المجلة الجزائرية للمناطق الجافة
Journal Algérien des Régions Arides(JARA)
Algerian Journal of Arid Regions
CRSTRA
Scientific and Technical Research Centre for Arid Areas

Research Paper

Variabilité morphologique de six populations spontanées Algériennes de *Lolium rigidum* Gaud.

Morphological variability of six Algerian spontaneous populations of *Lolium rigidum* Gaud.

S. NAÏT MERZOUG[1*], F. MAAMRI[2], S. MERDAS[1], S. BERKANI[1], S.SADJI[1]

1. Division des Ressources Phytogénétiques, Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), CRP Mehdi Boualem, BP 37, Route de Baraki, Alger, Algérie.
2. Division de Recherche Agrosystème Ouest et Steppe, Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA), CRP Mehdi Boualem, BP 37, Route de Baraki, Alger, Algérie.

Received: 01 December 2019; Accepted: 10 February 2020, Published: February 2020

Abstract

The objective of the study is the analysis of the morphological variability of *Lolium rigidum* with the confrontation of populations of different origins (arid and subhumid). For this purpose, traits that relate to the morphology of the plant were measured and their treatment revealed the existence of considerable variability between the populations studied. This variability concerns the majority of variables, particularly those related to the stem and number of grains per ear and spikelet, the number of tillers, the weight of a thousand grain and the length and width of the leaves. We thus observe the construction of two groups with the clear separation of the group containing the two populations of steppe origin which are generally distinguished from the eastern populations by the lowest average characters studied but have the largest number of tillers. In contrast, the eastern populations show a better development of the whole plant. This variability established between the studied populations, shows the possibility and the interest of their implication in programs of improvement and valorization.

Key Words: *Lolium rigidum*, morphology, variability, populations, spontaneous.

Résumé

L'objectif de l'étude est l'analyse de la variabilité morphologique de *Lolium rigidum* avec la confrontation de populations de différentes origines (aride et subhumide). A cet effet, des caractères qui se rapportent à la morphologie de la plante ont été mesurés et leur traitement a révélé l'existence de variabilité considérable entre les populations étudiées. Cette variabilité concerne la majorité des variables notamment celles liées au chaume et au nombre de grains par épi et par épillet, le nombre de talles, le poids de mille grain et la longueur et largeur des feuilles. Nous observons ainsi la construction de deux groupes avec la nette séparation du groupe renfermant les deux populations d'origine steppique qui se distinguent généralement des populations de l'est par les plus faibles moyennes des caractères étudiés mais présentent le plus important nombre de talles. Par opposition, les populations de l'Est présentent un meilleur développent de l'ensemble de la plante. Cette variabilité établie entre les populations étudiées, montre la possibilité et l'intérêt de leur implication dans des programmes d'amélioration et de valorisation.

Mots Clés : *Lolium rigidum,* morphologie, variabilité, populations, spontanées.

* *Corresponding author :**SouadNAÏT MERZOUG***
E-mail address: naitsouad@yahoo.fr

e-ISSN: 2676-2226, Published by: Scientific and Technical Research Centre for Arid Areas (CRSTRA)

CRSTRA

1. Introduction

Le genre *Lolium* (Graminées =Poacées)est originaire de l'Europe, des zones tempérées de l'Asie et de l'Afrique du Nord (Charmet *et al.*, 1996; Bennett, 1997 ; Pollok 2007). Certaines espèces de ce genre ont été introduites dans d'autres parties du monde (Clayton *et al.*, 2006). Il renferme huit espèces (Terrell,1968) toutes diploïdes (2*n*=2*x*=14) dont cinq espèces autogames et annuelles(*L. loliaceum*, *L. subbulatum*, *L. tomulentum*, *L. canariense*,*L. romotum*) et trois allogames (*L. perenne*, *L. rigidum* et *L. multiflorum*). Ces trois espèces, systématiquementtrès proches, sont considérées comme les plus importantes cultures fourragères dans les zones tempérées (Breese et Tyler, 1988 ; Dinelli et Lucchese, 1999). Ce genre a fait l'objet de plusieurs étudeset révisionsdont celles de Bulinska-Radomska et Lester (1985), Emoto (1985) et Charmet et Balfourier (1994)et la plus récente concerne son évolution moléculaire (Pollok, 2007).

