

***Analyse de la variabilité génétique de
quelques espèces du genre Lolium L.***
Etude morphologique et caryologique

Présenté par : NAIT BACHIR née NAIT MERZOUG Souad

Directeur de thèse : KHALFALLAH N.

Année : 2006-2007

Jury : Président : HANIFI-MEKLICHE L., MC (I.N.A.) Examineurs : M. KHELIFI L., MC (I.N.A.) M.
ABDELKRIM M MC (INA.)

Table des matières

Dédicace . .	4
Remerciements . .	5
Liste des abréviations . .	6
Résumé . .	7
Summary . .	8
ص—علم . .	9
Introduction . .	10
I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE ET HISTORIQUE . .	13
1.1. Historique et problème de classification du genre <i>Lolium</i> . .	13
1.2. Classification des <i>Lolium</i> d'Algérie . .	17
1.3. Présentation des espèces rencontrées en Algérie . .	19
1.3.1. Présentation botanique des espèces . .	19
1.3.2. Aire de répartition et caractéristiques édaphoclimatiques des espèces . .	20
1.4. Importants travaux réalisés . .	21
II. MATERIEL ET METHODES . .	23
2.1. Matériel . .	23
2.1.1. La prospection . .	23
2.1.2. Caractéristiques des stations . .	31
2.2. Methodes . .	34
2.2.1. Essai expérimental des populations collectées . .	34
2.2.2. Etude de la variabilité génétique des populations . .	35
2.2.3. Etude caryologique . .	40
2.2.4. Analyse édaphique des stations de récolte . .	42
III. RESULTATS ET DISCUSSION . .	44
3.1. Analyse de la variabilité morphologique . .	44
3.1.1. <i>Lolium multiflorum</i> . .	44
3.1.2. <i>Lolium perenne</i> . .	65
3.1.3. <i>Lolium rigidum</i> . .	84
3.2. L'analyse du sol . .	106
3.3. Résultats et interprétation de l'étude caryologique . .	108
3.3.1. <i>Lolium multiflorum</i> . .	108
3.3.2. <i>Lolium perenne</i> . .	110
3.3.3 Discussion . .	113
Discussion et conclusion . .	114
BIBLIOGRAPHIE . .	118
ANNEXES . .	125
Annexe I . .	125
Annexe II . .	131
Annexe III . .	132

Dédicace

*DEDICACES A Mes très chers parents pour tout ce qu'ils ont fait pour moi, Mon mari qui m'a aidé et soutenu, Mon frère Saddek qui m'a beaucoup aidé, Mes frères Mohamed et Kamel, Mes sœurs Linda, Karima et Wassila, Toute ma famille, Tous mes amis Je dédie ce modeste travail
Souad*

Remerciements

Mes remerciements les plus sincères je les adresse à Mme Khalfallah N. professeur à l'université de Constantine qui a accepté de diriger ce travail et pour m'avoir consacré son temps, prodigué ses conseils et fourni son aide.

Mes plus vifs remerciements vont à Mme Mekliche maître de conférence à l'Institut National Agronomique pour avoir honoré de sa présence ce jury en acceptant de présider et d'examiner ce travail.

Je remercie aussi Mr Khellifi et Mr ABDEELKRIM H maitre de conférence à l'Institut National Agronomique pour avoir participer à l'évaluation de ce travail.

Mes remerciements vont également à Rahal Hafida et Yahiaoui Samia pour tout ce qu'elles ont fait pour moi et à tous mes collègues du laboratoire des Ressources Phytogénétiques qui n'ont pas cessé de m'apporter leur aide et assistance.

Que Salima Terranti et Fadhéla Bacha trouvent ici mes respectueux sentiments d'amitié et de reconnaissance pour leur aide précieuse et leurs encouragements.

Je tiens à remercier aussi, Fatiha, Fatima et Zahia du laboratoire de pédologie pour leur aide appréciable.

A tous ceux qui m'ont aidés à accomplir ce travail qu'ils trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

Liste des abréviations

- **I.N.R.F** : Institut National en recherche forestière
- **I.T.C.M.I** : Institut Technique des Cultures Maraîchères et industrielles
- **I.N.R.A.A** : Institut National de la Recherche Agronomique
- **I.T.G.C** : Institut Technique des Grandes Cultures
- Tab : Tableau
- Fig : Figure
- M : Maxima
- m : Minima

Résumé

L'étude porte sur la variabilité génétique de trois espèces du genre *Lolium* en l'occurrence *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne* et *Lolium rigidum*.

Au total 17 populations de ces trois espèces ont été récoltées dans 12 sites appartenant à diverses régions géographiques et différents étages bioclimatiques.

Divers caractères morphologiques et écologiques ont été mesurés dans cette étude, sur des populations naturelles et expérimentales. Nous avons aussi établi le caryotype de deux espèces diploïdes, *Lolium multiflorum* et *Lolium perenne*.

Une grande variabilité intra et inter population a été généralement constatée et concerne essentiellement les longueurs des fleurs, l'aristation des lemmes et les stades phénologiques. Cette diversité des populations fait dégager souvent deux entités phénotypiques liées soit à l'étage bioclimatique ou bien à une répartition géographique.

L'étude caryologique a confirmé le niveau de ploïdie des espèces étudiées. Le caryotype est à $n = x = 14$, il est symétrique. Notons la présence d'un chromosome B chez *Lolium multiflorum* dont l'apparition est souvent expliquée par les conditions sévères du milieu.

Mots clés : *Lolium*, variabilité génétique, graminée, caryologie, morphologie.

Summary

The survey carries in this case on the genetic variability of three species of the *Lolium* kind *Lolium rigidum*, *Lolium perenne* and *Lolium multiflorum*.

To the total 17 populations of these three species have been harvested in 12 sites belonging to various regions geographical and different bioclimatical floors.

Various morphological and ecological characters have been considered in this survey, for the plant material of origin and experimentation.

A big variability intra and inter population has generally been noted., This diversity of the populations has bound two phenotypical entities cleared often either to the bioclimatical floor or to a geographical distribution.

Otherwise, the morphological features of the populations are in the more part of the time bound to the phenology et/ou in the middle of origin.

Following the caryology study, the diploïdie of the species has been confirmed. However, *Lolium multiflorum* distinguishes itself by the presence of the B chromosome whose apparition is often explained by the stern conditions of the middle.

Key words : *Lolium*, genetic, gramineous variability, caryology, Morphology.

ص—خلم

من خلال هذا العمل تمت دراسة التباين الوراثي لدى ثلاثة أنواع خاصة بالصنف
« *Lolium* » « *Lolium perenne* , *lolium rigidum* و *Lolium multiflorum* »

ألا وهي تم جمع 17 مجموعة نباتية من هذه الأصناف من خلال اثني عشر موقعا ،
في عدة مناطق جغرافية و طبقات مناخية حيوية.
عدة خصائص مورفولوجية و بيئية أخذت بعين الاعتبار من خلال
هذه الدراسة ، سواء فيما يخص النبات البري أو الخاص للنجربة.
دللت النتائج على وجود تباين كبير داخل و ما بين المجموعات النباتية.
هذا التنوع أدى في غالب الأحيان إلى استنباط نمودجين للشكل الخارجي
نتيجة إما للتو الجغرافي أو للطبقة المناخية الحيوية.

من ناحية أخرى ، فإن الخصائص المورفولوجية للجماعات النباتية ، كانت مرتبطة
عموما ببيئولوجيا النبات وأو بالمحيط الأصلي للنبات.
دراسة التحداد الصبغي ، أدى إلى تأكيد نتائج (ازدواجية) الصبغيات لدى هذه
الأنواع. بيد أن *Lolium multiflorum* قد انفرد بوجود الكرموزوم B الذي
يظهر عادة نتيجة الظروف الصعبة للمحيط.

الكلمات الدالة

التنوع الوراثي بدوريات المورفولوجية علم الكروموزومات

Introduction

La réalité des ressources génétiques, couvrant la diversité utilisable du monde vivant, est perçue depuis toujours par les hommes.

L'expression «ressources génétiques » est cependant récente, elle résulte de la prise de conscience dès le début du vingtième siècle, de l'accélération de l'érosion génétique sous l'effet des pressions humaines (Cauderon, 1991).

Il est en effet admis que depuis le début du vingtième siècle, la dégradation des ressources naturelles s'est considérablement accentuée et ce, non seulement dans les zones marquées par l'aridité naturelle mais aussi, et parfois d'une manière plus importante, dans les zones à climat sub-humide et humide, du moins en ce qui concerne l'Afrique du nord (Makhlouf, 1995).

En Algérie, l'impact séculaire que subit la végétation se traduit par une régression alarmante de sa superficie et par conséquent une accélération du phénomène de désertification et d'aridité aggravé par l'action anthropique liée à la forte poussée démographique actuelle (Achour *et al.*, 1995)

Il paraît ainsi évident que des programmes de collecte et de sauvegarde des populations algériennes deviennent une nécessité impérieuse. Harlan (1987) rappelle cette nécessité en précisant que le devoir du spécialiste des ressources phytogénétiques, est celui de définir les limites des ressources génétiques utilisables, et d'insister sur l'importance de collecter toutes les variétés et espèces pouvant être utiles à l'amélioration de nos plantes.

Plucknett *et al.* (1990), soulignent à cet effet l'urgence d'étoffer les collections des ressources génétiques en y incluant d'avantages d'espèces sauvages. Celles ci doivent pouvoir faire l'objet d'une véritable gestion afin d'être correctement entretenues et évaluées. Selon ces mêmes auteurs, la collecte des espèces spontanées et formes sauvages devrait permettre de sauvegarder les populations menacées et d'offrir une variabilité suffisante pour la création de variétés nouvelles. Ce matériel végétal sauvage constitue un véritable réservoir de gènes de résistance aux maladies et aux ravageurs.

Pour leur part, les populations d'espèces spontanées graminéennes représentent une richesse génétique largement utilisée actuellement en Europe pour les programmes de sélection, bien que l'idée de les améliorer soit très récente. Leur collecte n'est devenue intense que lors de la dernière décade, vu la nécessité de connaître les causes de la différenciation génétique indispensable pour l'établissement des stratégies optimales de conservation et de sélection (Balfourier et Charmet, 1994 a).

En Algérie, il existe une importante diversité de la flore et microclimat pour le choix d'espèces fourragères pouvant répondre aux aspects de diversification, d'augmentation de la production, de protection des sols contre l'érosion et de mise en valeur des terres marginales (Le Houerou, 1987).

Certaines populations naturelles de graminées peuvent présenter un intérêt fourrager évident aussi bien pour l'introduction directe en culture qu'en manipulation génétique.

C'est dans cette optique que nous nous sommes proposés d'étudier le genre *Lolium* qui est une graminée de la tribu des Hordées formant un groupe restreint où le nombre

des espèces varie suivant les auteurs (Essad, 1954). L'aire de répartition de ce genre est particulièrement vaste, il a été localisé dans les régions tempérées de l'Asie, dans la presque totalité de l'Europe, en Méditerranée et dans toute l'Afrique du nord, ce qui démontre de sa large adaptation aux diverses situations climatiques, édaphiques et aux facteurs biotiques.

En Algérie, les espèces du genre *Lolium* sont communément abondantes dans toutes les formations végétales humides, sub-humides, arides et semi-arides.

Parmi les espèces que renferme le genre *Lolium*, trois sont considérées comme les plus importantes cultures fourragères dans les zones tempérées en l'occurrence, *Lolium rigidum*, *Lolium multiflorum* et *Lolium perenne* (Breese et Tyler, 1988) qui sont toutes diploïdes ($2n = 2x = 14$), allogames et font l'objet de notre étude.

L'espèce *Lolium perenne* est appelée communément ray-grass anglais, elle est la plus importante graminée fourragère utilisée au nord de l'Europe (Balfourier et Charmet, 1994 b). Mansat (1964) précise qu'elle est la plus anciennement cultivée dans ce continent, jouissant du qualitatif d'herbe bonne dont l'aire de répartition est très large.

Le ray-grass d'Italie est le nom commun donné à l'espèce *Lolium multiflorum* qui est représentée par des formes annuelles et bi-annuelles. Elle est moins fréquente à l'état spontané, son existence est souvent fonction d'une introduction par l'homme. Cependant elle est mieux adaptée aux conditions méditerranéennes (Mansat, 1964).

La valeur fourragère de cette espèce est reconnue unanimement, c'est une plante à haut potentiel de production, de valeur énergétique élevée et d'une grande souplesse d'exploitation. Ces qualités agronomiques offrent à sa culture de grandes possibilités d'utilisation, notamment pour la constitution de grandes réserves au printemps (Améziane, 1979).

L'espèce *Lolium rigidum*, également annuelle, est typiquement méditerranéenne. Elle occupe une importante place parmi les graminées pastorales des zones semi-arides et se distingue par sa très importante particularité d'auto-réensemencement (Franca *et al.*, 1998 a). 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). *Lolium rigidum* est également caractérisée par la non-existence de variétés sélectionnées, mais possède par contre de nombreux hybrides.

En Europe, les travaux réalisés à l'intérieur de ce genre sont nombreux et sont relatifs à la taxonomie, la biologie, la cytogénétique et l'amélioration génétique. Leurs objectifs sont d'obtenir de nouvelles variétés performantes et d'éclairer notamment le problème de la parenté de ces trois espèces qui sont en effet considérées par de nombreux auteurs comme de simples formes extrêmes dans un même genre et non comme des espèces.

En ce qui concerne l'Algérie, des travaux sur quelques espèces du genre ont été réalisés, mais d'une manière superficielle. Nous citons à cet effet, l'étude caryologique de Sissani (1990) effectuée sur trois graminées dont *Lolium perenne* et celle de Hamidi et Saïdi (1993) qui ont également abordé l'aspect caryologique et étudié quelques caractères morphologiques de *Lolium multiflorum* parmi d'autres espèces graminéennes.

Ce travail représente une première étape vers la connaissance de la variabilité génétique au sein des trois espèces du genre *Lolium*. Il s'agit d'une description morphologique et caryologique visant à appréhender la diversité et les liens qui unissent les populations des espèces du genre *Lolium*. La première partie de ce document est relative à l'historique et à l'étude qui tente de faire le point sur l'état des connaissances actuelles

sur le sujet. La deuxième partie présente le matériel et les méthodes d'études utilisées. La troisième partie portera sur la présentation des résultats et leur discussion.

I. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE ET HISTORIQUE

1.1. Historique et problème de classification du genre *Lolium*

La première classification du genre *Lolium*, basée sur la présence ou l'absence de l'arête, a été établie en 1753 par Linnaeus dans «the species Plantarum » édition (loos et Jarvis, 1992).

Les deux premières espèces identifiées sont *Lolium perenne* et *Lolium temulentum*. Leur classification respective comporte plusieurs synonymes :

- *Lolium spica mutica*
syn. *Lolium spicis muticis*, radice perenni
Hort, Cliff, FL. Suec.104.Roy. lugdb 69
syn. *Lolium spicis campresslis*, radice perenni
FL. Lapp. 32.
syn. *Gramen loliaceum angustiore*, folio et spica
Bauh, pin. 9 theatr. 127, sheuch gram. 25
- *Lolium spica aristata*
syn. *Lolium spicis aristatis*, radice annua
Hort. Cliff. 23. FL. *Temulenteum* Suec 103. Roy lug db. 69
syn. *Gramen loliaceum*, spica longiore, s, *Lolium dioscoridis*
Bauch. Pin. 9. Theatr. 121. Scheuch. gram. 31.
Coste (1937) a défini six (06) espèces dans le genre *Lolium*, dans lesquelles il distingue plusieurs synonymes :
- *Lolium perenne* L.
 - var. *Lolium tenue* L
 - var. *Lolium cristanum* Pers.
- *Lolium multiflorum* Lamk.
- *Lolium temulentum* L.
- *Lolium remotum* shrank (syn. *Lolium linicola* Sond.)
- *Lolium rigidum* Gaud (syn. *Lolium strictum* Persl.)
- *Lolium italicum* A. Braun (syn. *Lolium Boucheanum* Kunth)

Cette dernière espèce est intermédiaire entre *Lolium perenne* et *Lolium multiflorum*.

La classification de Bonnier (1940) se rapproche de celle de Coste. Cependant, il fait de *Lolium remotum* une sous-espèce de *Lolium temulentum* et *Lolium italicum* une sous-espèce de *Lolium perenne*. Par ailleurs, le nombre de variétés et sous-espèces décrites est beaucoup plus important :

- *Lolium temulentum* (syn. *Lolium annum* Gibert)
 - var. *macrochaeton* A. Braun
 - var. *leptochaeton* A. Braun
 - var. *muticum* Bois
 - ssp *Lolium linicolum* Sond. I. (syn. *Lolium remotum* Shrank ; *Lolium arvense* Shrad)
 - var. *oliganthum* Beck
 - ssp *Lolium subulatum* Vis.I. (syn *Lolium temulentum*, var *oliganthum* G.G)
- *Lolium strictum* Presl (syn. *Lolium rigidum* Gaud)
 - var. *maritimum* G.G (maritime)
 - var *tenue* G.G (ténue) (syn *Lolium macilentum*, Delarbre, *Lolium tenue* Guss)
- *Lolium multiflorum* Lamk (syn *Lolium perenne*, var *multiflorum* Parnell)
- *Lolium perenne* L. (syn. *Lolium vulgare* Host.)
 - var. *longiglume* (grantzow)
 - ssp *Lolium italicum* A. braun. I. (syn *Lolium boucheanum* ; *Lolium perenne* ; var *italicum* Parnell)

L'étude génétique des caractéristiques qualitatives a conduit Rebishung (1951) à refuser la valeur d'espèces distinctes à *Lolium perenne*, *Lolium italicum* et *Lolium multiflorum*.

