

**ETUDE DE LA VARIABILITE MORPHOLOGIQUE CHEZ *Lygeum
spartum L.* EN ALGERIE**

Boudjada samia* ; Salmi Nacera* ; Boubetra Kenza* ; Tagmount Djamel* , Makhoulf Behdja*

* : Station de Recherche Forestière. Baraki

samia_inrf@yahoo, .n.boucheneb@yahoo.fr, kenzaboubetra@yahoo.fr, djameldjane81@yahoo.fr,
behdja_makhoulf@hotmail.com

RESUME

L'objectif de ce travail consiste à étudier une variabilité morphologique chez le sparte (*Lygeum spartum* L.). Cette étude a concerné l'expérimentation de sept (07) provenances qui ont été testées au laboratoire, en pépinière et en champs. En laboratoire, les résultats révèlent un taux de germination élevé. Les données obtenues en pépinière et en champ sont soumises à des analyses statistiques. Ces analyses ont permis de détecter une différenciation significative au seuil de 5% entre les provenances en pépinières uniquement, mais pas en champ.

Mots clés : Sparte, variabilité morphologique, provenance, germination, analyses statistiques.

ملخص

الهدف من هذا العمل هو دراسة التقلبات المورفولوجية في (*Lygeum spartum* L.). تشمل هذه الدراسة اختبار سبعة (07) مصادر. تم اختبارهم في المختبر والمشتلة والحقول. في المختبر بينت النتائج ارتفاع في نسبة الانتاش. خضعت البيانات التي تم الحصول عليها في المشتلة والحقول ، التحليل الاحصائي حيث ساعدت على كشف تمايز نسبي لا يتعدى 5% بين مصادر المشتلة وليس في الحقول.

كلمات مفتاحية: حلفاء لازبية؛ التقلبات المورفولوجية؛ مصادر؛ الانتاش؛ التحليل الاحصائي

SUMMARY

The objective of this work is to study the morphological variability in sparta (*Lygeum spartum* L.). This study involved the testing of seven (07) origins. These were tested in the laboratory, nursery and field. In the laboratory, results show the highest rate of germination. Statistical analysis applied to the data set showed that there is a significant difference, at the 5% level, between origins in nurseries, but not in the field.

Key words: Sparta, morphological variability, origins, germination, statistical analysis.

1. INTRODUCTION

Le présent travail a été effectué dans le cadre des programmes nationaux de recherche. C'est une première approche sur l'étude de la variabilité morphologique entre différentes provenances de *Lygeum spartum* L. Ce taxon appelé sparte, est une Poacée vivace répandue dans plusieurs pays du bassin méditerranéen. Il constitue un élément dominant de la steppe algérienne et son aire de répartition est estimée à 60.000 km² (Le Houerou, 1995). Il croît sur des sols sableux, sablo-limoneux et sur des sols légèrement salins, dans les étages bioclimatiques aride et semi-aride, à des altitudes comprises entre 650 et 1400 m, sur glacis et au pied des djebels (Djebaili, 1978, Celles, 1975). Les formations à sparte préfèrent les sols à texture sablo-limoneuse. Le *Lygeum spartum* tolère des conditions extrêmes de sécheresse ; de ce fait, il constitue un élément important dans l'équilibre du milieu et dans la lutte contre la désertification (Le Houérou, 1986 ; Barbero & Quézel, 1995). Cette espèce est également une plante fourragère appréciée par le bétail. Elle pourrait aussi être, comme l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), une source de pâte à papier (Harche et al, 1991).

La dégradation croissante de la steppe induit un appauvrissement conséquent en espèces pérennes, provoquant ainsi un déséquilibre de l'écosystème steppique. Pour réhabiliter ce dernier, il serait donc nécessaire de développer et préserver les espèces qui ont un intérêt écologique et économique important dont le sparte.

En Algérie, peu de travaux ont été réalisés sur le sparte ; du point vu phytosociologique, les plus importants reviennent à Aidoud-Lounis (1984) ; Djebaili (1984); Kaabeche (1991) ; sur la biologie du sparte citons les travaux de Harche et al. (2001).

Cette étude, qui aborde un volet nouveau de la biologie de l'espèce, porte sur l'exploration d'une éventuelle différenciation géographique pour les caractères morphologiques et adaptatifs chez le sparte. Elle repose sur le fait que la valence écologique du sparte est assez élevée et que les résultats de cette expérimentation constitueraient une aide certaine pour assurer avec efficacité les programmes de plantation de cette espèce.

2. Méthodologie

Le présent travail est essentiellement basé sur la pratique des tests germinatifs de provenances. Ces tests débutent par une récolte de graines à partir des populations naturelles, réparties dans la mesure du possible, sur toute l'aire naturelle du sparte. Les plants issus de la germination de ces graines au niveau de la pépinière et laboratoire ? sont observés sur le plan quantitatif et qualitatif, puis transplantés et suivis.

2.1. Echantillonnage

2.1.1. La récolte des caryopses

La récolte réalisée en juin 2011 a concerné six stations à l'ouest du pays (Mécheria, Sebdou, Aricha, El Biodh, Ain Skhouna, Ain Sefra) et une autre station au centre du pays (Djelfa) (Figure1). Les caractères géographiques des stations récoltées sont présentés dans le tableau 1. Au niveau de chaque station (provenance), le prélèvement des panicules a été effectué aléatoirement sur un territoire de 1 ha. La récolte a été répartie sur 30 touffes (individu), espacées d'au moins 30 m afin de minimiser les risques de récoltes sur les individus apparentés.