Faisant partie du groupe des espèces à grand intérêt agricole et économique Mirjalili *et al.* (2008), l'espèce*Loliumrigidum*Gaudini(1811)est annuelle et typiquement méditerranéenne (Gallais et Bannerot, 1992).Franca *et al.*(1998)considèrent cette espèce comme un élément important parmi les espèces fourragères annuelles, répandues dans les pâturages naturels des environnements méditerranéens semi-arides, ses principales caractéristiques agronomiques, sontla palatabilité élevée (Le Houérou et Ionesco, 1974), la production fourragère et de semences élevées ainsi que sa bonne capacité de persistance et de réensemencement. Ces performances font que cette espèce, particulièrement adaptée, soit éligible lorsqu'elle est mélangée avec des légumineuses pour l'amélioration des pâturages artificiels dans des zones où le climat est caractérisé par une sécheresse estivale. Oliveira et Lopez (1999) précisent l'adaptation de cette espèce à la terre sèche et soulignent la qualité élevée de son fourrage.A cet effet, cette espèce est devenue très fréquente dans les pâturages qui n'admettent pas les espèces vivaces et dans les associations steppiques (Lapeyronie, 1982).

Au regard de ces diverses qualités, Delgado *et al.* (2004) proposent l'intégration de *Lolium rigidum* comme culture dans des systèmes fourragers en remplacement des céréales dans les terrains semi-aride peu productifs.L'association au printemps du *Lolium rigidum* et Sulla s'est avérée également utile pour améliorer les performances des moutons nourris des prairies (Molle *et al.*, 2003).

La structure des étages bioclimatiques de l'Algérie a permis la diversification d'un grand nombre d'espèces végétales dont les espèces à intérêt fourrager et pastoral (Le Houérou, 1995). Les graminées qui font parties de ces ressources constituent souvent la composante essentielle des pâturages, des prairies et des jachères et sont caractérisées par une importante variabilité génétique et une forte tendance à une structuration des populations en fonction des conditions éco géographiques (Amirouche, 2009).

Il existe en effet pour la plus part des graminées fourragères un vaste réservoir de diversité naturelle présent dans divers type de peuplement herbagé (Boller et Green, 2010) au sein duquel elles sont soumises à une grande diversité adaptative (Sampoux *et al.*, 2013).Ces ressources subissent un impact séculaire se traduisant par une régression alarmante de leur superficie et par conséquent une accélération du phénomène de désertification et d'aridité aggravé par l'action anthropique (Achour *et al.*, 1995).

La préservation et l'évaluation de cette variabilité qui reste très peu étudiée en Algérie, permettront son intégration dans divers programmes de valorisation.

C'est dans cette optique de préservation et de valorisation que s'inscrit notre étude sur l'une des plus importantes espèces fourragères que renferme le genre *Lolium*.Dans le but de connaitre cette variabilité, nous avons procédé dans notre étude à une caractérisation morphologique de six populations algériennes de *Lolium rigidum* issues de trois régions agro-écologiques différentes.

2. Matériel et Méthodes

L'étude morphologique a été réalisée sur six populations naturelles de *Lolium rigidum*. Il s'agit de populations spontanées

récoltées lors de prospections couvrant les régions steppiques de Djelfa précisément à Ain el bey (P1) et de Mouillah (P2) et les régions de l'Est Algérien ,Souk Ahras, en l'occurrence, Zaarouria (P3) et Machrouha (P6), Bouira (P4) et Oued Znati (P5) de la wilaya de Guelma (Figure1).

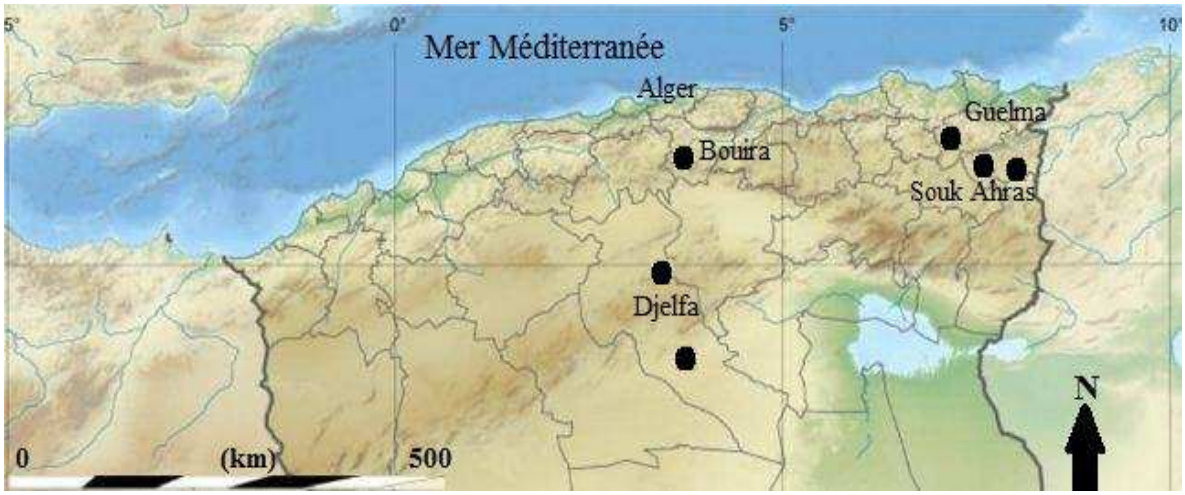

Figure 01: Sites d'origine de six populations de *Lolium rigidum* étudiées.