Essad (1954) est arrivé, en se basant sur l'étude des caractères morphologiques, à distinguer nettement les 05 espèces : *Lolium multiflorum*, *Lolium perenne*, *Lolium rigidum*, *Lolium remotum* et *Lolium temulentum*.

D'autre part, l'étude caryologique de ce même auteur a permis de ranger les 05 espèces dans 03 groupes différents :

- *Lolium temulentum*, *Lolium remotum*
- *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*
- *Lolium rigidum*.

Une nouvelle classification basée sur des critères morphologiques et caryologiques est établie en 1968 par Terrell qui décrit huit (08) espèces dans le genre *Lolium* :

- *Lolium perenne* L.
- *Lolium multiflorum* Lamk (syn. *Lolium strictum* A.Br.)
- *Lolium rigidum* Gaud (syn. *Lolium strictum* Persl.)
- *Lolium temulentum* L.
- *Lolium remotum* Shrank (syn. *Lolium linicolum* A.Br, *Lolium linicola* Sond et Koch)
- *Lolium persicum* Boiss et Hohen
- *Lolium loliaceum* (bory et Chaub) Hand- Mazz. (syn. *Lolium subulatum* Vis)
- *Lolium canariense* Steud

En 1978, Guinochet et Vilmoren classent cinq (05) espèces seulement dans le genre sans division en sous espèce et variété :

- *Lolium temulentum* L
- *Lolium remotum* (syn. *Lolium linicolum* A Br)
- *Lolium perenne* L
- *Lolium rigidum* Gaud
- *Lolium multiflorum* Lam (syn. *Lolium italicum* A Br)

Une autre classification, souvent utilisée (Essad, 1962 et Edward et Terrell, 1966), distinguant deux sections bien définies :

- Section *Eulolium* (Gren et Godr) : *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Lolium rigidum*.
- Section *craepalia* (shrank) Gren: *Lolium remotum*, *Lolium temulentum*.

Essad rajoute dans la section des *Euloliums*, *Lolium italicum*.

Un autre type de classification, basée sur le système de reproduction des espèces de *Lolium*, est utilisé par Zwiezykowski et Naganowska (1996) qui décrivent deux groupes :

- Groupe des espèces allogames : *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*, *Lolium rigidum*, *Lolium canariense*
- Groupe des espèces autogames : *Lolium temulentum*, *Lolium remotum*, *Lolium loliaceum*, *Lolium persicum*.

L'étude des systèmes enzymatiques des (08) espèces de *Lolium* permet à Charmet et Balfourier (1994 b) de classer *Lolium canariense* comme espèce intermédiaire entre les 02 groupes, elle est considérée comme partiellement autogame.

En définitive, les espèces reconnues actuellement sont celles classées par Edward et Terrell (1966) et Terrell (1968), leur répartition géographique ainsi que d'autres caractéristiques sont représentées dans le tableau 1.

Cependant, la classification taxonomique du genre *Lolium* demeure controversée et le rang d'espèce attribué aux différents taxons est souvent révisé. En effet, à partir des résultats du croisement entre les espèces (compatibilité et obtention des hybrides fertiles), Essad (1954) et Terrell (1966 et 1968) distinguent le groupe des interfertiles (*Lolium perenne*, *Lolium multiflorum* et *Lolium rigidum*) et le groupe des autofertiles (*Lolium temulentum*, *Lolium remotum* et *Lolium persicum*).

Cette classification est largement confortée par les travaux de Bulinska- Radomska et Lester (1985), qui n'ont relevé par ailleurs qu'une très faible différenciation génétique entre les espèces du groupe interfertiles, dont les profils protéiques sont très proches et par conséquent ne doivent pas être considérées comme espèces distinctes.

A l'issue de l'étude basée sur les systèmes enzymatiques, Charmet et Balfourier (1994 b) établissent l'hypothèse considérant *Lolium rigidum* comme étant l'ancêtre commun des 02 groupes (autofertiles et interfertiles). Lors de cette étude, il est constaté un rapprochement très étroit de certaines populations de *Lolium rigidum* avec le groupe de *Lolium temulentum*, tandis que d'autres se retrouvent classées avec *Lolium perenne* et *Lolium multiflorum*.

Les résultats de Charmet et Balfourier (1994 b) sont confirmés par ceux de Thomas *et al.* (1996) obtenus sur les sites de l'ADN ribosomale du genre *Lolium*. Il a été également constaté le classement dans le groupe de *Lolium temulentum* d'une population de *Lolium*

rigidum. Le positionnement de cette espèce dans le genre *Lolium* est actuellement sérieusement discuté.

D'autres auteurs, Edward et Terrell (1966), Jauhar (1975) et Bulinska- Radomska et Lester (1988 in Zwierzykowski et Naganowska, 1996), suggèrent même de regrouper les genres *Lolium* et *Festuca* dans un même genre.

Espèces	Perennité	Nombre chromosomique	Système de reproduction	Répartition géographique des espèces
<i>Lolium perenne</i>	Perenne	2n = 14	Allogame	- Europe de l'ouest, Asie de l'est, Méditerranée. (1)
<i>Lolium multiflorum</i>	Annuelle ou bisannuelle	2n = 14	Allogame	- Ouest et sud Europe, Nord Afrique, Moyen orient. (1)
<i>Lolium rigidum</i>	Annuelle	2n = 14	Allogame	- Sous climat typiquement méditerranéen, Sud Europe, Maroc, Egypte. (1)
<i>Lolium canariense</i>	Annuelle	2n = 14	Allogame	- Les îles de l'atlantique nord (Madeira, Canaries et Cap vert.(2)
<i>Lolium loliaceum</i>	Annuelle	2n = 14	Autogame	- Méditerranée est (1)
<i>Lolium remotum</i>	Annuelle	2n = 14	Autogame	- Même répartition que <i>L. temulentum</i> .(1)
<i>Lolium temulentum</i>	Annuelle	2n = 14	Autogame	- Presque toute l'Europe (excepté le nord), Nord Afrique, région tempérée de l'Asie, introduit au nord et sud Amérique et Australie.
<i>Lolium persicum</i>	Annuelle	2n = 14	Autogame	- Régions du Moyen Orient (2)

Tableau 1 : Périnité, nombre chromosomique, système de reproduction et répartition géographique des espèces du genre Lolium

1) Zwierzykowski et Naganowska (1996)

2) Terrell (1968)

Selon Jauzein (1995), il semble évident que le ray-grass et les fétuques de la section Bovinae appartiennent au même genre et que la solution nomenclaturale la plus simple serait de supprimer le genre *Lolium* dont la classification est basée sur un caractère d'inflorescence bien secondaire.

Une très grande analogie morphologique est observée entre les 2 genres. De plus, le croisement entre *Festuca* section Bovinae et *Lolium* est très facilement réalisé, notamment entre *Festuca pratensis* et *Lolium perenne* (Essad, 1962). L'hybridation entre *Festuca pratensis* et *Lolium canariense* est considérée par Charmet *et al.* (1996b) comme la plus réussie.

1.2. Classification des *Lolium* d'Algérie

Pour la classification taxonomique des *Lolium* d'Algérie, nous avons considéré les travaux de Battandier et Trabut (1895), Maire (1955) et Quezel et Santa (1962). Chacun de ces auteurs a établi sa propre clef dichotomique, mais les mêmes caractères sont utilisés dans chacune des classifications :

Battandier et Trabut (1895) reconnaissent 3 espèces seulement dans le genre avec 6 sous espèces :

- *Lolium perenne*. L ssp *italicum*. Braun
- *Lolium multiflorum*. Lank.
 - ssp *rigidum*. Gaudini.
 - ssp *tenue*. Guss.
 - ssp *leptoroides*. Boiss.
- *Lolium temulentum*. L ssp *speciosum*. Stev.

Dans la région de Constantine, Julien (1894) identifie deux autres espèces, la première *Lolium italicum* (Braun) classée précédemment comme sous-espèce de *Lolium perenne* et la seconde *Lolium strictum* (Presl) :

- *Lolium perenne* (L)
- *Lolium italicum* (Braun)
- *Lolium multiflorum* (Lmk)
- *Lolium strictum* (Presl)
- *Lolium temulentum* (L)

Maire (1955) divise à l'extrême le genre en inscrivant plusieurs variétés et formes et en classant *Lolium remotum* et *lolium rigidum* comme deux nouvelles espèces. Cette dernière est identifiée par Battandier et Trabut (1895) comme une sous-espèce de *Lolium multiflorum* Lank.

Par ailleurs, *Lolium italicum* qui est considérée comme espèce par Julien (1894) et comme sous-espèce par Battandier et Trabut (1895), figure dans cette classification comme sous espèce de *Lolium multiflorum*.

- Section CRAEPALIA
- *Lolium temulentum*. L
 - Var *macrochaeton*. A. Braun
 - Var *leptochaeton*. A. Braun

sub-var *robustum*. (Rehb) Asch. et Gr.

sub-var *speciosum* (Stev) Asch. et Gr.

- *Lolium remotum*. Schank, Bayer.
 - Section EULOLIUM
- *Lolium perenne*. L.
 - Var. *typicum*. Fiori.
- f. *normale* Maire et Weiller.
 - f. *critatum* (Pers). Asch. et Gr.
 - f. *viviparum*. Koch.
 - f. *ramosum*. Sm
- Var. *tenue*. (L). Shrad
- Var *scabriculum*. Maire.
- *Lolium multiflorum*. Lamk
 - ssp *italicum* (A.Br) Shinz et Keller.
 - Var *aristatum* (wild). Maire et Weiller.
- f. *longiaristatum*. Asch. et Gr.
 - f. *submuticum*. Mutel.
 - f. *muticum*. D.C.
- Var *latifolium*. Maire
- ssp *Gaudini* (Parl) Shinz et Keller
- Var *siculum*. (Parl). Maire.
- Var *Gaudini*. (Parl). Asch. et Gr.
- Var *Macratherum*. Maire et Weiller.
- Var *brachyatherum*. Maire et Weiller.
- f. *anatherum*. Maire et Weiller.
 - f. *ramosum*.
- Var *laeviculme*. Maire.
- *Lolium rigidum*. Gaudini
 - Var. *genuinum*.(G G) Briq
 - Var. *compressum*. (Boiss. et Heldr).
 - Var. *tenue*. (Godr. in G.G). Durd et Shinz, Consp
- f. *maritimum* (Godr) Maire et Weiller, Comb.nov
 - f. *transiens* (Burolet) Maire et Weiller, Comb.nov
 - f. *macilentum* (Delastre) Maire et Weiller, Comb.nov
- Var. *subteres*. Maire et Weiller
- Var. *corsicum*. Briq
- Var. *oliganthum*. (Godr.), Maire et Weiller, Comb.nov
- Var. *teres*. (Lindb), Maire.
- Var. *atherophorum*. Maire.

La classification de Quezel et Santa (1962) est analogue à celle de Maire qui distingue également 5 espèces mais sans aucune division, sauf pour *Lolium multiflorum* qui comporte deux sous-espèces.

- *Lolium rigidum*. Gaudini
- *Lolium multiflorum*. Lamk.
 - ssp. *italicum*. (A.Braun), Shinz et Keller.
 - ssp. *Gaudini* (Parl.), Shinz et Keller.
- *Lolium temulentum*. L.
- *Lolium remotum*. Shrank

1.3. Présentation des espèces rencontrées en Algérie

1.3.1. Présentation botanique des espèces

Les principaux caractères distinctifs employés dans la description des espèces, sont représentés dans le tableau 2 et portent sur :

- La longueur du chaume et de l'épi
- La durée de vie

Espèces Caractères	<i>L. multiflorum</i>	<i>L. perenne</i>	<i>L. rigidum</i>	<i>L. remotum</i>	<i>L. temulentum</i>
Gluve (cm)	- Pourrait atteindre 1,3 cm, linéaire, lancéolé, coriace (M). - 7 nervures (M). - 4-7 nervures (H).	- 0,8-1... cm., linéaire, lancéolé, coriace (M). - 5-9 nervures (M). - 5-7 nervures (H).	- 0,7-1,8 cm, obtuse (M). - 5-9 nervures (M)	- 0,7-1,1 cm (M). —	- Pourrait atteindre 3... cm, linéaire lancéolé (M). - 7-9 nervures (M et H).
Gluve/épillet	- 1/3 - 2/3 (M). - > 1/2 (E).	- < épillet (M). - 1/2 - 3/4 (E).	- 3/4 - 1 (M). - Plus courte (C, E).	- Presque toujours plus courte qu'épillet (M et C).	- > épillet (B, M et C).
Lemme (cm)	- 0,7- 1 cm (M). - Membraneuse, lancéolé, ovale, oblongue (M). - 0,5- 0,8 cm (H). - aristée (cm).	- 0,6 - 0,7 cm (M). - Membraneuse, lancéolé - Obtuse ou subaiguë (M). - 0,5- 0,7 cm (H). - Mutique (M, H et E).	- 0,5 - 0,9 cm (M). - Lancéolé - Membraneuse, - papyracée +/-	- 0,4-0,5 cm (M). - Un peu coriace, oblongue. - Mutique ou parfois à arête courte. (H, C).	- 0,8 cm (M). - Ovale, oblong (M). - Dur, renflée, bossue (H). - 0,6- 0,9 cm (E). - 0,6- 0,8 cm (H). - aristée ou mutique (C, M, E).
Paléole/lemme	- Paléole dépassant un peu la lemme (M). - Paléole = lemme (H).	- Paléole presque égale à la lemme (M). - Paléole = lemme (H).	Paléole = lemme (M).	Paléole > lemme (M).	- Paléole dépassant la lemme (M). - Paléole = lemme (H).
Anthère (mm)	- 5- 6 mm (M). - 3 - 4,5 mm (E).	- 3- 4 mm (M, E)	—	—	- 3-4 mm (M). - 2,5 mm (E).
Herbe	+/- gazonnant (M). - innovations nulles (M, E).	- Gazonnante à innovations nombreuses (M, E).	- Gazonnante à innovation nulles (M, E).	—	- Sans rejet feuillé à la base (E).
Pérennité	- Annuelle, bisannuelle. - Vivace (M). - Annuelle (E).	- Vivace (M).	- Annuelle (M).	- Annuelle (M).	- Annuelle (M).
Hauteur (cm)	- 120 - 130	- 10- 90	- 15- 60	- 30 - 80	- 30- 100.
Feuille	- un peu rude. - 6-35 cm de longueur. - 1 cm de large.	- Lisse ou presque lisse. - 3- 20 cm de long. - 2 à 6 mm de large	- Lisse. - 20 cm de long. - 2 à 6 mm de large	- Rude. - 2 à 6 mm de large	- Ferme et rude. - 6-40 cm de long. - 3- 13 mm de large.
Ligule [longueur (mm)]	- 1-2 mm (H). - < 1mm (M)	- < 1 mm (M). - = 2 mm (H).	- < 1 mm (M).	—	- Pourrait atteindre 2 mm (M).

Tableau 2 : Présentation botanique des espèces du genre *Lolium* rencontrées en Algérie

Espèces Caractères	<i>L. multiflorum</i>	<i>L. perenne</i>	<i>L. rigidum</i>	<i>L. remotum</i>	<i>L. temulentum</i>
Epi [longueur(cm)]	- 20- 50 cm (B) - 30 cm (M) - Assez lisse - Très comprimé- assez rude.	- 4- 30 cm (H). - 5- 20 cm (M). - Aplati, assez large, lâche.	- Pourvant atteindre 30 cm. - Grêle, raide, dressé et étroit.	- Grêle, Lâche et peu épais.	- Pourvant atteindre 25 cm (M). - 10 - 30 cm (H). - Rigide, dressé, plus liche
Épillet	- Ecarte du rachis - Etroitement lancéolé.	- Dressé appliqué contre le rachis (M). - A peine écartée(B).	- +/- opprimé contre le rachis. (M).	- Obovale(C).	- Elliptique- oblong (C).
[longueur(cm)]	Pourvant atteindre 3,5 cm (M) - 0,8- 2,5 cm (H)	- 0,7 - 2 cm (H).	- 1,5 - 2 cm. (M).	- Ne dépassant pas 9 mm (M).	- 1- 1,5 cm (M). - 1,2 - 2,6 cm (H).
Largeur	—	—	—	—	4 - 6 mm (H).
Fleurs (nombre)	- 10- 20 (M) - 20- 25 (B) - 10- 25 (C) - 5- 15 (H)	- 3 - 12 (M, B) - 3 - 10 (C) - 4 - 14 (H).	- 3 - 10 (M). - 3 -9 (B, C).	- 4 -8 (M). - 3 - 8 (C)	- 4- 10 (M, B, H). - 3 - 10 (C)
Fleurs [longueur(mm)]	—	—	- 6 - 7 mm (C).	- 4 -5 mm (C).	- 6 - 10 mm (C).

