

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DE LA VARIABILITÉ GÉOGRAPHIQUE CHEZ L'ALFA (*Stipa tenacissima* L.)

S. BOUDJADA, A. HARFOUCHE, W. CHETTAH
Institut National de Recherche Forestière. BP. 37 Chéraga.
e.mail : samia_inrf@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Ce travail est basé sur la connaissance en matière de variabilité de caractères morphologiques et adaptatifs à une échelle restreinte à partir d'un groupe de six provenances chez l'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Cette étude est considérée comme une nouvelle approche dans la variabilité géographique de cette espèce. Les provenances étudiées ont été expérimentées en pépinière et en champ. L'ensemble des données soumis à l'analyse statistique (univariabiles et multivariabiles) a permis de dégager, à l'échelle de l'aire restreinte, une différenciation entre les provenances uniquement au niveau de la pépinière. Cette dernière ne se confirme pas en champ.

Mots Clés : alfa, provenance, variabilité morphologique, amélioration génétique.

SUMMARY

This work is based on the knowledge concerning variability of morphological and adaptive characters to a scale restricted from a group of six sources at the alfa (*Stipa tenacissima* L.). This survey is considered like a new approach in the geographical variability of this species. The studied sources, have been experimented in nursery and in field. The set of the data submitted to the statistical analysis (univariabiles and multivariabiles) permitted to clear, to the scale of the restricted area a differentiation between the sources solely to the level of the nursery. This last is not confirmed in field.

Key Words : alfa, sources, morphological variability, genetic improvement.

INTRODUCTION

Constituant de vastes formations steppiques en Afrique du Nord, l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée vivace constitue des paysages très familiers dans les hautes plaines, entre les deux Atlas Tellien et Saharien (GOUNOT, 1969 ; DJEBAILI, 1984).

Cette espèce occupe une place importante, aux plans social, économique, culturel et industriel, en Algérie. La pression exercée sur cette res-

source est, par conséquent, très importante. En outre, l'absence d'une politique d'aménagement rationnel des parcours steppiques compromet gravement la survie de l'alfa. C'est ainsi que la surface occupée par cette plante, en Algérie, est passée, en un siècle, de 4 millions d'hectares (TRABUT, 1889) à deux millions d'hectares (inventaire CNTS¹, 1989). Sa phytomasse totale, qui était évaluée à 6.500 kg de matière sèche/ha en 1968, n'était plus que de 30 kg/ha en 1990. Cette chute brutale et rapide de la productivité intrinsèque des peuplements alfaiers s'est accompagnée de leur appauvrissement

floristique ; la diversité floristique y a en effet régressé de 60% (MELZI, 1990).

Les problèmes de dégradation des nappes alfatières ont très vite soulevé le problème de leur régénération. Des essais de culture d'alfa ont pour cela été initiés (BOURAHLA et GUITONNEAU, 1978 ; MALOS et MEZIANI, 1978 ; BOUDJADA et BENDJAFER, 1994). Ces travaux, bien que très intéressants, restent insuffisants pour engager avec assurance des programmes de régénération (naturelle ou artificielle) efficaces ; on ne dispose pas de connaissances précises sur la variabilité géographique chez l'alfa. Le présent travail a pour objectif principal d'explorer l'existence d'une éventuelle différenciation géographique pour des caractères morphologiques et adaptatifs chez cette espèce à l'échelle d'une région de provenances restreinte. Il est établi à partir d'essais de provenances en pépinière et en champ.

MÉTHODOLOGIE

Echantillonnage de provenances

Les caryopses de six provenances ont été récoltées dans la région s'étendant de la wilaya de Djelfa à la wilaya de M'sila (tableau I, figure 1). Pour chaque provenance, le prélèvement des panicules a été effectué aléatoirement sur un

territoire de 3 à 4 ha. La récolte a été répartie sur 30 touffes, espacées d'au moins 30 m.

Semis et dispositifs en pépinière

Les semis ont été effectués en pépinière INRF de Baraki, dans la wilaya d'Alger (altitude 18 m, bioclimat subhumide à variante fraîche).