L'essai a été mené sous serre à la station INRAA de Mehdi Boualem (Baraki, Alger). Des pots de 5 kg remplis d'un substrat constitué de 2/3 de terre et 1/3 composé de tourbe et de sable. Le dispositif expérimental est en randomisation totale avec trois répétitions pour chaque population à raison de 4 plants par pot. Cinq à six graines matures et saines ont été semées dans chaque pot et au stade jeune plantule, un démariage a été effectué ne laissant que quatre plants. L'essai a été mené en irrigation, sans fertilisation ni produits phytosanitaires durant tout le cycle.

Nous avons sélectionné 18 caractères (Tableau 1) qui se rapportent à l'architecture de la plante dont 5 sont relatifs à l'appareil reproducteur et 13 concernent l'appareil végétatif.

Tableau 01 : Code, unité et désignation des caractères morphologiques étudiés des six populations de *Lolium rigidum*

Caractères	**Unité**	**Désignation**
NND		Nombre de nœuds
DMT	cm	Diamètre de tige
LDND	cm	Longueur du dernier entre nœud
LDEP	cm	Longueur du dernier entre nœud + longueur de l'épi
LR	cm	Longueur du rachis
LEP	cm	Longueur de l'épi
NGEP		Nombre de graines par épi
NET		Nombre d'épillets par épi
LGL	cm	Longueur de la glume
ART		Aristation de la lemme
NBT		Nombre de talles
HP	cm	Hauteur de la plante
LOF	cm	Longueur de la feuille
LAF	cm	Largeur de la feuille
PMG		Poids de mille graines
NEP		Nombre d'épi
NGET		Nombre de graines par épillet
LET	cm	Longueur de l'épillet

Les mesures sont effectuées, à l'aide d'un mètre ruban sur 18 individus dont l'épi est prélevé à la fin de l'anthèse. En ce qui concerne les feuilles, les mesures sont réalisées sur la dernière feuille culmaire et les largeurs prises sont des largeurs maximales. Les observations, dénombrements et mensurations relatifs aux épillets sont effectués au niveau du quart médian supérieur du rachis où la variabilité est la plus faible (Essad, 1962). En plus des caractères morphologiques, nous avons rajouté un seul facteur écologique, l'altitude (ALT). Différents travaux mais principalement les descripteurs et manuels de Bioversity International sur les graminées fourragères (1985) et l'UPOV (2006) ont servi de base pour le choix des caractères à prendre en compte.

Les données morphologiques ont été soumises à une analyse de la variance en utilisant le logiciel STATISICA 8.0 (2007). Le test de Newman et Keuls a été appliqué pour la comparaison des moyennes avec une probabilité de 5%. Le même logiciel a été utilisé pour l'analyse en composantes principales (A.C.P).

3. Résultats et Discussion

L'analyse de la variance (Tableaux 2, 3 et 4) a montré qu'a l'exception du caractère aristation des lemmes (ART), les six populations de *Lolium rigidum* présentent des différences significatives pour tous les caractères étudiés.

Tableau 02 : Données descriptives des caractères morphologiques des six populations de *Lolium rigidum.*

	Moyenne	Minimum	Maximum	E-type	Coeff.Var.	Standard	*p*	CM
NND	5,583	3,00	11,00	1,54	27,61	0,14	0,003	8,03
DMT	1,476	0,15	2,570	0,45	30,14	0,04	0,002	0,70
LDND	18,857	4,80	33,00	6,26	33,22	0,60	0,013	110,66
LDEP	39,946	9,00	64,50	9,06	22,67	0,87	0,004	271,1
LR	20,406	7,00	36,00	5,92	29,01	0,57	0,000	240,08
LEP	21,276	7,90	37,000	5,85	27,51	0,56	0,000	233,06
NGEP	58,250	7,00	162,00	38,38	65,88	3,69	0,001	9364,8
NET	23,361	6,00	44,00	7,95	34,02	0,76	0,001	393,76
NEP	9,843	1,00	36,00	5,20	52,84	0,50	0,174	146,29
NGET	2,787	0,00	6,00	1,46	52,62	0,14	0 ,001	13,29
LET	1,267	0,80	1,80	0,21	16,99	0,02	0,016	0,121
LGL	1,142	0,50	1,80	0,24	21,32	0,02	0,001	0,2158
ART	1,176	1,00	2,00	0,38	32,53	0,04	0,174	0,2259
NBT	15,537	4,00	69,00	9,54	61,37	0,92	0,000	537,16
HP	66,244	5,70	103,30	15,44	23,30	1,48	0,000	904,8
LOF	13,371	2,50	35,50	8,52	63,69	0,82	0,000	322,73
LAF	0,576	0,20	1,10	0,20	35,22	0,02	0,000	0,408
PMG	1,812	0,44	3,34	0,49	27,36	0,05	0,0016	0,407

E-type : écart-type ; *p* : Probabilité ; CM : carré moyen.

