

## QUELQUES CULTURES STRATEGIQUES POUR L'ALGERIE FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES: L'ORGE (*Hordeum vulgare* L.) ET LE MIL [*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR].

RAHAL-BOUZIANE Hafida  
 Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA)  
 E-mail: [bouzianehafida@yahoo.fr](mailto:bouzianehafida@yahoo.fr)

**Résumé.**-Le blé tendre et le blé dur sont les principales céréales sur lesquelles repose le régime alimentaire des algériens. Ces cultures sont connues par leur exigence en intrants mais surtout en eau. Avec les changements climatiques, l'Algérie déjà très touchée par la désertification et par la rareté de l'eau, sera confrontée de plus en plus à des difficultés pour assurer sa sécurité alimentaire avec un régime basé essentiellement sur ces cultures exigeantes. Afin de faire face à cette nouvelle situation, il est impératif de chercher des espèces céréalières rustiques et résistantes aux stress hydrique. A côté de l'orge qui est peu exigeante, le mil est la céréale la plus tolérante à la sécheresse. Ces deux espèces pourraient contribuer à combler le déficit causé par les faibles productions en blé dur et en blé tendre. Le développement de ces cultures devient primordial car en plus de leur tolérance à la sécheresse, elles sont connues pour leurs bienfaits sur la santé humaine. Mélanger la farine du blé tendre et/ou du blé dur aux grains complets moulus d'orge et/ou du mil pour faire du pain contribuera non seulement à la sécurité alimentaire des algériens mais surtout à la préservation de leur santé. Utilisés à double fin, l'intérêt de l'orge et du mil pour nourrir le cheptel, pourrait également contribuer à combler le déficit fourrager connu en Algérie. A côté des variétés performantes, le germoplasme local constitue une richesse à exploiter d'ores et déjà et à intégrer sérieusement dans les programmes d'amélioration génétique.

**Mots clés:** Orge, Mil, Changement climatique, Sécurité alimentaire.

## SOME STRATEGIC CROPS FOR ALGERIA TO CLIMATE CHANGE: BARLEY (*Hordeum vulgare* L) AND MILLET [*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR].

**Abstract.**- The bread wheat and the durum wheat are the main cereals on which rest the diet of Algerians. These crops are known by their requirement in inputs and especially water. With climate change, Algeria already affected by desertification and the scarcity of water will be confronted more and more with difficulties to ensure its food security with a diet based primarily on these demanding cultures. To cope with this new situation, it is imperative to look for rustic cereal species and resistant to water stress. Beside barley which is little exigent, pearl millet is the most tolerant cereal drought. These two species could contribute to make up the deficit caused by the low productions on durum and bread wheat. The development of these cultures is important because in addition to their tolerance to drought, they are known for their beneficial effects on human health. Mix the flour of bread wheat and / or durum wheat to whole grain milled barley and / or pearl millet to make bread contribute not only to food security for Algerians but mostly to preserve their health. Used at double end, the interest of barley and millet to nourish the livestock, could also contribute to make up the known fodder deficit in Algeria. Beside performing varieties, the local germplasm constitutes a richness to be exploited right now and to integrate seriously in the programs of genetic improvement.

**Key words:** Barley, Millet, Climate change, Food security.

## Introduction

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 [1]. D'autre part, l'Algérie est considérée comme vulnérable aux effets des changements climatiques et elle fait partie des zones arides et semi-arides exposées aux sécheresses chroniques [2]. 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 [3].

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 [4]. Les perspectives montrent qu'à l'horizon 2020, l'Algérie anticipe une réduction moyenne des rendements céréaliers de 10% (BINDI et MORIONDO, 2005 cités par ROUSSET, 2007) [3].

L'augmentation des températures et la diminution des pluies dans notre région, va entraîner des problèmes majeurs de ressources en eau, de sécheresse, de désertification et de perte de la biodiversité [5].

Le changement climatique devrait avoir des répercussions profondes sur le maïs, le riz et le blé [6].

En Algérie, le blé tendre est le plus consommé par les algériens. La grande consommation de pain de blé tendre par les algériens implique un accroissement de la dépendance extérieure [7]. En effet, l'Algérie est un importateur net de produits alimentaires (blé dur et blé tendre, poudre de lait, produits laitiers et semences agricoles, etc.) [1]. La facture des importations des céréales en Algérie pèse lourd sur l'Etat algérien qui continue à subventionner ces produits.

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 [8]. Avec un faible pourcentage de la SAU irriguée et un taux de pluviométrie peu encourageant, l'avenir de la céréaliculture devient compromettant et rend urgente la mise en place d'une stratégie de substitution [9].

L'adaptation aux changements climatiques devient impérative dès à présent. Pour l'agriculture, le privilège doit être accordé aux espèces rustiques capables de s'adapter à cette nouvelle problématique. L'agriculture familiale dans les milieux ruraux devrait avoir une place prioritaire dans la politique agricole. L'agriculture familiale est considérée par certains spécialistes comme le mode de mise en valeur agricole le plus résilient, grâce aux mécanismes de gestion du risque développés depuis des générations par les agriculteurs et leurs familles [10].

Les changements et les imprévus climatiques vont rendre la gestion de l'eau de plus en plus difficile. Une action rapide destinée à adapter le secteur au changement climatique sera beaucoup moins coûteuse que les dommages qui résulteront de ce phénomène [11].

Des efforts d'adaptation plus soutenus permettraient de réduire les dommages à court terme, quelle que soit l'évolution du climat à long terme [12].

