettrait de les ensiler avec réussite. Selon Demarquilly (1970), c'est au début du stade pâteux qu'il faudra exploiter les céréales pour les ensiler et que du fait qu'à ce stade, leur teneur en matière sèche soit comprise entre 35 et 40 %, cela constitue un optimum pour la réussite de l'ensilage. Pour Le Gall *et al.* (1998), il convient de récolter les céréales à paille pour l'ensilage entre 30 et 40 % de matière sèche donc au stade laiteux-pâteux. La plupart de ces

génotypes ont des valeurs en MAT proches ou dépassant 7 % ; proches de 8 % ou dépassant 8 %. Ces valeurs sont assez prometteuses. La teneur moyenne en protéine brute du maïs-ensilage de 4770 échantillons était de 7.9 % (Leduc et Fournier, 1997). Pour des ensilages de céréales (orge, blé ou triticale), récoltées au stade laiteux-pâteux, les teneurs en matière sèche ont varié entre 30 et 35 % et les teneurs en MAT entre 7 et 8 % (Emile *et al.*, 2007). Selon Baumont *et al.* (2009), les céréales immatures mélangées aux légumineuses devraient avoir une meilleure valeur azotée, voire énergétique. L'orge « Saïda » possède un taux élevé en matière sèche (le taux le plus élevé par rapport à tous les génotypes testés) ayant atteint 52.7 %. Elle serait très bonne pour l'ensilage (7.29 % en protéines brutes). Concernant les rendements en matière sèche, nous notons que les plus hauts rendements sont enregistrés chez quelques génotypes à tiges longues et sensibles à la verse comme 23 (« Saïda ») et 13 avec un maximum de 1.58 t/ha chez « Saïda » (Annexe 4). Pour le reste des génotypes à tiges longues et sensibles à la verse (5, 30, 31 et 32), les rendements sont intéressants aussi, variant entre un maximum de 1.37 t/ha (génotype 31) et un minimum de 1.05 t/ha (génotype 30). Ces résultats appuient l'hypothèse de proposer ces génotypes comme fourrage vert ou à ensiler au stade pâteux du grain. D'autres génotypes ont donné aussi de bons rendements en matière sèche comme le génotype 8 (1.43 t/ha), le génotype 16 (1.41 t/ha), l'orge 14 à deux rangs (1.32 t/ha) et le génotype 9 (1.3 t/ha). Rappelons que les génotypes 8, 9 et 16 sont des génotypes à tiges longues et résistants à la verse.

Pour le reste des génotypes, ils seraient intéressants à exploiter pour le grain et la paille à maturité y compris le témoin Pane.

Nous remarquons que chez tous les génotypes testés ainsi que les témoins, les MAT du grain sont plus élevées que celles de la paille immature de la plante entière, au stade grain pâteux (Figures 11, 12 et 13).

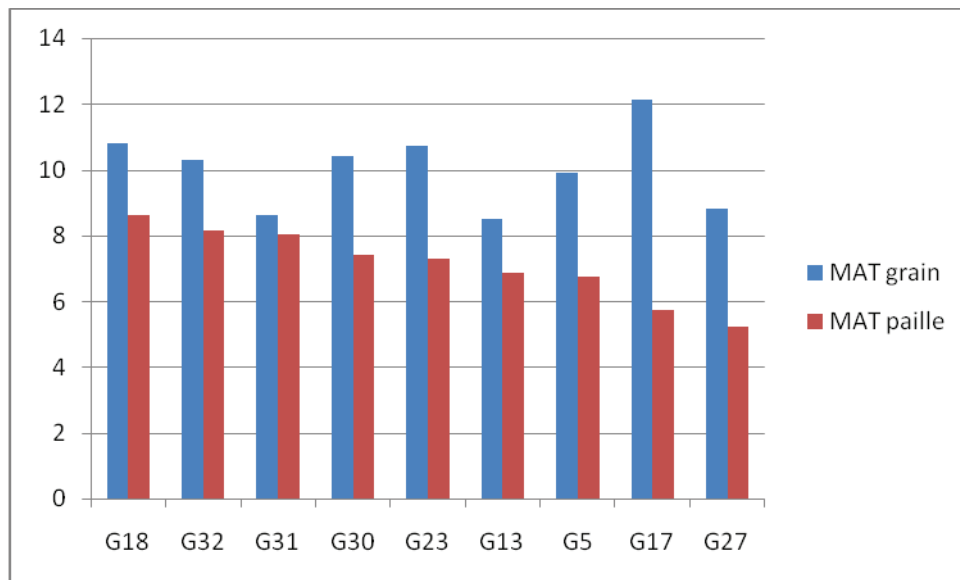


Figure 11. Histogramme des valeurs en MAT chez le grain à maturité (1^{ère} année) et la paille immature (2^{ème} année) des génotypes à tiges longues et sensibles à la verse

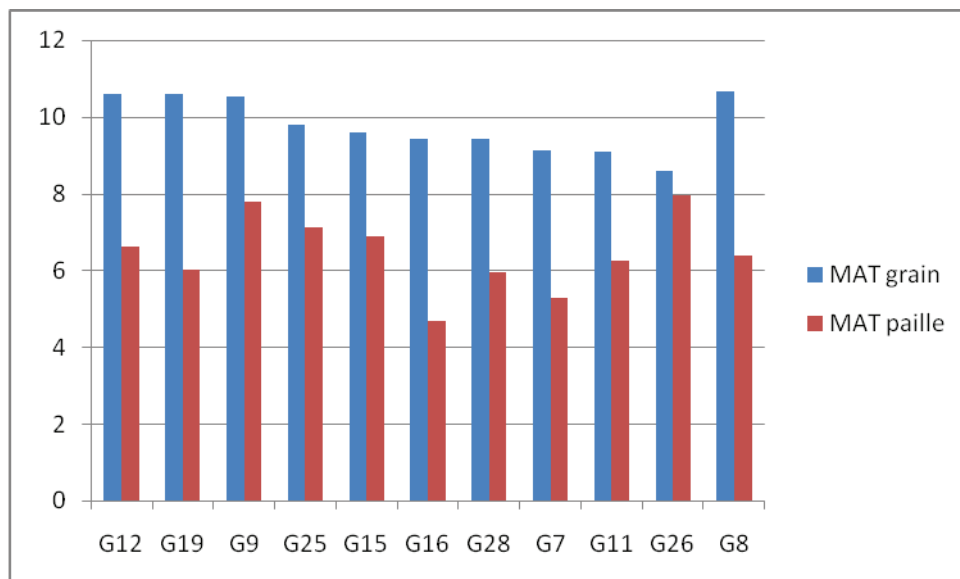


Figure 12. Histogramme des valeurs en MAT chez le grain à maturité (1^{ère} année) et la paille immature (2^{ème} année) des génotypes à tiges longues et résistantes à la verse

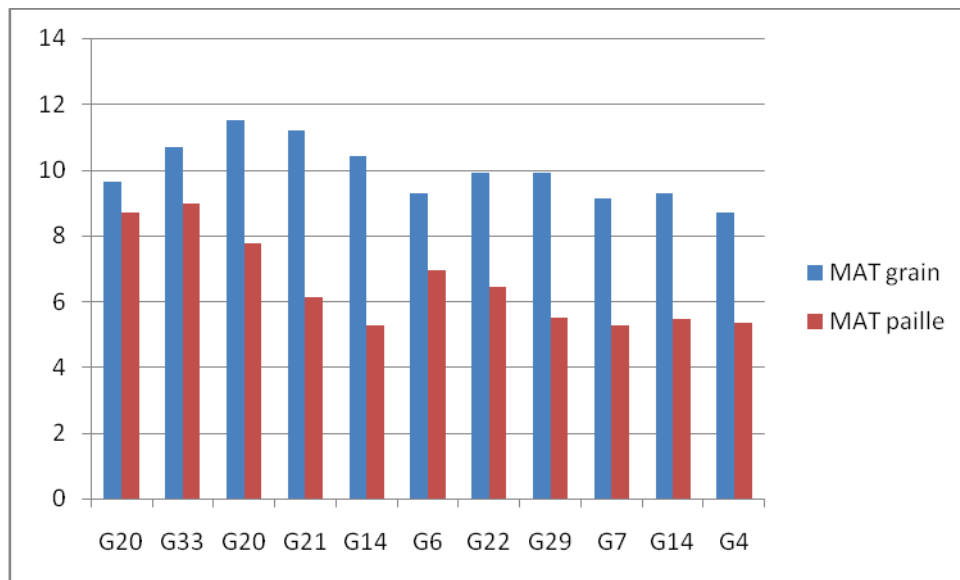


Figure 13. Histogramme des valeurs en MAT chez le grain à maturité (1^{ère} année) et la paille immature (2^{ème} année) des génotypes à tiges moyennes à courtes.

Si nous comparons les ACP de la première année et la troisième année sur la base des mêmes caractères (neuf) et des mêmes génotypes (sans le témoin 3 ou Barberousse) ainsi qu'avec le même échantillonnage (10 répétitions), nous constatons que le pourcentage des axes (3 premiers) sont presque similaires (79.42 % pour la première année avec trois axes et 72 % pour la troisième année avec deux axes). Pour les deux années, les caractères corrélés au premier axe donc ceux qui expliquent le plus la variabilité sont les mêmes (HPL, HEP, LBA, NGE, DEP et DC) à l'exception du nombre d'épillets par épi (NEE) qui est corrélé en première année à l'axe 2 et en troisième année à l'axe 1 et aussi la longueur de l'épi (corrélée au deuxième axe en première année et au premier axe en troisième année (tableau 21).

Quant à la distribution des génotypes à six rangs sur les deux premiers axes de l'année 1 et l'année 3 (figures 8 et 14), nous constatons ce qui suit :

- Les génotypes : 8, 9, 23, 15, 16, 13, 11, 28, 17 et 18 se retrouvent dans le même groupe caractérisé par les valeurs les plus élevées en HEP, HPL, LBA, PMG, NEE, DEP et DC, sur deux années.
- Les génotypes 2, 29, 4, 21, 24, 22 et 31 se caractérisent sur deux années par les plus faibles valeurs en : HPL, NEE, HEP, LBA, PMG, DEP et DC.
- Les génotypes 10, 7, 27, 5, 25, 33, 26, 20 et 30 se regroupent ensemble aussi sur deux années avec des NTE et des NEE généralement élevés chez la plupart.

Pour les génotypes restants, leurs caractéristiques ont changé sur les deux années.

Tableau 21. Comparaison des ACP de l'année 1 et l'année 3 sur la base de 9 caractères et 32 génotypes

Paramètres	Première année			Troisième année	
	ACP1	ACP 2	ACP 3	ACP1	ACP2
Valeurs propres	4.22	1.68	1.24	4.74	1.74
% de variance	46.85	18.7	13.87	52.67	19.32
% Cumulatif	46.85	65.55	79.42	52.67	72
Caractères	Coordonnées des variables				
HPL	-0.691	-0.206	-0.155	-0.827	0.257
NTE	0.067	-0.854	-0.0716	-0.162	0.836
HEP	-0.632	-0.647	-0.239	-0.762	0.397
LBA	-0.828	0.329	0.236	-0.841	-0.435
NEE	0.128	-0.588	0.731	-0.617	0.581
NGE	0.645	0.069	0.594	-0.551	0.141
PMG	-0.85	0.032	-0.039	-0.797	-0.261
DC	-0.883	0.009	0.329	-0.877	-0.234
DEP	-0.845	0.184	0.329	-0.807	-0.382