Cette analyse a permis également de déceler principalement la séparation très nette des populations du Nord et du Sud illustrée par la construction de trois grands groupes morphologiques. Le premier représenté par les deux populations des régions steppiques (P1 et P2) présentant généralement des moyennes faibles pour plusieurs caractères étudiés notamment par le nombre de graines par épi (respectivement 35,38 et 26,27) et le nombre d'épillets (respectivement 21,11 et 15,5) le

plus réduit qui les distinguent parfaitement du grand groupe du Nord.

Les deux populations P1 et P2 se détachent également et complètement par le nombre le plus important de talles et qui est respectivement de 24,33 et 20,61.

Tableau 03 : Variation des caractères végétatifs et de l'épi de six populations de *Lolium rigidum.*

Pop.	NND	DMT	LDND	LDEP	LR	LEP	LET	LGL	ART	NBT	HP	LOF	LAF
1	6,444^{b}	1,29^{ab}	18,05^{ab}	35,617^{a}	16,667^{a}	17,567^{a}	1,156^{a}	0,983^{a}	1,167^{a}	24,333^{b}	57,400^{a}	8,697^{a}	0,400^{a}
2	5,389^{ab}	1,21^{a}	18,54^{ab}	37,428^{ab}	17,039^{a}	18,167^{a}	1,250^{ab}	1,050^{ab}	1,056^{a}	20,611^{b}	66,750^{ab}	10,233^{a}	0,473^{a}
3	5,722^{ab}	1,72^{c}	17,11^{a}	44,250^{b}	26,122^{c}	27,056^{c}	1,406^{b}	1,289^{c}	1,167^{a}	11,667^{a}	78,022^{b}	13,944^{ab}	0,656^{b}
4	6,167^{b}	1,63^{bc}	19,84^{ab}	43,500^{ab}	22,978^{bc}	23,689^{b}	1,294^{ab}	1,233^{bc}	1,333^{a}	11,222^{a}	61,861^{a}	17,411^{b}	0,731^{b}
5	5,167^{ab}	1,42^{abc}	16,33^{a}	36,328^{ab}	18,856^{a}	19,656^{a}	1,267^{ab}	1,169^{abc}	1,278^{a}	13,500^{a}	69,400^{ab}	10,611^{a}	0,454^{a}
6	4,611^{a}	1,58^{bc}	23,28^{b}	42,56^{ab}	20,78^{ab}	21,522^{ab}	1,228^{ab}	1,128^{abc}	1,056^{a}	11,889^{a}	64,033^{a}	19,328^{b}	0,744^{b}
p	0,003	0,0021	0,0128	0,0040	0,0000	0,0000	0,017	0,0012	0,174	0,0000	0,0012	0,0002	0,0000

Les valeurs n'ayant pas la même lettre sur la colonne sont statistiquement différentes à 5%.

Contrairement à ces deux populations, les populations de la région de l'Est situées plus au Nord présentent nombre de talles plus faible mais un meilleur développement de l'ensemble avec la distinction de la population de Souk Ahras (P3) qui détient les plus importantes longueurs de l'épi (27,05 cm), du rachis, de l'entre nœud, de l'épillet (1,40 cm), de la glume et de la tige et le plus important poids de mille graines (2,21g). La deuxième population de cette même région (P6) présente les plus longues (19,32 cm) et larges feuilles (0,74 cm) et le nombre le plus élevé d'épillets par épi (27,66).

Tableau 04 : Variation des caractères de reproduction de six populations de *Lolium rigidum.*

Pop.	NGEP	NET	NEP	NGET	PMG
1	35,389^{ab}	21,111^{b}	12,222^{bc}	1,889^{a}	1,725^{a}
2	26,67^{a}	15,500^{a}	11,111^{bc}	2,111^{a}	1,567^{a}
3	73,778^{c}	23,500^{bc}	8,611^{b}	3,833^{b}	2,219^{b}
4	81,500^{c}	28,333^{c}	12,944^{c}	3,278^{b}	1,776^{a}
5	55,000^{bc}	24,056^{bc}	5,167^{a}	2,111^{a}	1,696^{a}
6	77,167^{c}	27,667^{c}	9,000^{bc}	3,500^{b}	1,891^{a}
p	0,000001	0,000001	0,000015	0,000001	0,001641

Les valeurs n'ayant pas la même lettre sur la colonne sont statistiquement différentes à 5%.