Dans ce travail, nous essayons de mettre en relief l'importance des cultures rustiques comme l'orge et le mil, devenant stratégiques, face à la rareté de l'eau et aux conséquences vulnérables du changement climatique sur le devenir de la céréaliculture et donc de la sécurité alimentaire en Algérie.

### **Changement climatique et ses répercussions au plan mondial**

Les changements climatiques sont actuellement considérés comme l'une des menaces les plus graves posées au développement et aux moyens de vie des populations les plus pauvres de la planète [13]. Les changements climatiques sont devenus la principale menace à la diversité biologique [14]. Du fait des perturbations dans le régime des précipitations et de la hausse des températures, des milliers d'espèces végétales et animales sont menacées [13]. A l'horizon 2080, ce sont 20% des zones humides côtières qui seront perdus du fait de l'élévation du niveau de la mer et le risque d'extinction des espèces concernera 20 à 30% des espèces [15].

L'agriculture reste sans aucun doute, parmi les activités humaines, une de celles le plus directement influencées par le climat. Le changement climatique aura donc un impact sur la composante biotechnique de la production [16]. L'impact sur l'agriculture est multiple. Il pèse sur les personnes, sur le capital des exploitations et sur les résultats de ces dernières (systèmes d'élevage et de culture moins productifs), mais également sur les dynamiques collectives, le tout contribuant à accroître la vulnérabilité des plus pauvres [10]. L'agriculture constitue un secteur particulièrement sensible qui contribue pour 16% à des émissions de gaz à effet de serre, subit l'impact des changements climatiques et peut aussi contribuer par certaines pratiques à la réduction de ces gaz dans l'atmosphère [12]. Le changement climatique, le plus grave défi environnemental face à l'humanité, devrait avoir des répercussions profondes sur le maïs, le riz et le blé [6].

Au niveau mondial, on estime que des températures plus élevées et des tendances de précipitations depuis 1980 ont réduit les rendements de blé de 5,5 pour cent et ceux du maïs de 3,8 pour cent en dessous de ce qu'ils auraient été si le climat était resté stable [17]. Les décennies à venir devraient voir de nouvelles augmentations de la température, l'élévation du niveau de la mer, des pressions des ravageurs et des maladies plus intenses, des pénuries d'eau, des phénomènes météorologiques extrêmes et la perte de la biodiversité [18].

Une étude récente sur les impacts du changement climatique sur l'agriculture a trouvé que, sans l'adaptation par les agriculteurs, les rendements des cultures mondiales en 2050 seraient de 6,9 pour cent en dessous des rendements estimés sans changement climatique; les rendements des céréales seraient inférieurs de pas moins de 10 pour cent aussi dans les pays développés ainsi que ceux en voie de développement [19].

Des diminutions du rendement de blé de 45% et 15% seraient prévues, respectivement dans les régions tropicales et dans les zones tempérées [20]. Les effets du changement climatique seraient plus perceptibles dans les zones arides et semi-arides qui sont qualifiées comme étant les zones les plus vulnérables aux changements climatiques [21].

Le troisième rapport d'évaluation du GIEC (2001), donne une vision convaincante des conditions qui prévaudront probablement sur la terre à la fin du XXI<sup>ème</sup> siècle, avec un réchauffement mondial de 1.4-5.8°C, influant sur le régime des systèmes météorologiques, les ressources en eau et le cycle des saisons [12].

En Afrique, les zones sèches qui couvrent essentiellement la zone circum-saharienne, avec une légère extension en Afrique australe, sont caractérisées ces dernières décennies par une importance variabilité climatique; en témoignent la baisse de la pluviométrie et la hausse des températures, avec des conséquences négatives sur les écosystèmes et les systèmes de production, faisant de cette partie du monde l'une des zones les plus vulnérables face aux changements climatiques. On assistera à l'horizon 2080 à une augmentation des terres arides et semi-arides de l'ordre de 5 à 8% [15]. Bien que perçues différemment, les changements climatiques, la diversité biologique et la désertification sont des problématiques intrinsèquement liées car au niveau local, les mesures pour améliorer les effets de la variabilité et le changement climatique, contribuent aussi à lutter efficacement contre la désertification et à protéger la diversité biologique [13].

### **Changement climatique et ses répercussions en Algérie**

Selon Le HOUEROU (1992) cité par MANSOURI *et al.* (2015), le processus de changement climatique se traduira par un déplacement vers le nord des étages bioclimatiques méditerranéens, conduisant en Afrique du Nord à une baisse des rendements agricoles au Maghreb [22].

Les prospectives 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 prévu. 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 [3]. Il doit conduire entre autre 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 [4].

L'Algérie est considérée comme vulnérable aux effets des changements climatiques, elle fait partie des zones arides et semi-arides exposées aux sécheresses chroniques [2]. Un stress thermique supplémentaire réduira les rendements d'une manière significative, surtout dans les zones où les cultures sont déjà près de leur tolérance thermique maximale, soulignent [12]. 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 [11]. L'Algérie connaît une hausse des températures et subit, ici et là, des sécheresses sévères et des inondations, des incendies de forêts, la dégradation de la steppe sur les hauts plateaux et malheureusement, une aggravation de la désertification [5]. Les récentes fluctuations climatiques et les sécheresses, plus fréquentes au cours des trois dernières décennies, ont accentué le phénomène de dégradation des sols, engendrant ainsi la désertification des zones vulnérables comme les steppes et les hautes plaines [11].

L'Algérie anticipe 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 dont la productivité diminuerait de 15 à 30% d'ici 2030 (BINDI et MORIONDO, 2005 cités par ROUSSET, 2007) [3].