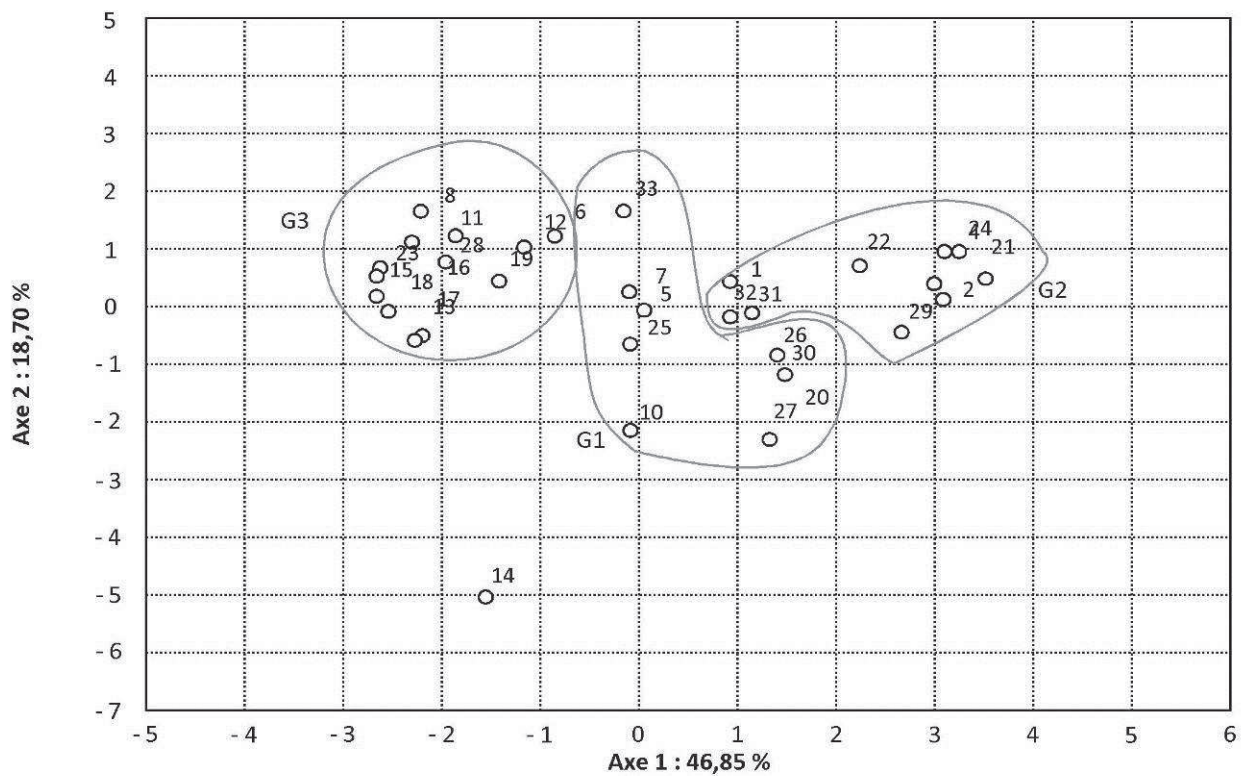


Figure 14. ACP : distribution des génotypes (1^{ère} année avec 9 traits et sans le témoin 3)

Pour ce qui est de la feuille drapeau (feuille étendard ou dernière feuille), sur deux années (1^{ère} et 3^{ème} année), nous notons que ce caractère a été stable chez les génotypes suivants : 1, 14, 19, 31, 32, 20 et 12 (tableau 22) ayant présentés les $\frac{3}{4}$ des feuilles drapeaux dressées. Chez le reste, donc chez la plupart des génotypes, ce caractère a fluctué d'une année à une autre. Chez les génotypes : 7, 4, 21 et 24, le changement est assez fort (on passe d'un port dressé ou demi-dressé à un port étalé d'une année à une autre). Pour le reste des génotypes, la fluctuation est modérée (on passe d'un port demi-dressé à un port dressé d'une année à une autre).

Chez l'orge, l'importance de la feuille étendard pour l'augmentation du rendement grain a été largement étudiée (Thorne, 1965) ; Yap *et al.* (1972) ; Tuhgland *et al.* (1987). De par sa position et son âge, la dernière feuille joue un rôle primordial dans le remplissage, plus de 50 p.100 pour une majorité d'auteurs (Auriau *et al.*, 1992). Dans notre cas, nous remarquons qu'en première année, les génotypes à six rangs ayant présenté les valeurs moyennes les plus élevées en poids de 1000 grains (9, 13, 17, 18,

28, 23, 15, 16, 8 et 6) sont ceux qui ont les $\frac{3}{4}$ des feuilles demi-dressées, à côté de l'orge à deux rangs dont les $\frac{3}{4}$ des feuilles drapeaux sont dressées.

En troisième année, les géotypes aux plus fortes valeurs moyennes en poids de 1000 grains (28, 9, 15, 18, 16, 17, 6, 19, 23, 33, 14, 13, 11, 1, 12, 10 et 25) sont ceux qui sont caractérisés par les $\frac{3}{4}$ des feuilles étendards dressées, à côté du géotype 8 dont les $\frac{2}{4}$ de ses feuilles drapeaux sont dressées. La sélection pour un angle érigé de la feuille drapeau a été suggérée comme une méthode d'augmentation du rendement en grain chez les cultures céréalières (Zafar *et al.*, 2004). Toutefois, dans le travail de Tunglund *et al.* (1987), les résultats ont offert peu ou pas du tout d'évidence que le port érigé de la feuille étendard améliore le rendement grain chez l'orge. Le tallage a été plus fort en première année en comparaison avec la troisième année. Quant aux autres caractères comme le poids de 1000 grains, le nombre de grains par épi et la longueur des épis, les chiffres enregistrés en troisième année sont nettement meilleurs que ceux de la première année. Il est à rappeler que tous les essais ont été menés sans fertilisation et sans irrigation et que par contre les dates de semis ont différé (date de semis tardive en première année par rapport à la troisième année), ce qui expliquerait ces écarts, à côté des conditions climatiques différentes (annexe 1, figure A et figure B, annexes). Dans l'étude menée par NowiroInik (2012), dans les conditions d'un semis tardif, le taux de tallage productif a diminué chez certains cultivars alors que chez d'autres, le semis tardif a permis d'augmenter le nombre de grains par épi. Dans la même étude, le semis tardif a provoqué la diminution du poids de 1000 grains chez certains cultivars. Concernant la variation intra-géotype, nous enregistrons pour la 1^{ère} année et la 3^{ème} année presque les mêmes résultats pour ce qui est des caractères suivants : HPL, LBA, HEP, NEE, NGE et NTE.

Dans les deux années, les caractères les plus homogènes (CVI généralement faibles) sont la hauteur des plantes et la longueur des barbes et ceux qui sont moyennement homogènes (CVI moyens) sont : HEP et NEE. Le caractère NTE est très hétérogène (CVI forts) durant les deux années d'expérimentations. Quant au nombre de grains par épi, les CVI ont varié entre moyens et forts en

première année pour tous les génotypes. Il en est de même pour la troisième année sauf chez les génotypes : 6 (pane), 33 (Tichedrett), 12, 15, 27 et 28 chez lesquels les CVI ont été faibles (tableaux 7 et 14).

Tableau 22. La feuille drapeau, la durée du cycle (année 1 et année 3) et la verse (sur trois années d'essais)

Paramètres Génotypes	Inclinaison feuille drapeau 1 ^{ère} année	Inclinaison feuille drapeau 3 ^{ème} année	DC 1 ^{ère} année	DC 3 ^{ème} année	Verse (1 ^{ère} année d'essai)	Verse (2 ^{ème} année d'essai)	Verse (3 ^{ème} année d'essai)
1	¼ DR	¼ DR	163	183	± SV	± SV	RV
7	¼ DDR	¼ PE	173	175	RV	RV	SV
9	¼ DDR	¼ DR	173	175	RV	RV	RV
10	¼ DDR	¼ DR	168	175	SV	-	SV
16	¼ DDR	¼ DR	173	183	RV	RV	RV
5	¼ DDR	¼ DR	163	175	SV	SV	SV
8	¼ DDR	2/4 DR	173	186	RV	RV	RV
13	¼ DDR	¼ DR	173	186	SV	SV	± SV
14	¼ DR	¼ DR	168	175	RV	RV	RV
15	¼ DDR	¼ DR	173	188	RV	RV	RV
17	¼ DDR	¼ DR	173	186	SV	RV	RV
18	¼ DDR	¼ DR	173	182	± SV	RV	RV
19	¼ DR	¼ DR	173	186	RV	RV	RV
25	¼ DDR	¼ DR	162	175	RV	RV	RV
26	¼ DDR	¼ DR	163	171	RV	RV	RV
27	¼ DDR	¼ DR	163	177	± SV	RV	RV
28	¼ DDR	¼ DR	173	183	RV	RV	RV
29	¼ DR	2/4 DDR	150	175	± SV	SV	SV
30	¼ DDR	¼ PE	161	175	SV	SV	± SV
31	¼ DR	¼ DR	145	182	SV	SV	RV
32	¼ DDR	¼ DDR	160	171	SV	SV	SV
2	¼ DR	2/4 DR	144	171	SV	SV	SV
4	¼ PE	¼ DR	144	171	SV	SV	SV
20	¼ DR	¼ DR	163	175	RV	RV	RV
21	¼ PE	¼ DR	144	171	SV	SV	± SV
22	2/4 DR	¼ DR	150	171	SV	SV	± SV
24	¼ PE	¼ DR	144	166	SV	SV	± SV
11	2/4 DR	¼ DR	173	183	RV	RV	RV

12	¼ DR	¾ DR	173	186	RV	RV	RV
33	¼ DDR	¾ DR	173	188	RV	RV	RV
23	¼ DDR	¾ DR	173	188	± SV	SV	SV
6	¼ DDR	¾ DR	173	186	RV	RV	SV
3	-	-			RV	-	-

DDDE : demi-dressé à demi-étalé ; **ET** : étalé ; **DET** : demi-étalé ; **DDR** : demi-dressé ; **DR** : dressé ; **SV** : sensible à la verse ; **RV** : résistante à la verse ; ± **SV** : plus ou moins sensible à la verse.

• L'aspect phytosanitaire

En première année, l'aspect phytosanitaire a été bon pour la plupart des génotypes. Les épis de certains génotypes ont été attaqués par le charbon couvert. Ces attaques sont très restreintes et ont touché juste quelques épis sur deux cultivars en provenance d'Adrar (génotype 4 et génotype 21). Il y a eu d'autres attaques par l'helminthosporiose et la jaunisse mais très limitées aussi.

Pour les deux autres années (2^{ème} et 3^{ème}), l'aspect phytosanitaire a été généralement bon chez tous les génotypes. Aucune attaque par le charbon couvert n'a été détectée. Il y a eu quelques atteintes par l'helminthosporiose ou par la jaunisse chez quelques plants mais toujours très faibles. Les épis récoltés en troisième année, chez tous les génotypes locaux et les témoins, étaient parfaitement sains.

3. Conclusion générale

La méditerranée est aujourd'hui placée devant une série de défis stratégiques majeurs dont la sécurité alimentaire quantitative et qualitative n'est pas le moindre (Mediterra, 2008).

Aujourd'hui et face aux nouveaux défis (changement climatique, crise économique mondiale, hausse des prix alimentaires...), l'Algérie, très touchée par la désertification et par la rareté de l'eau, sera confrontée plus que jamais à des difficultés pour assurer sa sécurité alimentaire. L'autosuffisance devient un objectif vital qu'il faut atteindre. La diversité génétique des ressources céréalières, fourragères, arboricoles... constitue l'une des clés pour la souveraineté alimentaire. Il est aujourd'hui absolument nécessaire de les protéger et de les exploiter de la manière la plus optimale possible.

L'orge est parmi ces ressources stratégiques de par sa rusticité, son importance économique et son utilisation à double fin (alimentation humaine et animale).

Les bouleversements socioéconomiques et culturels qu'a connus la société algérienne durant la période coloniale ainsi que la modernisation non bien planifiée après l'indépendance, ayant touché notamment les milieux ruraux, ont contribué au déclin de traditions culinaires et autres dont l'importance pour la sécurité alimentaire était capitale. L'exemple de l'orge est à souligner vu son rôle important en tant qu'espèce rustique et bénéfique aussi bien pour l'alimentation humaine qu'animale. De par ses caractéristiques utiles et multiples, l'orge est de loin la précieuse céréale d'avenir.

Les céréales, dont l'orge fait partie, connaissent des inhibitions à s'aligner sur une productivité adéquate. A côté des contraintes climatiques, la faible production est liée à d'autres facteurs comme la faible performance et la mauvaise adaptation des variétés utilisées (souvent importées) aux zones agro écologiques, des techniques de production inadaptées.

Il devient urgent et capital d'établir et de mettre en marche efficacement plusieurs stratégies parmi lesquelles la stratégie d'amélioration et de recherche de génotypes performants (adaptation, stabilité, productivité) en céréales et autres.

L'exploitation de la diversité génétique chez nos génotypes locaux dans les programmes de sélection variétale, que cela soit chez les céréales (blés, orge, triticales, sorgho, mil...) ou chez les autres espèces (fourragères, maraîchères, arboricoles...), s'avère primordiale pour la création de nouvelles variétés performantes.

C'est dans cette optique que nous avons mené notre étude sur des orges autochtones sahariennes afin de les identifier de la manière la plus optimale possible. Cette connaissance est essentielle pour la sauvegarde de ce germoplasme mais aussi pour les travaux de sélection sur ce matériel végétal.

Afin d'évaluer les potentialités phéno-agro-morphologiques à maturité, la résistance à la verse, les caractéristiques de la plante entière immature (rendement en matière sèche, qualité fourragère) des

orges locales ainsi que les témoins, dans les conditions de la Mitidja (région d'élevage bovin), trois essais ont été menés à la station expérimentale INRAA de Mehdi Boualem (Baraki) durant les campagnes 2011-2012, 2012-2013 et 2014-2015.