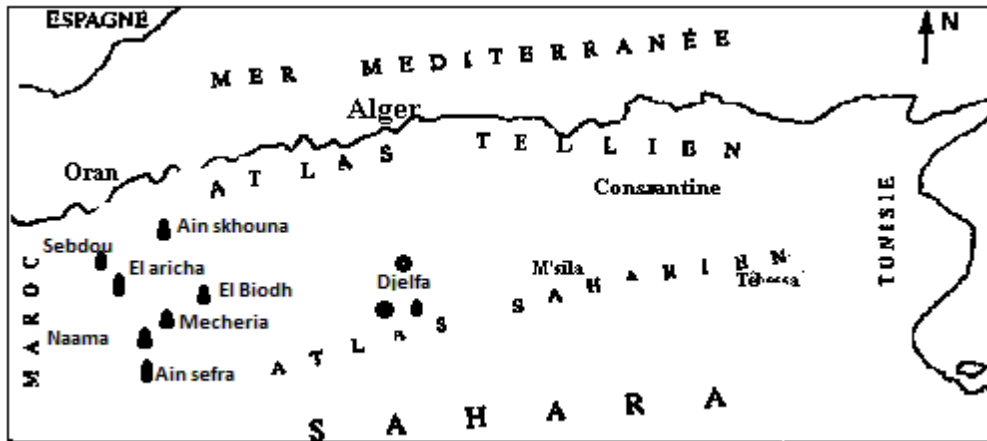


Figure 1: Localisation des provenances et les sites de test.

Tableau 1: Données géographiques des provenances du sparte.

| Provenances | Altitude | Latitude | Longitude | Bioclimat | Année |
|-------------|----------|--------------|------------|------------------|-------|
| Ain Skhouna | 1060 | 34°33.962' N | 0°44.379'W | Semi-aride froid | 2011 |
| Naama | 1170 | 33°48.011' N | 0°12.925'W | Arde froid | 2011 |
| Mécheria | 1149 | 33°25.632' N | 0°17.746'W | Arde frais | 2011 |
| Ain Sefra | 1081 | 32°58.053' N | 0°33.279'W | Arde froid | 2011 |
| El Aricha | 1280 | 34°15.762' N | 1°11.416'W | Semi-aride froid | 2011 |
| Sebdu | 900 | 34°31.844' N | 1°17.664'W | Semi-aride froid | 2011 |
| El Biodh | 1036 | 33°48.011' N | 0°12.925'W | Arde froid | 2011 |
| Djelfa | 1139 | 34°40' N | 3°17' E | Semi-aride froid | 2011 |
| (O.Sdar) | | | | | |

2.2. Expérimentation en laboratoire

2.2.1. Biométrie des graines

La biométrie des graines concerne la longueur et le diamètre des caryopses du sparte. Les mesures ont été réalisées sur 30 graines pour chaque provenance.

2.2.2. Pourcentage de graines défectueuses

Il s'agit de calculer le nombre de graines défectueuses sur 100 caryopses pour chaque provenance.

2.2.3. Germination

Chaque essai de provenance de germination a été effectué sur deux boîtes de pétri à raison de 25 graines par boîte sur une couche de papier filtre mouillé avec de l'eau distillée. Les

caryopses ont été lavés à l'acide chlorhydrique puis rincés. Ils sont mis à germer à une température de 20 à 25°C à l'obscurité (Djabeur et al, 2010).

2.3. Expérimentation en pépinière

Les semis ont été effectués au niveau de la pépinière INRF de Baraki située à 18 m d'altitude et soumise à un bioclimat subhumide à variante fraîche. Les semis ont été effectués dans des caisses de 42 sachets à raison de 1 à 3 graines par sachet selon la disponibilité des graines (El biodh (300 graines), Ain Sefra (400 graines), Ain Skhouna (400 graines), Aricha (400 graines), Mécheria (400 graines), Sebdou (400 graines) et Djelfa (270 graines). Les semis ont été réalisés entre septembre et octobre 2011 sur substrat constitué par 1/3 de terre végétal, 1/3 de terreau et 1/3 de sable. Les provenances ont été disposées aléatoirement dans la pépinière.

2.3.1. Observations et mesures en pépinière

Les observations ont été effectuées sur 30 plants pour chaque provenance. Les paramètres observés sont :

- Pourcentage de germination
- Longueur du plus grand limbe (Lgl)
- Largeur du plus grand limbe (Lagl)
- Elancement de la feuille, qui s'exprime par le rapport de la largeur du grand limbe sur la longueur du grand limbe ($Elan=Lagl/Lgl$)
- Diamètre à la base du plant (Diam)
- Nombre de racines du plant (Nr)
- Longueur de la plus grande racine (Lgr)
- Nombre de nervures du limbe (Nn)
- Nombre de limbes du plant (Cnl)
- Rapport de la longueur de la plus grande racine sur la longueur du plus grand limbe (Lgr/Lgl).

Notons que pour ce dernier rapport, il exprime l'adaptation des populations à l'aridité (Harfouch A, 2003). On peut supposer, en effet, que les provenances présentant les plus grands rapports, seraient les plus aptes à résister à des épisodes prolongés de sécheresse.

2.4. Expérimentation en champ

Après une année d'élevage en pépinière, les plants ont été transférés et transplantés dans deux sites de la région de Djelfa, situés à oued Sdar (20 km au sud de Djelfa) et El Mesrane (30 km au nord de la wilaya de Djelfa).

2.4.1. Caractéristiques géographiques des sites de test

Les caractéristiques géographiques des sites où les plants de sparte ont été transplantés sont données dans le tableau 2.