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 cité par ROUSSET et ARRUS, 2004) [4].

### **L'orge face aux changements climatiques**

L'orge est une espèce annuelle de la famille des poacées. 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 [23]. 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 [24].

La base de données européenne de l'orge ou «EBDB» (the European Barley Database) comprend les données de 155 000 entrées provenant de 23 pays européens et de trois banques de gènes supplémentaires [25]. Parmi les milliers d'accessions du genre *Hordeum* disponibles dans les banques de gènes, une proportion importante représente des landraces d'orge présumés être adaptés à une large gamme d'environnements [26].

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 [27]. Depuis le début du 20<sup>ème</sup> 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 [28].

Beaucoup de traits spécifiques d'adaptation existent chez les orges autochtones et qu'ils n'ont pas été intégrés dans les cultivars modernes [29]. 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 [30].

Dans les conditions défavorables, les landraces peuvent donner de meilleurs rendements que les variétés modernes, avec ou sans intrants [31].

L'orge est un excellent modèle pour comprendre les réponses agricoles aux changements climatiques [26]. Avec sa large gamme environnementale, ses différentes

utilisations et une grande variété d'utilisateurs, l'orge a émergé comme un excellent modèle pour à la fois enquêter et répondre aux impacts des différents scénarios des changements climatiques [32]. Le blé tendre a un génome plus complexe et plus grand que l'orge diploïde, qui résulte de son origine par hybridation de trois espèces d'ancêtres [26]. Cela rend plus difficile la dissection et l'évaluation des traits d'adaptation chez le blé (IBGSC, 2012 cité par DAWSON *et al.*, 2015) [26]. Le faible nombre de chromosomes et la facilité de croisement renforcent l'utilité de l'orge comme un modèle biologique pertinent [33].

Dans son étude faite sur orge, FUNDAZIOA (2012) a démontré les capacités de l'orge à s'adapter aux changements climatiques [34]. De leur côté, DAWSON *et al.*, (2015) estiment que les travaux faits de par le monde sur orge comme plante modèle fournissent un environnement favorable pour relever les défis du changement climatique [26].

### **L'orge: usages, potentialités et vertus**

Domestiqué il y a plus de 10.000 ans dans le Croissant Fertile, l'orge est maintenant cultivée sur environ 57 millions d'hectares. Plus de la moitié de cette zone se trouve dans les pays développés [35].

L'orge est un aliment de base important dans certaines régions d'Afrique du Nord et de Proche-Orient, dans les hauts plateaux de l'Asie centrale, dans la Corne de l'Afrique, dans la région andine et dans les pays baltiques [35]. L'orge est une source importante de nourriture et de fourrage pour le bétail et d'aliment et boisson pour les humains [32].

L'orge et le blé sont les céréales les plus utilisées comme plantes entières dans le monde entier [36]. La récolte de l'orge (plante entière) au stade pâteux, permet de l'utiliser soit en vert ou alors comme ensilage. Cette technique permet entre autres d'améliorer la production en matière sèche et en unités fourragères.

Les céréales immatures constituent une option possible contre la sécheresse estivale. En zone semi-aride, l'étendue des superficies permet d'envisager l'exploitation de céréales immatures pour des fourrages sans trop handicaper la production de céréales; en année sèche, il serait possible de convertir une partie des superficies emblavées en céréales en foin ou en ensilage [37].

L'orge contient beaucoup d'éléments essentiels à notre corps : calcium, phosphore, fer, potassium, zinc, sélénium, vitamines (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP) ainsi que des fibres. Elle a aussi des vertus diurétiques et tonocardiaques. Elle contient notamment des bêtaglucanes, qui sont des pièges à cholestérol [38].

Des recherches scientifiques récentes ont démontré que le jus des jeunes feuilles d'orge est riche en vitamines, en chlorophylle (excellent agent de désintoxication) et en mucopolysaccharides. Des 3000 enzymes connues et identifiées, l'herbe d'orge en contient plus de 1000, incluant un antioxydant puissant (S.O.D) [38]. La S.O.D. (super oxyde dismutase) fait partie de toutes les cellules du corps et joue un rôle anti-oxydant, protégeant les cellules contre la radiation et les radicaux libres émanant de la pollution. Elle est aussi anti-inflammatoire et aide à prévenir les avaries causées aux cellules par une crise cardiaque [39].

La teneur en protéines brutes de l'orge est plus élevée que celle du maïs et semblable à celle du blé et d'avoine, mais plus faible que celle des petits pois [40]. La teneur en phosphore de l'orge est similaire à celle du maïs et du sorgho, mais inférieure à celle de blé ou d'avoine. L'orge est plus riche en potassium que les autres céréales fourragères. Elle est aussi plus riche en vitamines A et E que les autres grandes céréales [40].

Malgré tous ses bienfaits, l'orge a malheureusement régressé en tant qu'aliment pour les humains non seulement en Algérie mais à l'échelle mondiale. En Algérie, au début du 19<sup>ème</sup> siècle, l'orge qui venait en tête des cultures par son importance, était destinée à la consommation humaine et servait de complément fourrager aux troupeaux entretenus pendant la plus grande partie de l'année dans les régions steppiques [41]. Sa régression a débuté en 1900 suite à plusieurs facteurs parmi lesquels l'introduction du blé tendre par les colons français et le changement dans les plats culinaires [42].

Le pain à base de blé tendre (finement moulu) et consommé actuellement par les algériens n'est pas bénéfique pour la santé humaine, d'autant plus que cette grande consommation n'est pas au profit de l'économie du pays. De nos jours, les aliments à base de céréales complètes sont de plus en plus reconnus comme facteur de santé et de bien être [43].