Notons que la population P4 de Bouira qui occupe globalement pour un ensemble de caractères une position intermédiaire. Des travaux sur des populations naturelles et concernant ces même caractères ont mis en valeur des moyennes se rapprochant de ceux obtenus dans notre étude et sont même parfois plus faibles. Les moyennes signalées par Franca *et al.* (1995,1998) du poids de mille graines de quelques écotypes de *Lolium rigidum* oscillent entre 1,53 et 1,9. Elles sont similaires à celles obtenues chez les populations étudiées et sont même inférieures comparées à la valeur extrême (2,21) de la population P3 de Souk Ahras. Pour le caractère longueur de l'épi (LEP), une valeur extrême de 30 cm est estimée par Beherendt et Hanf (1979) et Maire (1955). Ce même auteur, mentionne entre 1,5 cm et 2 cm. la longueur de l'épillet. Franca *et al.* (1998b), indiquent pour ce même caractère une moyenne de 1,48 cm et pour la

longueur de l'épi une valeur de 15 cm.

Franca *et al.* (1995), dans une étude de 12 écotypes de *Lolium rigidum*, arrivent à un nombre d'épillets par épi situé entre 17 et 21,5 et une moyenne également plus faible de 17,3. En évaluant 20 populations naturelles par rapport à leur adaptation aux zones semi-arides, ce même auteur rapporte en 1998 (a) des moyennes qui oscillent entre 13,5 et 17,5 épillets/épi.

Essad (1954), donne des moyennes de 9,65 cm. et 0,74 cm respectivement pour la longueur et la largeur de la feuille. Franca *et al.* (1998 a), citent des limites de 8,3 cm et de 20,4 cm pour la longueur de la feuille et 0.39 cm à 0,69cm pour sa largeur, les moyennes respectives sont 11,4 cm et 0,46cm. Dans une autre étude, Franca*et al.* (1993) signalent des largeurs comprises entre 0,47 cm et 0,67cm et une moyenne de 0,54 cm. Nos résultats sont analogues à ceux de Mirjalili et Bennett (2006, 2008) avec une légère supériorité de nos populations pour les caractères longueur des feuilles et de l'épi et le nombre d'épillets par épi.

Le plan 1-2 de l'analyse en composante principale fournit 87,10 % de l'information total (Figure 2).La majorité des caractères qui sont relatifs aux longueurs de l'épi (LEP), de l'épillet (LET), de la glume (LGL),à la longueur et largeur de la feuille (LOG et LAF) ainsi que le nombre de graines par épi (NGEP), le nombre d'épillet (NET), le nombre de talles (NBT), le poids de mille graines (PMG) et l'altitude (ALT) sont représentés par la première composante principale négative qui contribue pour 59,94% de l'inertie.

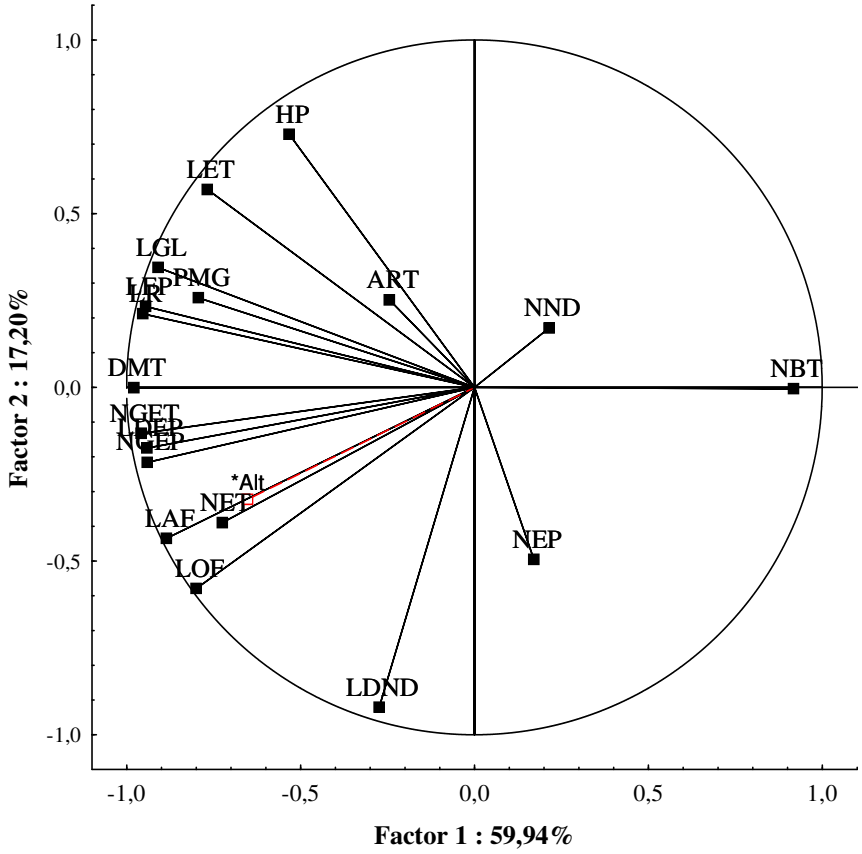

Figure 02 : Structure des caractères morphologiques chez les six populations de *Lolium rigidum* selon le plan 1-2