M = Maire (1955)

C = Coste (1937)

H = Hubbard (1954)

B = Bonnier (1940)

Tableau 2 (suite) : Présentation botanique des espèces du genre *Lolium* rencontrées en Algérie

- La longueur et forme des fleurs, des épillets et des glumes
- L'aristation des lemmes
- Nombre de fleurs/épillet
- Longueur, largeur et aspect des feuilles
- Longueur de la ligule et hauteur du plant

La synthèse est établie à partir des observations de quelques auteurs : Coste (1937), Bonnier (1940), Maire (1955) et Hubbard (1954).

1.3.2. Aire de répartition et caractéristiques édaphoclimatiques des espèces

1.3.2.1. *Lolium perenne*

A Constantine, Julien (1894) a découvert l'existence de *Lolium perenne* sur les bordures des routes et les lieux vagues. En Algérie, Maire (1955) indique son importante répartition dans le Nord et le Centre, elle est commune dans le Tell, les Aurés et dans les montagnes jusqu'à l'anti-Atlas mais plus rare dans l'Atlas saharien. Le même auteur a signalé sa présence dans les clairières des forêts, broussailles, pâturages et plaines et son évolution dans les régions arrosées et parfois dans les stations humides des régions semi-arides jusqu'au 2500 m d'altitude.

Breese et Tyler (1988), confirment l'adaptation de *Lolium perenne* au climat tempéré humide et doux et aux sols humides, riches et assez lourds en précisant sa capacité de s'ajuster à des fertilités variées. Toutefois, selon Lapeyronie (1982), certains écotypes tunisiens se maintiennent sous des pluviosités à peine supérieures à 400 mm.

1.3.2.2. *Lolium rigidum*

Selon Maire (1955), cette espèce est également très commune dans le Nord, commune dans le Tell, les Aurés, l'Atlas saharien, sur le littoral, et répandue dans les plaines et les montagnes jusqu'à l'anti-Atlas. Elle est rencontrée dans les forêts claires, broussailles, pâturages, steppes, falaises et dunes littorales, dans les plaines et les montagnes des régions désertiques.

L'espèce *Lolium rigidum* qui ne s'élève pas à une altitude importante (Bonnier, 1940) est originaire de la contrée Méditerranéenne. Elle préfère les terrains sablonneux, les jachères, les vignes, les endroits engazonnés ainsi que les céréales alors qu'en Europe elle est rare en tant que graminée adventice de ces cultures (Behrendt et Hanf, 1979).

Jauzein (1995) la mentionne également comme étant une espèce méditerranéenne. Whyte *et al.* (1959) précisent cette particularité et signalent qu'elle peut évoluer facilement dans les zones recevant de 300 à 600 mm de pluie.

1.3.2.3. *Lolium multiflorum*

En Algérie, *Lolium multiflorum* est une espèce répandue dans les forêts claires, broussailles, pâturages, lieux humides des régions bien arrosées et semi-arides. Elle existe en plaine et dans les montagnes jusque vers 2000 m. Elle a été également rencontrée dans les oasis et dans le Sahara septentrional (Maire, 1955). La présence de cette espèce dans les oasis a été signalée auparavant par Maire (1933), précisément dans l'oasis d'Aoulef.

Haliger *et al.* (1968), indiquent sa présence dans les bords de chemin, terrains incultes et champs de céréales et sa préférence des sols sableux ou limoneux riches en azote.

1.3.2.4. *Lolium temulentum*

Lolium temulentum ou Ivrai est archéophyte (Maire, 1955), ce qui signifie une plante très anciennement introduite et naturalisée. Cette espèce qui évolue sur des sols secs et riches (sablo-limoneux à sableux- légers), est rencontrée particulièrement dans les champs de céréales et terrains incultes (Behrendt et Hanf, 1979).

1.3.2.5. *Lolium remotum*

Cette espèce est très voisine du *Lolium temulentum*, elle est connue comme étant adventice dans les champs de lin (Maire, 1955).

Coste (1937) qui l'a également signalé dans les champs de lin, a fait remarquer qu'elle devient de plus en plus rare à mesure que disparaît la culture de celui-ci.

L'espèce *Lolium remotum* comme pour *Lolium temulentum* préfère les sols secs (Jauzein, 1995).

1.4. Importants travaux réalisés

Les premiers travaux sur la variabilité morphologique et caryologique des espèces du genre *Lolium* ont été réalisés par Essad durant les années 1954, 1962 et 1968.

L'étude caryologique de ce genre a intéressé d'autres auteurs dont Malik et Thomas (1966), Edward et Terrell (1966) et Caranahan et D'Hil (1961).

Actuellement, les travaux sur le genre *Lolium* sont de plus en plus axés sur les études phylogénétiques basées sur la cytogénétique et les caractérisations enzymatiques (Bulinska-Radomska et Lester 1987, Charmet et Balfourier 1994 et Thomas *et al.*, 1996).

La majorité des études entreprises sont orientées vers *Lolium perenne*. De nombreuses populations naturelles ont été collectées et leur diversité évaluée, selon plusieurs auteurs cités par Gallais et Bannerot (1992) : Italie (Lorrenzetti et Piano, 1974), Roumanie (Kovacs,

1980), Pologne (Lutynska *et al.* 1975), ex-URSS (Pavlik, 1967), Nouvelle Zélande (Suckling et Forde, 1978).

Selon Gallais et Bannerot (1992), les travaux les plus conséquents en la matière sont ceux conduits par les chercheurs de la station d'Aberystwyth qui ont maintenant en charge la banque européenne des ressources génétiques pour le ray-grass. Leurs travaux ont porté principalement sur des populations d'Europe de l'Ouest: galloises (Breese, 1963), espagnoles, scandinaves, suisses et françaises (nord-ouest) (Tyler et Williams, 1972), italiennes (Tyler et Chorlton, 1978), allemandes et autrichiennes (Tyler et Thomas, 1987).

Les études de la variabilité génétique et de la sélection des populations naturelles de *Lolium perenne* sont particulièrement prises en charge par Charmet *et al.* (1996 a et 1996 b), Balfourier et Charmet (1991, 1994a et 1994b), Humphreys (1991), Casler (1995), Ghesquieres *et al.* (1994) et Hazard *et al.* (1995). L'analyse enzymatique des populations spontanées de *Lolium perenne* est utilisée également pour compléter les résultats issus de la variabilité morphologique et cytogénétique : Charmet *et al.* (1993), Balfourier et Charmet (1994) et Haywards (1985).

Les études relatives à la relation entre les facteurs environnementaux et la variabilité à l'intérieure des populations ont été réalisées par Charmet et Balfourier (1994 a), Charmet *et al.* (1993 et 1994) et Balfourier et Charmet (1991) et Falcinelli *et al.* (1988).

L'espèce *Lolium rigidum* a fait l'objet de plusieurs études de caractérisation morphologique et agronomique dans le but de sélectionner des populations adaptées aux régions semi-arides.

Dans ce cadre, Franca *et al.* (1993, 1995, 1998 a et 1998b) ont évalué lors de plusieurs travaux, la variabilité génétique de populations naturelles de cette espèce issues de diverses localités.

Des études de caractérisation morphologique ont été réalisées sur les populations de *Lolium multiflorum* par plusieurs auteurs dont Hides *et al.* (1993), Oliveira *et al.* (1997) et Elgersma *et al.* (1989).

En Algérie, les études réalisées sur le genre *lolium* sont extrêmement rares. Nous notons particulièrement les travaux de Ahmim (1973) et Ahmim *et al.* (1975) relatives à l'évaluation des potentialités agronomiques des variétés introduites de *Lolium multiflorum* et les études de Sissani (1990) et Hamidi et Saïdi (1993) concernant la morphologie et la cytogénétique.

II. MATERIEL ET METHODES

2.1. Matériel

2.1.1. La prospection

2.1.1.1. Le choix des stations

L'objectif de notre étude est l'analyse de la variabilité génétique dans le genre *Lolium*. Pour ce faire, il était alors nécessaire de procéder à un échantillonnage diversifié et suffisant de populations. Bidault (1971), considère une population comme étant l'ensemble des individus d'une localité naturelle d'étendue limitée pour lesquels la ressemblance des caractères morphologiques laisse présumer l'existence d'une parenté génétique très étroite.

Par ailleurs, la différenciation génétique, comme le souligne Pernès (1984), est particulièrement adaptative et significative écologiquement, l'échantillon doit concerner la plus grande diversité environnementale possible (altitude, latitude, longitude variées, conditions climatiques, édaphiques et biotiques).

La localisation des sites de collecte est alors réalisée en tenant compte principalement du facteur bioclimat.

En plus de la diversité écologique, les stations de récolte sont choisies sur la base des indications sur l'origine et la répartition géographique du genre *Lolium* relevées dans les diverses flores, notamment celles de Quezel et Santa (1962), Maire (1955), Battandier et Trabut (1895), Ozenda (1977) et Julien (1894).

Au total, 17 populations de 3 espèces différentes en l'occurrence, *Lolium rigidum* (Photo a1, a2), *Lolium multiflorum* (Photo a3, a4) et *Lolium perenne* (Photo a5, a6) ont été recueillies dans 12 sites (Tab.3), appartenant à différents étages bioclimatiques (Fig.1) et diverses régions géographiques (Fig.2) qui sont:

- Régions littorales occidentales : Baïnem (I.N.R.F), Staouéli (I.T.C.M.I).
- Région centre sub-littorale : centre de recherche en phytotechnie (I.N.R.A.A, Station de Mehdi Boualem, Baraki).
- Région tellienne orientale : Mekla, Oued Aïssi, Constantine (Université), Aïn Abid, Bordj Bou Arreridj et El Khroub.

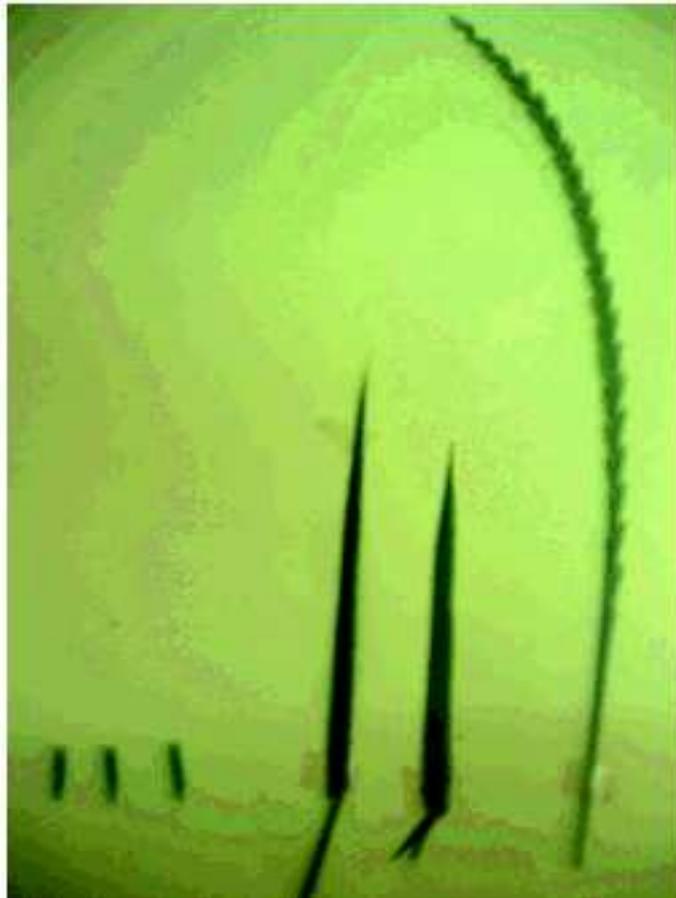


Photo a1. de gauche à droite : Lesépillets, Les feuilles et l'épi de Lolium rigidum



Photo a2 : Port de Lolium rigidum



Photo a3. de gauche à droite : Les épillets, Les feuilles et l'épi de Lolium mutiflorum



Photo a4 : Port de Lolium multiflorum

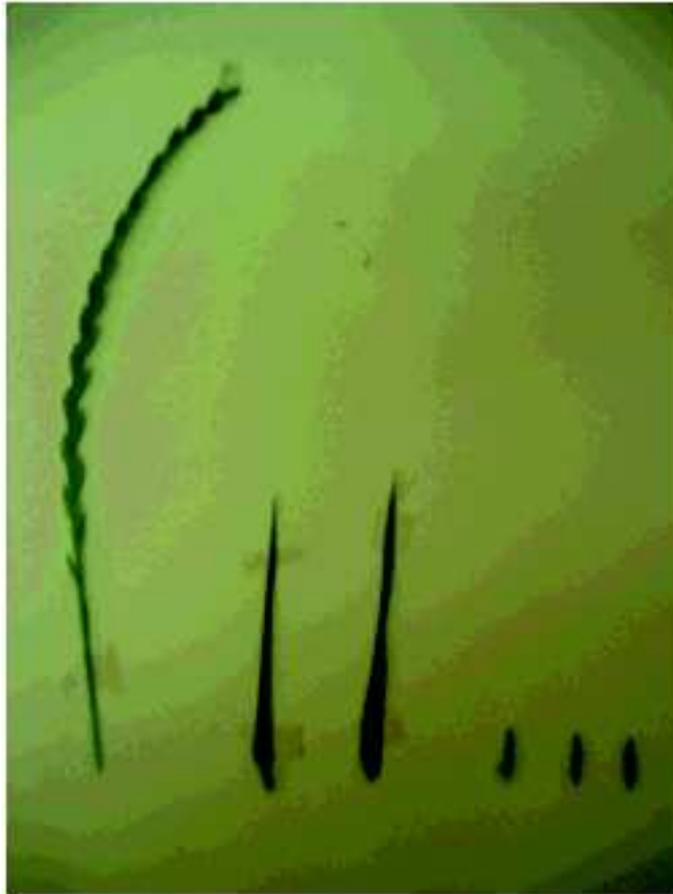


Photo a5. de gauche à droite : Les épillets, Les feuilles et l'épi de Lolium perenne



Photo a 6 : *Portde Lolium perenne*

Espèces	Stations	Code
<i>Lolium perenne</i>	Constantine (Université, 730 m)	UI et UII
	Constantine (Université, 630 m)	UIII
	Bordj Bou Arreridj (902 m)	BR
	Tizi ouzou (Mekla, 500m)	MEL
<i>Lolium multiflorum</i>	Bainem (240m)	BAM
	Baraki (station, INRAA, Mehdi Boualem, 18.5m)	MUM
	Adrar (station, INRAA, 278,48 m)	AD
	Relizane (station INRAA, 48,5 m)	R1
<i>Lolium rigidum</i>	Khemis Méliana (station ITGC, 300 m)	KMH
	Relizane (station INRAA, 48, 5 m)	R2
	El Khroub (600 m)	KHB
	Ain Abid (870 m)	AA
	Baraki (station, INRAA, Mehdi Boualem, 18.5m)	MGR
	Staouéli (station ITCMI, 285 m)	STA
	Tizi ouzou (Oued Aïssi)	OA

Tableau 3 : Code des populations du genre *Lolium* récoltées par espèce et par station

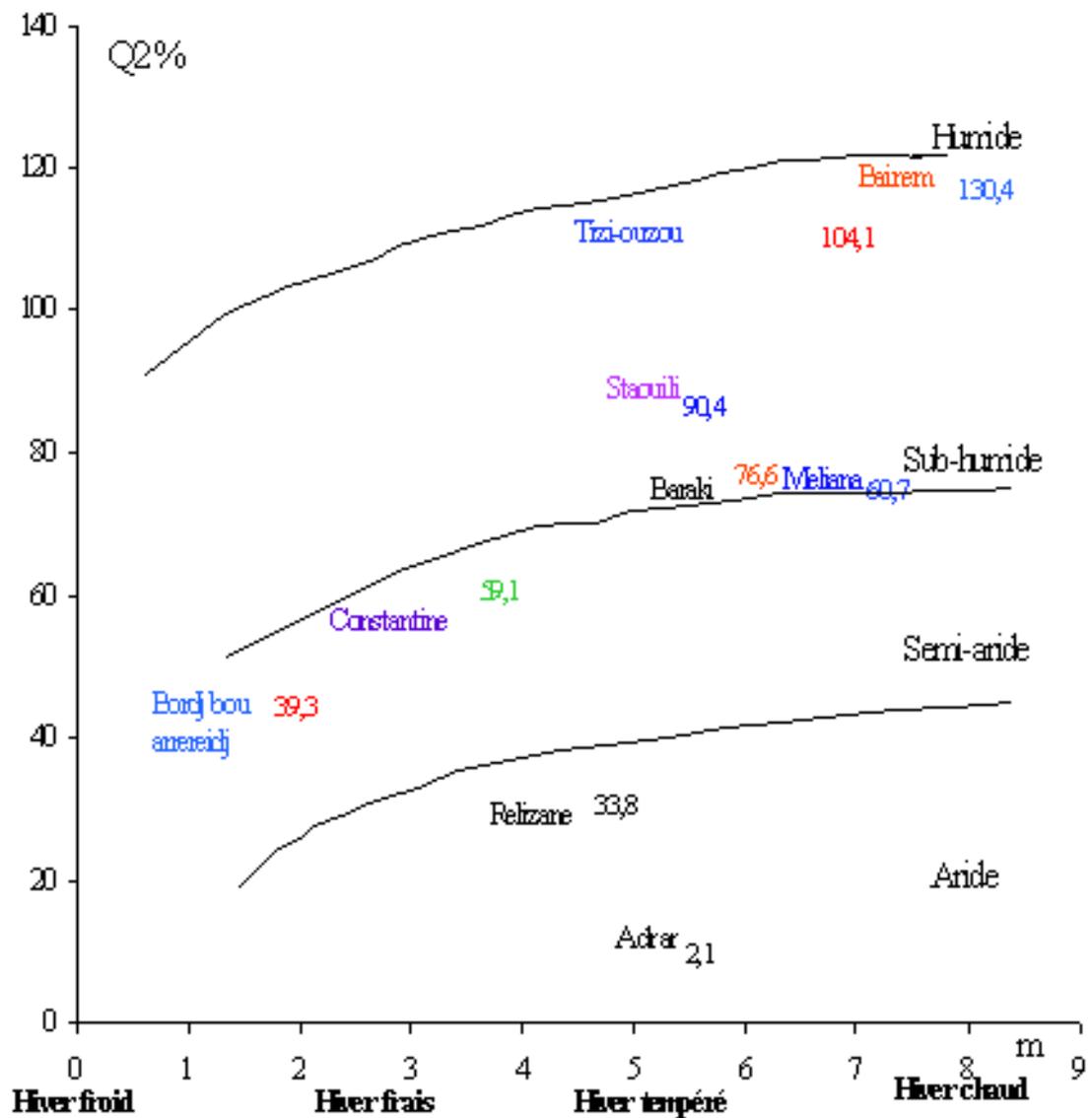


Figure 1 : Localisation des stations de collecte des populations étudiées sur le climagramme d'Emberger

- Région tellienne occidentale : Relizane (INRAA, Station de Hamadena), Khemis Miliana (Station, I.T.G.C).
- Région saharienne : Adrar (I.N.R.A.A, Station d'Adrar).