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 [44].

Il devient important de sensibiliser à tous les niveaux quant à l'importance de cette espèce et l'utilité de la développer comme stratégie d'adaptation aux changements climatiques. L'amélioration des rendements à l'état immédiat pourrait se faire en cultivant cette espèce dans des conditions plus favorables au lieu des zones marginalisées où elle est souvent cultivée. Dans les régions où elle utilisée jusqu'à nos jours dans l'alimentation humaine, comme c'est le cas des régions du sud, il est nécessaire d'appuyer les agriculteurs cultivant cette espèce par des programmes visant à améliorer la situation économique des populations rurales.

Il est possible d'améliorer les moyens de subsistance de la population rurale dans les régions où l'orge est un aliment de base, non seulement en augmentant la productivité agricole durable mais aussi en améliorant la nutrition, la réduction du travail pénible et le développement des industries locales à base d'orge [45]. Ces auteurs ajoutent qu'en raison de ses avantages nutritionnels potentiels, il est également possible que l'orge alimentaire puisse être exportée vers les pays développés où l'intérêt est accordé à la nourriture saine pour la prévention des maladies coronariennes ayant augmenté de façon spectaculaire au cours des deux dernières décennies.

### **Le mil, face aux changements climatiques**

Le mil, *Pennisetum glaucum*, est la céréale la plus tolérante à la sécheresse. Il est cultivé dans les régions où la pluviosité se situe entre 150 et 800 millimètres [46]. C'est une plante annuelle de la famille des poacées.

Le mil est cultivé depuis les temps préhistoriques dans les régions de l'Afrique du nord et en Asie centrale [47]. Les données archéologiques, ethnobotaniques et expérimentales sont encore trop éparées pour que l'histoire du mil puisse être détaillée. Il paraît vraisemblable que le mil a été domestiqué indépendamment en plusieurs zones d'Afrique, de l'océan Indien à l'Atlantique [48]. Jusqu'à ce jour, l'histoire de la domestication du millet perlé est mal connue [49]. Le «Croissant Fertile» africain du Darfour à Tombouctou, aurait pu être le domaine majeur de ces domestications, d'antériorité décroissante d'Est en Ouest. Ces événements, difficiles à dater, pourraient être antérieurs, dans certains cas, à 3000 ans avant J.C. [48]. Très tôt, le mil aurait quitté l'Afrique vers l'Inde, où il s'est facilement développé et a même gagné la Chine; il s'est étendu vers le Nord de l'Afrique (Tunisie, Maroc, Algérie et même en Espagne), d'après PERNES *et al.* (1984) [48].

L'ICRISAT possède la collection la plus large de mil dans le monde [50]. Cet organisme détient plus de 21 000 accessions de mils sauvages et cultivés provenant de 50 pays [51].

Le mil est une importante culture vivrière et est une source d'énergie vitale pour les millions de pauvres vivant dans les zones tropicales semi-arides. Cette culture occupe 10 millions d'hectares en Inde qui partage un tiers de la zone de production mondiale [52]. Il est cultivé sur plus de 31.2 millions d'hectares dans les régions tropicales arides et semi arides de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique latine comme aliment de base en grain [53]. Aux Etats Unis et en Europe, le mil est cultivé comme fourrage et aliment pour le bétail [52]. Il est bien adapté aux zones de culture caractérisées par la sécheresse, la faible fertilité du sol et les températures élevées et il se comporte bien dans les sols fortement salins ou à faible pH [53]. Certains gènes associés à la période de floraison du mil ont été récemment découverts mais le rôle des gènes de la floraison dans l'adaptation du millet perlé au climat lors de la domestication reste inconnu [54].

Le mil cultivé affiche une variabilité phénotypique énorme pour des traits tels que la date de la floraison, la longueur de la panicule, les caractéristiques du grain, la tolérance à la sécheresse, les ravageurs et les maladies ainsi que la valeur nutritionnelle [55].

La diversité génétique des cultivars de mil a été un domaine de haute priorité dans les travaux de recherche pour l'amélioration de cette espèce [56].

Comprendre et prédire l'impact des changements climatiques sur la diversité génétique et phénotypique des plantes cultivées et des formes sauvages qui leur sont apparentées sont des enjeux majeurs notamment pour les pays en développement. Le mil (*Pennisetum glaucum*) est parmi les espèces considérées dans certaines études faites pour repérer des régions du génome impliquées dans la réponse des plantes à l'hétérogénéité du climat. Le caractère cible étudié est la date de floraison, caractère clé de la valeur adaptative d'une plante et de son rendement grainier, dépendant des conditions climatiques [57].

Avec le réchauffement climatique et l'extension des zones arides, le mil devient une espèce prépondérante dans la lutte contre la sécheresse. Le mil possède des propriétés intéressantes pour l'adaptation de l'agriculture au changement climatique [58].

## **Le mil: usages, potentialités et vertus**

Le millet perlé (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), est une culture vivrière importante et est source d'énergie vitale pour les millions de pauvres vivant dans les zones tropicales semi-arides [52].

C'est le grain, d'une valeur nutritionnelle supérieure à celle du riz et du blé, qui constitue le principal produit de la culture [59]. Il représente souvent la base de l'alimentation et se consomme alors sous la forme de pâte, de bouillie, de couscous ou de galette [46]. Dans certaines régions, la paille est utilisée comme fourrage ou pour la fabrication de toitures et de clôtures traditionnelles, ajoutent les mêmes auteurs. Aux Etats Unis et en Europe, le millet perlé est cultivé comme fourrage et aliment de bétail [52]. Comme fourrage, le mil est utilisable en fauche et/ou pâture et convient à tous les types de ruminants [60]. Les résidus de récolte et la paille du millet perlé constituent une source importante de fourrage, ce qui équivaut 40-50 pour cent de matières sèches ingérées au long de l'année et représente la seule source d'alimentation dans les mois secs [61].