Les études que nous avons menées montrent l'existence d'une grande variabilité génétique et d'une bonne distinction entre les différents génotypes.

Pour la première année, des différences très hautement significatives sont trouvées entre les génotypes pour tous les caractères quantitatifs statistiquement analysés, indiquant l'existence d'une grande variabilité au sein du germoplasme. Cette variabilité est très intéressante à exploiter dans les programmes de sélection. Certaines orges locales se sont distinguées par des critères de rendement (poids de 1000 grains, nombre de talles épis, nombre de grains par épi) et des teneurs en protéines du grain intéressants, voire dépassant les témoins. Les génotypes à cycle long ont donné des tiges, des barbes et des poids de 1000 grains plus élevés que ceux à cycle court. Certains génotypes ont résisté à la verse malgré la hauteur élevée de leurs tiges. Par contre, d'autres à tiges moyennes ont été sensibles à la verse. Les caractères qui ont contribué le plus à la variabilité sont : le poids de 1000 grains, la longueur des barbes, la durée d'épiaison, la durée du cycle, la largeur des graines, le nombre de grains par épi, la hauteur des plantes, la longueur du premier article et la longueur des graines. La longueur des barbes, le poids de 1000 grains, la largeur des graines et la hauteur de la plante sont tous corrélés entre eux positivement avec des corrélations souvent hautement significatives. Pour les caractères quantitatifs, l'analyse en composante principale a montré que trois axes pouvaient expliquer 68.27 % de la variance totale et le dendrogramme a divisé toutes les orges à six rangs en trois groupes. Chez les caractères qualitatifs, le port au tallage, la courbature du premier article et la pigmentation des feuilles de la base sont les caractères ayant varié le plus entre les génotypes. Chez ces caractères toujours, ceux qui sont stables chez les individus d'un même génotype sont : la forme de l'épi, la pilosité des gaines des feuilles de la base, le port au tallage, le type de pilosité de la baguette chez le grain et la forme de l'extrémité de l'épillet stérile chez la glumelle inférieure. Ceux avec une légère fluctuation sont : la pigmentation anthocyanique des pointes des barbes, la longueur de la glume et de la barbe par rapport

au grain, la disposition des lodicules chez le grain et la denticulation des nervures dorsales internes de la glumelle inférieure. Le port de la dernière feuille (feuille drapeau) et la denticulation marginale des barbes ont moyennement fluctué entre les individus d'un même génotype. Une grande fluctuation entre individus d'un même génotype a concerné les caractères : incurvation du premier article et la compacité de l'épi. Les caractères qui ont le plus varié entre les génotypes sont : le port au tallage, l'incurvation du premier article et la pilosité des gaines des feuilles de la base. Pour le caractère denticulation marginale des barbes, la proportion des barbes avec forte denticulation est plus grande que celle à faible denticulation.

Pour la deuxième année, des différences significatives ont été trouvées entre les génotypes pour la cellulose brute et le rendement en matière sèche. L'analyse en composante principale a indiqué que deux axes pouvaient décrire 67.2 % de la variance totale. La plus grande variabilité entre les génotypes a été décrite par la durée d'épiaison et le rendement en matière sèche (38.7 % de la variation totale). Les matières azotées totales et la cellulose brute pouvaient expliquer 28.5 % de la variance totale. Certains génotypes traditionnels ont montré de meilleures performances que les témoins en matière de rendement en matière sèche et de qualité fourragère au stade grain pâteux du grain. Certains génotypes seraient très intéressants à exploiter à ce stade comme fourrage vert ou à tester pour ensilage. Pour la troisième année, les résultats des analyses statistiques confirment ceux trouvés en première année en matière de haute variabilité entre les génotypes puisque les différences sont très hautement significatives pour tous les caractères soumis à l'analyse de la variance. L'analyse en composante principale a montré que la variabilité au sein des génotypes est expliquée par les deux premiers axes. Ces deux axes expliquent 72 % de la variation totale. L'axe 1 explique 52.67 % de la variation totale. Les variables qui lui sont corrélées sont : la hauteur de la plante, la longueur de l'épi, la longueur des barbes, le nombre d'épillets par épi, le nombre de grains par épi, le poids de 1000 grains, la durée d'épiaison et la durée du cycle. Le deuxième axe expliquant 19.32 % de la variation totale est représenté par le nombre de talles épi. Ces résultats rejoignent fortement ceux de la première année. Certains critères de performance se confirment chez les génotypes locaux par comparaison aux

témoins (poids de 1000 grains, nombre de grains par épi, nombre de talles épi). Beaucoup de caractères sont corrélés de la même façon que pour la première année, ce qui confirme leurs liaisons. Pour ce qui de la verse, la plupart des résultats rejoignent ceux des autres années en ce qui concerne certains génotypes à tiges longues mais qui résistent à la verse et d'autres à tiges moyennes à courtes qui sont par contre sensibles à la verse. Les investigations morphologiques ont montré généralement que la plupart des génotypes résistants à la verse qu'il s'agisse des tiges longues, courtes ou moyennes, sont ceux qui possèdent les longueurs des quatre premiers entre-nœuds de la base les plus courtes. Ceux qui sont sensibles à la verse possèdent par contre les quatre premiers entre-nœuds de la base les plus longs. L'analyse de la variance sur la longueur, le diamètre et le poids des 4 premiers entre-nœuds de la base a révélé des différences très hautement significatives pour tous ces caractères, ce qui témoigne d'une grande variabilité entre les génotypes encore une fois confirmée par ces caractères spécifiques aux tiges. D'autre part, les corrélations étudiées sur ces caractères en liaison avec la verse et les poids des épis, montrent que les longueurs des quatre premiers entre-nœuds sont toutes corrélées positivement entre elles et aussi très fortement avec la verse. La longueur du 3^{ème} entre-nœud est positivement corrélée au diamètre du premier et du deuxième entre-nœud. Le diamètre et le poids des quatre premiers entre-nœuds ainsi que le poids des épis sont presque tous corrélés positivement et significativement entre eux. Le poids des épis est corrélé négativement avec la longueur du 4^{ème} entre-nœud.

Concernant la durée d'épiaison et celle du cycle, pour les deux premières années d'essais, nous notons de très légers changements. Chez certains génotypes, les mêmes durées sont enregistrées. Pour ce qui est de la troisième année durant laquelle, le semis a été réalisé plus précocement que les deux autres années, nous constatons une élongation de la durée d'épiaison chez tous les génotypes testés. Il en est de même pour la durée du cycle. Toutefois, la précocité et la tardiveté chez les uns et les autres sont restées les mêmes sur les trois années. Aussi bien en première année qu'en troisième année, les coefficients de variation intra-génotype ont été calculés afin d'estimer le degré d'homogénéité des caractères au sein de chaque génotype. Ainsi, il a été confirmé durant les deux années que les

caractères les plus homogènes sont : la longueur des tiges et la longueur des barbes. Ceux qui sont moyennement homogènes sont la longueur de l'épi et le nombre d'épillets par épi. Le caractère le plus hétérogène est le nombre de talles épis avec des coefficients de variation très forts. Le nombre de grains par épi a varié moyennement à fortement (1^{ère} et 3^{ème} année). De grandes différences ont été constatées entre la première et la troisième année en termes de résultats par rapport à certains caractères. Le tallage a été plus fort en première année (semis tardif) en comparaison avec la troisième année (semis plus précoce). Quant aux autres caractères comme le poids de 1000 grains, le nombre de grains par épi et la longueur des épis, les chiffres enregistrés en troisième année sont meilleurs que ceux de la première année.

Les études que nous avons menées sur trois années montrent l'existence d'une grande variabilité génétique et d'une bonne distinction entre les différents génotypes, ce qui est très prometteur pour les travaux de sélection sur les traits agronomiques, fourragers et ceux liés à la verse. Beaucoup de performances sont constatées chez les orges traditionnelles par comparaison aux témoins testés qu'il s'agisse de capacités agronomiques ou nutritionnelles. Beaucoup de génotypes conviendraient pour l'exploitation en grain et en paille (à maturité). D'autres, notamment ceux qui sont sensibles à la verse, seraient intéressants à tester pour ensilage ou alors à utiliser en vert. Des génotypes ont montré une résistance à la verse sur trois années d'essais malgré la hauteur élevée de leurs tiges. Par contre, des génotypes à tiges longues et d'autres à tiges courtes et moyennes ont versé. Il s'est avéré que la résistance et la sensibilité à la verse étaient fortement liées à la distance entre les premiers entre-nœuds de la base. En effet, les corrélations entre la verse et les quatre premiers entre-nœuds de la base étaient toutes positives et très hautement significatives. La verse semble aussi liée à certains caractères comme le nombre de talles épi (corrélation positive et significative) et aussi avec le poids de 1000 grains et la longueur des barbes (corrélation négative et significative). La diversité existante entre les génotypes pour ces caractères ainsi que les relations qui lient ces derniers entre eux et aussi avec les traits phéno-agro-morphologiques, pourraient aider à orienter les travaux de sélection pour la résistance à la verse ; ce qui est important à faire sachant que la verse constitue un problème sérieux chez les céréales en

général et en particulier chez l'orge, endommageant aussi bien les rendements, la qualité du grain mais augmentant aussi la difficulté de la récolte.

L'étude de la biologie moléculaire sur ce germoplasme et d'autres paramètres agronomiques et ceux liés aux stress biotiques et abiotiques vont servir à mieux identifier ce matériel végétal. Toute cette base de données aidera à mieux orienter les travaux d'amélioration génétique pour la création de nouvelles variétés performantes et adaptées en Algérie.

4. Références Bibliographiques

1. Abdelguerfi A., Abdelguerfi-Laouar M., 2004. Répartition de la fétuque, du dactyle et de Lolium en fonction de quelques facteurs du milieu, en Algérie. In : Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens*. Zaragoza : CIHEAM, 2004. p. 43-46 (Cahiers Options Méditerranéennes; n° 62).
2. Abebe T.D., Bauer A.M., Léon J., 2010. Morphological diversity of Ethiopian barleys (*Hordeum vulgare* L.) in relation to geographic regions and altitudes. *Hereditas* **147**. PP 154-164. Doi : 10.1111/j.1601-5223.2010.02173.x
3. AFNOR, 1985. Aliments des animaux. Méthodes d'analyses françaises et communautaires, 2^{ème} édition.
4. Ahmed Z., Ajmal S.U., Munir M., Zubair M., Masood S., 2008. Genetic diversity for morphogenetic traits in barley germplasm. *Pakistan Journal of Botany* **40** (3): 1217-1224.
5. Aït Larba S., 2008. L'art culinaire de la Kabylie. Version électronique disponible sur : [file:///orge en Kabylie.htm](file:///orge%20en%20Kabylie.htm)
6. Aït Rachid L., 1991. Essai comparatif de quelques lignées F6 d'orge (*Hordeum vulgare* L.). Thèse d'ingénieur. INA, El Harrach. 138 p.
7. Al-Nashash A., Migdadi H., Shatnawi M.A., Saoub H., Masoud S., 2007. Assessment of Phenotypic Diversity among Jordanian Barley Landraces (*Hordeum vulgare* L.). *Biotechnology* **6** (2). PP 232-238.

8. Al-Tabbal J.A., Al-Fraihat A.H., 2012. Genetic variation, heritability, phenotypic and genotypic correlation studies for yield and yield components in promising barley genotypes. *Journal of Agriculture Science* **4 (3)**: 193-210.
9. Amabile R.F., Faleiro F.G., Vieira E.A., Piexoto J.R., Capettini F., Júnior Q.R., 2013. Genetic diversity of irrigated barley based on molecular and quantitative data and on malting quality. *Pesq. agropec. Bras., Brasilia* **Vol. 48, n°7**: 748-756. DOI: 10.1590/S0100-204X2013000700007.
10. Amirouche R., Kouba R., Ourari M., Trabsi S., 1988. Evaluation génétique des orges d'Algérie, résultats préliminaires d'études cytogénétiques, écophysologiques et du polymorphisme electro-phorétique de *Hordeum murinum* et *H. maritimum*. *Ann. Ins. Nat. Agro. El Harrach*, **vol. 12 (1), T. 2**. PP 703 – 714.
11. A.N.N., 1993. Les ressources phytogénétiques. Document de travail, janvier 93. 44 p.
12. Arbouche H.S., Arbouche Y., Arbouche F., Arbouche R. (2008). Valeur nutritive de quelques variétés d'orge algériennes pour l'alimentation des ruminants. *Recherche agronomique*. **N° 22**. PP 67-72.
13. Argüello G., 1991. Caractères taxonomiques pour la description des variétés d'orge (*Hordeum vulgare* L. sensu lato. Cours International, Alger du 07 au 25 / 11 / 1992, organisé par : CIHEAM-IAMZ ; OAIC ; ICARDA ; UPOV.
14. Assefa A., Labuschagne M.T., 2004. Phenotypic variation in barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces from north Shewa in Ethiopia. *Biodiversity and Conservation* **13**. PP 1441-1451.
15. Auriou P., Doussinault G., Jahier J., Lecomte C., Pierre J., Pluchard P., Rousset M., Saur L., Trottet M., 1992. Le blé tendre. *In amélioration des espèces végétales cultivées*. Ed. INRA, Paris. PP 22 – 38.
16. Aziza M.A., 2006. La lutte contre les effets néfastes des changements climatiques. *Bulletin des énergies renouvelables*. **N° 9**. PP 10-11.