Outre le bioclimat, l'altitude, la latitude et le sol sont également pris en considération pour marquer l'hétérogénéité des sites particulièrement proches.

2.1.1.2. La collecte sur terrain

Les méthodes de collecte et les normes d'échantillonnage varient beaucoup selon que l'on cherche à collecter des variétés traditionnelles ou des populations spontanées.

Selon Pernes (1984), les populations spontanées sont riches d'une variabilité phénotypiquement peu visible. Quelques-unes méritent d'être très soigneusement échantillonnées (une ou deux par zone écologique).

D'après le même auteur, il est recommandé de multiplier les sites de prélèvements plutôt que d'augmenter la taille des échantillons.

Bothmer et Seberg (1995), précisent également l'importance du but de l'étude dans la détermination de la stratégie à adopter. La collecte peut être réalisée pour les raisons suivantes :

- Collecte pour l'étude taxonomique, phylogénétique et biosystématique
- Collecte pour la variabilité génétique et la conservation
- Collecte pour l'utilisation immédiate et l'introduction dans des programmes de sélection.

Rechercher la plus large variabilité génétique du genre *Lolium* est l'objectif majeur de notre étude. Nous avons donc essayé dans la mesure du possible de respecter les normes établies.

La collecte est réalisée durant le mois de juin, époque où la plupart des graminées arrivent à maturité.

Sur chaque site, une à deux populations sont prélevées sur une aire écologiquement homogène de 50 à 100 m². Chaque échantillon correspondant à une population, est représenté par 15 à 20 individus.

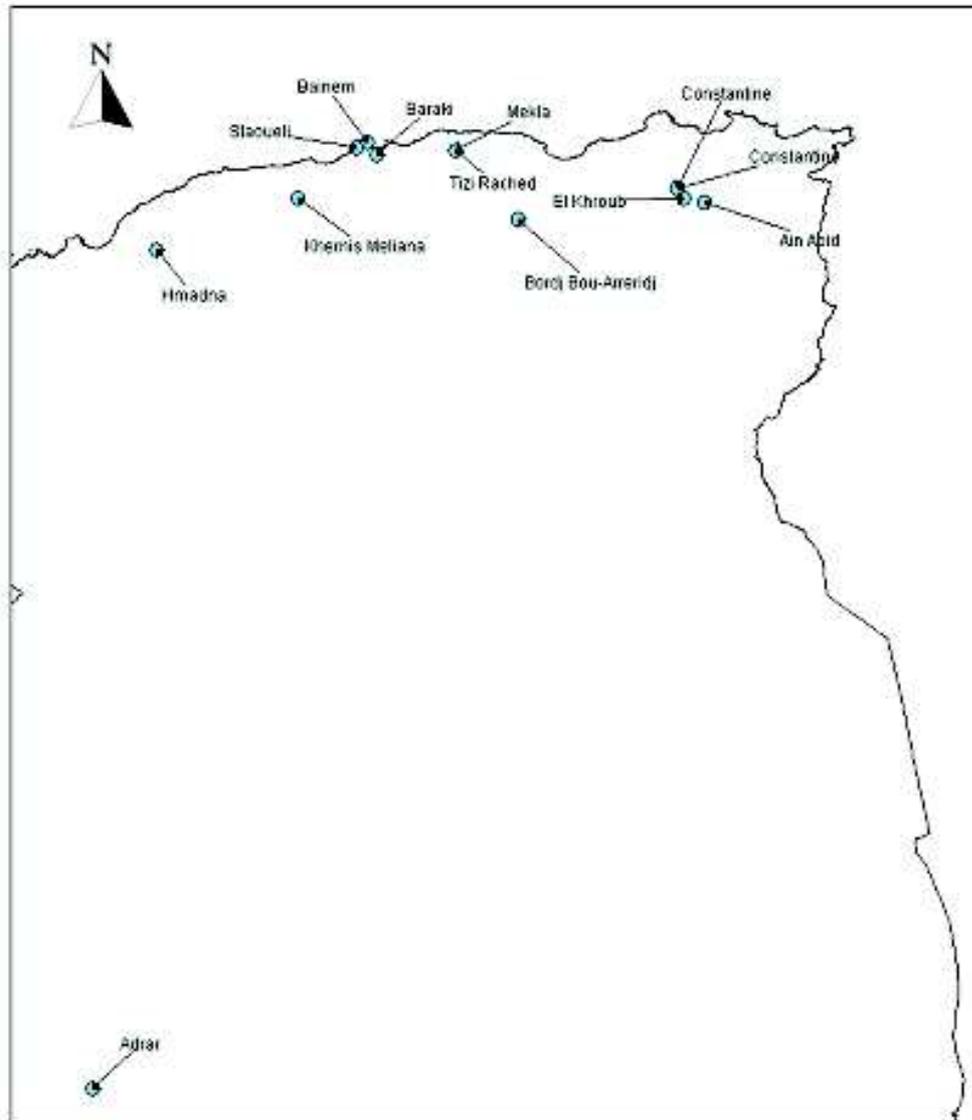


Figure 2 : Carte de localisation des sites de collecte des populations de *Lolium sp.*

Dans le cas des espèces annuelles, l'individu composé de plusieurs chaumes simples est prélevé en entier à partir de la base, de manière à garder intact les organes concernés par les mesures.

Pour les espèces pérennes, l'individu correspond à une touffe composée de plusieurs chaumes ; 15 à 20 touffes sont alors prélevées.

Dans chaque site, nous avons effectué des prélèvements de sol pour les données édaphiques et établi des listes des espèces végétales dominantes. Nous avons également noté l'altitude de chaque station. La longitude et la latitude ont été rajoutées par la suite.

2.1.2. Caractéristiques des stations

Pour la longitude, la latitude et les données climatiques se rapportant à la pluviométrie et aux températures (Tab. 4), nous avons utilisé les données brutes de Seltzer (1946) pour la période 1913- 1948 et de Chaumont et Paquin (1971) pour la période 1913- 1963.

D'autres sources sont également exploitées pour pouvoir compléter les données climatiques des stations suivantes:

- Station de Bâinem : Les températures et la moyenne pluviométrique relevées sont celles de Treep (1976) pour une période de 50 ans (1913-1963).
- Station d'Adrar, Staouéli et Mehdi Boualem : Les valeurs des températures minimales et maximales ont été recueillies au niveau des stations météorologiques correspondantes sur une période de dix ans. La même source a été également utilisée pour les précipitations moyennes annuelles sauf pour la station d'Adrar dont la moyenne a été reprise de la flore d'Ozenda (1977).

Pour les sites éloignés des stations météorologiques (Khemis Meliana, El Khroub, Oued Aïssi et Mekla), nous avons utilisé les températures moyennes minimales et maximales des stations respectives les plus proches (Meliana, Constantine et Tizou Ouzou).

La localisation des stations sur le climmagramme d'Emberger est effectuée en utilisant le quotient de Stewart (1974) qui est fonction des précipitations moyennes annuelles (p), des températures moyennes des maxima du mois le plus chaud (M) et des températures moyennes des minima du mois le plus froid (m) :

$$Q2 = 3,43 p/M-m$$

Stations de récolte	Pluviométrie Moyenne mm	Températures Moyenne C°		Longitude	Latitude	Altitude
		Max	Min			
Bordj Bou-Arridj	400	35.6	0.7	4°46' E	36°4'	902
Bâinem	768	28	7.8			230
Staouéli	680	31.7	5.9	2°53' E	36°45'	22
Tizi ouzou	914	35.5	5.4	4°3' E	36°43'	500 (Mekla)
Baraki (Mehdi Boualem)	564.05	31.62	6.38		36°41'	18.5
El Khroub	531	32.8	2.9	6°42' E	36°16'	640
Relizane (Hamadana)	325	37.5	4.5	0°33' E	35°45'	48.5
Khemis Meliana	469	37.32	5.89	2°13' E	36°16'	300
Constantine	523	32.8	2.9	6°37' E	36°22'	730 (UI et UII)
						630 (UIII)
Adrar	25	45.39	4.63	00°11' W	27°49'	27848
Ain Abid	552	32.8	2.1	6°56' E	36°14'	870

Tableau 4 : Données climatiques et topographiques des stations de récolte

2.1.2.1. Caractéristiques générales

a. Les stations du littoral et sub-littoral

Nous avons récolté 3 populations dans les deux stations littorales (Bâinem et Staouéli) et deux dans la station sub-littorale (Baraki). Se localisant toutes dans l'étage sub-humide à hiver chaud, ces stations présentent une fréquence relativement importante des populations de *Lolium multiflorum*.

La station de Baïnem (240 m) se caractérise par un minima de 7,8. Les prélèvements ont été effectués au niveau de l'arboretum situé dans la forêt de Baïnem, sur un sol plus ou moins accidenté où dominant essentiellement *Pinus halepensis* et *Eucalyptus sp.* Nous avons également noté la présence de *Phalaris brachystachys*, *Bromus madrilensis*, *Euphorbia terracina* et *Festuca elatior*.

Les stations de plus basses altitudes, Staouéli (22m) et Baraki (18,5m) présentent respectivement un minima de 5,9 et 6,38. La végétation de la station de Staouéli est caractérisée par les dominances des herbacées annuelles.

Dans la station de Mehdi Boualem (Baraki), toutes les espèces présentent autour du *Lolium* sont des annuelles et nous avons pu relever : *Bromus madrilensis*, *Agropyrum repens*, *Avena sterilis*, *Hordeum murinum* et *Matricaria chamomilla*.

b. Les stations telliennes orientales

Dans la partie orientale, la majorité des stations sont localisées dans l'étage semi-aride à hiver frais et sont particulièrement situées en altitude : université de Constantine (730 m et 630 m), El Khroub (640 m), Aïn Abid (870 m) et Bordj Bou Arreridj (902 m) (Tab. 4).

Deux populations de *Lolium perenne* phénotypiquement différentes ont été récoltées à Constantine (université). L'une de ces populations a été prélevée sur un sol abritant essentiellement l'espèce *Lolium perenne*, formant une pelouse assez dense avec d'autres espèces annuelles comme *Mentha pulegrum*, *Phalaris brachystachys* et *Plantago lanceolata*.

Une troisième population de *Lolium perenne* a été également prélevée à l'université mais à une altitude plus basse (630 m).

Une seule population de *Lolium rigidum* a été récoltée à El khroub dans une broussaille en bordure de route, mélangée avec d'autres graminées annuelles.

Une population de cette espèce a été également échantillonnée à Aïn Abid dans une clairière dont la végétation avoisinante est représentée essentiellement par des graminées.

A Bordj Bou Arreridj, une population de *Lolium perenne* a été récoltée en bordure de route formant un tapis peu dense avec *Bromus sterilis* dont la fréquence est beaucoup plus faible. Les précipitations moyennes annuelles de ces quatre dernières stations sont comprises entre 400 mm et 552 mm et présentant des valeurs de minima qui varient entre 0,7 et 2,9 (Tab. 4).

Dans la région de Tizi ouzou, deux sites appartenant à l'étage sub-humide à hiver doux ont été prospectés, Mekla et Oued Aïssi. Une population de *Lolium perenne* a été prélevée dans la région de Mekla dans un sous bois et à une altitude de 500 m. L'espèce est présente en touffes isolées sur un sol en pente et presque nu.

Dans la station de Oued Aïssi et à une altitude plus basse, nous avons échantillonné une population de *Lolium rigidum* mélangée à d'autres espèces graminéennes.

En ce qui concerne les données climatiques de ces deux dernières stations, nous nous sommes référés aux données de la station météorologique de Tizi-Ouzou (Tab. 4).

c. Les stations telliennes occidentales

Dans cette région, l'échantillonnage a été réalisé dans deux étages bioclimatiques différents :

- Dans l'étage aride à hiver doux deux populations (*Lolium multiflorum* et *Lolium rigidum*) ont été prélevées à la périphérie de la station expérimental de Hamadena (Relizane) située à 48,5m d'altitude et présente une minima de 4,5.

La végétation de la station est caractérisée par la dominance d'*Arthrocnemum glaucum* et de *Sueda fructosa*. Nous avons également noté la présence d'*Hordeum murinum*, *Avena sterilis*, *Malva paviflora* et *Sinapia arvensis*.

- Une population de *Lolium rigidum* a été récoltée dans la limite inférieure du sub-humide. La récolte a été effectuée dans la station de Khemis Miliana située à 469 m d'altitude et localisée dans la variante hiver doux, la valeur du minima est de 5,89.

d. Station saharienne

La station d'Adrar se distingue nettement des précédentes par son appartenance au bioclimat saharien avec un minima de 4,63 et une pluviométrie moyenne annuelle très faible de 25 mm.

Une seule population de *Lolium multiflorum* a été récoltée à la périphérie d'un guemoune (petite parcelle de blé oasisien) à une altitude de 278,4 m. Notons qu'Ozenda (1977) avait signalé la présence de cette espèce dans le Sahara septentrional et central, représentée par des formes annuelles ou bisannuelles.

2.2. Methodes

2.2.1. Essai expérimental des populations collectées

Pour le choix des individus, nous avons procédé au hasard. A partir de chaque population, sept individus sont pris et à partir de chacun de ces individus, 5 graines sont prélevées et immédiatement codées. Chaque population est ainsi représentée par 35 individus qui constitueront le matériel de base de notre étude.

Les graines sont mises dans des fertil-pots et placées sous serre dont les conditions assurent un taux important de levée et une bonne homogénéité de la croissance.

Un mois après, au stade 2^{ème} à 3^{ème} talle, les plants sont transplantés sur le terrain situé dans la station Mehdi Boualem (I.N.R.A.A.). Des échantillons de sol sont prélevés entre 0 - 20 cm de profondeur pour étudier les caractéristiques physico-chimiques de la parcelle.

Sur le terrain, l'essai est mené sans irrigation et le dispositif adopté est en bloc aléatoire complet.

A l'intérieur de chacun des deux blocs constituant l'essai, 17 populations distantes de 1,50 m, sont réparties au hasard et chaque population comporte deux lignes espacées de 40 cm.

Nous tenons à signaler que l'essai a été conduit durant une année. Nous avons tenté de répéter le même dispositif pour une deuxième année. Cependant, le manque de pluie et la mauvaise préparation du sol ont entravé sérieusement le développement de plus de 50 % des plantules ; ce qui a rendu impossible la réalisation du deuxième essai.

2.2.2. Etude de la variabilité génétique des populations

Pour le traitement des données, les mêmes méthodes statistiques sont appliquées pour les populations naturelles et expérimentales.

2.2. 2. 1. Analyse de la variabilité phénotypique

a. Choix des caractères

Les caractères morphologiques des graminées sont en majorité extrêmement variables tant sous l'influence du milieu que sous des influences génétiques individuelles et ce à l'intérieur d'une même espèce (Essad, 1954).

La mise en valeur de cette variabilité entre et au sein des différents taxons, exige l'étude d'un ensemble de caractères aisément mesurables et distinctifs (Bidault, 1971).