Le dispositif expérimental est constitué des six provenances citées ci-dessus. Ces dernières ont été réparties dans des caisses de 30 sachets de polyéthylènes à raison de 10 graines par sachet. Le nombre de graines semées varie d'une provenance à l'autre en raison de lots de graines d'importance inégale (4.200 graines pour les provenances Meguessem, Mergueb, Sidi Ameur et Medjedel, 3900 graines pour la provenance El Hamel et 3000 graines pour Oued Sdar). Les semis ont été effectués sur un substrat constitué de 1/3 de terre végétale, 1/3 de terreau et 1/3 de sable.

Expérimentation en champ

Les plants ainsi élevés ont été transférés en champ à Saf Saf, dans la wilaya de Tébessa (34° 55' Nord, 08°07' Est, 840 m d'altitude, bioclimat semi-aride frais). Le sol de la parcelle plantée est de type calcimagnésique à croûte calcaire (brun calcaire à croûte) selon la classification française.

Tableau I : Liste des provenances récoltées.

Provenance	Lieu-dit	Wilaya	Latitude Nord	Longitude	Altitude (m)	Bioclimat
Oued Sdar	Oued Sdar	Djelfa	34°40'	3°17'E	1139	Semi-aride
Sidi Ameur	Z'mira	M'Sila	35°15'	3°54'E	1100	Aride frais
Meguessem		M'Sila	35°22'	3°55'E	966	Aride frais
Medjedel	Rached	M'Sila	35°02'	3°48'E	827	Aride frais
El hamel	Z'bech	M'Sila	35°12'	4°06'E	1052	Aride tempéré
Mergueb			35°27'	3°57'E	697	Semi-aride frais

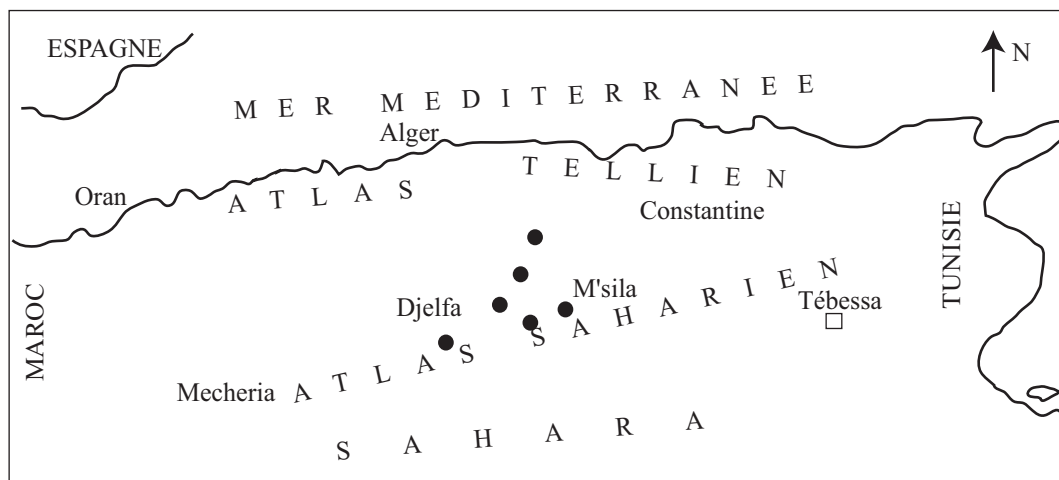


Figure 1 : Localisation de provenances et le site de test Provenance.

Le type de dispositif est en blocs incomplets à composition aléatoire. Le dispositif comprend 84 blocs ; chaque bloc est constitué de 4 parcelles unitaires (PU) qui correspondent chacune à une provenance. La PU renferme 3 plants.