17. Backes G., Orabi J., Wolday A., Yahyaoui A., Jahoor A., 2009. High genetic diversity revealed in barley collected from small-scale farmer's fields in Eritrea. *Genetic Resources and Crop Evolution* **56**. PP 85-97.
18. Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A., 2001. Etude de la réponse à la sélection de la précocité chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride d'altitude. *Annales de l'institut national agronomique d'El Harrach* **22 (1 et 2)**. PP 1-25.
19. Baker C.K., Fullwood A.E., Colls J.J., 1990. Lodging of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) in relation to its degree of exposure to sulphur dioxide. *New Phytologist*, **114 (2)**. PP 191-197.
20. Banniza S., Hashemi P., Warkentin T.D., Vandenberg A., Davis A.R., 2005. The relationships among lodging stem anatomy, degree of lignifications and resistance to *mycosphaerella* blight in field pea (*Pisum sativum*). *Canadian Journal Botany* **83 (8)**. PP 954-967.
21. Baron V.S., Kibite S., 1987. Relationships of maturity, height and morphological traits with whole-plant yield and digestibility of barley cultivars. *Canadian Journal of Plant Science* **67**. PP 1009-1017.
22. Baumont R., Aufrère J., Meschy F., 2009. La valeur alimentaire des fourrages : rôle des pratiques de culture, de récolte et de conservation. *Fourrages*, **198**. PP 153-173.
23. Beji-Becheur A., 2008. Couscous connexion : l'histoire d'un plat migrant. De OZCAGLAR-Toulouse. 13^{èmes} journées de recherche en Marketing de Bourgogne, 13-14 novembre. 17 p.
24. Belaid D., 2014. Systèmes fourragers en Algérie, produire malgré le déficit hydrique. En ligne sur : <http://www.djamel-belaid.fr/grandes-cultures-fourrages-en>
25. Benbelkacem A., 2003. Etude de la virulence de la strie foliaire causée par *Pyrenophora graminea*, de son incidence sur le rendement et de son héritabilité sur quelques génotypes d'orge (*Hordeum vulgare*). Thèse de doctorat d'Etat. INA d'El Harrach. 122 p.
26. Ben Naceur A., Chaabane R., El-Faleh M., Abdelly C., Ramla D., Nada A., Sakr M., Ben Naceur M., 2012. Genetic diversity analysis of North Africa's barley using SSR markers. *Journal of Genetic Engineering and biotechnology*, **10**. PP 13-21.

27. Benmahammed A., 1996. Association et héritabilités de quelques caractères à variation continue chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.). Thèse de magister, INA, El Harrach. 80 p.
28. Benmahammed A., 2004. La production de l'orge et possibilités de développement en Algérie. *Céréaliculture*, n° 41, 1^{er} semestre. PP 34 – 38.
29. Benmahammed A., 2005. Heterosis, transgressions et efficacité de la sélection précoce et retardée de la biomasse, du nombre d'épis et utilisation des indices chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.). Thèse de Doctorat d'Etat. Université Mentouri. Constantine. 125 p.
30. Berbigier A., 1968. The creation of semi-dwarf barley varieties. *Euphytica*, **17 (Suppl. 1)**. PP 177-184.
31. Bergal P., Clemmencet M., 1962. The botany of the barley plant. In: Barley and Malt. Biology, Biochemistry, Technology. (A.H. Cook. Ed.). Academic Press. New York. PP 1-23.
32. Berry P.M., Griffin J.M., Sylvester-Bradley R., Scott R.K., Sprink J.H., Baker C.J., Clare R.W., 2000. Controlling plant form through husbandry to minimize lodging in wheat. *Field Crops Res.* **67**. PP 51-58.
33. Berry P.M., Sterling M., Spink J.H., Baker C.J., Sylvester-Bradley R., Mooney S.J., Tams A.R., Ennos A.R., 2004. Understanding and reducing lodging in cereals. *Advances in Agronomy*, January 2004. DOI: 10.1016/S0065-2113 (04) 84005-7. PP 217-271.
34. Bessaoud O., 1997. Le paradigme de l'agriculture coloniale et la modernisation au Maghreb. *Options méditerranéennes, Sér. A / N° 29*. PP 129-137.
35. Bessaoud O., 1999. L'Algérie agricole : de la construction du territoire à l'impossible émergence de la paysannerie. *Revue du centre de recherche en Anthropologie sociale et culturelle « INSANIYET »*. N° 7. Janvier – avril 1999. Oran. Algérie. 30 p.
36. Bockelman H.E., Valkoun J., 2011. Barley germplasm conservation and resources. In: Barley: production, improvement, and uses. Ullrich SE, editor. Wiley-Blackwel. PP 144-159.
37. Bort J., Febrero A., Amaro T., Araus J.L., 1994. Role of awns in ear water-use efficiency and grain weight in barley. *Agronomie* **14 (2)**. PP 133-139.

38. Bouby L., 2001. L'orge à deux rangs (*Hordeum distichum*) dans l'agriculture gallo-romaine : données archéobotaniques. *Revue d'Archéométrie*, N° 25. PP 35-44.
39. Boudouma D., 1990. Valeur nutritive de la féverole Sidi Aïch (*Vicia faba minor*) et de l'orge Saïda Est (*Hordeum vulgare*) chez *Gallus gallus*. *Ann. Inst. Nat. Agro. El Harrach*. Vol. 14, n° 1 – 2. PP 21 – 32.
40. Boulal H., Zaghouane O., El Mourid M., Rezgui S., 2007. Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. ITGC, INRA, ICARDA. Algérie, 176 p.
41. Bouzerzour H., Monneveux P., 1992. Analyses des facteurs de stabilité du rendement de l'orge dans les conditions des hauts plateaux algériens. In Séminaire sur la tolérance à la sécheresse. Inra F, les Colloques 64 : 205 - 215.
42. Bouzerzour H., Benmahammed A., 1993. Environmental factors limiting barley yield in the high plateaux of Eastern Algeria. *Rachis*, vol. 12, n° 1 / 2. PP 14 – 19.
43. Bouzerzour H., Djekoune A., Benmahammed A., 1996. Analyse du déterminisme génétique de la biomasse et de l'indice de récolte dans un croisement diallèle en orge (*Hordeum vulgare* L.). *Ann. Inst. Nat. Agro. El Harrach*, vol. 17, n° 1 et 2. PP 150 – 161.
44. Bouzerzour H., Benmahammed A., Hassous K.L., 1997. Variabilité génétique, héritabilité et corrélation entre caractères mesurés sur orge en milieu semi-aride. *Céréaliculture*, n° 30. PP 11 – 15.
45. Brown A.H.D., 1989a. Core collections: a practical approach to genetic resources management. *Genome* 31. PP 818-824.
46. Brown A.H.D., 1989b. The case for core collections. In: The use of plant genetic resources (Brown, A.H.D. et al. Eds.). Cambridge Univ. Press, Cambridge, England. PP 136-155.
47. Brown A.H.D., Munday J., 1982. Population-genetic structure and optimal sampling of landraces of barley from Iran. *Genetica* 58. PP 85-96.

48. Ceccarelli S., Grando S., 1996. Drought as a challenge for the plant breeders. *Plant growth Regulation*, **20**. PP 149-155.
49. Ceccarelli S., Grando S., van Lens J.A.G., 1987. Genetic diversity in barley landraces from Syria and Jordan. *Euphytica*, **36**. PP 389-405.
50. Chen W.Y., Liu Z.M., Deng G.B., Pan Z.F., Liang J.J., Zeng X.Q., Tashi N.M., Long H., Yu M.Q., 2014. Genetic Relationship between lodging and lodging components in barley (*Hordeum vulgare*) based on unconditional and conditional quantitative trait locus analyses. *Genetics and Molecular Research* **13 (1)**. PP 1909-1925.
51. Cherif-Hamidi S., 2004. Etude de la variabilité génétique de quelques génotypes algériens d'*Hordeum bulbosum* L. et perspectives de leur utilisation en sélection céréalière. Mémoire de Magister. USTHB. 91 p.
52. Chery J., Berbigier A., 1978. Incidence du milieu sur l'élaboration du rendement chez l'orge de printemps. Interaction avec le génotype. C.R. d'une recherche financée par la DGRST, ENSA, Montpellier/INRA Clermond-Ferrand).
53. C.I.H.E.A.M., 1988. La production de semences de céréales à paille, légumes secs et légumineuses fourragères en Algérie. Diagnostic et recommandations (document définitif). 51 p.
54. Clément-Grandcourt M., Prats J., 1971. Les céréales. In : Collection d'enseignement agricole. JB Baillière et fils (éd.). PP 240-279.
55. CNIS, 2008. Statistiques du commerce extérieur de l'Algérie. Ministère des finances, direction générale des douanes. Période : Année 2008.
56. CNIS, 2013. Statistiques du commerce extérieur de l'Algérie. Ministère des finances, direction générale des douanes. Période : Année 2013.
57. Commission Canadienne des Grains (CCG), 2009. Le pain à l'orge, un pain pour la santé. <http://www.grainscanada.gc.ca/research-recherche/izydorczyk/hbwb>

58. Demarquilly C., 1970. Influence de la fertilisation azotée sur la valeur des fourrages verts. *Annales de zootechnie*, **19**. PP 423-437.
59. Demarquilly C., Andrieu J., 1992. Composition chimique, digestibilité et ingestibilité des fourrages européens exploités en vert. *INRA Prod. Anim.* **5 (3)**. PP 213-221.
60. Derbew S., Mohammed H., Urage E., 2013. Phenotypic diversity for qualitative characters of barley (*Hordeum vulgare* (L.)) landrace collections from Southern Ethiopia. *International Journal of Science and Research* **2 (9)**. PP 34-40.
61. DGF (Direction Générale des Forêts), 2003. Programme d'action national sur la lutte contre la désertification. 119 p.
62. Dimitrova-Doneva D., Valcheva D., Vulchev D., Dyulgerova B., Gotcheva M., Popova T. (2014). Evaluation of grain yield in advanced lines two-rowed winter barley. *Agricultural science and technology*, vol. **6**, No **2**. PP 165-169.
63. Djermoun A., 2009. « La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques ». *Revue Nature et Technologie*. N° **1**. PP 45–53.
64. Doussinault G., Kaan F., Lecomte C., Monneveux P., 1992. Les céréales à paille : présentation générale. In: Amélioration des espèces végétales cultivées. INRA Editions. PP 13-71.
65. Drikvand R., Salahvarzi E., Salahvarzi A., Hossinpour T., 2012. Study of genetic diversity among rainfed barley genotypes using ISJ markers and morphological traits. *Journal of Agricultural Science* **4 (9)**. PP 137-144.
66. Duffus C.M., Cochrane M.P., 1993. Formation of the barley grain - Morphology, physiology and biochemistry. In: Barley-Chemistry and technology. MacGregor AW and Bhatti RS (Ed.). AACC, St. Paul, Minnesota, USA. PP 31-72.
67. Duru M., Cruz P., Theau J.P., 2008. Un modèle générique de digestibilité des graminées des prairies semées et permanentes pour raisonner les pratiques agricoles. *Fourrages*, **193**. PP 79-102.