Le mil produit des grains nutritifs qui sont une source riche en protéines, calcium, phosphore, fer et zinc par comparaison aux autres cultures de céréales [62]. Les mils contiennent généralement des quantités plus élevées en acides aminés essentiels en particulier: méthionine, cystéine et matières grasses que le maïs, le riz, le blé et le sorgho (OBILANA et MANYASA, 2002 cités par GOVINDARAJ 2011) [52].

Le millet est une source de magnésium, une portion de 125 ml de millet cuit comble environ 10% des besoins quotidiens en magnésium [63].

Des études effectuées chez l'animal ont démontré que la consommation de la protéine de millet entraînait une augmentation du bon cholestérol (HDL) en comparaison à une protéine de référence, la caséine du lait. Les auteurs ont également observé, chez un modèle de souris diabétique, une diminution de l'insuline et une augmentation de l'adiponectine dans le sang, deux éléments associés à une diminution du risque de maladie cardiovasculaire et de diabète de type 2, selon la même source [63].

Etant tolérant à la sécheresse, avec une concentration en protéines plus élevée et de meilleure qualité par rapport à d'autres céréales, les scientifiques espèrent augmenter l'utilisation du mil comme grain pour l'alimentation humaine et animale [52].

Sans gluten, le mil convient donc entre autres aux malades cœliaques présentant une allergie au gluten. Ces malades devenus nombreux en Algérie, consomment le maïs et le riz (sans gluten), à la place du blé ou de l'orge (avec gluten). Le développement du mil (production de grain) pourrait être une opportunité pour l'agro-alimentaire, en permettant de produire du pain, des biscuits et autres à base de cette céréale, pour entre autres, cette catégorie de malades.

## **Les ressources génétiques d'orge et de mil en Algérie : diversité et potentialités**

L'orge a été cultivée de tout temps par les populations locales [64]. Les orges algériennes cultivées appartiennent presque exclusivement à l'espèce *Hordeum tetrastichum* L. (orge carrée ou escurgeon 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*)

[65]. 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 allant de 1965 à 1970 s'est caractérisée par l'introduction de semences et plants de variétés à haut potentiel génétique, ce qui a provoqué la régression de certains cultivars locaux [66]. Pour l'orge, 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. Les nouvelles variétés d'orge adoptées en Algérie, restent marginales car sont d'une grande sensibilité aux variations des conditions climatiques [67].

En 1995, l'ITGC mentionne 09 variétés d'orge dont deux locales (Saïda et Tichedrett) et la majorité sont originaires de la Syrie et sélectionnées à l'ITGC [68].

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

En Algérie, les prospections sur les céréales à la recherche de ressources locales durant la période post coloniale ont concerné beaucoup plus les blés sahariens comme celles de [69]. Sur l'orge, nous notons de simples citations déclarant l'existence de cette culture au niveau du sud algérien; ces informations restent très générales. Sur l'espèce *Hordeum vulgare*, les études ont concerné les variétés locales homologuées «Saïda» et «Tichedrett». Des cultivars oasiens d'orges du Touat, Gourara et Tidikelt ont été caractérisés [70]. Récemment, des études ont montré l'existence d'une grande diversité génétique au sein d'un germoplasme local d'orge, provenant de plusieurs régions sahariennes [71]. A travers ces études, de grandes performances morphologiques et agronomiques ont été constatées sur le matériel végétal local par comparaison à plusieurs témoins. Il s'avère que beaucoup de génotypes locaux d'orge possèdent également des potentialités fourragères intéressantes pour l'utilisation comme plante entière à l'état immature soit comme fourrage vert ou à tester pour ensilage [72].

Concernant le mil, durant la période coloniale, l'existence de cette espèce en Algérie a été signalée par [65], mais les informations durant cette période restent très restreintes. Il en est de même pour VOINOT (1909) [73] et BATTANDIER et TRABUT (1898) [74].

En 1988, [75] signalent l'existence du mil et du sorgho dans le Sahara algérien, au niveau des oasis. Des travaux récents dans la région d'Adrar dont ceux de [76, 77, 78] et à Tamanrasset [79], ont permis d'inventorier et de caractériser quelques cultivars de mils et de sorghos de ces régions. Le mil a été introduit dans les oasis de la région d'Adrar très anciennement, selon le témoignage des agriculteurs de la région [76]. Son utilisation est aussi bien pour nourrir l'Homme (grain) que l'animal (feuilles et tiges) [80]. Le mil est utilisé dans ces régions sous forme de plusieurs plats culinaires : couscous à base du mélange de : farine de mil, farine de blé tendre, farine de sorgho «Hamra» et farine de maïs; soupe et galettes à base de mil et galettes et boisson de mil avec du lait [81]. Les travaux d'inventaire et de caractérisations sur les mils locaux de la région d'Adrar ont montré l'existence d'une diversité génétique au sein de ce germoplasme et des potentialités agro-morphologiques et nutritionnelles intéressantes [78, 80].