Des mesures ont été réalisées en pépinière sur les caractères suivants :

- * Longueur du plus grand limbe (Lolimb) (en cm)
- * Largeur du plus grand limbe (Lalimb) (en cm)
- * Elancement de la feuille (rapport de la largeur du limbe sur la longueur du limbe : $Lalimb/lolimb$)
- * Diamètre à la base du plant (Diam) (en cm)
- * Hauteur de la ligule (Hlig) (en mm)
- * Le nombre des racines du plant (NRac)
- * Longueur de la plus grande racine (LGRac) (en cm)
- * Le nombre de nervures du limbe (NNLimb)
- * Le rapport de la longueur de la plus grande racine sur la longueur du plus grand limbe ($LGRac/LoLimb$).

Et en champ, le test a fait l'objet de deux campagnes de mesures successives, à un an (1) et deux ans (2) d'âge après la pépinière. Les observations et mesures suivantes ont été effectuées :

- * Hauteur du plus grand brin à 1 an (HGbrin 1) et 2 ans (HGbrin 2)
- * Diamètre à la base du plant (Diam 1 et Diam 2)
- * Nombre des brins (Nbrin 1 et Nbrin 2)
- * Survie 1 et Survie 2

RÉSULTATS

Analyses statistiques

Analyses statistiques des caractères mesurés en pépinière

L'analyse de variance à un facteur de variation (provenance) montre un effet provenance significatif pour tous les caractères étudiés à l'exception de l'élancement du limbe (Elimb). Le nombre de nervures du limbe (Nnlimb) est celui pour lequel la dispersion observée est la plus significative ($F = 20.38$; $p < 0.00001$) (tableau II).

Tableau II : Résultats de l'analyse de variance de l'effet provenance (essai en pépinière).

Caractère	Moyenne générale	Minimum	Maximum	<i>F</i> calculé	Probabilité
Lolimb	23.51	19.68	27.26	5.985	0.0004
Lalimb	1.3	0.5	1.5	3.707	0.0032
Elimb	0.03	0.02	0.04	1.994	0.0816
Diam	1.53	1.10	1.84	5.148	0.0002
Hlig	1.12	0.72	1.58	6.602	0.00001
Nnlimb	14.14	7.56	22.53	20.38	0.00000
Nrac	18.50	15.0	23.0	6.253	0.00002
LGRac	22.18	18.43	24.62	3.470	0.0051
LGRac/Lolimb	1.04	0.74	1.30	4.61	0.0005

Variation de la vigueur et de la morphologie des parties aériennes (tableau III)

Pour tous les caractères des parties aériennes des plants étudiés en pépinière, la comparaison multiple des moyennes (test de Newmans et Keuls) ne met pas en évidence une structuration géographique nette des provenances constituant l'échantillon restreint. La variation spatiale des populations semble de type aléatoire. Par ailleurs, pour le diamètre à la base des plants, les provenances se classent nettement en deux groupes, dont l'un est constitué uniquement de la provenance Mergueb, la moins vigoureuse.

Concernant la vigueur du plant, exprimée par la longueur, la largeur et le diamètre à la base du plant, la provenance Sidi Ameur semble supérieure aux autres provenances. Cette supériorité ne s'expliquerait pas par le seul effet de la pluviométrie ; en effet, cette station se trouve dans l'étage bioclimatique aride et ne serait pas particulièrement avantageée par rapport à des populations comme Mergueb ou Oued Sdar, lesquelles sont soumises à un bioclimat semi-aride dans leur station naturelle. On ne peut pas exclure des pressions de sélection localisées, de nature édaphique ou géomorphologique.

Variation de la biomasse racinaire (tableau III)

Pour ce groupe de caractères également, la comparaison multiple des moyennes ne met pas en évidence une structuration géographique des provenances ; la variation observée est de type aléatoire.

Néanmoins, le rapport de la longueur de la racine à la longueur du limbe (LGRac/Lolimb) est un caractère intéressant qui peut être perçu comme l'expression d'une adaptation différentielle des populations à l'aridité. En effet, les provenances présentant les plus grands rapports (partie racinaire/ partie aérienne) seraient les plus aptes à résister à des périodes de sécheresse prolongées. Cependant, la provenance Sidi Ameur, qui semble être la plus vigoureuse du groupe, présente un rapport LGRac/Lolimb bien inférieur à la moyenne. Cette provenance investirait dans la biomasse aérienne plutôt que dans la biomasse racinaire, ce qui ne va pas dans le sens d'une adaptation à l'aridité.