68. Easson D.L., White E.M., Pickles S.L., 1993. The effects of weather, seed rate and genotype on lodging and yield in winter wheat. *J. Agri. Sci. (Camb)* **121**. PP 145-156.
69. ÉÉM (Évaluation des Écosystèmes pour le Millénaire), 2005. *Ecosystèmes et bien-être humain : Synthèse*. Island Press, Washington, DC. 26 p.
70. Ellis R.P., Russel J., Ramsay L., Waugh R., Powel W., 1999. Barley domestication – *Hordeum spontaneum*, as a source of new genes for crop improvement.
(<http://www.scri.ac.uk/scri/file/annualrepors/1999/14BARLEY.PDF>).
71. Emile J.C., Jobin C.C., Surault F., Barriere Y., 2007. Genetic variations in the digestibility in sheep of selected whole-crop cereals used as silages. *Animal*, **1 (8)**. PP 1122-1125.
72. Engels J.M.M., 1994. Genetic diversity in Ethiopian barley in relation to altitude. *Genetic resources and Crop Evolution* **41 (2)**. PP 67-73.
73. Enneking D. and Knüpffer H., 2001. The European Barley Database. PP. 50-62 in Report of a Working Group on Barley. Sixth Meeting, 3 December 2000, Salsomaggiore, Italy (H. Knüpffer R. von Bothmer, M. Ambrose, R. Ellis, A.M. Stanca, D. Enneking, L. Maggioni and E. Lipman, compilers). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. Enneking, D. 2001-2002. The ECP/GR European Barley Database (<http://barley.ipkgatersleben.de/ebdb/>).
74. Eshghi R. and Akhundova E., 2010. Genetic diversity in hulless barley based on agromorphological traits and RADP markers and comparison with storage protein analysis. *African Journal of Agricultural Research*, **vol. 5 (1)**. PP 97-107.
75. Esparza Martinez J.H. and Foster A.E., 1998. Genetic analysis of heading date and other agronomic characters in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Euphytica*, **99**. PP 145-153.
76. EUFIC, 2009. Fiche d'information : les céréales complètes. Version électronique disponible sur : <http://www.eufic.org/article/fr/expid/cereales-completes/>
77. F.A.O., 1996. The state of *ex-situ* conservation. In: The state of the world's plant genetic resources for food and agriculture. F.A.O., Rome. 510 P.

78. F.A.O. (SD). Guide pratique – stockage et conservation des grains à la ferme. Archives des documents de la F.A.O. www.fao.org/wairdocs/x5163f/x5163f02.htm
79. Fetell N., Moody D.B., Long N., Flood R.G., 2001. Determinants of grain size in barley. Proceedings of the 9th Australian Barley Technical Symposium. Version électronique disponible sur : <http://www.regional.org.au/au/abts/1999/fetell.htm>.
80. Fohner G., 2002. Harvesting maximum value from small grain cereal forages. In: Proceedings, western Alfalfa and forage conference, 11-13 December, 2002, Sparks, NV, UC cooperative Extension, University of California, Davis 95616.
81. Frankel O.H., 1984. Genetic perspectives of germplasm conservation. In: Genetic Manipulations: Impact of Man and Society (W. Arber et al. (Ed.). Cambridge Univ. Press, Cambridge, England. PP 161-170.
82. Ganovski K.H., Ivanov I.G., 1982. Effect of crude fibers on digestion and enzymatic activity in ruminants. *Veterinarno-Meditsinski Nauki* **19 (4)**. PP 50-54.
83. Gate P., Bouthier A., Casabianca H., Deleens E., 1993. 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). INRA France (éd). Les colloques 64. PP 61-73.
84. Gegnaw ST, Hadado TT 2014 Genetic diversity of qualitative traits of barley (*Hordeum vulgare* L.) landrace populations collected from Gamo Highlands of Ethiopia. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, **Volume 6 (9)**. PP 663-673. <http://www.academicjournals.org/journal/IJBC/article-abstract/BB1228D47873>
85. Ghanbari A., Ghasemi A., Fakheri B., Rad M.R.N., Fanaei H.R., 2014. Effects of organic and mineral sources of nutrient on quality and quantity of forage barley. *Agriculture Science developments*, **Vol. 3 (9)**. PP 308-311.

86. Gill K.S., Omokanye A.T., Petty John J.P., Elsen M., 2013. Evaluation of Forage type Barley varieties for forage yield and nutritive value in the Peace region of Alberta. *Journal of Agricultural Science*. **Volume 5, n° 2**. Doi: 10.5539/jas.v5n2p24. version disponible sur : <http://dx.doi.org/10.5539/jas.v5n2p24>
87. Hadjichristodoulou A., 1993. Barley genotypes satisfying different needs in Drylands, Marginal lands and uncultivated Areas. In: The agrometeorology of Rainfed Barley-based Farming systems. Jones M, Marthys G, Rijks D (Ed.). Proceedings of an International symposium, 6–10 march 1989, Tunis. PP 233-243.
88. Hadjichristodoulou A., 1994. Visual evaluation of barley lines in Cyprus. *Rachis* **13 (1/2)**. PP 3-5.
89. Hakimi M., 1993. L'évolution de la culture de l'orge: le calendrier climatique traditionnel et les données agro météorologiques modernes. In: The agrometeorology of rainfed barley-based farming systems. Jones M, Marthys G, Rijks D (Ed.). Proceeding of an International symposium, 6 –10 march 1989, Tunis. PP 157-166.
90. Hamadache A., 2001. Les ressources fourragères actuelles en Algérie. Situation et possibilité d'amélioration. In: actes de l'atelier national sur la stratégie du développement des cultures fourragères en Algérie. Ed. ITGC. 79 p.
91. Hanifi L., 1999. Contribution à l'étude de l'hétérosis et de l'intérêt des F1, F2 et lignées Haploïdes doubles chez l'orge. Thèse de doctorat d'Etat. Université des sciences et technologies de Lille. 177 p.
92. Harlan J.R., 1992. Crops and man. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, USA.
93. Hasnath Karim M.D., Jahan M.A., 2013. Study of lodging resistance and its associated traits in bread wheat. ARP. *Journal of Agricultural and Biological Science*. **Volume 8, N° 10**. PP 683- 687.
94. Hubert A., 1995. Destins culturels. Mille et une bouches. Cuisines et identités culturelles. *Autrement, coll. Mutations/mangeurs*, N° 154, Paris, 1995, 182 p.

95. I.C.A.R.D.A., 2001. Arabic Version of « ICARDA Annual Report 2000 ». Published by the International Center for Agricultural Research in the Dry Areas “ICARDA”. 114 p.
96. IPGRI, 1994. Descriptors for barley (*Hordeum vulgare* L.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
97. ITGC, 1995. « Les principales variétés de céréales cultivées en Algérie ». Catalogue. 114 p.
98. Jaradat A., Shahid M., Amaski A.Y., 2004. Genetic diversity in the Batini barley landrace from Oman: I Spike and Seed quantitative and qualitative traits. *Crop Science* 44: 304-315.
99. J.E. (Jardins Essentiels). 2008. Précieuse céréale d’avenir : l’orge. Version électronique disponible sur : <http://jardinessentiels.blog.fr/2008/05/30/precieuse-cereale-d-avenir>
100. Jarrige R., 1970. Méthodes de prévision de la valeur alimentaire des fourrages. *Revue fourrages*. N° 42. PP 89-108.
101. Jestin L., 1992. L’orge. *In amélioration des espèces végétales cultivées*. INRA, Paris. PP 55 – 70.
102. Jeżowski S., 1981. Analysis of relationship between lodging grade and some morphological characters of spring barley varieties. *Genetica Polonica*, 1. PP 45-61.
103. Jilal A., 2011. Assessment of genetically diverse international barley germplasm for development of food product applications. PhD. Thesis. Southern Cross University, Lismore, NSW.
104. Kadi Z., 2012. Sélection de l’orge (*Hordeum vulgare* L.) pour la tolérance aux stress abiotiques. Thèse de doctorat en sciences de biologie végétale. Université Ferhat Abbas de Sétif. Faculté des sciences de la nature et de la vie. 126 p.
105. Kandemir N., Yildirim A., Kudrna D.A., Hayes P.M., Kleinhofs A., 2004. Marker assisted genetic analysis of non-brittle rachis trait in barley. *Hereditas* 141. PP 272-277.
106. Keller M., Karutz C.H., Schmid J.E., Stamo P., Winzeler M., Keller B., Messmer M.M., 1999. Quantitative trait loci for lodging resistance in a segregating wheat x spelt population. *Theor. Appl. Genetic*. 98. PP 1171-1182.

107. Kennelly J., Okine E., Khorazani R., 1995. Barley as grain and forage source for ruminants. <http://www.wcds.ca/proc/1995/wcd95259.htm>
108. Khaldoun A., 1989. Etude du comportement de l'orge exploitée à double exploitation. *Fourrages* **117**. PP 77-88.
109. Khan A., Anjum M.H., Rehman M.K.U., Zaman Q., Ullah R., 2014. Comparative study on quantitative and qualitative characters of different Oat (*Avena sativa* L.) genotypes under agro-climatic conditions of Sarghoda, Pakistan. *American Journal of Plant Sciences* **5**. PP 3097-3103. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2014.520326>
110. Knüpffer H., 1988. The European Barley Database of the ECP/GR: An introduction. *Kulturpflanze* **36**. PP 135-162.
111. Knüpffer H. and L. López., 1999. Status report on the European Barley Database. PP. 18-24 in Report of a Working Group on Barley. Fifth Meeting, 10-12 July 1997, Alterode/Gatersleben, Germany (L. Maggioni, H. Knüpffer, R. von Bothmer, M. Ambrose, K. Hammer and E. Lipman, compilers). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
112. Knüpffer H., Van Hintum T., 2003. Summarized diversity – the barley core collection. In: 'Diversity in Barley (*Hordeum vulgare*). Roland Von Bothmet et al. (Editors). Elsevier. Science. B.V. PP 259-266.
113. Komatsuda T., Tanno KI, Salomon B., Bryngelsson T., Bothmer R.V., 1999. Phylogeny in the genus *Hordeum* based on nucleotide sequences closely linked to the *vrs1* locus (row number of spikelets). *Genome* **42 (5)**. PP 973-981.
114. Konishi T., 1976. The nature and characteristics of EMS-induced dwarf mutants in barley. *Barley Genetics* **III**. PP 181-189.
115. Konishi T., Yano Y., Fukushima Y., 1993. Genetic variation in barley landraces from Bhutan. *Genetic Resources and Crop Evolution* **40**. PP 33-38.

116. Kono M., 1995. Physiological aspects of lodging. In : Matsuo T., Kumazawa K., Ishii R., Ishihara K., Hirata H. (eds). Science of the Rice Plant 2: Physiology, Food and Agriculture Policy Research Center, Tokyo, pp. 971-982.
117. Lakew B., Semeane Y., Alemayehu F., 1995. Evaluation of Ethiopian barley landraces for disease and agronomic characters. *Rachis*, vol. **14**, n° 1/2. PP 21 – 24.
118. Lakhdari H., Ayad A., 2009. « Les conséquences du changement climatique sur le développement de l'agriculture en Algérie : quelles stratégies d'adaptation face à la rareté de l'eau ? ». Cinquième colloque international : Energie, Changements climatiques et Développement Durable, Hammamet (Tunisie), 15-17 juin 2009.
119. Lasa J.M., Igartua E., Ciudad F.J., Codesal P., Garcia E.V., Gracia M.P., Medina B., Romagoza I., Motina-Cano J.L., Montoya J.L., 2001. Morphological and agronomical diversity patterns in the Spanish barley core collection. *Hereditas* **135**. PP 217-225.
120. Laumont P., 1937. La céréaliculture algérienne. Extrait de « populations Indigènes d'Algérie et politique économique », Alger. 32 p.
121. Leduc R., Fournier A., 1997. Le maïs ensilage : un atout. Cahier de conférences du Symposium sur les bovins laitiers, 30 octobre, conseils des productions animales du Québec, CPAQ. PP : 15-47.
122. Le Gall A., Delattre J.C., Cabon G., 1998. Les céréales immatures et la paille : une assurance pour les systèmes fourragers. *Fourrages*, **156**. PP 557-572.
123. Le Magazine bio, 2010. Préserver sa santé grâce à l'herbe d'orge. Version électronique disponible sur : <http://www.vivez-nature.com/agriculture-biologique/herbe-orge.html>
124. Lequy R., 1970. L'agriculture algérienne de 1954 à 1962. In : *Revue de l'occident musulman et de la méditerranée*, vol. **8**, N° 1. PP 41-99. Version disponible sur : http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/remmm_0035-1474_1970_num_8_1_1081

125. Lewicki S., Chery J., 1992. Etude de l'accumulation et de la remobilisation de l'azote chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.): comparaison de variétés possédant ou non le gène de semi-nanisme (sdw). *Agronomie* (12). PP 235-245.
126. Lipman E., Maggioni L., Knüpfper H., Ellis R., Leggett J.M., Kleijer G., Faberová I. and Le Blanc A., compilers., 2005. Cereal Genetic Resources in Europe. Report of a Cereals Network, First Meeting, 3-5 July 2003, Yerevan, Armenia / Report of a Working Group on Wheat, Second Meeting, 22-24 September 2005, La Rochelle, France. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
127. Livre Blanc « céréales » (2011). Production et commerce mondial en céréales en 2010-2011. ULg Gembloux. Agro-Bio Tech et CRA-W Gembloux, février 2011. 12 p.
128. Lorencetti C., De Carvalho F.I.F., De Oliveira A.C., Valério I.P., Hartwig I., Benin G., Schmidt D.A.M., 2006. Applicability of phenotypic and canonic correlations and path coefficients in the selection of oat genotypes. *Scientia Agricola*, volume 63 N°1. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162006000100003>
129. Makhoulouf M., Benmahammed A., Hassous K.L., Bouzerzour H., 2003. Variabilité génotypique de la réponse à la double exploitation chez l'orge (*Hordeum vulgare* L.) en zone semi-aride. *Céréaliculture*, n° 38, 1^{er} semestre. PP 32 – 39.
130. Malik R., Sharma H., Sharma I., Kundu S., Verma A., Sheoran S., Kumar R., Chatrath R., 2014. Genetic diversity of agro-morphological characters in Indian wheat varieties using GT biplot. *Australian Journal of Crop Science* 8 (9). PP 1266-1271.
131. Malki M., Hamadache A., 2002. Pratique céréalière et savoir traditionnel en Algérie : analyse du proverbe populaire relatif à la pratique céréalière à la lumière des sciences agronomiques modernes. I.T.G.C. 65 p.
132. Manjunatha T., Bisht I.S., Bhat K.V., Singh B.P., 2007. Genetic diversity in barley (*Hordeum vulgare* L. ssp. *vulgare*) landraces from Uttaranchal Himalaya of India. *Genetic Resources and Crop Evolution*, vol. 54. PP 55-65.