Tous ces caractères sont fortement corrélés à l'axe 1 et contribuent largement dans la variation totale et la formation de cet axe avec des corrélations au carré qui oscillent entre 0,979 et 0,7.La deuxième composante principale qui exprime 17,20% de l'information total est déterminée principalement et positivement par le nombre de talles (NBT) qui intervient fortement dans l'explication de la variation totale.

Les résultats de l'ACP confortent ceux révélés par l'analyse de la variance en mettant en valeur deux grands ensembles morphologiquement distincts (Figure 2). Les populations des régions steppiques (P1 et P2)issues des altitudes élevées (respectivement 874 m et 908 m), sont positionnées au niveau de l'axe 1 positif et contribuent largement à sa formation et donc à l'explication de la variation totale en ayant le plus importants nombre de talles.

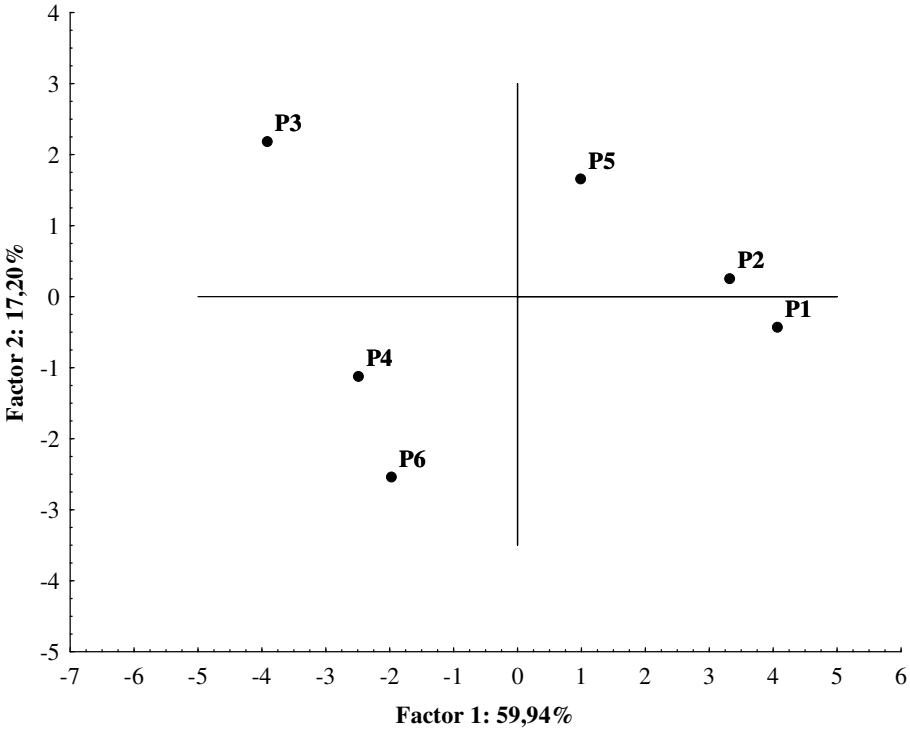

Figure 03 : Répartition des six populations de *Lolium rigidum*en ACP selon l'axe 1 et 2.

L'axe 1 négatif exprime nettement l'opposition de toutes les populations du Nord au premier groupe en présentant une meilleur performance pour toutes les variables de cet axe plus particulièrement les deux populations de basses altitudes P4 de Bouira (530 m) qui se rapproche de la populationP6 (600 m) de Souk Ahras (Machrouha) par le nombre de graines et le nombre d'épillets par épi le plus élevés et les feuilles les plus développées.

La deuxième population de Souk Ahras P3 (Zaarouria) déterminée par l'axe 3 négatif se démarque de ce second groupe par le nombre de nœuds et d'épillets par épi qui présentent une meilleur qualité de contribution dans cet axe.

Les résultats des deux analyses laissent penser à une éventuelle répartition géographique et bioclimatique des populations de cette espèce.