Raynal-Roques (1994) définit un caractère (ou critère) distinctif, discriminatoire ou taxonomique comme étant un attribut (une caractéristique ou une donnée) qui varie entre deux catégories d'individus.

Le nombre de caractères susceptibles d'être employés pour distinguer des groupes d'individus semble pratiquement infini. Cependant, pour le genre *Lolium* comme pour la plupart des graminées, les caractères de l'appareil végétatif sont considérés comme mineurs, comparés à ceux de l'appareil reproducteur. En effet, Ledyard-Stebbins (1982), considère les inflorescences des graminées dont la structure est très complexe comme un outil primordial pour distinguer les genres, les espèces et les sous espèces.

Essad (1954), souligne l'importance des caractères qualitatifs, notamment la forme des épillets des fleurs et du caryopse dont la valeur est incontestable pour la séparation des différentes structures du genre *Lolium*.

La majorité des caractères sélectionnés sont relatifs à l'épi, l'épillet et la glume. Pour leur choix, nous avons adopté comme base, différentes flores considérées comme l'accès le plus rapide à la connaissance des principales caractéristiques impliquées dans la ressemblance ou la dissemblance des différents taxons.

Nous avons considéré également certains travaux portant sur des caractères biométriques ayant trait à la variabilité génétique de certaines espèces graminéennes (Amirouche 1987, Aïnouche 1984, Bandou 1990). Cependant, nous avons accordé une plus grande importance à la variation morphologique et caryologique du genre *Lolium* qui a suscité plusieurs études Essad (1962 et 1954) et Terrell (1966 et 1968), Bulinska-Radomska et Lester (1985), Sisani (1990), Hamidi et Saïdi (1993).

Pour notre étude, nous avons sélectionné dix-neuf caractères morphologiques dont quatre sont qualitatifs. Les caractères sont énumérés dans le tableau 5 et schématisés sur la figure 3.

Les caractères relatifs à l'appareil reproducteur sont au nombre de 14 (épi et épillet) et ceux de l'appareil végétatif sont au nombre de 5 (chaume et feuille).

Cependant, 3 mesures correspondant aux longueurs et largeurs de la feuille et au nombre d'entre-nœuds n'ont pas été effectuées sur les populations naturelles.

Les mesures sont effectuées sur 70 individus (des deux blocs confondus), 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. Dans son étude sur la variabilité

génétique de la fétuque, Crowder (1956) propose de mesurer la longueur de la feuille de la ligule jusqu'au sommet et celle de l'épi du premier nœud jusqu'à son sommet.

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).

Le nombre de fleurs / inflorescence est évalué sur chaque individu, ce caractère est d'une grande importance car il nous renseigne sur le pouvoir de reproduction des plantes (Trifi-Farah *et al.*, 2002).

Le diamètre du chaume est mesuré à mi-distance entre la ligule de la feuille culmaire et la base de l'épi.

Le nombre de nervures de la glume supérieure est compté à environ 1/3 de la base d'insertion de la glume. A ce niveau, les nervures sont parallèles entre elles et sont faciles à compter (Bellounes, 1991).

Durant l'essai, quelques caractères liés à l'étude du comportement ont été notés et concernent les stades phénologiques suivants :

Caractères	Code	Unité
Appareil reproducteur : (épi et épillet)		
- Longueur de l'épi	lep	cm
- Nombre d'épillets/ épi	net	
- Longueur de l'épillet de sa base au sommet de la dernière fleur.	let	cm
- Longueur de la glume supérieure de l'épillet	lgl	cm
- Nombre de fleurs/ épillet	nfl	
- Nombre de grains /épillet	ngr	
- Nombre de nervures de la glume supérieure	ngl	
- Longueur de la lemme de la première fleur de l'épillet	lhm	cm
- Longueur de la paléole de la première fleur de l'épillet	lpa	cm
- Largeur de la lemme de la première fleur de l'épillet).	lal	cm
- Forme de la glume supérieure Classe 1 = Forme oblongue Classe 2 = Forme subaiguë Classe 3 = Forme aiguë	fgl	
- Forme de la lemme de la première fleur de l'épillet Classe 1 = Forme oblongue Classe 2 = Forme subaiguë Classe 3 = Forme aiguë	flm	
- Forme de l'épillet Classe 1 = Forme lancéolée Classe 2 = Forme étroitement lancéolée Classe 3 = Forme oblongue	fet	
- Aristation de la lemme de la première fleur de l'épillet Classe1 = Munique Classe2 = Aristé	art	
Appareil végétatif (chaume)		
- Longueur du chaume, de sa base à la base de l'épi	lhc	cm
-Diamètre du chaume à mi-distance entre la ligule de la feuille culinaire supérieure et la base de l'épi	dtg	cm
- Nombre de nœuds du chaume	rnd	cm
- Longueur du limbe de la feuille culinaire supérieure	leg	cm
- Largeur de la feuille culinaire supérieure	laf	cm

Tableau 5 : Caractères morphologiques sélectionnés, code et unité

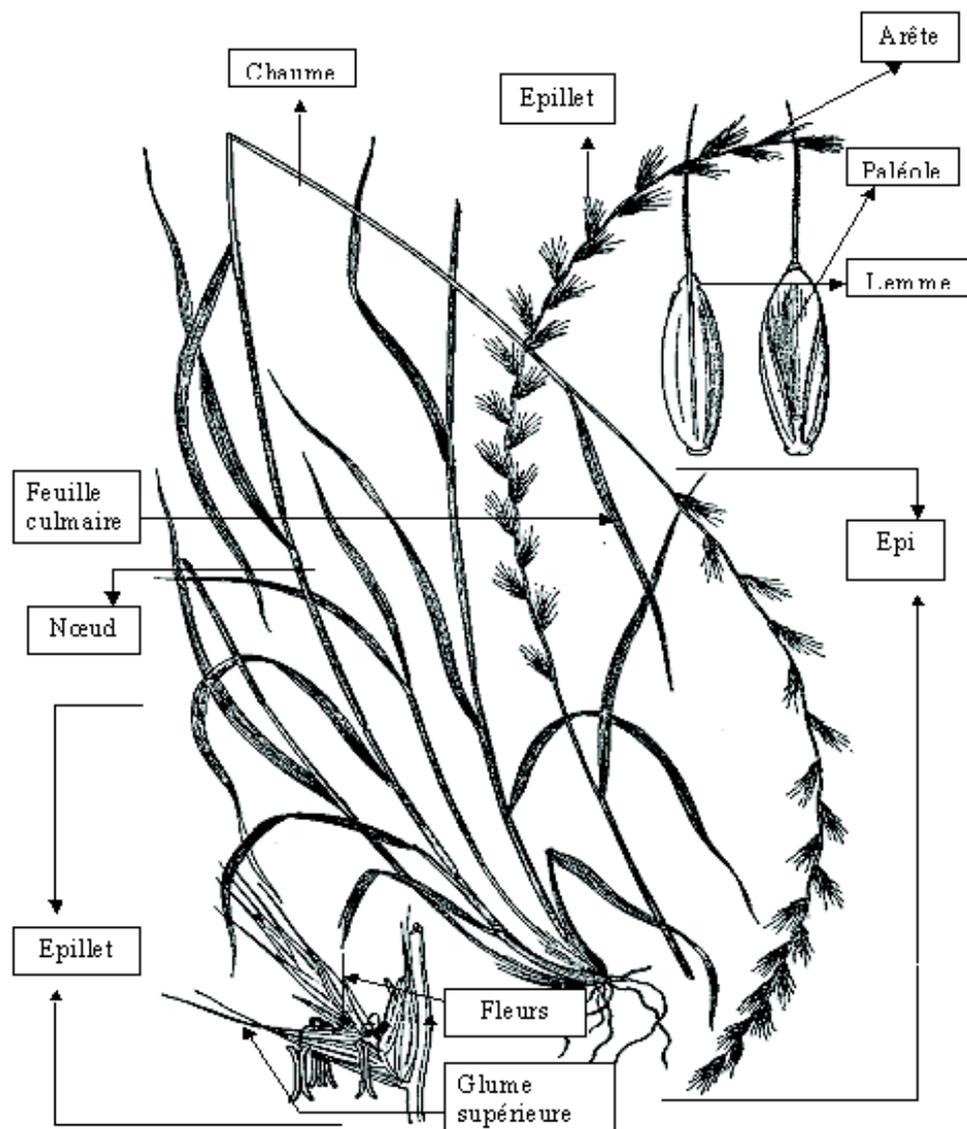


Figure 3 : Localisation des caractères mesurés sur la plante

- Stade végétatif :
 - Apparition de la première feuille issue de la talle principale de la majorité des plantes (fp).
- Apparition de la première talle primaire (fl).
- Début épiaison :
 - L'épiaison de la talle est le moment où la pointe de l'inflorescence vient à sortir de la gaine apparaissant à l'extérieur (de). Ce critère est important pour la typologie des variétés et pour le système fourrager (Charmet et al, 1996 a).
- Plein épiaison
 - Correspondant à la floraison des 50% des plants (pe).
- Début floraison
 - Ce stade est repérable dès qu'il y a sortie des premières étamines (df).

En plus des caractères morphologiques, les données édapho-climatiques et topographiques des sites d'origines sont intégrées dans l'analyse de la diversité. Il a été proposé en effet par Balfourier et Charmet (1991) et Charmet *et al.* (1993) d'utiliser non seulement les caractères phénotypiques mais aussi les données écologiques des sites pour étudier la variabilité (Tab. 6)

<p>Caractéristiques topographiques et climatiques</p> <ul style="list-style-type: none"> - Précipitation du site d'origine (prt) - Altitude du site d'origine (alt) <p>Éléments chimiques des sites d'origine</p> <ul style="list-style-type: none"> - Azote (n) - Carbone (ca) - Calcaire totale (ct) - Matière organique (mo) - Rapport C/N (c/n) - pH (ph)

Tableau 6 : Caractères topographiques, climatiques et chimiques des sites de collecte des populations d'étude

b. Traitement des données

Nous avons d'abord procédé à une analyse univariée (analyse de variance et corrélation).

Cependant, les méthodes statistiques utilisées pour estimer la diversité font souvent appel à des analyses multidimensionnelles, notamment l'ACP et l'AFD que nous avons appliquées aux populations naturelles et leurs descendances.

Les logiciels utilisés sont le STATITCF, le STATISTICA et l'EXCEL.

b.1. L'analyse de la variance

Nous avons appliqué d'abord une analyse de variance en utilisant le test "F" de Student-Fisher pour les populations naturelles (effectifs inégaux) et le test de Newman et Keuls pour les populations expérimentales. Pour cela, un certain nombre de paramètres a été déterminé : moyenne ; écart type ; coefficient de variation.

Les limites du coefficient de variation se présentent comme suit :

C.V < 10 : faible

C.V. compris entre 10 -20 : moyen

C.V. > 20 : fort

Pour comparer les espèces entre elles, nous avons également fait des comparaisons de moyennes en utilisant le test de p.p.d.s pour les populations naturelles et le test de p.p.a.s pour les populations expérimentales.

b2. L'analyse en composantes principales (A.C.P)

Cette méthode factorielle est considérée comme la méthode de base de l'analyse de données et a pour objet la description des données contenues dans un tableau individus-caractères numériques : P caractères sont mesurés sur n individus (Bouroche et Saporta 1980).

Cette analyse descriptive présente sous forme graphique le maximum de l'information contenue dans un tableau. Elle permet ainsi de savoir, comment se structurent les variables, puisque l'A.C.P. repose essentiellement sur les corrélations et fait ressortir celles qui sont importantes dans la discrimination des groupes d'individus. Elle permet aussi d'expliquer comment se répartissent les individus, c'est à dire ceux qui présentent des affinités et ceux qui sont dissemblables.

La phase essentielle de l'A.C.P, consiste d'après Philipeau (1986) à transformer les P variables quantitatives plus ou moins corrélées entre elles en P nouvelles variables quantitatives non corrélés, appelées composantes principales.

b.3. L'analyse factorielle discriminante (A.F.D)

L'analyse factorielle discriminante, appelée également analyse discriminante décisionnelle, est une méthode qui permet de mettre en évidence les liaisons entre un caractère à expliquer et un ensemble de caractères explicatifs quantitatifs (Bouroche et Saporta, 1980).

Le principe de base est pratiquement le même que celui de l'A.C.P., il faut déterminer de nouveaux caractères à partir de la combinaison des caractères initiaux.

Cependant, en A.F.D. il ne s'agit plus de chercher le caractère ayant la plus forte valeur discriminative, mais celui qui est susceptible de distinguer d'une manière parfaite les différents groupes ou modalités.

Selon Tomassone (1980), l'analyse discriminante recouvre deux aspects. Le premier consiste à séparer au mieux l'ensemble des groupes à l'aide d'un ensemble de variables, elle permet donc d'effectuer la discrimination des populations.

Le second principe de cette analyse est la possibilité de réaliser un classement des observations. Celles-ci ont la possibilité d'appartenir à chaque population et la plus forte probabilité d'appartenance nous permet d'affecter l'observation dans la population correspondante.

Cette analyse nous a permis également de calculer la distance de Mahalanobis, et connaître ainsi les distances qui séparent les groupes les uns des autres.

b.4. Les corrélations

Les corrélations entre les différents caractères sont analysées aux seuils de signification :

5% - 1% - 0.1%.

2.2.3. Etude caryologique

En plus des caractéristiques morphologiques externes, la cytogénétique peut elle aussi contribuer à mettre en évidence l'amplitude de la variation en recherchant dans quelles mesures les différents taxons se distinguent les uns des autres par le nombre, la taille, et forme de leurs chromosomes.

2.2.3.1. Technique de coloration

Nous avons procédé à l'étude des mitoses somatiques sur des méristèmes racinaires de jeunes germinations.

La technique utilisée est celle de Feulgen. Nous avons pour cela suivi les recommandations de plusieurs auteurs, mais surtout celles de Jahier *et al.* (1992) qui a présenté les différentes étapes de la technique appliquée au genre *Lolium*, qui sont les suivantes :

a. Germination

Les caryopses sont mis dans des boîtes de Petri tapissées de papier buvard mouillé à saturation et placées à température ambiante (22 - 25°C).

b. Prélèvement

Le prélèvement des racines est effectué le matin du 3^{ème} ou 4^{ème} jours, c'est à dire lorsque les radicules atteignent 0,5 à 1,5 cm.

c. Prétraitement

Cette étape consiste à bloquer les divisions cellulaires en métaphase par une substance mitoclasique comme l'□ bromonaphtalène. Cependant, nous avons obtenu de meilleurs résultats en maintenant les racines dans de l'eau glaciale (0°C) durant divers temps de prétraitement. Les résultats les plus satisfaisants sont obtenus après 24 h 30 mn et parfois 24 h 40 mn.

d. Fixation

Nous avons procédé de deux manières, en mettant les racines soit dans de l'acide acétique à 90% pendant 30 mn à température ambiante, soit dans un mélange ethanol acide acétique (3-1) dans le réfrigérateur durant 24 h..

e. Hydrolyse

L'hydrolyse est réalisée dans une l'acide chlorhydrique N à 60° pendant 14 mn.

f. Coloration et montage

Les racines sont colorées par le réactif de Shiff (Merck) pendant 24 h à température ambiante et à l'obscurité, la zone méristématique est isolée dans du carmin acétique.

2.2.3.2. Méthode de mesure

Les préparations chromosomiques obtenues de la technique de coloration nous a permis :

- de dénombrer les chromosomes au stade métaphasique, stade où les chromosomes sont bien individualisés.
- d'établir le caryotype à partir de plaques métaphasiques où tous les chromosomes sont au même plan.

Selon Hughes (1966) *in* Gorenflot et Raicu (1980), le caryotype est une représentation systématisée des chromosomes d'une cellule mitotique (ou méiotique) tenant compte du nombre, de la forme, de la taille et de tous les autres caractères morphologiques des chromosomes qui peuvent être représentatifs de génome d'un type cellulaire, d'un individu ou d'une espèce.

- de représenter graphiquement les chromosomes à partir de caryotype, ce qui constitue un idiogramme. L'idiogramme est selon Siljak-Yakovlev (1986), la représentation schématique du caryotype établi à partir de plusieurs caryogrammes. L'idiogramme est le plus souvent haploïde (chromosome du génome).

Le caryogramme est la mesure physique des chromosomes qui sont arrangés dans l'ordre décroissant, du plus long au plus court (Shultz-Shaeffer, 1980).

Il existe plusieurs méthodes pour évaluer ces données. Toutes visent à exprimer la longueur des deux bras de chaque chromosome sous forme de rapports relatifs, parmi lesquels sont utilisés :

$$BL/BC, \quad BC/BL, \quad BL/BC + BL, \quad BC + BL / LT$$

Ces rapports traduisent le degré de symétrie des chromosomes (Dosba et Gauderon, 1973).

En ce qui concerne notre étude, nous avons utilisé les rapports suivants :

- bras long / bras court $r = BL/BC$
- l'indice centrométriques $Ic = 100 BC / LT$
- L'indice d'asymétrie du caryotype $Ias \% = \Sigma BL / \Sigma LT \cdot 100$

Il est en outre conseillé pour déterminer le type chromosomique d'indiquer la différence entre la longueur des bras longs et des bras courts $d = BL - BC$ (Levan *et al.*, 1964 in Siljak-Yakovlev, 1986).