133. Matušinsky P., Svobodová I., Míša P., 2015. Spring barley stand structure as an indicator of lodging risk. *Zemdirbyste-Agriculture*. Vol. 102, N° 3. PP 273-280.
134. McCartney D.H., Vaage A.S., 1993. Comparative yield and feeding value of barley, oat and triticale silages. *Canadian Journal of Animal Science* **74**. PP 91-96.
135. Mediterra, 2008. Les futurs agricoles et alimentaires en méditerranée. Centre international de hautes études agronomiques méditerranéennes. Paris : presses de sciences PO, 2008. 373 p.
136. Mekonnen B., 2014. Selection of barley varieties for their yield potential at low Rain Fall Area based on both quantitative and qualitative characters North West Tigray, Shire, Ethiopia. *International Journal of plant breeding and Genetics*, **8**. PP 205-213.
137. Mekonnen B., Lakew B., Dessalegn T., 2015. Morphological diversity and association of traits in Ethiopian food barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces in relation to regions of origin and altitudes. *Journal of Plant Breeding and Crop Science* **Vol. 7 (2)**. PP 44-54. DOI: 10.5897/JPBCS2014.0480.
138. Menoux Y., Katz E., Eyssautier A., Parcevaux S., Sainte-Beuve D., Robinet L., Durand B., Le Gleo M., 1982. Résistance à la verse du lin textile : influence du milieu et critères de sélection proposés. *Agronomie* **2 (2)**. PP 173-180.
139. Merah O., Monneveux P., 2014. Contribution of different organs to grain filling in Durum Wheat under Mediterranean conditions I. Contribution of Post-anthesis Photosynthesis and Remobilization. *Journal of Agronomy and Crop Science*, Doi: 10.1111/jac.12109.
140. Mermouri L., 2011. Conservation de la biomasse végétale par ensilage : isolement et pré-caractérisation des isolats de bactéries lactiques. Dans : premier séminaire international d'étude : agriculture biologique et développement durable. Oran 12 – 15 février 2011.
141. Mesfin R., Ledin I., 2004 Comparison of feeding urea-treated teff and barley straw based diets with hay based diet to crossbred dairy cows on feed intake, milk yield, milk composition and economic benefits. *Livestock Research for Rural development*. **Volume16, Article #104**. Retrieved June 18, 115, from <http://www.Irrd.org/Irrd16/12/mesfl6104.htm>

142. Meunissier A., 1926. Etudes sur l'origine des plantes cultivées. D'après N.I. Vavilov. In : Revue de botanique appliquée et d'agriculture coloniale. 6^{ème} année, bulletin n° 60, août 1926. PP 476-484.
143. Meziani L., Bammoun A., Hamou M., Brinis L., Monneveux P., 1993. Essai de définition des caractères d'adaptation du blé dur dans différentes zones agro climatiques de l'Algérie. In : INRA France (éd) Tolérance à la sécheresse des céréales en zone méditerranéenne (diversité génétique et amélioration variétale). Les colloques 64. PP 191-203.
144. Moulai A., 2008. « Suivi de la stratégie méditerranéenne pour le développement durable ». Développement agricole et rural. Etude nationale Algérie, volume 1. Plan bleu, centre d'Activité Régionales. Sophia Antipolis. 44 p.
145. Muhammad R.W., Qayyum A., Liaqat S., Hamza A., Yousaf M.M., Ahmad B., Hussain M., Ahsan A.N., Nagamine T., Yanagisawa T., Minoda T., Shigematsu O., Tokura K., Katou T., 2012. Relationships between quality characteristics in the new two-rowed, hull-less barley cultivar "Yumesakiboshi". *Japan Agricultural Research Quarterly (JARQ)*. **46 (2)**. PP 151-159.
146. Muhe K. and Assefa A., 2011. Diversity and Agronomic potential of Barley (*Hordeum vulgare* L.) Landraces in variable Production System, Ethiopia. *World Journal of Agricultural Sciences*, **7 (5)**. PP 599-603.
147. Muñoz-Amatriaín M., Cuesta-Marcos A., Endelman J.B., Comadran J., Bonman J.M., Bockelman H.E., Chao S., Russel J., Waugh R., Hayes P.M., Muehlbauer G.J., 2014. The USDA Barley Core Collection: Genetic Diversity, Population Structure, and Potential for Genome-Wide Association Studies. *PLoS ONE* 9(4): e94688. doi:10.1371/journal.pone.0094688.
148. Nevo E., 1992. Origin, evolution, population genetics and resources of wild barley, *Hordeum spontaneum* in the Fertile Crescent. Barley: genetics, biochemistry, molecular biology and biotechnology. Shewry, P.R. (Ed.). CAB international, Wallingford, UK. PP 19-43.
149. Niane A.A., Madarati A.W., Abbas A., Turner M.R., 1999. Manual of morphological variety description for wheat and barley with examples from Syria. ICARDA, Syria.

150. Nichane M., Khelil M.A., 2014. Changements climatiques et ressources en eau en Algérie: vulnérabilité, impact et stratégie d'adaptation. *Revue des Bio Ressources*. Vol. 4, n° 2. PP 1-7.
151. NoworoInik K., 2012. Morphological Characters, plant phenology and yield of spring barley (*Hordeum sativum* L.) depending on cultivar properties and sowing date. *Acta Agrobotanica* **65** (2). PP 171-176.
152. OGTR (Office of the Gene Technology Regulator), 2008. The biology of *Hordeum vulgare* L. (barley). Australian Government Office. 44 p.
153. Oudina M., Bouzerzour H., 1993. Variabilité du rendement de l'orge (*Hordeum vulgare* L.) sous l'influence du climat des hauts plateaux sétifiens. In: Jones M., Marthys G., Rijks D (ed) The agrometeorology of rainfed barley-based farming systems. Proceeding of an International symposium, 6 –10 march 1989, Tunis. PP 110-120.
154. Parry M.L., Parry C.J., 1993. Agricultural geography of barley. *In the agrometeorology of rainfed barley-based farming systems*. Proceedings of an international symposium, (6 – 10 march 1989, Tunis). Ed. Jones M., Marthys G., Rijks D. PP 15 –31.
155. Passager P., 1957. Ouargla (Sahara constantinois). Extrait des articles de l'Institut Pasteur d'Algérie. Tome XXXV, n° 2. PP 99 – 200.
156. Pellerin S., Trendel R., Duparque A., Blatz A., Petit B., 1990. Relation entre quelques caractères morphologiques et la sensibilité à la verse en végétation du maïs (*Zea mays* L.). *Agronomie*. EDP Sciences. 1990, **10** (6). PP. 139-446.
157. Pinthus M.J., 1967. Spread of the root system as an indicator for evaluating lodging resistance of wheat. *Crop Science* **7**. PP 107-110.
158. Pinthus M.J., 1973. Lodging in wheat, barley and oats. The phenomenon, its causes and preventative measures. *Adv. Agron.* **25**. PP 210-256.
159. Plucknett D.L., Smith N.J.G., Williams J.T., Anishetty N.M., 1987. Gene banks and the world's food. Princeton University Press, Princeton, NJ. 247 p.

160. Pourkheirandish M., Komatsuda T., 2007. The importance of barley genetics and domestication in a global perspective. *Annals of Botany* **100**. PP 999-1008.
161. Programme Indicatif National, 2010-2013. « Concept note. Algérie », (2009). 8 p.
162. Qi J.C., Zhang G.P., Zhou M.X., 2006. Protein and hordein content in barley seeds as affected by nitrogen level and their relationship to beta-amylase activity. *Journal of Cereal Science* **43**. PP 102-107.
163. Rahal-Bouziane H., 2006. Caractérisation agro morphologique des orges (*Hordeum vulgare* L.) cultivées dans les oasis de la région d'Adrar (Algérie). Thèse de magister, INA d'EL Harrach, Algérie.
164. Rahal-Bouziane H., 2011. Sécurité alimentaire assurée par des ressources céréalières: véritable enjeu pour les populations du sud, en Algérie. In: Sanni Yaya H et Benhassi M (éd) *Changement climatique , crise énergétique et insécurité alimentaire: le monde en quête d'un visage*. Québec, Presses de l'université Laval. PP 307-318.
165. Rahal-Bouziane H., Mossab Bouaboub K., Blama A., Hamdi S., 2005. «Les ressources fourragères des oasis du Touat, Gourara et Tidikelt: historique, inventaire et utilisation». Séminaire International sur l'amélioration des productions végétales. Centenaire de l'INA. PP 292–294.
166. Ramanujam S., Tiwari A.S., Mehra R.B., 1974. Genetic divergence and hybrid performance in agronomic crops. *Theoretical and Applied Genetics* **45**. PP 211-214.
167. Rousset N., Arrus R., 2004. Economie de l'adaptation aux changements climatiques et agriculture dans le bassin méditerranéen. Environnement et identité en méditerranée. IVème congrès international, Corte, Università di Corsica Pasquale Paoli- 19-25 juillet 2004. 8 p.
168. Rousset N., 2007. « Le commerce international comme stratégie d'adaptation à la rareté des ressources hydriques ; utilité et application du concept de « commerce d'eau virtuelle » en Afrique du Nord ». Note de travail. N° 24/2007. LEP II, université de Grenoble, CNRS, Paris. 14 p.

169. Rustas B.O., 2009. Whole-Crop cereals for growing cattle, effects of maturity stage and chopping on intake and utilization. PhD. Thesis, Swish University of Agricultural Sciences. (Skara).
170. Salamini F., Ozkan H., Brandolini A., Schäfer-Pregl R., Martin W., 2002. Genetics and geography of wild cereal domestication in the near east. *Nature Reviews Genetic*, **3**. PP 429-441.
171. Sassi Y., 2007. « Transformation des céréales ». Recueil des fiches sous sectorielles. PP 47–76. ED PME Edition 2007.
172. Sato K., Von Bothmer R., Van Hintum T., Knüpfper H., 2003. Barley Diversity – an outlook. In: ‘Diversity in barley (*Hordeum vulgare*). Von Bothmer *et al.* (Editors). Elsevier. Science. B.V. PP 269-278.
173. Setotaw T.A., Dias LADS, Missio R.F., 2010. Genetic divergence among barley accessions from Ethiopia. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* **10**. PP 116-123.
174. Shakhathreh Y., Haddad N., Alrababah M., Grando S., Ceccarelli S., 2010. Phenotypic diversity in wild barley (*Hordeum vulgare* L. ssp. *spontaneum* (C. Koch) Thell) accessions collected in Jordan. *Genetic Resources and Crop Evolution*, **Vol. 57**. PP 132-146.
175. Smale M., Reynolds M.P., Warbuston M.L., Shovmand B., Trethowan R., Singh R.P., Ortiz-Monaterio I, Crossa J., 2002. Dimension of diversity in modern spring bread wheat in developing contries from 1965. *Crop. Sci.* **42**. PP 1766-1779.
176. Soltner D., 1988. Les grandes productions végétales. Collection sciences et techniques agricoles. 16^{ème} édition, Angers. 464 p.
177. Souilah N., 2009. Diversité de 13 génotypes d’orge (*Hordeum vulgare* L.) et de 13 génotypes de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) : études des caractères de production et d’adaptation. Mémoire de magister en biologie végétale. Faculté des sciences de la nature et de la vie. 187 p.
178. Stanca A.M., Jenkins G., Hanson P.R., 1979. Varietal responses in spring barley to natural and artificial lodging and to growth regulator. *J. Agric. Sci.* **93**. PP 449-456.