L'étude de Balfourier et Charmet (1991) confirme l'existence de relation entre les caractères agronomiques du ray-grass spontané et les facteurs éco géographiques de ces sites d'origine Charmet et Balfourier, (1994) estiment que la différence dans la constitution chimique des sols peut être à l'origine de différence entre deux populations issues de deux endroits géographiques proches. Charmet *et al.* (1994) n'écartent pas en effet l'influence des facteurs non macro-climatiques comme le sol et le type d'habitat dans la répartition géographique des populations de *Loliumperenne*. Les conditions environnementales influent considérablement sur la diversité génétique du genre *Lolium* (Bararpour, 2017).

L'importante variabilité constatée au sein de cette espèce a été soulignée par plusieurs auteurs et pour divers caractères principalement le nombre de grains par épillet. Ce critère qui est étroitement lié au rendement en grain (Franca *et al.*, 1993 ; Nguyen et Sleper, 1983) est fondamental pour la sélection des variétés destinées à l'amélioration des pâturages et des zones marginales méditerranéens (Franca *et al.*, 1993).

La persistance et l'adaptation de cette espèce annuelle du semi-aride pastorale est basée effectivement sur une bonne production de semences (Rossister, 1966). Dans les régions à précipitation faibles, les pâturages d'espèces annuelles à réensemencement spontané telles que *Lolium rigidum* sont capables de fournir un bon fourrage vert saisonnier et en été un bon fourrage sec (OECE, 1951).

4. Conclusion

L'analyse morphologiques de la présente étude a fait ressortir une importante variabilité entre les six populations naturelles de *Lolium rigidum* collectées dans différentes régions agro-écologique ; ce qui a permis la construction de deux grands groupes distincts présentant des caractéristiques morphologiques d'intérêt agronomiques .Il apparait que les populations du Nord provenant des altitudes basses sont aptes à produire une quantité de matièreverte(feuilles, tige, etc.) et de graines plus importante comparées aux deux populations steppiques issues des altitudes élevées. Ces deux populations semblent développer une réaction d'adaptation aux conditions souvent rudes de leur milieu en favorisant une production de talles plus nombreuses assurant ainsi leur pérennité.La mise en évidence de ces deux grands types morphologiques en relation avec leur altitude d'origine, suggère une distribution des populations selon un gradient purement éco-géographique.

Nos populations provenant de latitudes inférieures comparées aux variétés et populations européenne et asiatiques se distinguent par des caractères végétatifs et reproductifs (feuilles, épi et poids des graines) similaires ou supérieurs. La diversité au sein des populations étudiées de l'espèce *Lolium rigidum*est révélatrice d'un potentiel génétique important pour une exploitation agronomique judicieuse, en particulier dans la production fourragère.Il peut-être, en effet, envisagé d'introduire cette espèce dans des schémas de valorisationpour le repeuplement de certains parcours dégradés, ou bien pour la diversification des fourrages.

Des études plus approfondies, visant un plus grand nombre de populations de *Lolium rigidum* ayant pour objectif une meilleure évaluation de la diversité génétique, utilisant les outils biochimiques ou moléculaires sont indispensables pour juger l'étendue de la variabilité.

5. Références bibliographiques

- Achour-Kadi-Hanifi H, Dahmani-Megrerouche M (1995) Etude de la désertification le long d'un transect Nord-Sud en Algérie, possibilité de restauration. In: L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? R Pontanier *et al.* (eds.), ORSTOM. Paris. 355-366.
- Amirouche N (2009) Flore spontanée d'Algérie : différenciation éco-géographique des espèces et polyploïdie. Cahiers Agriculture 6: 474-480.
- Balfourier F, Charmet (1991) Relationships between agronomic characters and ecogeographical factors in collection of French perennial ryegrass populations. Agronomie 11: 645-657.
- Bararpour MT, Norsworthy JK, Burgos R, Korres E, Gbur F (2017) Identification and biological characteristics of Ryegrass (*Lolium* spp.) accessions in Arkansas. Weed Science 65: 350-360.
- Behrendt S, Hanf M (1979) Les graminées adventices des grandes cultures. Ed BASF 159p.
- Boller B, Greene SL (2010) Genetic resources. In: Fodder Crops and Amenity Grasses. Handbook of Plant Breeding, B. Boller *et al.* (eds), Springer, Dordrecht 13-37.