Six types morphologiques de chromosome sont alors déterminés (Tab.7) :

Position du centromère	d	r	Ic	Types chromosomiques	
Point médian	0,0	1,0	50,0	M	Métacentrique
Région médiane	0,0 - 2,5	1,0 - 1,7	50,0 - 37,5	m	Métacentrique
Région submédiane	2,5 - 5,0	1,7 - 3,0	37,5 - 25,0	sm	Submétacentrique
Région terminale	5,0 - 7,5	3,0 - 7,0	25,0 - 12,5	st	Subtélolocentrique
Point terminal	7,5 - 10,0	7,0 - ∞	12,5 - 0,0	t	Acrocentrique
	10,0	∞	0,0	T	Télolocentrique

Tableau 7 : Nomenclature de la position du centromère proposée par Levan et al., 1964 in Siljak-Yakovlev, 1986

2.2.4. Analyse édaphique des stations de récolte

Dans chaque station, l'échantillon de sol a été prélevé à 15 - 20 cm de profondeur correspondant à la rhizosphère graminéenne.

Les éléments pris en considération sont les suivants : pH, matière organique (MO), calcaire total (Caco₃), carbone (C) et rapport de carbone à l'azote (C/N).

Ces cinq éléments sont choisis car ils expriment le mieux les interactions au plan stationnel, du climat général, de la végétation et du sol (Amirouche, 1987).

Les analyses ont été effectuées au laboratoire des sols de la station de Mehdi Boualem (INRAA). Le calcaire total a été mesuré au calcimètre BERNARD, l'azote a été dosé par la méthode de Kjeldahl (Appareil de Büchi) et le carbone a été obtenu par la méthode d'ANN.

III. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Analyse de la variabilité morphologique

3.1.1. *Lolium multiflorum*

3.1.1.1. Analyse de la variance

a. Populations naturelles

Les populations étudiées sont au nombre de quatre. Deux sont collectées dans deux sites appartenant à l'étage sub-humide à hiver chaud en l'occurrence Bainem (BAM) et Baraki (MUM), une troisième dans l'étage aride à hiver doux (Relizane, R1) et une quatrième dans l'étage saharien à hiver doux (Adrar, AD).

L'analyse de la variance a décelé des différences significatives à très hautement significatives, concernant les formes et les dimensions de l'épillet, de la glume et des différentes pièces constituant la fleur (paléole et lemme), avec la construction de deux grands groupes qui se chevauchent (Annexe I.Tab.1).

Le premier groupe constitué généralement de la population AD issue de la zone saharienne, se distingue nettement par les moyennes les plus élevées des longueurs de l'épillet (let, 1.67 cm), de la lemme (llm, 0.77 cm) et de la paléole (lpa, 0.67 cm) et par le plus faible nombre d'épillets/épi (net, 57,5). Pour les trois derniers caractères, la différence entre les populations est très hautement significative ; pour la longueur de l'épillet elle est hautement significative.

Contrairement à ce premier groupe, les populations BAM et MUM originaires des régions sub-humides et la population R1 de l'aride, présentent les moyennes les plus élevées d'épillets/épi (net) et de nervures /glume mais révèlent les plus faibles longueurs de paléole (lpa), de lemme (llm) et d'épillet (let) (Annexe I. Tab.1 et Fig.4).

Notons que les deux populations BAM et MUM proches du littoral se distinguent pour la forme étroitement lancéolée de l'épillet (fet) avec des pourcentages respectifs de 61,53 % et 75 %. Les lemmes les plus aristées sont observées chez ces deux populations (61,53% pour BAM et 75% pour MUM) et qui les séparent nettement des autres (Annexe II.Tab.1)

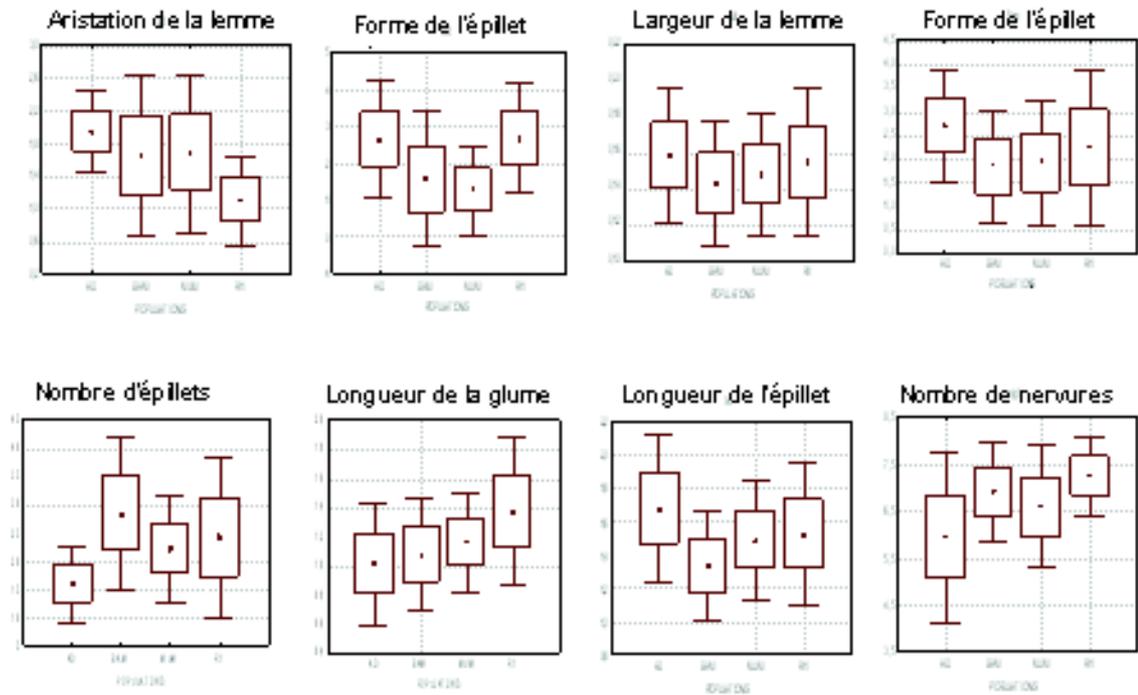
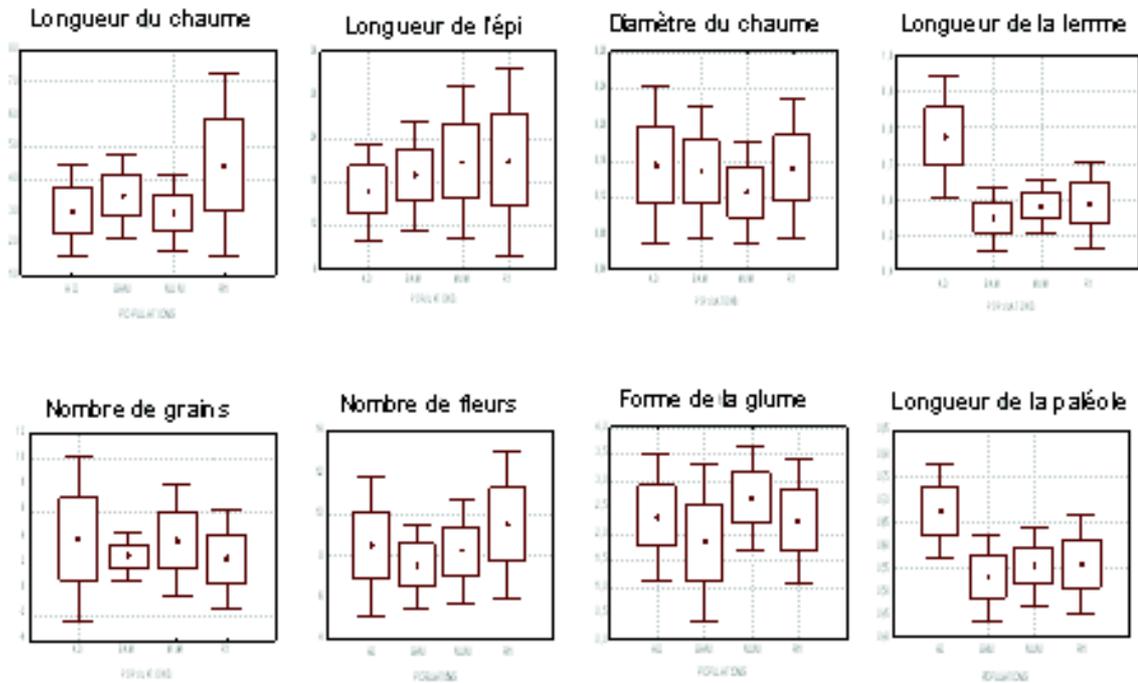


Figure 4: Comparaison graphique des moyennes des caractères morphologiques chez les populations naturelles de *Lolium multiflorum*



I = Ecartype

. = Moyenne

La population R1 qui se rapproche des populations du sub-humide se distingue par les longueurs maximales du chaume (ltg) et de la glume (lgl), par le nombre le plus élevé de fleurs /épillet (nfl) (Annexe I. Tab. 1 et Fig. 4) et de lemmes mutiques (92,3%).

Le coefficient de variation inter populations est globalement élevé pour tous les caractères et pour toutes les populations. Les longueurs de la lemme et de la paléole qui présentent les plus faibles CV semblent intervenir fortement dans l'explication de la variabilité (Annexe I.Tab.1).

Le coefficient de variation intra population est également important pour la plupart des caractères et pour toutes les populations, notamment la population AD et R1 qui présentent pour le caractère ngr, des CV élevés et sont respectivement de 85,29% et 85,75% (Annexe I.Tab.1).

D'après le F observé, les caractères les plus distinctifs sont la longueur de la lemme suivi de la longueur de la paléole, l'aristation de la lemme et le nombre d'épillets/épi : llm > lpa > art > net.

Aucune différence significative n'a été observée pour les caractères, diamètre du chaume (ltg), longueur de l'épi (lep), largeur de la paléole (lal) et le nombre de grains/épillet.

b. Populations expérimentales

L'analyse de la variance indique des différences significatives à hautement significatives pour l'ensemble des caractères.

Les résultats obtenus en expérimentation confirment ceux réalisés précédemment (pour les populations naturelles). La population expérimentale AD de la zone saharienne se sépare des autres comme chez les populations naturelles pour présenter le plus faible nombre d'épillets/épi (net, 20,67) et les plus grandes longueurs de lemme (llm, 0,76 cm) et de paléole (lpa, 0,70 cm). La différence entre les populations est hautement significative pour les deux premières variables et très hautement significative pour la longueur de la paléole. En expérimentation, la population AD se distingue également par les plus grandes (log) et les plus larges (laf) feuilles et le nombre le plus faible de nœuds/chaume (nnd) (Annexe I.Tab.2 et Fig. 5).

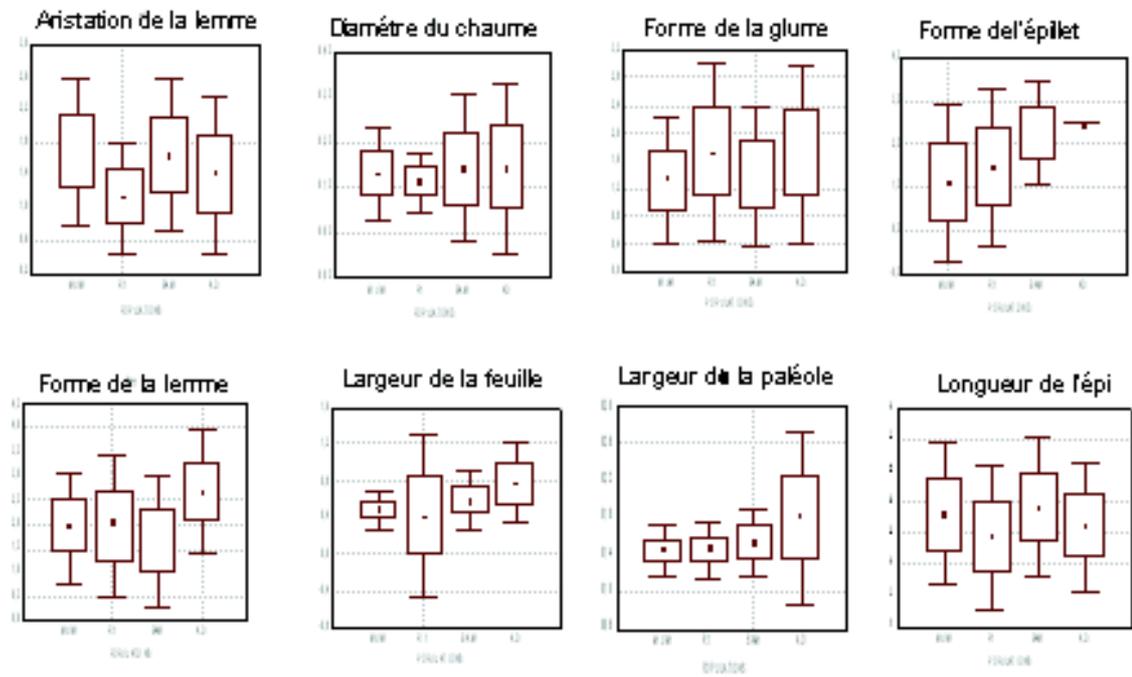


Figure 5: Comparaison graphique des moyennes des caractères morphologiques chez les populations expérimentales de *Lolium multiflorum*

La moyenne maximale de ce dernier caractère est représentée par la population AD avec 12,34 fleurs /épillet (nfl), elle se distingue également par le nombre le plus important de grains/épillet (ngr, 8,66). Les moyennes générales de ces deux caractères, sont respectivement 10,96 et 7,72 (Annexe I. Tab. 2 et Fig. 5).

Notons que la différence est hautement significative pour le caractère aristation des lemmes et elle n'est que significative pour le nombre de fleurs et de graines, pour les longueurs et largeurs des feuilles, pour la longueur du chaume et la forme de la glume.

En définitive, les caractères intervenant le plus dans la variabilité sont les caractères longueur de la paléole, longueur de la lemme, nombre d'épillets/épi, longueur de la feuille et du chaume, le classement par ordre décroissant est le suivant : lpa > llm > art > net > log > ltg.

Aucune différence significative n'a été par contre signalée pour les caractères longueur de l'épi (lep), diamètre du chaume (dtg), longueur de l'épillet (let), longueur de la glume (lgl), largeur de la lemme (lal) et le nombre de nervures/glume (ngl).

L'analyse révèle des coefficients de variation faibles pour presque la totalité des caractères à l'exception du seul caractère longueur de l'épillet (let) qui varie moyennement entre les populations. La longueur de lemme et de la paléole possède les plus faibles coefficients de variation, la variabilité est donc fortement expliquée par ces deux caractères (Annexe I. Tab.2).

A l'intérieur des populations, aucun coefficient de variation important n'a été mis en évidence.

c. Discussion

Chez cette espèce, le nombre de fleurs/épillet (nfl) est en moyenne égale à 10,96 pour les populations expérimentales et 8,38 pour les populations naturelles.

Selon Battandier et Trabut (1895), Julien (1894), Gillet et Magne (1898), Coste (1937), Bonnier (1940), Hubbard (1954) et Maire (1955), le nombre de fleurs est situé entre 5 et 25 par épillet.

Essad (1954), cite une moyenne globale de 14,98 de fleurs par épillet. L'étude réalisée par Elgersma *et al.* (1989) sur quatre variétés diploïdes (*westermoldicum*), a révélé des moyennes se rapprochant de nos résultats et qui oscillent entre 8,5 et 10 fleurs par épillet.

Hides *et al.* (1993) les situent entre 7,4 et 7,6 mais il s'agit cette fois-ci des populations naturelles italiennes.

La moyenne du nombre de graines par épillet (ngr) est de 7,72 chez les populations expérimentales, celle des populations naturelles est beaucoup plus faible, elle est de 3,08 graines par épillet. Les moyennes signalées par Hides *et al.* (1993) sont également moins élevées que celles des populations expérimentales, elles sont comprises entre 4,6 et 5,1 graines par épillet.

La valeur moyenne d'épillets par épi (net) obtenue est de 22,49 chez les populations naturelles. Les populations expérimentales présentent une moyenne de 26,55 épillets par épi. Ce résultat semble s'accorder largement avec celui d'Essad (1954) qui affiche un nombre moyen de 22,66.

Hides *et al.* (1993), rapportent une moyenne qui varie entre 23,8 et 24,6 et Maire (1955) cite une valeur de 25 épillets par épi. Elgersma *et al.* (1989), lors d'une étude portant sur 4 variétés de *Lolium multiflorum* aboutissent à des moyennes qui oscillent entre 19,7 et 22,6 épillets par épi.

La moyenne générale relative à la longueur de l'épi (lep) est de 21,54 cm pour les populations naturelles. Selon les descriptions réalisées par Maire (1955), Hubbard (1954) et Bonnier (1940), l'épi de l'espèce *Lolium multiflorum* se situerait entre 10 cm et 50 cm de long.