Tableau 2: Caractéristiques géographiques des deux sites tests.

| | Oued Sdar (Djelfa) | El Mesrane (Djelfa) |
|----------------------|--------------------|-------------------------|
| Latitude (Nord) | 34°31' | 34°54.241' |
| Longitude (Est) | 3°25' | 3°09.940' |
| Altitude (m) | 1150 | 909 |
| Texture du sol | Limoneuse-sableuse | Sableuse |
| Végétation sur place | Glacis à alfa | Zone sablonneuse à drin |

2.4.2. Dispositif expérimental

Il est de type dispositif en blocs incomplets complètement aléatoires (Dagnelie, 1975); il est composé de 135 blocs. Chaque bloc est constitué de 2 parcelles unitaires (PU) qui correspondent à autant de provenances ; chaque PU comporte 3 plants de la même provenance.

2.4.3. Préparation du terrain

Ouverture de lignes de potées de dimensions approximatives de 30 cm x 30 cm x 30 cm, espacées de 2 m. Les potées sur la même ligne sont distantes de 1 m.

Ce type de préparation est bien approprié pour les plantations expérimentales en amélioration génétique (alignement des plants, constitution facile des blocs et repérage aisé des unités génétiques mises en place) (Harfouche, 2003).

2.4.4 Evaluation en champ

Les caractères observés en champ sont :

- La survie ;
- La hauteur du plus grand brin (HGbrin) ;
- Le diamètre à la base du plant (Diam) ;
- Le nombre de brins (NBrin).

2.5. Analyses statistiques

2.5.1. Analyse univariante

Les analyses univariantes utilisées sont :

- Analyse de variance (ANOVA) ;
- Comparaison multiple de moyenne ;
- Liaisons entre caractères ;

Ces analyses ont porté sur les mesures des différentes variables observées

3. RESULTATS

3.1. Essais au laboratoire et en pépinière

3.1.1. Essai de germination au laboratoire et en pépinière

Les taux de germinations des caryopes du sparte en laboratoire sont illustrés par la figure 2.

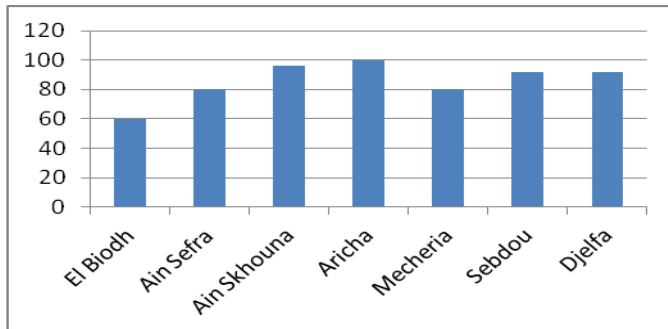


Figure 2: Taux de germination des caryopes du sparte entre les provenances au laboratoire

Les taux de germinations des caryopes du sparte en pépinière sont illustrés par la figure 3.

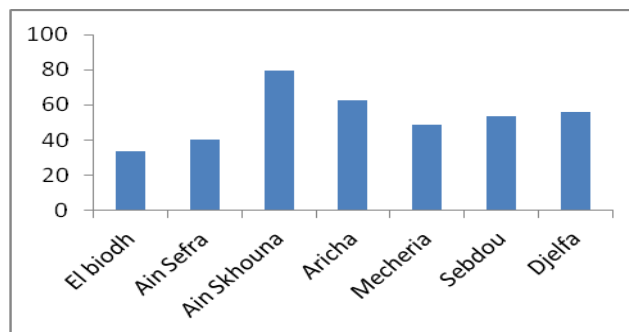


Figure 3: Pourcentage de germination des caryopes entre les provenances du sparte en pépinière.

Les taux de germination du sparte au laboratoire et provenant de graines mures, fraîchement récoltées avec un lavage à l'acide chlorhydrique, rinçage à l'eau distillé, à une température de 20 à 25°C, à l'obscurité sont légèrement plus importants que ceux observés en pépinière.

Selon les Figures 2 et 3, les provenances El Aricha et Ain Skhouna présentent un meilleur taux de germination (Aricha, 100% ; Ain Skhouna, 96% au laboratoire et respectivement 63% et 80% en pépinière). Les provenances Sebdou et Djelfa donnent des taux de germination de 83% au laboratoire et de 50 et 55% en pépinière. Les autres provenances Mécheria, Ain Sefra et El Biodh révèlent des taux de germination de 80%, 80% et 60% au laboratoire et de 50%, 40% et 30% en pépinière

De manière générale les graines mures, récoltées fraîchement chez *Lygeum spartum* ne présentent pas de difficulté de germination. Selon Ghrab (1981), les taux de germination des graines de Graminées les plus élevés sont obtenus en milieu contrôlé, laboratoire et pépinière. Cependant, en milieu naturel, les germinations irrégulières permettent à l'espèce de s'adapter à l'irrégularité des conditions climatiques. Cette situation confère à l'espèce un avantage sélectif appréciable. Cette sélection se trouve surtout chez des populations d'espèces soumises à des conditions écologiques les plus difficiles. Ceci est confirmé par des taux de germination les plus faibles pour les provenances des zones arides à savoir El Biodh, Mécheria et Ain Sefra. Les provenances des régions semi-arides Djelfa, Ain Shouna, Aricha et Sebdou ont montré des meilleurs taux de germination.

3.1.2. Corrélation entre les graines germées et défectueuses

Les liaisons entre les variables graines germées et défectueuses sont illustrées par les valeurs du coefficient de corrélation simple et le diagramme de régression linéaire reportées dans le tableau 3 et la figure 4. L'examen de ces derniers montre une liaison négative et hautement significative au seuil de 5 % entre les graines germées et défectueuses. Cette liaison exprime l'antagonisme entre ces deux variables, ce qui donne une information de sélection déjà au niveau des graines. Les caryopses défectueux ne germent pas d'où la nécessité de sélectionner les graines du sparte avant de les semer pour éviter les pertes.