D'un point de vue plan pratique, la connaissance de ce rapport est très importante car il représente une possibilité de sélectionner, dès la pépinière, des provenances résistantes à la sécheresse.

Tableau III : Résultats de la comparaison multiple des moyennes de provenances (test de la PPAS de Newman & Keuls). a, b, c, représentent les groupes.

Lolimb (cm)			Lalimb (mm)			Diam (mm)		
Sidi Ameur	27.27	a	Sidi Ameur	1.53	a	Meguessem	1.84	a
Oued Sdar	26.23	a	Meguessem	1.46	a b	Medjedel	1.63	a
Meguessem	24.32	a b	Medjedel	1.28	b c	El Hamel	1.62	a
Medjedel	22.35	b c	Mergueb	1.23	b c	Sidi Ameur	1.58	a
El Hamel	21.22	b c	El Hamel	1.10	b c	Oued Sdar	1.43	a
Mergueb	19.68	c	Oued Sdar	0.95		Mergueb	1.10	b

Hlig (mm)			NNlimb			NRac		
Sidi Ameur	1.58	a	Sidi Ameur	22.5	a	Meguessem	23.0	a
Meguessem	1.41	a b	Medjedel	16.5	b	Medjedel	20.5	a b
Medjedel	1.37	b	Meguessem	16.0	b	El Hamel	18.5	b c
Oued Sdar	0.88	b	Mergueb	11.0	c	Oued Sdar	18.0	b c
El Hamel	0.74	b	El Hamel	11.0	c	Sidi Ameur	16.0	c
Mergueb	0.72	b	Oued Sdar	7.5	c	Mergueb	15.0	c

LGRac (cm)			LGRac/Lolimb		
Oued Sdar	24.62	a	El Hamel	1.30	a
Meguessem	23.50	a b	Mergueb	1.17	a
El Hamel	23.27	a b	Oued Sdar	1.06	a
Mergueb	21.83	b c	Medjedel	1.01	a b
Medjedel	21.45	b c	Meguessem	0.98	a b
Sidi Ameur	18.43	c	Sidi Ameur	0.74	b

Corrélations entre caractères et variables géographiques

Les liaisons entre les caractères mesurés sur les plants et les variables géographiques comme la latitude, la longitude et l'altitude des sites de récoltes, peut apporter une information sur la structure géographique de la variation observée.

Dans notre cas, une liaison significative, au seuil de 5%, est observée entre la largeur du limbe (Lalimb) et la latitude ($r = 0.84$). Ce résultat montre l'existence éventuelle d'un gradient sud-nord pour la largeur du limbe; les provenances du sud auraient tendance à développer un limbe moins large que les provenances du nord de l'aire prospectée. Il s'agirait d'un clone adaptatif qui demande une confirmation par un échantillonnage de populations plus conséquent.

Le recours à des analyses multivariées, telle que l'Analyse factorielle discriminante (AFD), a mis en évidence sur les plans 1-2 et 1-3 (figures 2 et 3) une certaine structuration géographique à l'échelle de l'aire étudiée ; sur le plan 1-2, les provenances Medjedel et Meguessem constituant un groupe distinct ; sur le plan 1-3, elles s'associent à Sidi

Ameur. Ces trois populations d'alfa proviennent d'une même région, la daïra de Medjedel ; la proximité géographique semble donc se traduire par une proximité phénotypique multicaractères.

Le dendrogramme (figure 4) issu de la CHA a permis de distinguer deux groupes, l'un comportant une provenance unique (Sidi Ameur), l'autre deux sous-groupes formés de Medjedel et Meguessem, d'une part, Mergeueb, El Hamel et Oued Sdar, d'autre part. Nous constatons que la provenance Sidi Ameur se distingue des autres provenances, confirmant ainsi les résultats déjà obtenus par l'analyse univariée.

Les provenances Meguessem et Medjedel sont relativement similaires, résultat déjà observé sur les plans 1-2 et 1-3 de l'AFD.