En étudiant la variabilité génétique des populations espagnoles de *Lolium multiflorum* (variété westerwoldicum), Oliveira *et al.* (1997) obtiennent des moyennes qui se situent entre 22,35 cm et 2,46 cm de long.

La moyenne générale de la longueur de l'épillet (let) représentant les populations naturelles est de 1,49 cm, celle des populations expérimentales étant plus élevée, elle est de 1,79 cm.

Maire (1955) donne une valeur extrême de 3,5 cm alors que Hubbard (1954) indique des limites de 0,7 cm et 2 cm.

Concernant, les caractères longueur et largeur de la feuille (log et laf), les populations expérimentales se caractérisent par des moyennes respectives de 8,88 cm et 0,56 cm.

D'après Hubbard (1954), c'est entre 6 cm et 12 cm qu'oscille la longueur de la feuille, alors que sa largeur peut atteindre 0,1 cm. Maire (1955), donne une valeur extrême de 35 cm pour la longueur de la feuille (log) et 0,1 cm pour sa largeur (laf).

Les résultats avancés par Essad (1954), sont de 13,99 cm pour la longueur de la feuille et 0,74 cm pour sa largeur.

Oliveira *et al.* (1997), affirment que pour les populations espagnoles de *Lolium multiflorum*, la longueur varie entre 14,43 cm et 22,24 cm, alors que la largeur se situe entre 0,41 cm et 0,91 cm.

Les moyennes correspondantes aux caractères longueur de la glume (lgl) et longueur de la lemme (llm) sont respectivement de 1,12 cm et 0,63 cm chez les populations expérimentales et de 1,15 cm et 0,62 cm chez les populations naturelles.

Selon Maire (1955) et Hubbard (1954), la lemme présenterait des longueurs comprises entre 0,5 cm et 0,8 cm et il y'aurait de 4 à 7 nervures par glumes (lgl). Maire (1955), indique que cette dernière pourrait atteindre une longueur extrême de 1,3 cm.

d. Synthèse

D'une manière générale, que ce soit chez les populations naturelles ou expérimentales, nous distinguons deux groupes morphologiques qui se séparent principalement par les caractères liés à l'épillet, à la fleur et les feuilles. La population AD de la zone saharienne présente des fleurs et des feuilles grandes, un faible nombre d'épillets/épils (net) mais une plus grande performance en fleurs et en graines, alors que les populations MUM et BAM issues de l'étage bioclimatique sub-humide et la population R1 de l'aride se caractérisent par la petitesse des fleurs et des feuilles, un nombre élevé d'épillets/épi (net) et un nombre plus faible de graines et de fleurs.

Il a été également remarqué un regroupement des deux populations BAM et MUM proches du littoral pour plusieurs caractères, elles se distinguent particulièrement pour les lemmes les plus aristées et les glumes à forme oblongue. Dans les conditions naturelles, ces deux populations présentent le nombre le plus élevé de nervures/glume alors qu'en expérimentation elles présentent le nombre le plus élevé de nœuds et de fleurs/épillet.

La population R1 de la région aride se sépare des populations de la région sub-humide en présentant les lemmes les moins aristées et les plus importantes longueurs de chaume et de glume et le nombre le plus élevé de nervures. En expérimentation, les deux derniers

caractères ne sont plus significatifs et la longueur du chaume de la population R1 devient la plus faible.

La fluctuation de certaines variables, suite à un changement de milieu, signifie qu'elles sont soumises aux influences des conditions environnementales, notamment la longueur du chaume qui est selon Khlafallah (1981) un caractère plastique influencé par les conditions du milieu.

La séparation est donc très nette entre les populations MUM, BAM et R1 situées au Nord et la population AD de la région saharienne. La distinction de cette population est clairement observée chez les populations naturelles et confirmée davantage chez les populations expérimentales. La variabilité inter populations est donc importante, elle est constatée pour un grand nombre de caractères, notamment le nombre des épillets, la longueur de la lemme (llm) et la longueur de la paléole (lpa) et la feuille (log et laf).

Ce résultat laisse penser à l'existence d'une relation entre le type morphologique et la répartition géographique Nord-sud des populations et probablement entre le type morphologique et l'étage bioclimatique. Il est également important de souligner que le nombre d'épillets/épi (net), l'aristaion de la lemme (art) et plus particulièrement la longueur de la lemme (llm) et de la paléole (lpa), sont les seules variables qui séparent nettement la population AD avec des différences hautement et très hautement significatives aussi bien chez les populations naturelles qu'expérimentales.

Il semble alors que les conditions de mise en culture n'ont aucun effet sur ces caractères. Ces derniers ne sont donc pas soumis aux aléas de l'environnement.

La comparaison de la valeur des différents caractères morphologiques n'a montré aucune grande différence entre les populations étudiées et d'autres populations ou variétés étrangères. Les populations locales se sont même avérées aussi performantes ou plus en nombre de fleurs, de graines et d'épillets.

3.1.1.2. Analyse en composantes principales

a. Populations naturelles

Le pourcentage total donné par les trois premiers plans exploités, est de 55,7.

Le plan (1-2) donne 43 % de l'information totale et exprime la majorité des caractères : llm, lpa, ngr, let, nfl, lgl, ltg, ngl, lep, net, prt, ca, cn, n, alt, et ct (Fig. 6.2).

Dans l'axe 1, la longueur de la paléole (lpa), de la lemme (llm), de l'épillet (let) et le calcaire totale (ct) sont représentés positivement et sont très fortement corrélés entre eux .

Toutes ces variables vont dans le même sens que le nombre de grains/épillet (ngr) et l'altitude (alt), mais seul ce dernier caractère est lié à llm, lpa et ct.

La relation très forte entre llm/lpa est inversement et remarquablement liée au nombre d'épillets/épi (net) et à la pluviométrie (prt). Cette dernière présente des liaisons significatives

et positives avec le carbone (ca), la matière organique (mo), et le rapport carbone/azote (c/n).

L'axe 2 dont l'importance est moindre, traduit les corrélations fortes et positives entre le pH (ph) et la longueur du chaume (ltg) d'une part et le pH et la longueur de la glume (lgl) d'autre part. Cette dernière variable est également fortement liée au nombre de nervures / glume (ngl).

Tous ces caractères évoluent dans le même sens mais vont dans le sens inverse de l'azote (n) (Fig. 6.2 et Annexe.III.Tab. 1).

Les variables (dtg) et (lal) qui fournissent 12,7 % de l'information sont mieux représentées positivement dans le plan 1-3, le long de l'axe 3 (Fig. 6.4).

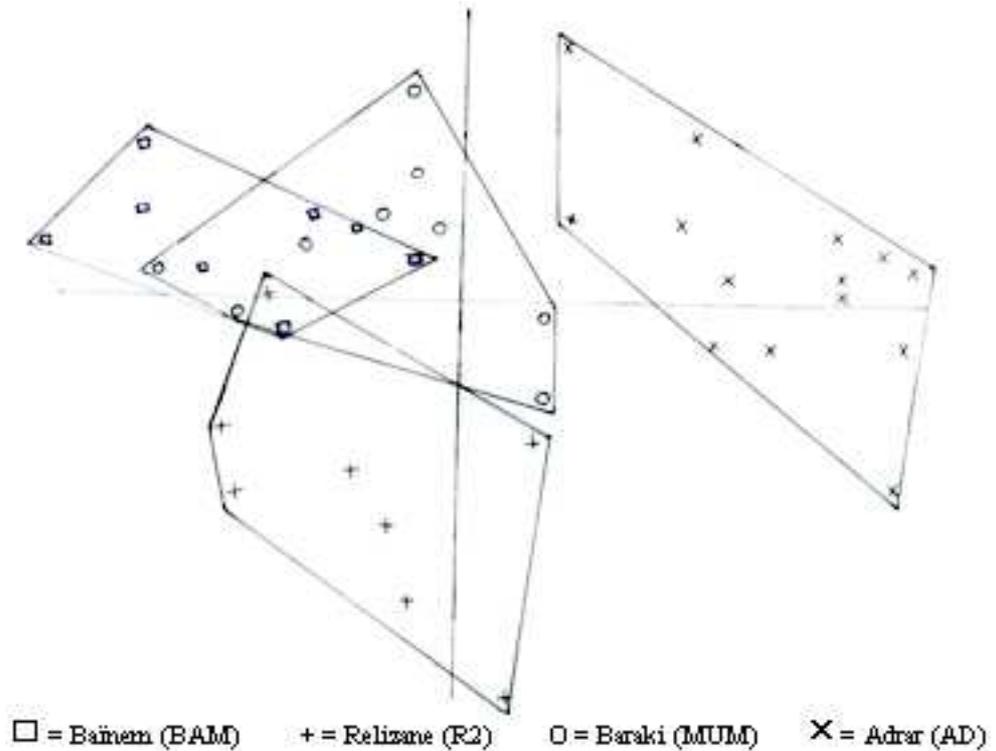
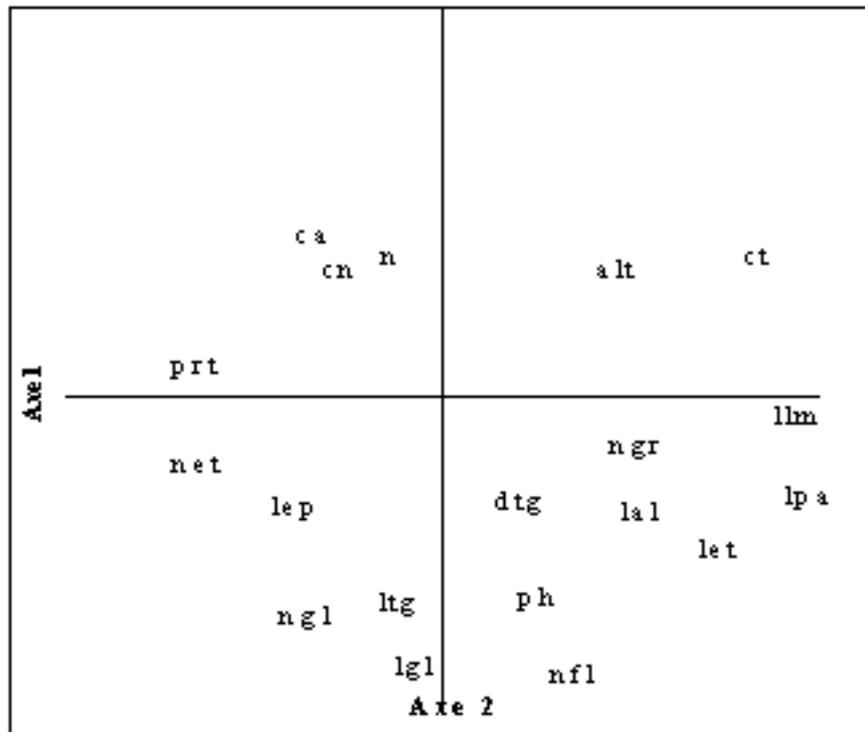


Figure 6.1 : Répartition des individus des populations naturelles de *Lolium multiflorum* en ACP selon le plan 1-2



Points vus : ca

Points cachés : mo

Figure 6.2 : Structure des caractères morphologiques et phénologiques chez les populations naturelles de *Lolium multiflorum* selon le plan 1-2

Tous ces caractères évoluent dans le même sens mais vont dans le sens inverse de l'azote (n) (Fig. 6.2 et Annexe.III.Tab.1).

Les variables (dtg) et (lal) qui fournissent 12,7 % de l'information sont mieux représentées positivement dans le plan 1-3, le long de l'axe 3 (Fig. 6.4).

Les composantes llm, lpa, prt et net fortement corrélées à l'axe 1, sont celles qui ont le plus contribué dans la formation de celui ci, elles expliquent le mieux la variation totale.

Sur l'axe 2, ce sont les variables lgl et nfl qui ont contribué amplement à l'explication de cette variation (Fig. 6.2).

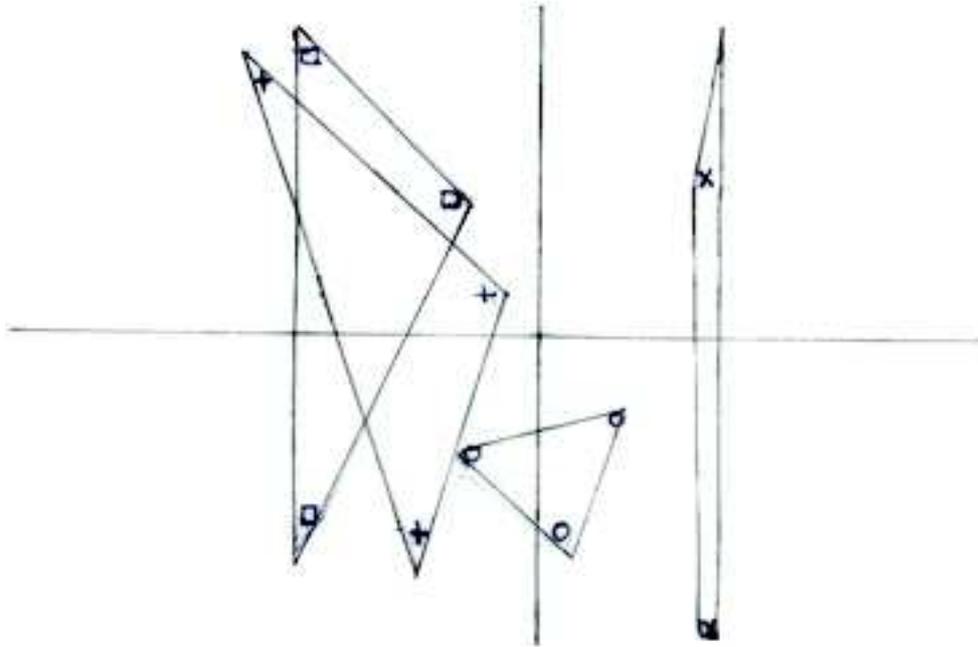
En tenant compte des corrélations au carré, nous constatons en effet que llm ($r = 0,78$) et lpa ($r = 0,737$) sont très bien représentés, prt ($r = 0,58$) et net ($r = 0,58$) assez bien représentés alors que la représentation de lgl ($r = 0,47$) et nfl ($r = 0,50$) est moyenne. Le diamètre du chaume (dtg) est également assez bien représenté avec une valeur de $r = 0,53$.

Les individus qui ont contribué le plus dans ces variations, donc à la formation des axes sont ceux qui ont les plus fortes coordonnées en valeur absolue. Dans notre cas ce sont les individus les plus regroupés de la population AD issue de la région saharienne qui ont participé fortement à la formation de la partie positive de l'axe 1.

Les individus de cette population qui semblent bien évolués dans des sols riches en calcaire, présentent les plus grandes longueurs des épillets (let), des lemmes (llm) et des paléoles (lpa). Ces deux derniers caractères semblent devenir plus importantes à mesure que l'altitude augmente et que les précipitations diminuent. Cette population possède par contre les plus petits épis et le nombre le plus faible d'épillets /épi (Fig. 6.1).

Les individus des populations de la zone sub-humide MUM et BAM forment la presque totalité de la partie négative de l'axe 1, elles s'opposent à AD en présentant des fleurs et des épillets plus petits, des épis longs (lep) et un important nombre d'épillets/épi (net).

Cette dernière variable est apparemment favorisée par la présence de la matière organique (mo), du carbone (ca) et les fortes précipitations.



□ = Baïnem (BAM) += Relizane (R2) ○ = Baraki (MUM) × = Adrar (AD)

Figure 6.3 : Répartition des individus des populations naturelles de *Lolium multiflorum* en ACP selon le plan 1-3

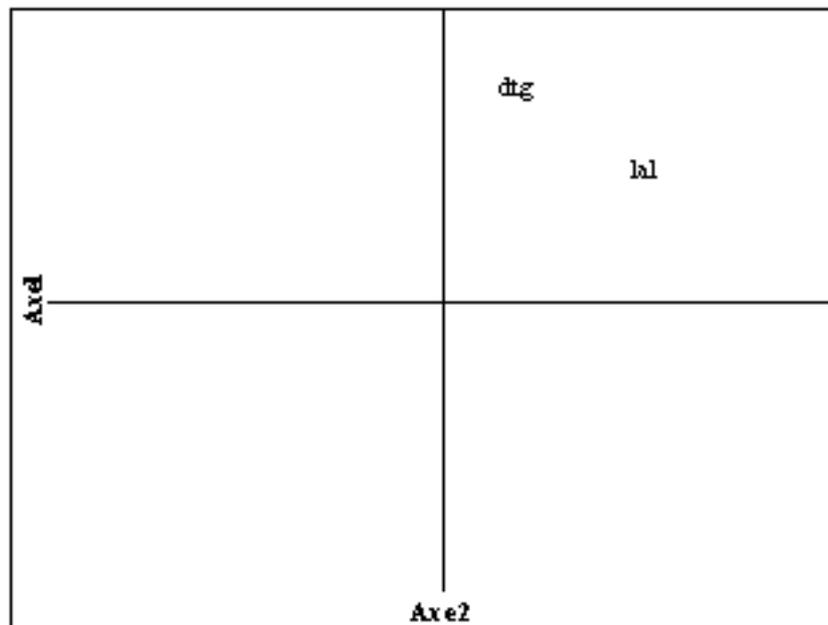


Figure 6.4 : Structure des caractères morphologiques et phénologiques chez les populations naturelles de Lolium multiflorum selon le plan 1-3

Cette première composante principale est caractéristique de la répartition géographique et probablement bioclimatique. Les populations MUM et BAM du sub-humide se regroupent entre elles et s'opposent nettement à la population saharienne AD du sud qui évolue dans les conditions extrêmes de l'étage saharien et dont la majorité des individus sont dispersés autour de l'axe 1, négatif.