Tableau 3: Relation entre les graines germées et défectueuses.

| | Graines défectueuses | Graines germées |
|----------------------|----------------------|-----------------|
| Graines défectueuses | 1 | -0.73011* |
| Graines germées | -0.73011* | 1 |

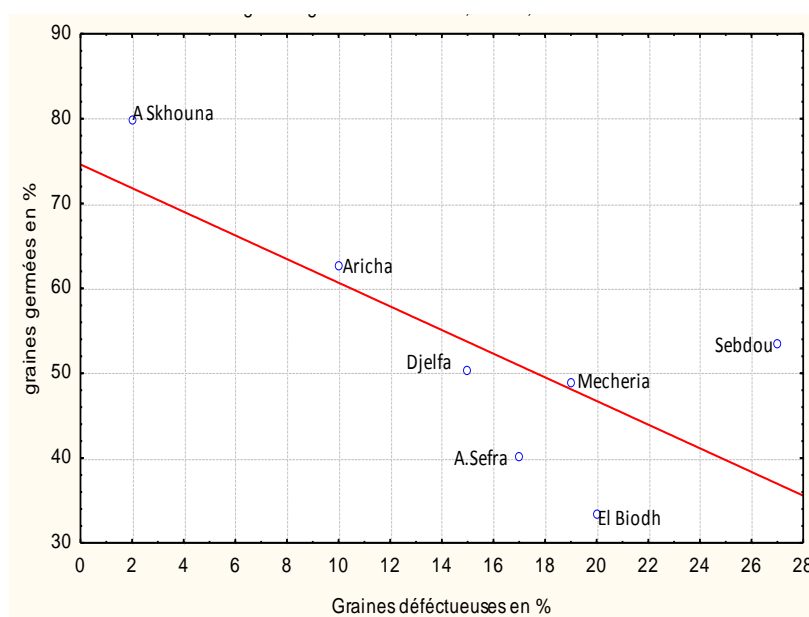


Figure 4 : Diagramme de régression des graines germées par rapport aux graines défectueuses.

3.1.3. Variation des paramètres biométriques au laboratoire

L'analyse univariée des paramètres biométriques « Longueur » et « Diamètre » est présentée dans le tableau 4.

Tableau 4: Analyse univariée des paramètres biométriques.

| Caractères | Moyenne | Minimum | Maximum | F | P |
|---------------|---------|---------|---------|-------|----------|
| Longueur (cm) | 1.213 | 0.4 | 2.5 | 2.844 | 0.0111 |
| Diamètre (mm) | 3.6 | 1.15 | 6 | 6.282 | 0.000004 |

L'analyse du tableau 4 montre une différence significative entre les provenances pour les deux caractères biométriques quantitatifs au seuil de 5%. Selon l'analyse de l'ANOVA, le diamètre semble présenter une dispersion plus significative (F=6.282 avec p=0.000004).

3.1.3.1. Comparaison des moyennes pour les observations faites au laboratoire

Le test de la variance est prolongé par une comparaison multiple de moyennes dans le cas où l'effet provenance est significatif. Le test que nous avons choisi est celui de la plus petite amplitude significative (PPAS) (test de Newman & Keuls) qui présente l'avantage de conserver le risque d'erreur global au seuil choisi (Dagnelie, 1975). Les moyennes des provenances sont classées par ordre décroissant (Tableau 5). Cette analyse permet d'identifier la meilleure provenance pour chaque caractère observé et présentant une différence significative entre les provenances au seuil de 5%.

Tableau 5: Résultats de la comparaison multiple des moyennes des caractères biométriques entre les provenances chez *Lygeum spartum*.

| Longueur des caryopses (cm) | | | Diamètre des caryopses (mm) | | |
|-----------------------------|-------|----|-----------------------------|-------|----|
| Djelfa | 1.314 | a | Djelfa | 4.216 | a |
| Ain Skhoua | 1.281 | ab | Ain Skhoua | 3.953 | ab |
| Sebdou | 1.223 | ab | Ain Sefra | 3.763 | ab |
| Ain Sefra | 1.195 | ab | Sebdou | 3.602 | b |
| Mécheria | 1.176 | ab | El Aricha | 3.553 | b |
| El Biodh | 1.166 | ab | Mécheria | 3.403 | b |
| El Aricha | 1.135 | b | El Biodh | 3.121 | c |

(a, b, c, représentent les groupes).

Pour la longueur des caryopses, le test de Newman & Keuls, montre trois groupes qui se chevauchent entre eux. Concernant le diamètre, le test de comparaison multiple des moyennes fait ressortir quatre groupes dont trois qui se chevauchent entre eux.

La provenance El Biodh, qui présente les dimensions les plus faibles du caryopse, se distingue des autres provenances. *A contrario*, pour la provenance Djelfa l'épaisseur des graines est la plus élevée.

Selon les résultats de la germination, nous observons que la taille de la graine n'est pas vraiment liée à sa fertilité. Effectivement la provenance Aricha qui a donné un taux de germination de 100% au laboratoire, est classée 5^{ème} pour le caractère diamètre et 7^{ème} pour la longueur des graines. Ceci reste à confirmer ou infirmer avec d'autres tests.