## Conclusion

L'orge et le mil ont régressé en tant qu'espèces vivrières non seulement en Algérie mais à l'échelle mondiale suite aux changements culinaires, en faveur du blé, du maïs et du riz, selon les régions. Les études récentes sur les perspectives du changement climatique à l'échelle planétaire ont montré que les cultures les plus vulnérables à ce changement et dont les rendements seront le plus affectés concernent le blé, le maïs et le riz. A l'échelle mondiale, une prise de conscience quant à l'importance des cultures rustiques comme l'orge et le mil commence à prendre effet ces dernières années suite à plusieurs facteurs dont particulièrement le changement climatique.

L'Algérie est un pays à prédominance de régions arides et semi-arides. Ces types de régions seront malheureusement les plus affectés par les changements du climat. L'adaptation à ce phénomène doit se faire dès à présent afin de prévenir ses effets néfastes qui risquent de menacer la souveraineté du pays en aggravant sa situation de dépendance alimentaire. Le retour aux plats culinaires traditionnels à base de céréales rustiques et très bénéfiques pour la santé humaine tels que l'orge et le mil, constitue un enjeu majeur pour l'Algérie, face aux nouveaux défis. A l'échelle de l'agriculture familiale, il est important de mettre en place des programmes et aussi des projets permettant à tous les types de producteurs de relever le défi de la durabilité. La sensibilisation devrait se faire à plusieurs niveaux pour l'adoption de ces nouvelles stratégies.

La préservation de la diversité des ressources génétiques des espèces rustiques en général et leur valorisation est impérative pour le développement durable et constitue l'une des mesures pour l'adaptation aux changements climatiques.

## Références bibliographiques

- [1].- Moulai A., 2008.- Suivi de la stratégie méditerranéenne pour le développement durable. Développement agricole et rural. Etude nationale Algérie, vol. 1, Plan bleu, centre d'Activité Régionales, Sophia Antipolis, 44 p.
- [2].- Aziza M. A., 2006.- La lutte contre les effets néfastes des changements climatiques. Bulletin des énergies renouvelables, n° 9: 10-11.
- [3].- 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.
- [4].- Rousset N., Arrus R., 2004.- Economie de l'adaptation aux changements climatiques et agriculture dans le bassin méditerranéen. Environnement et identité en méditerranée. IV<sup>ème</sup> congrès international, Corte, Università di Corsica Pasquale Paoli, 8 p.
- [5].- Boucherf D., SD. Variabilité et changement climatique en Algérie. CRSTRA, Biskra: 109-126.

- [6].- FAO, 2016.- Save and grow in practice: maize, rice, wheat. A guide to sustainable cereal production, 124 p.
- [7].- Tounsi M., 1986.- Industrie céréalière et stratégie agro-alimentaire en Algérie. Options méditerranéennes. CIHEAM, Montpellier: 93-104.
- [8].- Tabet M., 2008.- Impact du changement climatique sur l'agriculture et les ressources en eau au Maghreb. Note d'alerte n° 48, CIHEAM, Montpellier: 1-5.
- [9].- Direction Générale des Forêts (DGF), 2003.- Programme d'action national sur la lutte contre la désertification. Alger, 119 p.
- [10].- Dugué M.J., 2012.- Caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture paysanne. Agronomes et vétérinaires sans frontières, 50 p. [www.avsf.org](http://www.avsf.org)
- [11].- Nichane M., Khelil M. A., 2014.- Changements climatiques et ressources en eau en Algérie: vulnérabilité, impact et stratégie d'adaptation. Revue des BioRessources, vol. 4, n° 2: 1-7.
- [12].- Fenni M., Machane Y., 2010.- Changement climatique et agriculture de conservation. Agronomie, n° 0-2010: 16-20.
- [13].- Al Hamndou D., Requier-Desjardins M., 2008.- Variabilité climatique, désertification et biodiversité en Afrique: s'adapter, une approche intégrée. Vertigo, la revue électronique en sciences de l'environnement, vol. 8, n°1. <http://vertigo.revues.org/5356>
- [14].- Millennium Ecosystem Assessment (MEA), 2005.- Ecosystems and Human well-being: Desertification Synthesis, Island Press, Washington D.C., 36 p.
- [15].- GIEC (le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), 2007.- Changements climatiques 2007 (rapport de synthèse), 103 p.
- [16].- Seguin B., 2010.- Le changement climatique: conséquences pour les végétaux. Quaderni, 71: 27-40. <http://quaderni.revues.org/525>
- [17].- BISA (Borlang Institute for South Asia), 2015.- Major accomplishments 2012-2014. BISA Report Series 1, New Delhi, India, 38 p.
- [18].- Mackill D.J., Ismail A.M., Pamplona A.M., Sanchez D.I., Carandang J.J., Septiningsih E.M., 2010.- Stress-tolerant rice varieties for adaptation to a changing climate. Crop. Environment and Bioinformatics, 7: 250-259.
- [19].- Solh M., Braun H.J., Tadesse W., 2014.- Save and grow wheat. Paper prepared for FAO. Technical Consultation on save and grow: Maize, Rice and Wheat, Rome: 15-17.
- [20].- Challinor A.J., Watson J., Lobell D.B., Howden S.M., Smith D.R., Chhetri N., 2014.- A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. Nat.