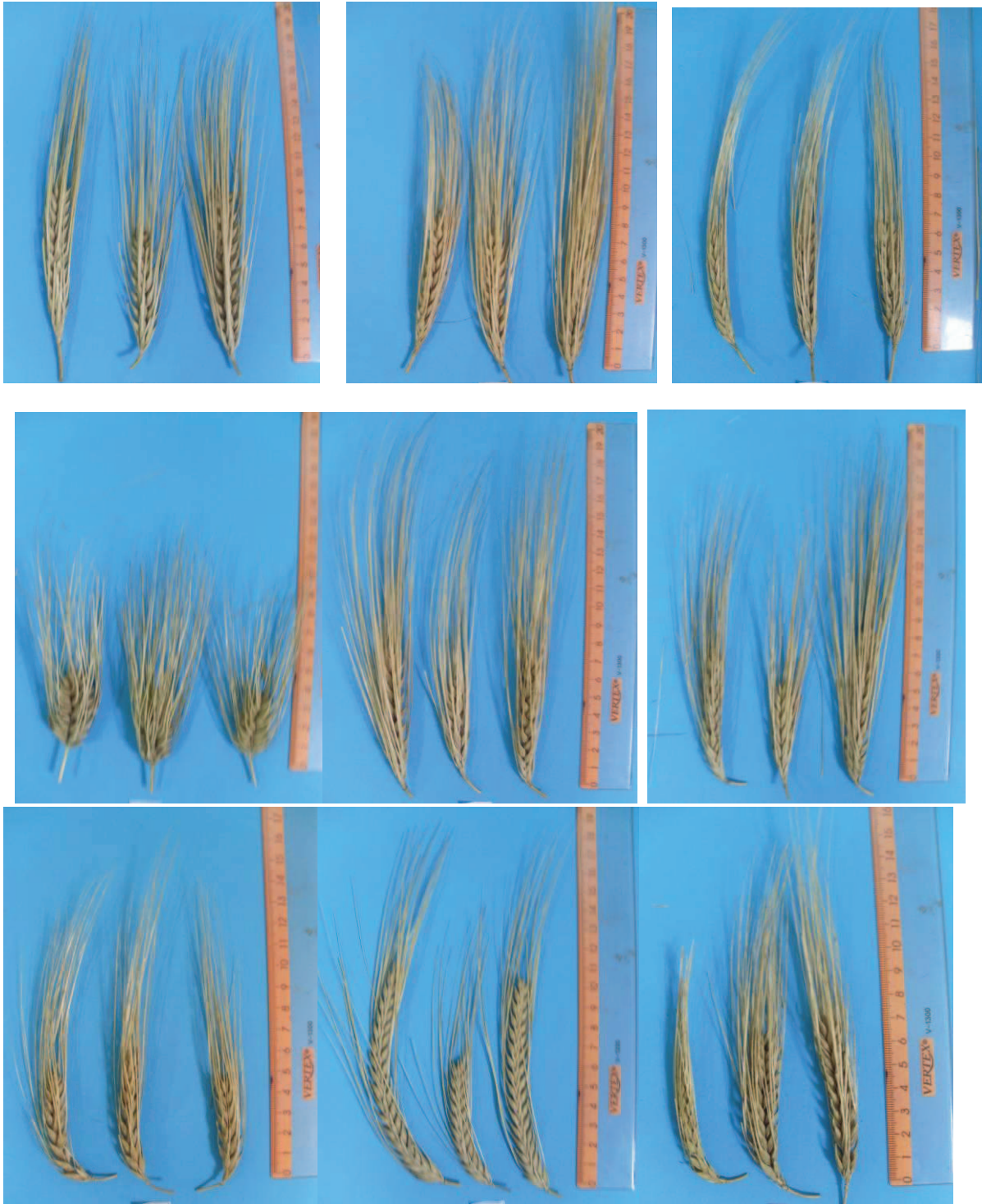
179. Stapper M., Fischer R.A., 1990. Genotype, sowing date and plant spacing influence on high-yielding irrigated wheat in southern New South Wales. II: Growth, yield and nitrogen use. *Aust. J. Agric.Res.* **41**. PP 1021-1041.
180. Tabet M., 2008. Impact du changement climatique sur l'agriculture et les ressources en eau au Maghreb. Note d'alerte n° 48, CIHEAM – Montpellier. France. PP 1-5.
181. TCA (Traditions culinaires algériennes) (2009). Version électronique disponible sur : <file:///D:/Mes Documents plats culinaires.htm>
182. Thorne G.N., 1965. Photosynthesis of ears and flag leaves of wheat and barley. *Ann. Bot.* **29**. PP : 317-329.
183. Tinthoin R., 1945. In « L'information géographique ». Volume 10. N° 4, 1946. Doi : 10. 3406 / ingo. 1946. 5187. PP 133-143.
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ingeo_0020-0093_1946_num_10_5_5204
184. Tounsi M., 1986. Industrie céréalière et stratégie agro-alimentaire en Algérie. Options méditerranéennes. CIHEAM. PP 93-104. Traditions culinaires algériennes (TCA) (2009). Version électronique disponible sur : <file:///D:/Mes Documents plats culinaires.htm>
185. Trommetter M., 2001. Economie des ressources génétiques : quelles évolutions pour quelles perspectives. In : colloques et séminaires : « Des modèles biologiques à l'amélioration des plantes ». Ed. Serge Hamon.PP: 19-34.
186. Tunland L., Chapko L.B., Wiersma J.V., Rasmusson D.C., 1987. Effect of erect leaf angle on grain yield in barley. *Crop. Sci.* **27**. PP 37-40.
187. Ullrich S.E., 2002. Genetics and breeding of barley feed quality. in: Slafer GA, Molina-Cano JL, Savin R, Araus JL and Romagoza I (eds) *Barley Science: Recent Advances from Molecular Biology to Agronomy of Yield and quality* . Haworth press, Binghamton, NY. PP 115-142.
188. Ullrich S.E., 2011. Significance adaptation, production and trade of barley. *Barley: Production, Improvement and Uses*. PP 3-13.

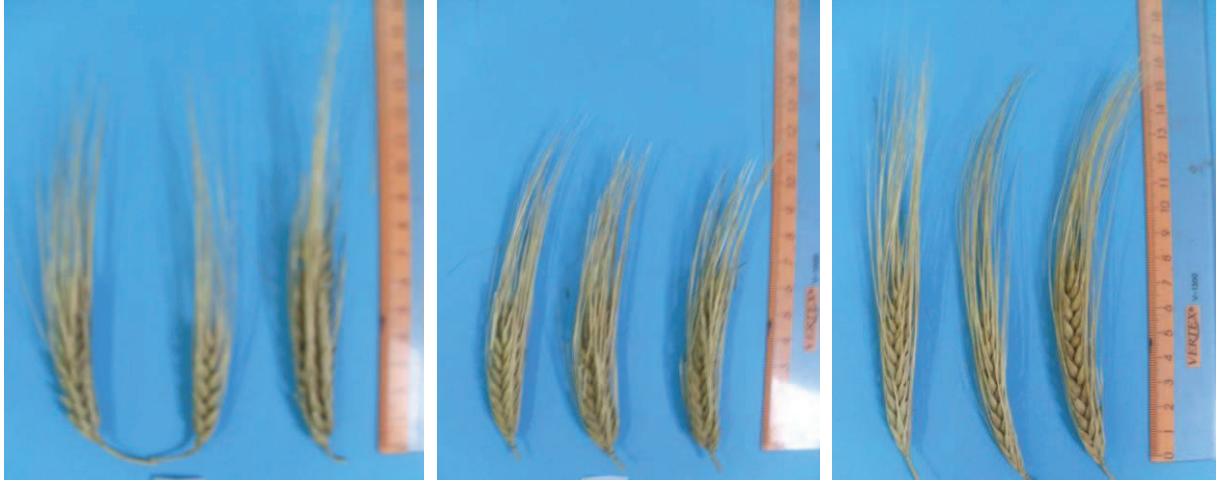
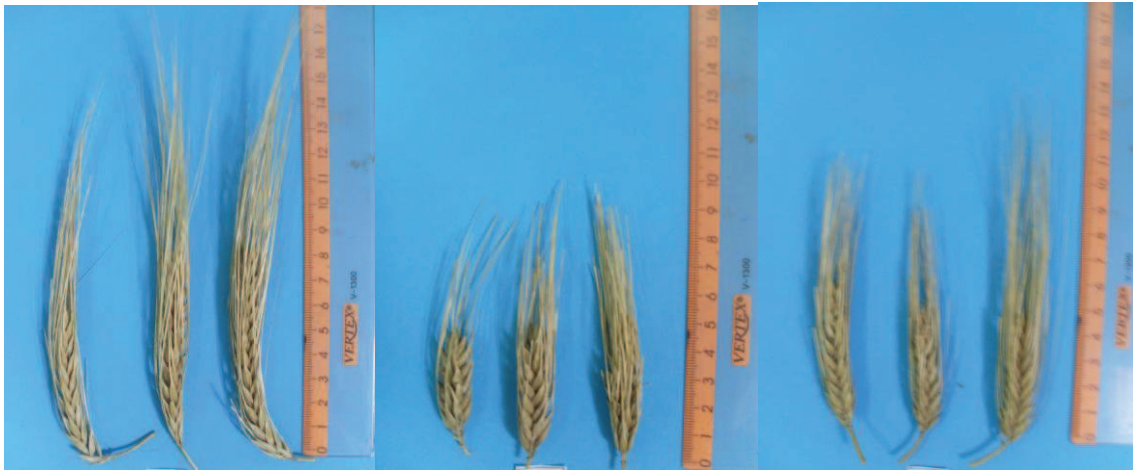
189. Upadhyaya H.D. and Gowda C.L.L., Pundir R.P.S. and Ntare B. R., 2007. *Use of core and mini core collections in preservation and utilization of genetic resources in crop improvement*. In: Plant genetic resources and food security in West and Central Africa. Regional Conference, 26-30 April 2004, Ibadan, Nigeria.
190. Usubaliev B., Brantestam A.K., Salomon B., Garkava-Gustavson L., 2013. Genetic diversity in farmer grown barley material from Kyrgyzstan. *Genetic Resources and Crop Evolution* **60**. PP **1843-1858**. doi: 10.1007/s10722-013-9959-2.
191. Valkoun J., 2008. Global strategy for the *ex situ* conservation and use of barley germplasm. Available at <http://www.croptrust.org/documents/cropstrategies/barley.pdf>.
192. Van Oosterom E.J., Acevedo E., 1992. Adaptation of barley (*Hordeum vulgare* L.) to harsh mediterranean environments. *Euphytica* **62**, Kluwer Academic publishers (Netherlands).PP 15 – 27.
193. Von Bothmer R., Yen C., Yang J.L., 1990. Does wild, six-rowed barley, *Hordeum agriocrithon* really exist. *Plant Genetic Resources Newsletter* **77**. PP 17-19.
194. Von Bothmer R., 1992. The wild species of *Hordeum*: Relationships and potential use for improvement of cultivated barley. Chapter 1. In: RP Shewry. Ed. Barley: Genetics, Biochemistry, molecular biology and Biotechnology. C.A.B. International, Wallingford, Oxon. PP 3-18.
195. Von Bothmer R., Seberg O., Jacobsen N., 1992. Genetic resources in Triticeae. *Hereditas* **116**. PP 141-150.
196. Von Bothmer R., Sato K., Komatsuda T., Yasuda S., Fischbeck G., 2003. The domestication of cultivated barley. In: 'Diversity in barley (*Hordeum vulgare*). Von Bothmer R., Hintum T.V., Knüpffer H., Sato K. Eds. Amsterdam: Elsevier. PP 9-27.
197. Ward J.H., 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *J.Am.Stat.Assoc.*, **58**. PP 236-244.

198. Yap T.C., Harvey B.L., 1972. Relations between grain yield and photosynthetic parts above the flag leaf node in barley. *Can J Plant Sci.* **52**. PP 241-246.
199. Yolcu H., Dasci M., Tan M., 2009. Evaluation of Annual Legumes and Barley as Sole Crops and Intercrop in Spring Frost Conditions for Animal Feeding I. Yield and quality. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, **8 (7)**. PP 1337-1342.
200. Zafar N., Aziz S., Masood S., 2004. Phenotypic Divergence for Agro-Morphological Traits among Landrace Genotypes of Rice (*Oryza sativa* L.) from Pakistan. *International Journal of Agriculture & Biology*. **06 (02)**. PP 335-339.
201. Žáková M., Benková M., 2004. Genetic diversity of genetic resources of winter barley maintained in the genebank in Slovakia. *Journal of Genetic and plant Breeding* **40**. PP 118-126.
202. Zelter S.Z., Charlet-Lery G., 1972. Influence du traitement hydro-thermique d'une orge immature ou mûre réhydratée, sur sa valeur alimentaire et celle de l'urée ajoutée chez le jeune taurillon. *Ann. Zootech.*, **21 (3)**. PP 333-345.
203. Zelter S.Z., Charlet-Lery G., Tisserand J.L., 1971. Influence, chez le taurillon en croissance, du traitement de conservation (ensilage ou déshydratation) de la céréale immature (orge, maïs) sur sa valeur nutritive et sur l'efficacité métabolique de l'urée ajoutée. *Ann. Zootech.*, **20 (2)**. PP 135-152.
204. Zuber U., Winzeler H., Messmer M.M., Keller B., Schmid J.E., Stamp P., 1999. Morphological traits associated with lodging resistance of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Agronomy and Crop Science*, **182**. PP 17-24.