3.1.4. Variation univariée des caractères observés en pépinière

En pépinière, les mesures ont concerné la longueur du plus grand limbe (Lgl), la largeur de même limbe (Lagl), élancement du limbe (Elimb = Lagl/Lgl), le diamètre à la base du plant (Diam), le nombre de racine (Nra), la longueur de la plus grande racine (Lgr), le nombre de nervure (Nbn), le nombre de limbe (Nbl) et le rapport entre la longueur de la plus grande racine et la longueur du plus grand limbe (Lgr/Lgl). Les mesures ont été effectuées sur 30 plants pour chaque provenance et les résultats de l'analyse de variance sont présentés dans le tableau 6.

Tableau 6: Les résultats de l'analyse de variance à un facteur de variation (provenances).

| Caractère | Moyenne | Minimum | Maximum | F calculé | Probabilité |
|-----------|---------|---------|---------|-----------|-------------|
| Lgl | 26.78 | 9.8 | 55.5 | 4.018 | 0.000796* |
| Lagl | 0.85 | 0.05 | 2.47 | 1.375 | 0.226 |
| Elimb | 0.033 | 0.002 | 0.15 | 27.333 | 0.000000** |
| Diam | 9.96 | 0.39 | 21.57 | 5.902 | 0.000011** |
| Nr | 5.99 | 1 | 14 | 5.746 | 0.000015** |
| Lgr | 25.542 | 2 | 50.50 | 7.444 | 0.000000** |
| Nbn | 2.91 | 1 | 6 | 11.446 | 0.000000** |
| Nbl | 10.33 | 2 | 23 | 3.441 | 0.02941* |
| Lgr/Lgl | 1.0441 | 0.0695 | 1.37 | 9.664050 | 0.000000** |

L'examen du tableau 6 montre un effet provenance significatif pour tous les caractères étudiés à l'exception de la largeur du limbe. Selon l'analyse de variance, le rapport de la grande racine sur le grand limbe, l'élancement du limbe, le nombre de nervure, la longueur de la racine, le diamètre du plant, le nombre de racine et la longueur du grand limbe sont ceux pour lesquels les dispersions observées sont les plus significatives avec $F=9.664$, $F=27.333$, $F=11.446$, $F=7.444$, $F=5.902$, $F=5.746$ et $F=4.018$ pour des probabilités $< 0,00001$.

3.1.4.1. Comparaison multiple de moyennes

Les variables observées en pépinière, significatives au seuil de 5 %, sont classées selon leur moyenne par le test de Newman & Keuls (Tableau 7).

Tableau 7 : Résultats de la comparaison multiple des moyennes de provenances chez *Lygeum spartum*.

| Lgl (cm) | | | Diam (mm) | | |
|-----------------|--------|----|------------------|--------|---|
| El Biodh | 31.143 | a | El Biodh | 13.748 | a |
| Mécheria | 28.287 | ab | Djelfa | 10.159 | b |
| Djelfa | 27.417 | ab | Mécheria | 10.127 | b |
| Sebdou | 26.030 | b | Aricha | 9.670 | b |
| Ain Sefra | 25.412 | b | Ain Sefra | 9.259 | b |
| Ain Skhouna | 24.802 | b | Ain Skhouna | 8.775 | b |
| Aricha | 24.365 | b | Sebdou | 7.971 | b |
| Nra | | | ELimb | | |
| El Biodh | 7.900 | a | Sebdou | 0.0066 | a |
| Mécheria | 6.433 | b | Ain Sefra | 0.0042 | b |
| Aricha | 6.000 | b | Ain Skhouna | 0.0032 | c |
| Djelfa | 5.833 | b | Djelfa | 0.0028 | c |
| Ain Sefra | 5.333 | b | Mécheria | 0.0026 | c |
| Ain Skhouna | 5.233 | b | El Biodh | 0.0025 | c |
| Sebdou | 5.200 | b | Aricha | 0.0014 | d |
| Lgr (cm) | | | NbL | | |
| Aricha | 32.335 | a | El Biodh | 13.433 | a |
| Sebdou | 26.232 | b | Aricha | 10.733 | b |
| Ain Sefra | 25.492 | b | Sebdou | 10.100 | b |
| Mécheria | 25.403 | b | Ain Sefra | 10.067 | b |
| Ain Skhouna | 25.202 | b | Mécheria | 9.866 | b |
| Djelfa | 23.577 | bc | Djelfa | 9.300 | b |
| El Biodh | 20.553 | bc | Ain Skhouna | 8.900 | b |
| NbN | | | Lgr/Lgl | | |
| Sebdou | 3.800 | a | Aricha | 1.37 | a |
| Ain Sefra | 3.200 | b | Ain Sefra | 1.068 | b |
| Ain Skhouna | 2.933 | b | Ain Skhou,a | 1.053 | b |
| Djelfa | 2.866 | b | Sebdou | 1.042 | b |
| Mécheria | 2.766 | bc | Mécheria | 0.920 | b |
| Aricha | 2.500 | bc | Djelfa | 0.890 | b |
| El Biodh | 2.366 | bc | El Biodh | 0.695 | c |

(a, b, c, d, représentent les groupes)

3.1.4.1.1. Variation de la vigueur et de la morphologie des parties aériennes du *Lygeum spartum*

L'amplitude de variation de la longueur du limbe (Lgl) va de 24.365 cm pour la provenance Aricha à 31.143 cm pour la provenance d'El Biodh avec une moyenne de 26.779 cm toute provenance confondue.

Le tableau 7, qui classe les provenances selon un ordre décroissant de performances, montre l'existence de trois groupes qui se chevauchent largement.

Lorsque la séparation entre les provenances n'est pas nette en fonction de leur origine géographique ; la variation est considérée de type aléatoire.

Le diamètre à la base du plant discrimine significativement les provenances. Les moyennes varient d'un minimum de 7.971 mm (Sebdou) à un maximum de 13.48 mm (El Biodh). Les provenances se classent nettement en deux groupes dont l'un est constitué uniquement de la provenance d'El Biodh, la plus vigoureuse.