La structure géographique obtenue peut être le résultat de facteurs évolutifs comme la sélection naturelle ou autre, cependant le facteur humain doit être fortement impliqué. En effet, avec le régime de reproduction autogame de l'alfa, les échanges de gènes par flux de pollen semblent peu probables ; les similarités qui

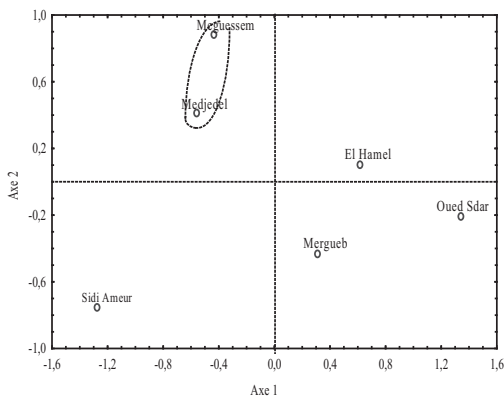


Figure 2 : Plan 1-2 de l'analyse factorielle discriminante.

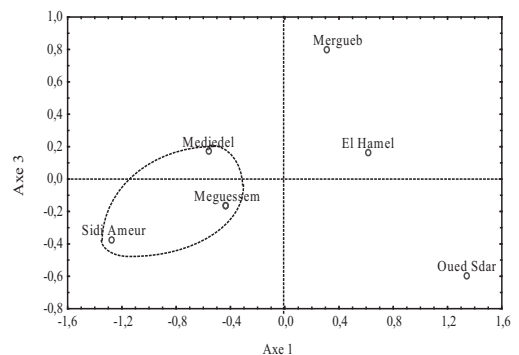


Figure 3 : Plan 1-3 de l'analyse factorielle discriminante. Remarquer l'individualisation des provenances de la région de Medjedel.

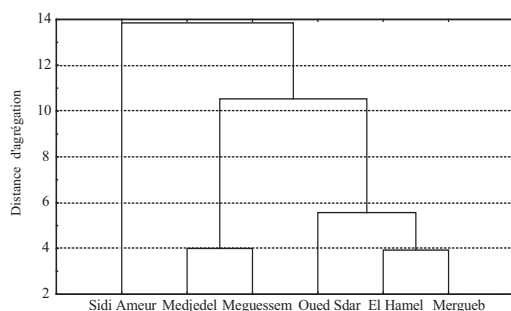


Figure 4 : Dendrogramme issu de la classification hiérarchique sur les 9 caractères.

Le mode d'agrégation est celui des moyennes pondérées des groupes associés (WPGMA).

existent entre les populations éloignées les unes des autres (El Hamel, Mergueb et Oued Sdar) ne pourraient s'expliquer que par une migration de gènes par graines transportées par les vents et les animaux (sauvages ou domestiques). Le transport des graines par les animaux domestiques a également été invoqué chez le riz, autre graminée autogame, pour expliquer l'existence d'un continuum de formes interspécifiques dans les rizières mal entretenues au Mali (CHARRIER et SECOND, 1992).

2. L'analyse statistique des caractères mesurés sur des plants en champ

L'analyse de variance (analyse univariable) montre que seule la survie observée pendant la

première année en champ (survie 1) présente une variation significative au seuil de 5% (tableau IV). Le taux de survie minimum est celui de la provenance Sidi Ameur (24.7%), le taux maximum (38.1%) celui observé pour la provenance Oued Sdar (Djelfa). Nous avons constaté que la provenance Sidi Ameur, la plus vigoureuse en pépinière, présentait le taux de survie le plus bas à l'issue de la première année de croissance en champ. De plus, cette provenance se distinguait de toutes les autres par un rapport longueur racine/longueur limbe inférieur à 1, ce qui peut être interprété comme un déficit d'adaptation à l'aridité.