- Clim. Chang., 4: 287-291.
- [21].- Giorgi F., 2006.- Climate change hot-pots. Geographical Research Letters, 33 (L08707): 1-4.
- [22].- Mansouri S., Radhouane L., 2015.- Dynamique du climat et impact sur la production d'orge dans la zone de béja au Nord-Ouest de la Tunisie. European Scientific Journal, vol. 11, n° 9: 85-103.
- [23].- 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: 3-18.
- [24].- 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.
- [25].- Enneking D. and Knüpffer H., 2001.- The European Barley Database. Report of a Working Group on Barley, Sixth Meeting, Salsomaggiore, Italy: 50-62.  
(<http://barley.ipkgatersleben.de/ebdb/>).
- [26].- Dawson I.K., Russel J., Powell W., Steffenson B., Thomas W.T.B., Waugh R., 2015.- Barley: a translational model for adaptation to climate change. New Phytologist, 206: 913-931.
- [27].- 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. CAB international, Wallingford, UK: 19-43.
- [28].- Sato K., Von Bothmer R., Van Hintum T., Knüpffer H., 2003.- Barley Diversity – an outlook. In: 'Diversity in barley (*Hordeum vulgare*). Elsevier, Science. B.V.: 269-278.
- [29].- 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: 217-225.
- [30].- Jilal A., 2011.- Assessment of genetically diverse international barley germplasm for development of food product applications. PhD. Thesis. Southern Cross University, Lismore, NSW, 163p.
- [31].- Ceccarelli S., Grando S., 1996.- Drought as a challenge for the plant breeders. Plant growth Regulation, 20: 149-155.

- [32].- Newton A.C., Flavell A.J., George T.S., Leat P., Mullholland B., Ramsay L., Revoredo-Giha C. et al., 2011.- Crops that feed the world 4. Barley: a resilient crop? Strengths and weaknesses in the context of food security. *Food security*, 3: 141-178.
- [33].- Saisho D., Takeda K., 2011.- Barley: emergence as a new research material of crop science. *Plant Cell Physiology*, 52: 724-727.
- [34].- Fundazioa E., 2012.- "Barley adapts to climate change." *ScienceDaily*.  
[www.sciencedaily.com/releases/2012/01/120125091101.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2012/01/120125091101.htm)
- [35].- Grando S., Von Bothmer R., Ceccarelli S., 2001.- Genetic diversity of barley: use of locally adapted germplasm to enhance yield and yield stability of barley in dry areas. In: Cooper HD, Spillance C., Hodgkin T., Ed. *Broadening*.
- [36].- 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, 124p.
- [37].- Belaid D., 2014.- Systèmes fourragers en Algérie, produire malgré le déficit hydrique. <http://www.djamel-belaid.fr/grandes-cultures-fourages-en>
- [38].- Jardins Essentiels (J.E.), 2008.- Précieuse céréale d'avenir: l'orge.  
<http://jardinessentiels.blog.fr/2008/05/30/precieuse-cereale-d-avenir>
- [39].- Robert Pickard M.D., SD. L'orge verte: une protection contre le cancer.  
<http://www.aliv-e.com/fr/education/articles/glob2.asp>
- [40].- NDSU (North Dakota Agricultural Experiment Station), 2012.- North Dakota State University, Fargo ND, 8 p.
- [41].- Hakimi M., 1993.- L'évolution de la culture de l'orge: le calendrier climatique traditionnel et les données agro météorologiques modernes. The agrometeorology of rainfed barley-based farming systems, *Proceeding of an International symposium*, Tunis: 157-166.
- [42].- Rahal-Bouziane H., 2016.- Etude de la diversité génétique et des potentialités agronomiques et fourragères de géotypes d'orge (*Hordeum vulgare* L.) traditionnellement cultivées en Algérie. Thèse de Doctorat en sciences agronomiques, ENSA, El Harrach (ex. INA), 134 p.
- [43].- EUFIC, 2009.- Fiche d'information: les céréales complètes.  
<http://www.eufic.org/article/fr/expid/cereales-completes/>
- [44].- 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>
- [45].- Grando, Stefania and Helena Gormez Macpherson, 2005.- Food Barley: Importance, Uses and Local Knowledge. *Proceedings of the International Workshop on Food Barley Improvement*, ICARDA, Hammamet, Tunisia, 156 pp. En.

- [46].- Bezançon G., Renno J.F., Kumar K.A., 1997.- Le mil. In Amélioration des plantes tropicales. Ed. Charrier A., Paris: 457-482.
- [47].- Kiprotich F., Kimurto P., Ombui P., Towett B., Jeptanui L., Henry O., Lagat N., 2015.- Multivariate analysis of nutritional diversity of selected macro and micro nutrients in pearl millet (*Pennisetum glaucum*) varieties. African Journal of Food Science, vol. 9 (3): 103-112.
- [48].- Pernes J., Berthaud J., Bezançon G., Charrier A., Combes D., LeBlanc J.M., Lour M., Savidan Y., Second G., 1984. Le mil. In Gestion des ressources génétiques des plantes. T. 1, Monographies: 159-211.
- [49].- Oumar I., Mariac C., Pham J.L., Vigouroux Y., 2008.- Phylogeny and origin of pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br] as revealed by microsatellite loci. Theor. Appl. Genet., 117: 489-497.
- [50].- Upadhyaya H.D., 2015.- Establishing core collections for enhanced use of germplasm in crop improvement. Ekin Journal of Crop Breeding and Genetic, 1-1: 1-12.
- [51].- Bhattacharjee R., Bramel P.J., Hash C.T., Kolesnikova –Allen M.A., Khairwal I.S., 2002.- Assessment of genetic diversity within and between pearl millet landraces. Theor. App. Genet., 105: 666-673.
- [52].- Govindaraj M., Selvi B., Sudhir Kumar I., 2011.- Genetic diversity studies in indigenous Pearl Millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] accessions based on biometrical and nutritional quality traits. Indian J. Plant Genet. Resour, 24 (2): 186-193.
- [53].- Sankar S.M., Satyavathi C.T., Singh S.P., Singh M.P., Barthakur B.S., 2014.- Genetic diversity analysis for high temperature stress tolerance in pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br ]. Ind J Plant Physiology, 19 (4): 234-329.
- [54].- Clotault J., Thuillet A.C., Buiron M., De Mita S., Couderc M., Haussmann B.I.G., 2012.- Evolutionary history of Pearl Millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R.Br.] and selection on flowering genes since its domestication. Mol. Biol. Evol. 29 (4) : 1199-1212.
- [55].- Bhattacharjee R., Khairwal I.S, Bramel P.J., Reddy K.N., 2007.- Establishment of a pearl millet [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.] core collection based on geographical distribution and quantitative traits. Euphytica, 155: 35-45.
- [56].-Danjuma M.N., Mohammed S., 2014.- Genetic diversity of Pearl Millet (*Pennisetum typhoides*) cultivars in semi-arid Northern Nigeria. Journal of Natural Sciences Research, vol. 4, n° 22: 34-42.
- [57 ].- Agropolis International<sup>1</sup>, 2015.- Changement climatique: impacts et adaptations. N° 20, 88 p.