Le nombre de nervure du limbe (NbN) est un caractère qui différencie les provenances en trois groupes dont deux groupes qui se chevauchent et le premier est distinct et correspond à la provenance Sebdou. En effet cette provenance est caractérisée par un bioclimat semi-aride et se trouve géographiquement plus au Nord par rapport aux autres provenances de la steppe occidentale.

L'amplitude de variation des moyennes pour ce caractère va de 2.36 (El Biodh) à 3.8 (Sebdou) de nervures par limbe avec une moyenne générale autour de 2.92.

Le nombre de limbe différencie les provenances en deux groupes ; le premier groupe comporte la provenance El Biodh et le deuxième groupe les 6 autres provenances.

L'amplitude de variation des moyennes pour ce caractère va de 8.9 (Ain Skhouna) à 13.433 (El Biodh) du nombre de limbe, avec une moyenne générale de 10.34.

A l'examen des résultats obtenus, il ressort que la provenance El Biodh, bien que localisée dans l'étage bioclimatique aride à variante froide, présente la meilleure croissance aérienne. Les raisons d'un tel résultat sont probablement d'ordre anthropique car le site de récolte ne présente aucun signe apparent d'anthropisations et/ou écogénétique.

3.1.4.1.2. Variation de la biomasse racinaire chez *Lygeum spartum*

La biomasse racinaire développée peut donner un aperçu sur l'allocation des ressources nutritives au profit de l'un ou l'autre des compartiments aérien et racinaire. En effet, certaines provenances investissent préférentiellement dans un compartiment plutôt que dans l'autre. Le nombre de racines, la longueur de la plus grande racine et le rapport de la longueur de la racine à la longueur du limbe (Lgr/Lgl) sont très intéressants en ce sens qu'ils peuvent être interprétés en termes d'adaptation des populations à l'aridité.

Des résultats qui vont dans ce sens ont déjà été obtenus sur d'autres Graminées (Sharp et Davies, 1979 ; Westgate et Boyor, 1985 et Boudjada, 2003).

Le nombre moyen de racines (Nra) émises varie de 5.2 pour la provenance Sebdou, à 7.9 pour la provenance El Biodh et avec une moyenne générale de 5.99. La dispersion observée est

statistiquement hautement significative. Les résultats du test de Newman et Keuls présentés dans le tableau 7 mettent en évidence l'existence de deux groupes distincts. Le premier groupe caractérise une seule provenance, El Biodh, qui se distingue par le nombre élevé de racines, des autres provenances qui forment le deuxième groupe.

La longueur de la plus grande racine (Lgr) varie de 20.53 cm (El Biodh) à 32.33 cm (El Aricha), la moyenne générale est de 25.54 cm. Le test de l'analyse de variance (tableau 6 ou 7 ?) montre un effet provenance significatif. La comparaison multiple des moyennes (test de Newman et Keuls) classe les provenances en 3 groupes dont deux se chevauchent mais la provenance Aricha (appartenant au premier groupe) se différencie bien des autres provenances. En effet cette provenance se trouve plus au nord que les autres, dans la partie occidentale de la région steppique étudiée.

La variation du rapport (Lgr/Lgl) va de 0.695, pour la provenance El Biodh, à 1.37, pour la provenance Aricha, la moyenne étant de 1.0441. Les différences entre les provenances sont hautement significatives (Tableau 6). Le test de Newman & Keuls (Tableau 7) classe les provenances en trois groupes bien distincts a, b et c. Le premier groupe renferme la provenance Aricha qui semble avoir une meilleure capacité d'adaptation au milieu xérique ; suivie d'un deuxième groupe constitué des provenances= Ain Sefra, Ain Skhouna, Sebdou, Mécheria et Djelfa. Le dernier groupe est caractérisé par la provenance El Biodh. Ce résultat est remarquable car cette dernière population qui est la plus vigoureuse du groupe en croissance aérienne présente un rapport (Lgr/Lgl) bien inférieur à la moyenne. Cette provenance investirait donc dans la biomasse aérienne plutôt que dans la biomasse racinaire, ce qui ne va pas dans le sens d'une adaptation à la xéricité. Il est important de préciser que ce comportement est celui des plants élevés en pépinières (milieu non limité en eau). Cependant, on ne peut extrapoler ce comportement à des situations de terrain que dans le cas où les effets interaction géotypes x environnement ne sont pas importants chez le sparte pour ce caractère (Boudjada, 2003).

3.1.5. Corrélations entre les caractères observés et les variables géographiques

Ces liaisons sont explorées par l'usage du coefficient de corrélation linéaire simple dit de Bravais-Pearson. Dans le cadre de ce travail, seul un type de liaisons est examiné. Celles pouvant être observées entre les caractères mesurés sur les individus et des variables géographiques comme la latitude, la longitude ou encore l'altitude (Tableau 8).

Tableau 8: Liaisons entre caractères et variables géographiques des provenances évaluées en pépinière à Baraki. Les coefficients de corrélation statistiquement significatifs sont marqués en gras.

| Caractère | Altitude | Latitude | Longitude |
|-----------|---------------|----------|-----------|
| Lgl | -0.22 | 0.46 | 0,50 |
| Lal | -0.08 | 0.47 | 0.41 |
| Diam | 0.14 | 0.42 | 0.44 |
| Nr | 0.14 | 0.37 | 0.37 |
| Lgr | 0.54 | -0.30 | -0.39 |
| Nbn | -0.69 | -0.07 | -0.05 |
| Nbl | -0.08 | 0.44 | 0.41 |
| El | -0.87* | 0.05 | 0.07 |
| Lgr/Lgl | 0.47 | -0.32 | -0.40 |

L'examen des liaisons entre les caractères mesurés ou observés sur les plants et les variables géographiques des sites de récolte apporte une information sur la structure géographique de la variation observée. Cette variation peut être de type aléatoire lorsque les populations ne se regroupent pas selon un ordre défini par les variables géographiques considérées et ou clinale lorsque, au contraire, elles se répartissent selon des gradients déterminés. La structure géographique observée est fonction des facteurs d'évolution (mutation, sélection naturelle, flux de gènes par migration, dérive aléatoire) mais aussi du régime de reproduction de l'espèce (Wright, 1976 ; Falconer, 1989).