- Breese EL, Tyler BF (1986) Patterns of variation and the underlying and cytological architecture in grasses with particular reference to *Lolium*. In Intraspecific classification of wild cultivated plants, BT Styles (ed), Oxford University Press 53-69.
- Bulinska-Radomska Z, Lester RN (1985) Relationships Between five species of *Lolium* Poaceae. Plant Systematics and Evolution 148: 169-175.
- Charmet G, Balfourier F (1994) Influence of ecological factors on populations differentiation in perennial rye grass *Lolium perenne* L. Genetic Resources and Crop Evolution 41(3): 175-184.
- Charmet G, Balfourier F, Chatard V (1996) Taxonomic relationships and interspecific hybridation in the genus *Lolium* grasses. Genetic Resources and Crop Evolution 43: 319-327.
- Delgado I, Andueaza D, Munoz F, Lahoz F (2004) Forage system to replace marginal, rainfed cereal areas by sheep production. An experimental study. Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens, N° 60.
- Dinelli G, Lucchese (1999) Comparison between capillary and polyachrilamide gel electrophoresis for identification of *Lolium* species and cultivars. Electrophoresis 20: 2524-2532.
- Emoto T (1985) Isozyme variation in the genus *Lolium*. I Phylogenetic relationships of *Lolium* species. Journal of Japanese Society of Grassland Science 30 : 327-334.
- Essad S (1962) Etude génétique et cytogénétique des espèces *Lolium perenne* L., *Festuca pratensis* Huds. Et de leurs hybrides. Bulletin de la Société Botanique de France Vol 12. Hors-série 1-103
- Essad S 1954) Contribution à la systématique du genre *Lolium*. Annales INRA Paris, série B4 325-351.
- Franca A, Loi A, Porqueddu C (1993) *Lolium rigidum* Gaudin: prime acquisizioni su popolazion collezionate in Sardegna. Agronomia 2: 142-148.
- Franca A, Porqueddu C, Carreda C, Veronesi F (1995) Relazioni tra produzione di seme, produzione forragera e ricaccio dopo il taglio in *Lolium rigidum* Gaudin. Sementi Elette. 1: 9-14.
- Franca A, Seddaiu G, Caredda S (1998) Distinguibilita e omogeneita morphologica in Loglio rigido «Nurra». Sementi Elette. 5: 25-28.
- Franca A, Loi A, Davis WJ (1998) Selection of annual ryegrass for adaptation to semi-arid conditions. European Journal of Agronomy 9: 71-78.
- Gallais A, Bannerot H (1992) Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA. Paris: 310-322.
- IBPGR (1985) Forage Grass Descriptors. International Broad for Plant Genetic. Rome.
- Lapeyronie A (1982) Les productions fourragères méditerranéennes. T1.Ed. GM Maison Neuve. Paris : 452 p.
- Le Houérou HN, Ionesco T (1974) Appétibilité des espèces végétales de la Tunisie steppique. AG/TUN 71/525, FAO, Rome, 68p.
- Le Houérou HN (1995) Bioclimatologie et biogéographie des steppes aides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertification. Option Méditerranéenne série B, 1-396.
- Mirjalili SA, Bennett SJ (2006) Morphological variation in population of the genus *Lolium* (Poaceae) in Iran. International Journal of Botany 2(3): 286-292.
- Mirjalili SA, Bennett SJ (2008) A phenitic analysis on the genus *Lolium* (Poaceae) in Iran. Plant Systematics and Evolution 274: 203-208.

- Molle G, Decandia M, Fois N, Ligios S, Cabiddu A, Sitzia M (2003)The performance of Mediterranean dairy sheep given access to sulla (*Hedysarum coronarium* L.) and annual ryegrass (*Loliumrigidum*Gaudin.) pastures in different time proportions G. Small Ruminant Research. 49: 319-328.
- Nguyen HT, Sleper DA (1983) Genetic variability of seed yield and reproductive characters in tall fescue. 23. Crop Science 4: 621-626.
- OECE (1951) Développement des pâturages et de la production dans les pays méditerranéen. Ed. Organisation européenne de coopération économique. 194p.
- Oliveira JA, Lopez JE (1999) Caracterizacion de Poblaciones Espanolas de *Lolium rigidum* Gaud., para Caracteres Agro-Morfologicos Orfologios e Isoenzimaticos. Investigación Agraria: Producción y Protección Vegetal Vol. 14 (3): 97-107.
- Pollok K (2007) Molecular evolution of the genus *Lolium.* University of Warmia and Mazury, OLSZTYN. 248 p.
- Rossister RC (1966) Ecology of the Mediterranean annual-type pasture. Advances in Agronomy. 18: 1-56.
- Sampoux JP, Barre P, Litrico I, Fourtier S, Willner E, Nehrlich S (2013) La diversité naturelle des graminées fourragères: une ressource à mieux connaître, préserver et valoriser depuis l'échelle locale jusqu'à l'échelle continentale Innovations Agronomiques 29: 45-60.
- Terrell E.E (1968) A taxonomic revision of the genus *Lolium*.US Departement of Agricultural Technical Bulletin 1392: 1-65.
- UPOV (2006) Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability: ryegrass (*Lolium* spp.), International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV), Geneva, Switzerland.