5. ANNEXES

Diversité des épis chez les orges étudiées









Annexe 1. Données climatiques des périodes d'essais sur trois années

Mois	T° min.	T° max.	Moyenne T°	Cumul des précipitations
Première année: 2011-2012				
Décembre	7.3	17.8	12.5	58
Janvier	4	16.7	10.4	28
Février	2.9	13	8	245
Mars	8.1	18.4	13.2	78
Avril	9.9	21.1	15.5	177
Mai	12.4	25.4	18.9	24
Année complète 2012	12.4	24.2	18.3	704
Deuxième année: 2012-2013				
Novembre	11.8	21.4	16.6	-
Décembre	7	18.2	12.6	-
Janvier	6.4	16.9	11.6	-
Février	5.5	15.8	10.6	-
Mars	10	19.8	14.9	-
Avril	9.8	20.5	15.2	-
Mai	11.9	22.7	17.5	-
Année complète 2013	12.3	23.4	17.8	316
Troisième année: 2014-2015				
Novembre	12.5	23.4	17.9	67
Décembre	7.6	17.1	12.4	164
Janvier	5.7	16.9	11.3	80
Février	6.8	15.3	11.1	79
Mars	6.8	19.8	13.3	48
Avril	10.2	23.5	16.8	-
Mai	12.8	27	19.9	10
Année complète 2015	13.7	25.8	19.7	291

Source: Infoclimat: www.infoclimat.fr

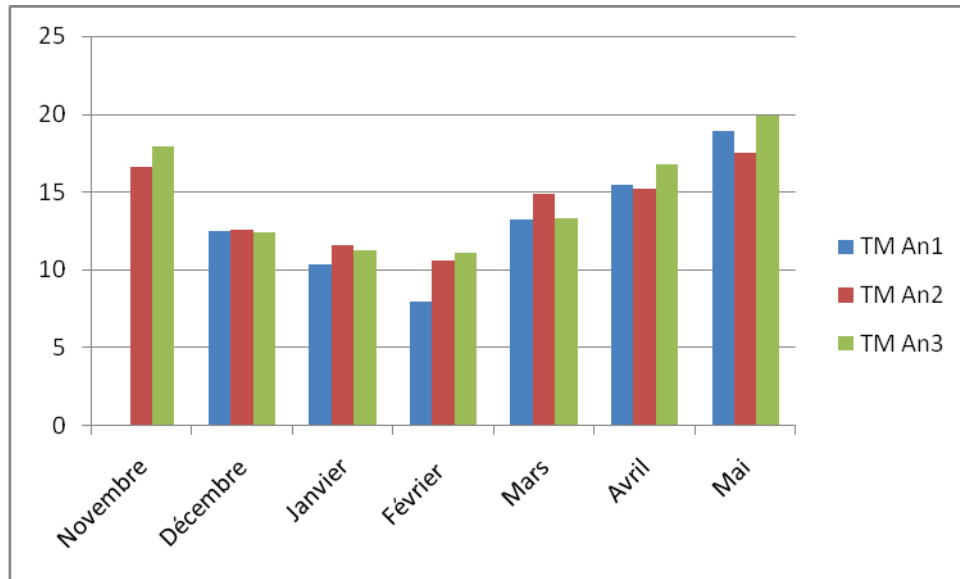


Figure A. Histogramme des températures moyennes (TM) sur les trois années

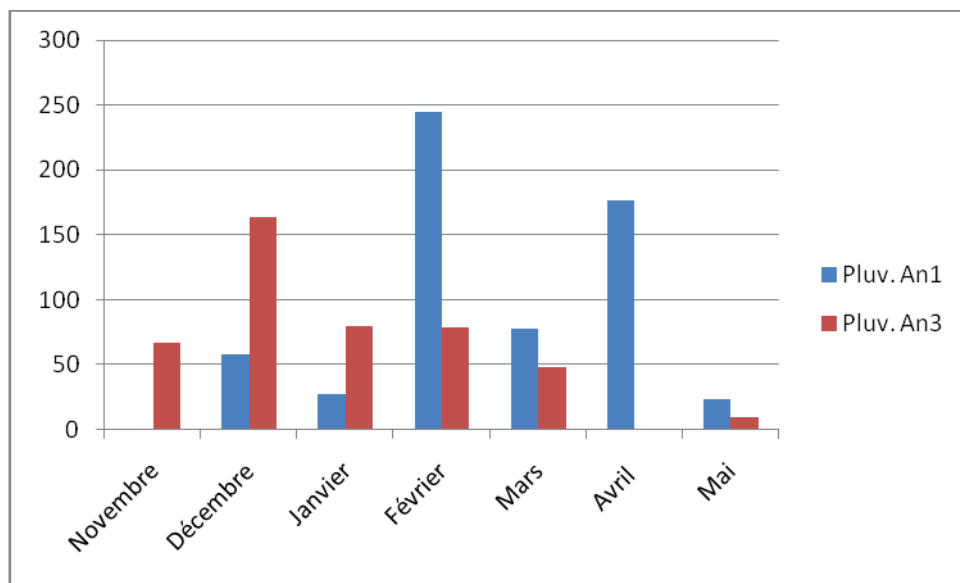


Figure B. Histogramme des cumuls des précipitations (Pluv.) (1^{ère} et 3^{ème} année)

Annexe 2. Poids de 1000 grains et teneurs en protéines du grain (1^{ère} année)

Cultivars	Poids de 1000 grains	Teneurs en protéines du grain (%)	Cultivars	Poids de 1000 grains (g)	Teneurs en protéines du grain (%)
1	48,63	9,3	17	59,53	12,12
2	34,53	11,5	18	59,03	10,8
3	32,4	8,9	19	42,23	10,6
4	34,7	8,7	20	35,9	9,62
5	33,6	9,91	21	34,13	11,19
6	52,1	9,3	22	35,8	9,9
7	36,8	9,11	23	58,73	10,72
8	54,5	10,67	24	37,7	10,3
9	60,9	10,54	25	46,63	9,8
10	43,2	9,94	26	30	8,6
11	48,63	9,08	27	31	8,8
12	39,53	10,6	28	58,87	9,42
13	60	8,51	29	35,4	9,9
14	57,23	10,43	30	34,2	10,4
15	56,83	9,6	31	37,63	8,63
16	56,2	9,43	32	37,7	10,29
			33	45,3	10,7

Annexe 3. Caractères qualitatifs étudiés sur les géotypes d'orge en présence de quatre témoins (1^{ère} année).

Géotypes	Caractères													
	PFB	PT	FE	CE	LGBG	FEGI	IPAR	TPBG	DLG	DNDG	DMB	PAPB	PDF	SVER
1	A	ET	FUS	LA	PC	L	F	PL	FR	NATF	R	A	¾ DR	± SV
7	A	ET	BP	TL	PC	L	M	PL	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	RV
9	A	DET	BP	TL	PC	L	F	PCF	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	RV
10	P	DR	BP	TL	EQ	L	F	PL	LAT	M	I	P	¾ DDR	SV
16	A	ET	BP	TL	PC	L	M	PCF	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	RV
13	A	ET	BP	TL	EQ	L	F	PCF	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	SV
8	A	DR	BP	TL	PC	L	M	PCF	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	RV
14	P	DR	BP	LA	PC	L	M	PL	LAT	NATF	R	P	¾ DR	RV
15	A	DET	BP	TL	PC	L	M	PCF	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	RV
17	P	DET	BP	TL	PC	L	M	PCF	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	SV
18	P	DDR	BP	TL	PC	L	M	PL	FR	NATF	R	A	¾ DDR	± SV
19	A	DET	BP	TL	PC	L	M	PCF	LAT	NATF	R	A	¾ DR	RV
25	P	DR	BP	TL	PC	L	F	PL	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	RV
26	A	DDDE	BP	TL	PC	L	F	PL	FR	NATF	R	P	¾ DDR	RV
27	A	DDR	BP	TL	PC	L	M	PL	FR	M	I	A	¾ DDR	± SV
28	P	DET	BP	TL	PC	L	F	PCF	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	RV
29	A	DET	BP	TL	PC	L	F	PL	FR	NATF	R	A	¾ DR	± SV
30	A	DDR	BP	TL	PC	L	M	PL	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	SV
31	P	ET	BP	TL	PC	L	F	PL	LAT	NATF	R	P	¾ DR	SV
32	A	DET	BP	TL	PC	L	F	PL	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	SV
2	P	DR	BP	TC	PC	L	F	PL	LAT	TF	R	P	¾ DR	SV
4	P	DR	BP	C	PC	L	F	PL	FR	NATF	S	P	¾ PE	SV
20	P	ET	FUS	LA	PC	L	F	PL	LAT	NATF	S	P	¾ DR	RV
21	P	DR	BP	C	PC	L	F	PL	LAT	NATF	S	P	¾ PE	SV
22	P	DDR	BP	TL	PC	L	M	PL	LAT	NATF	S	P	2/4 DR	SV
24	A	DR	BP	LA	PC	L	F	PL	FR	M	S	P	¾ PE	SV
11	A	DDDE	BP	TL	PC	L	M	PL	LAT	NATF	S	P	2/4 DR	RV
12	A	ET	BP	TL	PC	L	F	PL	LAT	M	I	A	¾ DR	RV
5	A	DR	BP	TL	PC	L	F	PL	FR	M	S	P	¾ DDR	SV
23 (Saïda)	A	DET	BP	TL	PC	L	M	PCF	FR	NATF	R	A	¾ DDR	± SV
6 (Pane)	A	DET	BP	C	PC	L	F	PL	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	RV
33 (Tichedrett)	A	ET	FUS	TL	PC	L	M	PL	LAT	NATF	R	A	¾ DDR	RV
3 (Barberousse)	A	DDDE	BP	LA	PC	L	M	PCF	LAT	M	S	A	-	RV

Annexe 4. Durée d'épiaison, matières azotées totales (MAT), cellulose brute (CB), teneurs en matières sèches (TMS) et rendement en matière sèche (2^{ème} année).

Paramètres Géotypes	Durée d'épiaison	MAT (%)	CB (%)	TMS (%)	RMS (t/ha)
1	117	5.45	18.98	34.9	1.05
7	117	5.27	23.18	35.12	1.05
9	124	7.78	24.43	43.32	1.3
16	124	4.69	32.51	47	1.41
5	122	6.74	22.23	39.01	1.17
8	124	6.4	25.72	48.82	1.43
13	124	6.85	27.75	49	1.47
14	113	5.27	23.48	43.94	1.32
15	124	6.87	24.65	38.09	1.14
17	124	5.72	30	49.51	1.49
18	126	8.61	34.46	40.9	1.23
19	124	6.01	28.16	41.81	1.25
25	113	7.13	34.17	36.08	1.08
26	118	7.96	21.64	42	1.26
27	117	5.22	34.34	43.3	1.3
28	117	5.94	30.23	35.8	1.07
29	116	6.5	20.2	34.97	1.05
30	111	7.4	31.23	35.14	1.05
31	113	8.05	30.3	45.7	1.37
32	110	8.15	10.86	39.23	1.18
2	106	7.75	21.93	38.04	1.14
4	106	5.33	31.03	33.8	1.01
20	117	8.7	31.45	35.5	1.07
21	106	6.13	27.28	32.03	0.96
22	106	6.45	15.29	39.36	1.18
24	110	5.38	32.37	38.38	1.15
11	129	6.26	31.48	34.78	1.04
12	124	6.63	29.44	34.61	1.04
33 (Tichedrett)	124	8.95	24.63	46.7	1.4
23 (Saïda)	124	7.29	29.11	52.7	1.58
6 (Pane)	124	6.94	29.26	37	1.11

Annexe 5 : Liste des publications en relation avec le mémoire

- RAHAL-BOUZIANE H., BERKANI S., MERDAS S., NAIT-MERZOUG S., ABDELGUERFI A., 2015. Genetic diversity of traditional genotypes of barley (*Hordeum vulgare* L) in Algeria by pheno-morphological and agronomic traits. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 10 (31). PP 3041-3048.
- RAHAL-BOUZIANE H., ALANE F., ABDELGUERFI A., 2015. Forage quality, forage dry matter yield, grain protein and agronomic traits of traditional barley genotypes (*Hordeum vulgare* L.) from rural areas in Algeria. *Livestock Research for rural development*. Volume 27, article # 182. Retrieved september 2015 from : <http://www.lrrd.org/lrrd27/9/raha27182.html>