L'examen du tableau 8 ne révèle qu'une seule liaison négative et significative au seuil de 5% entre l'élancement du limbe et l'altitude ($r = -0.87^*$). Ces résultats, obtenus pour un échantillon de 7 provenances localisées surtout à l'ouest du pays, montrent l'existence éventuelle d'un gradient altitudinal inversement proportionnel pour l'élancement du limbe. Chez le sparte, pour ce caractère, cette analyse montre que l'optimum de développement des limbes se réalise à de basses altitudes c'est-à-dire sur des glacis des hauts plateaux comme indiqués dans les travaux de Djebaili (1978) et Celles (1975).

3.2. Expérimentation en champ

Après une année d'élevage en pépinière, les plants ont été transférés à Djelfa dans le but d'une plantation. Deux stations ont été choisies Oued Sdar et El Mesrane. Les mêmes protocoles et dispositifs ont été mis en œuvre dans les deux sites. Ils sont de type : dispositif en blocs incomplets complètement aléatoires.

3.2.1. Station d'Oued Sdar

3.2.1.1 Survie des plants

La survie des plants du sparte transplantés dans la station d'Oued Sdar révèle une moyenne de 98.81% de réussite.

3.2.1.2. L'analyse univariée des paramètres observés

Pour les trois caractères (longueur du plant, diamètre à la base de la touffe et le nombre de brins), l'analyse de variance ne montre pas une différence significative au seuil de 5% avec respectivement $F_1=0.407653$; $F_d=0.416477$; $F_{nb}=1.00298$ après 6 mois de croissance du sparte en champ.

3.2.2. Station d'El Mesrane

3.2.2.1. Survie des plants

Le pourcentage de survie des plants de sparte plantés dans la station d'El Mesrane est égal à 91.70%.

3.2.2.2. L'analyse univariée des paramètres observés

L'analyse de variance univariée (ANOVA) des mesures observées (longueur du plant, diamètre et le nombre de brins) sur des plants de sparte après un semestre de croissance, montre une différence non significative au seuil de 5% entre les provenances ($F_1=0.620794$; $F_d=0.687402$; $F_{nb}=1.225759$).

4. Discussion et conclusion

Les résultats des analyses univariées obtenus en champ ne semblent pas confirmer ceux observés en pépinière. Les résultats obtenus en pépinière ont permis de détecter une différenciation des populations au sein de la région étudiée. Les causes d'une telle discordance, entre la pépinière et le champ, peuvent être d'ordre écogénétique, statistique et/ou la juvénilité des plants.

D'un point de vue écogénétique, les conditions de végétation, plus favorables en pépinière, privilégieraient l'expression des effets génétiques (Arbez et al, 1978). En champ, l'absence de différenciation entre les provenances est due soit aux effets d'environnement qui masquent l'expression génétique notamment dans le cas des caractères de vigueur (Harfouche & Kremer, 2000). Sur le plan statistique, il faut noter que le dispositif en pépinière est plus équilibré que celui mis en place en champ et que les tests de statistique effectués manquent probablement de puissance. Ceci peut être aussi expliqué par le fait que les plants sont encore à l'état juvénile (observations effectuées 6 mois après la transplantation)

Ces considérations d'ordre écogénétique et statistique ainsi que le mode de reproduction autogame du sparte nous incitent à accorder du crédit aux résultats obtenus en pépinière et accepter l'hypothèse d'une différenciation géographique des populations du sparte sur cette portion de son aire de distribution. Sur un plan expérimental, il faudra privilégier la pratique d'essais en champ de plus grande dimension (effectifs de provenances plus importants et plus grand nombre de répétitions) et un suivi à moyen et long terme.

A l'échelle de l'aire du sparte, les caractères de vigueur utilisés n'ont pas permis de mettre en évidence une différenciation géographique nette. Les conditions expérimentales en champ ainsi que le nombre et la nature même des marqueurs utilisés ont, probablement, concouru à l'obtention d'un tel résultat. En champ, les plants sont soumis à des conditions de croissance difficiles, ce qui ne permet pas une expression optimale des génotypes. Les éventuelles différences génétiques peuvent alors être masquées par les effets environnementaux. Les résultats obtenus en pépinière, où les conditions de croissance sont optimales, confortent ainsi une telle interprétation.

Peu d'études ont été effectuées sur la variation géographique des caractères morphologique et d'adaptation en Algérie (Nedjraoui, 1990 sur l'alfa ??). Une seule étude a été faite sur les Graminées notamment l'alfa (Boudjada, 2003) et pour laquelle les mêmes résultats ont été obtenus. Les autres ont, généralement, été conduites *in situ* (sur les populations en place) ; or, il est impossible dans ce cas de séparer l'effet du génotype de l'effet de la station d'origine, surtout pour des caractères fortement soumis à l'influence du milieu. Des études caryosystématiques réalisées par Harche et al. (2001) dans la steppe occidentale, ont confirmé l'existence de deux types de polyploïdie en Algérie $2n=40$ et $2n= 16$ et ont rattaché ces polyploïdies à la longueur des lemmes des graines du sparte. Ces études, menées sur des marqueurs caryologiques, probablement stables, laissent envisager l'occurrence d'une variabilité géographique des populations du sparte en Algérie. Nos résultats, sur des caractères morphologiques et adaptatifs observés en pépinière, abondent dans le même sens tout en mettant l'accent sur la nécessité d'une planification expérimentale rigoureuse (milieu de test homogène et optimal).