Concernant l'analyse factorielle discriminantes (analyse multivariable) des caractères mesurés en champ, confirme les résultats de l'analyse univariée. Aucun des axes canoniques n'est statistiquement significatif (valeur de Lambda Wilks voisine de 1). La différenciation des provenances est faible pour l'ensemble des caractères étudiés.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats des analyses uni- et multivariées obtenus en champ ne semble pas confirmer ceux observés en pépinière qui avaient permis de détecter une différenciation géographique des populations à l'échelle d'une aire restreinte.

Tableau IV : Résultats de l'analyse de variance de l'effet de provenance ajusté à l'effet bloc.

Caractère	Moyenne générale	Minimum	Maximum	F calculé	Probabilité
Survie 1 (%)	32.1	24.7	38.1	3.64	0.03
Survie 2 (%)	20.0	15.8	24.3	1.38	0.25
HGbrin 1 (cm)	20.3	18.6	21.6	0.56	0.73
HGbrin 2 (cm)	24.5	22.3	26.7	0.63	0.67
Diam 1 (cm)	7.0	5.6	8.5	0.66	0.67
Diam 2 (cm)	11.0	9.5	12.6	1.54	0.16
Nbrin 1 (cm)	8.0	5.4	9.1	1.38	0.25
Nbrin 2 (cm)	12.5	9.6	14.7	0.93	0.47

Les causes d'une telle discordance entre la pépinière et le champ peuvent être d'ordre écongénétique et/ou statistique.

D'un point de vue écongénétique, les conditions d'élevage sont plus favorables en pépinière ; cela permet une expression plus forte des effets génétiques (ARBEZ *et al.*, 1969, HARFOUCHE et KREMER, 2000). En champ, par contre, la sévérité des conditions écologiques peut masquer, dans une certaine mesure, les effets génétiques, notamment dans le cas des caractères de vigueur (HARFOUCHE et KREMER, 2000 ; HARFOUCHE, 2003).

Au plan statistique, le dispositif en pépinière est plus équilibré que celui mis en place en champ ; les effectifs de plants par provenance y sont égaux, ce qui n'est pas le cas en champ. De plus, le type de dispositif installé en champ (dispositif en blocs incomplets) n'assure pas l'orthogonalité des facteurs principaux (provenance et bloc) et cela malgré la pratique d'ajustement. Dans ce cas, les analyses statistiques utilisées dans cette étude peuvent manquer de puissance et donc se révéler incapables de détecter des différences significatives qui peuvent exister en réalité.

Références bibliographiques

- ARBEZ M., FERRANDES P., UNYAR N., 1978. Contribution à l'étude de la variabilité géographique des cèdres. *Ann. Sci. For.* 35 (4) : 265-284.
- BOUDJADA S., BENDJAFER A., 1994. Les recherches sur la régénération et la mécanisation de la récolte des nappes alfatières (*Stipa tenacissima* L.). *Rapp. INRF.* 72p.
- BOURAHLA A., GUITONNEAU G.G., 1978. Nouvelles possibilités de régénération des nappes alfatières en liaison avec la lutte contre la désertification. *Bull. Inst. Eco. Appl.*, Orléans, 1, 19-40.
- CHARRIER A., SECOND G., 1992. Lignes directrices du programme ORSTOM sur la génétique des riz. In "Complexe d'espèces, flux de gènes et ressources génétiques des plantes ». Colloque International en Hommage à Jean pernes, Paris, 1992. 37-46.
- CNTS (Centre National de Télédétection Spatiale, Arzew). 1989. Inventaire des nappes alfatières des wilayates. *Rapp CNTS*, 15p.
- DJEBAILI S., 1984. Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas Saharien. *OPU. Alger*, 177p+ ann.
- GOUNOT M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. *Masson et Cie*, Paris, 314p.
- 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. Implication for early selection. (in press *Annals of Forest science*).
- MALOS O., MEZIANI S.A., 1978. Les recherches expérimentales sur l'alfa (*Stipa tenacissima* L.) : mesure de la production et les effets sarclage sur cette production. *Projet alfa. Rapp*, n°6, 20p. INA, El Harrach.
- MELZI S., 1990. Polycopié sur le suivi des parcours steppiques. 5p.
- TRABUT. L., 1889. Etude sur l'alfa. *Jourdan*, Alger, 90p.