- [58].- Agropolis International<sup>2</sup>, 2015. Le mil, une céréale des zones arides. <https://www.agropolis.fr/pdf/actu/fascination-des-plantes-mil.pdf>
- [59].- Andrews D.J., Kumar K.A., 1992.- Pearl millet for food, feed and forage. *Advances in Agronomy*, 48: 89-139.
- [60].- EHLG (Euskal Herriko Laborantza Ganbara), 2011.- Pearl millet et Moha: deux graminées estivales en test. [www.ehlgbai.org](http://www.ehlgbai.org)
- [61].- Vadez V., Hash T., Bidinger F.R., Kholova J., 2012.- Phenotyping pearl millet for adaptation to drought. *Front. Physiol*, 3: 303-315. [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)
- [62].- Devos K.M., Hanna WW, Ozias-Akins P., 2006.- Pearl millet, in C. Kole (eds): *Genome Mapping and molecular breeding in plants*, vol. 1, Cereals and Millets, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [63].- Passeportsanté, 2014.- Le millet, pour l'augmentation du bon cholestérol. [www.passeportsante.net](http://www.passeportsante.net)
- [64].- Laumont P., 1937.- La céréaliculture algérienne. Extrait de populations Indigènes d'Algérie et politique économique, Alger, 32 p.
- [65].- Laumont P., 1947.- « Culture et production des céréales en Algérie ». B.T.I. 17 – 18 – 1947.
- [66].- A.N.N., 1993.- Les ressources phylogénétiques. Document de travail, janvier 93, Alger, 44 p.
- [67].- 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.
- [68].- ITGC, 1995.- Les principales variétés de céréales cultivées en Algérie. Catalogue, Alger, 114p.
- [69].- Chouaki S., Tareb S., Merdes S., Bouta M., Yousfi S., Berkani S., Bouzid A., 2004.- La diversité des blés oasiens et leur préservation par les populations locales. Séminaire International Aridoculture et cultures oasiennes, Revue des zones arides, Tunisie, T. 1: 17-27.
- [70].- 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 (EL Harrach), 90p.
- [71].- 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): 3041-3048.

- [72].- Rahal-Bouziiane<sup>2</sup> 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, vol. 27, article 182: <http://www.lrrd.org/lrrd27/9/raha27182.html>
- [73].- Voinot L., 1909.- Le Tidikelt. Etude sur la géographie, l'histoire, les mœurs du pays. Ed. J. Gandini, Calvisson, 155 p.
- [74].- Battandier J.A., Trabut L., 1898.- L'Algérie. Le sol et les habitants (flore, faune, géologie, anthropologie, ressources agricoles et économiques). Ed. Librairie J.B. Baillière et fils, Paris, 360 p.
- [75].- Bounaga N., Brac de la Perriere R.A., 1988.- Les ressources phylogénétiques du Sahara. Ann. Inst. Nat. Agro, El Harrach, vol. 12 (1), T.1: 79-94.
- [76].- Rahal-Bouziiane H., Mossab K., Hamdi S. Kharsi M., 2003.- Situation des fourrages cultivés dans la région d'Adrar. Recherche agronomique, INRAA, n° 12: 37- 49.
- [77].- Rahal Bouziiane H., Kharsi M., 2004.- Les mils penicillaires de la région d'Adrar (Algérie): quelques caractéristiques en présence d'un témoin importé. Séminaire International Aridoculture et cultures oasiennes, Revue des zones arides, Tunisie, Tome 2: 450-454.
- [78].- Rahal-Bouziiane<sup>2</sup> H., 2006.- Fourrages cultivés du Touat, Gourara et Tidikelt: caractéristiques ethnobotaniques, morphologiques et valeur alimentaire. Ed. ECRIE, Alger. INRAA, 42 p.
- [79].- Djabali D., Boudries N., Lemgharbi M., Mokrane H., Nadjemi B., Belhaneche N., 2005.- Les céréales locales du sorgho et mil. Séminaire International sur les productions végétales, Centenaire de l'INA: 193- 196.
- [80].- Rahal-Bouziiane H., 2008.- Evaluation de la variabilité génétique chez quelques mils penicillaires (*Pennisetum glaucum* L.R.Br) cultivés dans les oasis de la région d'Adrar (Algérie). Journal algérien des régions arides, Revue scientifique annuelle, n° 7, CRSTRA: 35-43. [www.crstra.dz](http://www.crstra.dz)
- [81].- Rahal Bouziiane 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: 292-294.