Dans les milieux contrôlés (laboratoire et pépinière), les taux de germination chez le sparte sont élevés (>95%). Les provenances les plus fertiles sont Aricha et Ain Skhouna au niveau de laboratoire et en pépinière. Cependant, le sparte ne présente pas vraiment de problème pour

la germination comparé à l'alfa (Boudjada et al, 2009) dans les milieux contrôlés et après sélection des caryopses. Cette dernière information est nécessaire pour un éventuel programme de restauration des parcours à sparte.

En conclusion, une meilleure connaissance sur la génétique, l'auto-écologie, la reproduction et l'évolution du sparte est impérative. De plus, l'utilisation d'autres marqueurs (anatomiques, biochimiques, moléculaires et morphologiques), couplés à un nombre conséquent de provenances sont nécessaires pour une meilleure connaissance sur la variabilité géographique du sparte.

Il serait intéressant en cette période où l'alfa est vulnérable, d'exploiter de manière rationnelle le sparte à des fins socioéconomiques c'est très difficile à exploiter, parce qu'il ne se présente pas sous forme de steppes homogènes

BIBLIOGRAPHIE

- AÏDOUD F., 1984** – Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*Lygeum spartum*) des hauts plateaux Sud Oranais : Etude phytoécologique et syntaxonomique. Thèse Doct. 3^{ème} cycle. Univ. H. Boumediene, Alger, 256p + ann.
- ARBEZ M., FERRANDES P., UYAR N., 1978** – Contribution à l'étude de la variabilité géographique des cèdres. Ann. Sci. For. 35p : 265 -284.
- BARBERO M. & QUEZEL P., 1995**- Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Afrique. *Option méditerranéenne*, série B, 10, CIHEAM, Montpellier. 396 p.
- BOUDJADA S, HARFOUCHE A, CHETAH W., 2009**– Contribution à l'étude la variabilité géographique chez l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Revue de l'institut national de la recherche agronomique. N°23-2009 : 7-23.
- BOUDJADA S., 2003** - Contribution à l'étude de la variabilité géographique de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) en Algérie. Thèse de Magister, univ. Sci. Technol. H. Boumédienne, Alger. 85 p.
- CELLES J.C., 1975** – Contribution à l'étude des confins Saharo- Constantinois (Algérie). Thèse Doct. Univ, Nice : 364p.
- DAGNELIE P., 1975** – Théorie et méthode statistiques. Vol2. Ed. Les presses agronomiques de Gembloux, 463 p.
- DJABEUR A, HARCHE-KAID M & CORBINEAU F., 2010**– Environmental control of germination and dormancy of seeds of two cytotypes of *Lygeumspartum l.*, a perennial grass of semi-arid and arid areas in Algeria *Ecologia-Mediterranea*. Vol.36(1). 89-98 p.
- DJEBAILI S., 1978** – Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien. Thèse Doct. Univ. Sci. Tech. Languedoc, Montpellier, 229p +ann.

- DJEBAILI S., 1984** – Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l’atlas Saharien. OPU.Alger, 177p + ann.
- FALCONER D. S., 1989** - Introduction to Quantitative Genetics. Longman Scientific & Technical, UK, third edition, 438 p.
- GHRAB S., 1981** – Etude de la variabilité écophénologique de l’alfa en Tunisie centrale. Thèse Doct. Ing, Univ. Aix Marseille, 134p.
- HARCHE M, TOLLIER M, MONTIES B, CATESSON A.M., 1991** - Caractérisation comparée des constituants (polyosides, lignines et acides phénoliques) des parois cellulaires de trois Graminées sub-désertiques pérennes: *Stipa tenacissima* L., *Lygeum spartum* L. et *Aristida pungens* L. *Cell. Chem. Technol.* 25: 11-
- HARCHE-KAID M & BENMANSOUR N., 2001** - Etude caryologique de deux populations de *Lygeum spartum* L. (Gramineae) de l’Ouest algérien. *Bocconea* 13 – 373-376
- HARFOUCHE A & KREMER A., 2000** - Provenance hybridization in a diallel mating scheme of maritime pine (*Pinus pinaster*). I. Means and variance components. *Can. J. For. Res.* 30: 1-9.
- HARFOUCHE A., 2003**- Retrospective early test for adult vigor of *Pinus pinaster* families grown under two water regimes. Implications for early selection. (in press *Annals of Forest Science*).
- KAABECHE M., 1991.** – Les groupements végétaux de la région de Boussaâda (Algérie). Essai de synthèse sur la végétation steppique du Maghreb. Thèse Doct. Es-Sci. Univ. Paris-Sud Centre Orsay, 104p. + ann.
- Le HOUEROU H.N., 1995** - Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l’Afrique. *Sécheresse* 6: 167-182.
- SHARP R. E. & DAVIES W. J., 1979**- Solute regulation and growth by roots and shoots of water-stressed maize plants. *Planta* 147: 43-49.
- WESTGATE M. E & BOYER J. S., 1985** - Osmotic adjustment and the inhibition of leaf, root, stem and silk growth at lower potentials in maize. *Planta* 164: 540-549.
- WRIGHT J.W., 1976** – Introduction to forest genetics. Ed. Academic Press, 463 p.