Les individus de la population R1 de la région aride qui se rapprochent légèrement des populations du sub-humide par des fleurs et des épillets petits, déterminent négativement l'axe 2 et possèdent les plus fortes moyennes de la longueur du chaume (ltg), du nombre de fleurs (nfl) et de la longueur de la glume (lgl) et sont issus des sites à pH élevé comme l'indiquent les résultats de l'analyse du sol (Tab. 8). Sur ce même axe, certains individus dispersés des populations BAM, MUM et AD sont représentés positivement et s'opposent à la population R1 en révélant les plus faibles valeurs de la longueur du chaume, de la glume et du nombre de fleurs /épillet (Fig. 6.1).

Mis à part le rapprochement des populations MUM et BAM proches du littoral, les groupes constitués s'écartent les uns des autres et leurs individus sont bien regroupés, indiquant une assez importante variabilité inter populations .

La variabilité intra-population est peu importante chez l'espèce *Lolium multiflorum*. Nous observons néanmoins une légère variation notamment dans le plan (1-3) qui ne concerne que quelques individus de la population R1, AD et BAM caractérisés par des chaumes et des lemmes larges ou étroits. Ces individus contribuent fortement à la variation totale et s'opposent à d'autres appartenant à la population MUM qui ne possèdent que des chaumes et des lemmes étroits (Fig. 6.3).

b. Populations expérimentales

Le plan 1-2 dont la participation des axes orthogonaux est de 41,6 % donne un bon résumé de la majorité des caractères.

La première composante principale fait apparaître des corrélations positives et hautement significatives entre la longueur de la lemme (llm), la longueur (lpa) et la largeur (lal) de la paléole, la longueur (log) et la largeur (laf) de la feuille et le nombre de grains/épillet (ngr). Ces variables sont autant plus importantes que l'apparition de la première feuille est tardive.

Ce premier axe est négativement corrélé au caractère nombre de nœuds (nnd) et à la majorité des phases phénologiques relatives aux stades début épiaison (de), pleine épiaison (pe) et début floraison qui sont très hautement corrélées entre elles et de manière positive.

La deuxième composante principale qui contribue à 16,9 % de l'inertie totale, fait ressortir uniquement des corrélations positives entre les caractères. Ces derniers sont relatifs au nombre d'épillets/épi (net) et à la longueur du chaume (ltg) dont la relation est très forte et semblent augmenter avec l'apparition tardive de la première talle principale (fp). Le nombre de nervures/glume n'est pas corrélé au nombre d'épillets/épi (net) mais il est faiblement lié à la longueur du chaume (ltg) et au stade pleine floraison (pf) (Annexe.III.Tab. 2 et Fig. 7.2).

Donc, nous pouvons déduire à partir des coefficients de variation de chaque composante que la longueur de la paléole (lpa), de la lemme (llm), la longueur (log) et la largeur (laf) de la feuille, le nombre de nœuds et la plupart des stades phénologiques (fl,

de, pe et pf) ont la plus forte contribution dans la formation de l'axe 1 et l'explication de la variation totale.

Si nous prenons en compte que ces variables et notamment llm, lpa et l'ensemble des stades phénologiques (pf, de et pe), la première composante principale peut caractériser les constituants de la fleur donc la reproduction (partie positive) et la tardiveté ou la précocité (partie négative).

Les caractères nombre d'épillets/épi (net), longueur du chaume (ltg) et plus particulièrement longueur de l'épi (lep) ont une contribution remarquable dans la formation du deuxième axe, ils expliquent le mieux la variation totale (Fig. 7.2).

Les corrélations au carré de toutes ces variables indiquent leur importante représentativité. Les caractères llm, let, fl et pf sont les mieux représentés, leurs corrélations au carré sont comprises entre 0,74 et 0,77.

Les variables lpa, lep, de et pe sont assez bien représentées avec des corrélations au carré situées entre 0,62 et 0,67 alors que log, laf et net sont moyennement représentés avec des corrélations au carré respectifs de 0,48, 0,46 et 0,49.

Les individus de la population AD ont contribué dans leur presque totalité à la formation de la partie positive de l'axe 1 et donc à l'explication de la variation. Ces individus se distinguent en présentant les plus grandes feuilles, lemmes et paléoles et le nombre le plus élevé de grains/épillet et de fleurs/épillet.

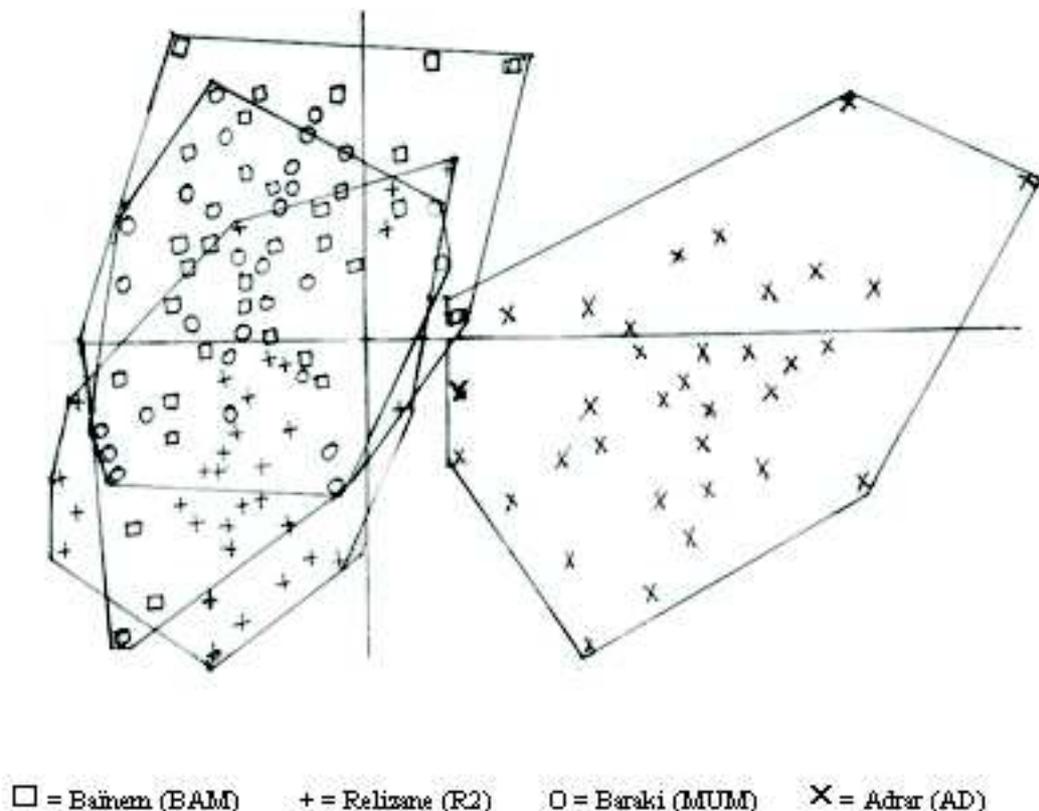


Figure 7.1 : Répartition des individus des populations expérimentales de *Lolium multiflorum* en ACP selon le plan 1-2

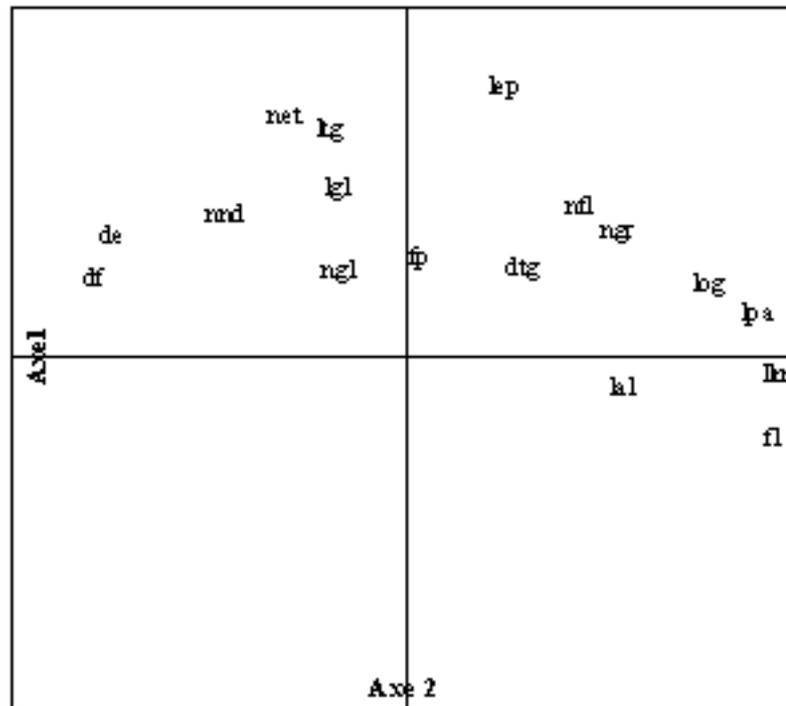


Figure 7.2 : Structure des caractères morphologiques et phénologiques chez les populations expérimentales de *Lolium multiflorum* selon le plan 1-2

Cependant, quelques individus de cette même population peuvent avoir des valeurs moyennes de ces caractères dont l'importance est liée à l'apparition tardive de la première feuille et la précocité de la floraison, de l'épiaison et de la pleine épiaison. (Fig. 7.1).

Par opposition à la population AD, la majorité des individus des populations MUM et BAM de la région sub-humide et quelques individus de R1 de l'aride possèdent des feuilles, des lemmes et des paléoles petites mais un nombre de nœuds (nnd) élevé à moyen et qui semble augmenter avec l'apparition tardive des fleurs, des épis et la pleine épiaison. La tardiveté de ces stades est observée particulièrement chez les populations du sub-humide dont certains individus se retrouvent dans la partie opposée de cet axe avec des valeurs moyennes à faibles des fleurs et des feuilles (Fig. 7.1).

La deuxième composante principale est constituée dans sa partie négative principalement par les individus de la population R1 de l'étage bioclimatique aride et de quelques individus de BAM et MUM qui ont les plus faibles longueurs de chaume (ltg) et le nombre d'épillets/épi (net) le plus réduit.

Quelques individus de R1 se regroupent avec la majorité des individus des populations MUM et BAM dans la partie positive pour présenter les valeurs les plus élevées de la longueur du chaume (ltg) et le nombre d'épillets/épi (net) (Fig. 7.1). La variabilité intra population devient, à cet effet, plus importante que celle observée chez les populations naturelles.

Notons que chez les populations expérimentales, les nuages des populations R1, MUM et BAM se rapprochent plus et s'imbriquent s'opposant à la population AD, la variabilité inter populations est ainsi un peu plus réduite. L'axe 1 représente encore mieux la répartition géographique nord-sud des populations.

c. Synthèse

Suite à l'analyse en composante principale des populations expérimentales et naturelles, nous pouvons établir les quelques conclusions suivantes :

Comme en analyse de la variance et que ce soit chez les populations naturelles ou expérimentales, nous observons la constitution de deux grands groupes en fonction de la répartition géographique nord-sud :

Le premier (groupe) constitué des deux populations du nord, MUM et BAM issues des régions sub-humide et de la population R1 de la région aride, est caractérisé principalement par la présence de fleurs et feuilles petites et un nombre élevé d'épillets/épi (net).

Le second (groupe) formé par l'unique population saharienne AD s'oppose au premier et se distingue nettement par le nombre élevé de grains/épillet et les plus grandes longueurs de feuilles et de fleurs (paléole et lemme).

La variabilité observée entre populations est observée particulièrement pour la longueur des fleurs, le nombre d'épillets/épi. La date de floraison et d'épiaison et la longueur et la largeur des feuilles interviennent également mais en phase expérimentale. Cette variabilité semble également être expliquée par les caractéristiques des sites d'origine qui sont extrêmement différentes et dans lesquelles évoluent les populations étudiées, notamment le facteur bioclimat, l'altitude et les caractéristiques édaphiques (calcaire total et matière organique).

Les deux populations du sub-humide révèlent en effet des affinités morphologiques maximales et un comportement similaire, elles présentent des épis et des chaumes longs, des lemmes fortement aristées, des glumes à forme oblongue et un important nombre de nœuds. Ces populations évoluent dans des sols riches en matière organique, préférant les fortes pluviométries et présentant des stades de début épiaison, de pleine épiaison et de pleine floraison tardives.

La population saharienne AD évolue par contre sur des sols calcaires, présentant des stades de début épiaison, de pleine épiaison et de pleine floraison précoces mais l'apparition de la première feuille est tardive. Le raccourcissement du cycle est en effet une forme d'adaptation des espèces à la sécheresse et au milieu sec (Ozenda, 1982).

La population R1 de l'étage bioclimatique aride se distingue par les plus importantes longueurs de glume, les lemmes les moins aristées et un chaume généralement petit.

Notons que pour ce dernier caractère, cette population possède en milieu naturel les valeurs maximales, cette transformation est d'après Ozenda (1982) une accommodation au nouveau milieu traduisant la plasticité de la population ou de l'espèce.

Nous constatons aussi que les populations du sub-humide à fleurs petites et tardives sont issues des basses altitudes. La population AD de l'étage bioclimatique saharien provenant d'un site élevé, est caractérisée par sa précocité et par ses grandes fleurs.

L'étude de quelques espèces annuelles de luzerne réalisée par Yahiaoui et Abdelguerfi (2000), a montré que la phénologie et la croissance des populations sont liées le plus souvent au milieu d'origine.

Abdelguerfi et Laouar (2000), ont constaté que les populations de *Medicago ciliaris* ayant des stades de début floraison tardifs proviennent de l'étage bioclimatique humide et évoluent dans les régions à altitude et précipitation élevées.

La variabilité intra population, devient importante chez les populations expérimentales R1, MUM et BAM notamment pour le nombre d'épillets/épi, la longueur du chaume et de l'épi.

Hamidi et Saïdi (1993), ont signalé une hétérogénéité importante à l'intérieure des populations de *Lolium multiflorum*, la variabilité a concerné également la longueur de l'épi, le nombre des épillets et la longueur du chaume.

Ces mêmes caractères varient également dès que les conditions du milieu changent, particulièrement chez la population R1 qui se distingue dans le site d'origine par des chaumes et des épis longs et un nombre d'épillets/épi importants, alors qu'en expérimentation nous observons une nette régression de tous ces caractères. Nous pouvons probablement considérer dans cette situation que la population R1 est la plus instable contrairement à la population saharienne AD qui montre une forte stabilité puisque ces caractéristiques n'ont subi aucun changement en milieu expérimentale.

Cette population est également très homogène, ayant une faible variabilité interne et montre une bonne individualisation. Les populations de la région sub-humide MUM et BAM sont par contre plus hétérogènes, ont tendance à se confondre et à s'homogénéiser.

3.1.1.3. Analyse factorielle discriminante

a. Populations naturelles

L'analyse factorielle discriminante a été réalisée sur les variables Itg, dtg, lep, net, Igl, let, ngl, lIm, lpa, lal, nfl, ngr et a concerné les quatre populations de *Lolium .multiflorum* suivantes : AD (Adrar), BAM (Baïnem), MUM (Baraki) et R1 (Relizane).

Parmi les statistiques fournies par cette AFD nous avons :

- Le pseudo F : La valeur 92,44 du pseudo F est très largement supérieure à celle de la longueur de la lemme (lIm) qui est de 38,86 ; il est donc nécessaire de poursuivre l'analyse.
- La statistique de Wilks : La valeur de la statistique de Wilks est de 132,52 alors que la valeur donnée par proba est de 0,00%. Elle est très faible, nous pouvons alors conclure qu'il y a des différences entre les 4 populations.
- Les valeurs propres : Les trois composantes contribuent respectivement avec 5,77, 1,22 et 0,62 dans la reconstitution de l'ensemble des distances.
- Le pourcentage d'inertie : Les deux premières composantes canoniques expriment la plus grande partie de dispersion puisqu'elles absorbent 91,9 de la discrimination totale.
- Les corrélations canoniques : Les deux premières composantes canoniques donnent une meilleure discrimination, les coefficients de corrélations sont respectivement 0,83 et 0,55.
- **Etude des caractères**

D'après le F de l'analyse, la principale variable discriminante de l'espèce *Lolium multiflorum* est la longueur de la lemme (lIm) ($F = 38,86$), suivi de la longueur de la paléole (lpa) ($F = 24,12$) et du nombre d'épillets/épi (net) ($F = 11,65$). Ces trois variables sont fortement corrélées à l'axe 1 et la valeur de leurs corrélations carrés respectifs $r = 0,93$, $r = 0,91$ et $r = 0,83$, elles sont donc très bien représentées (Fig. 8.2).

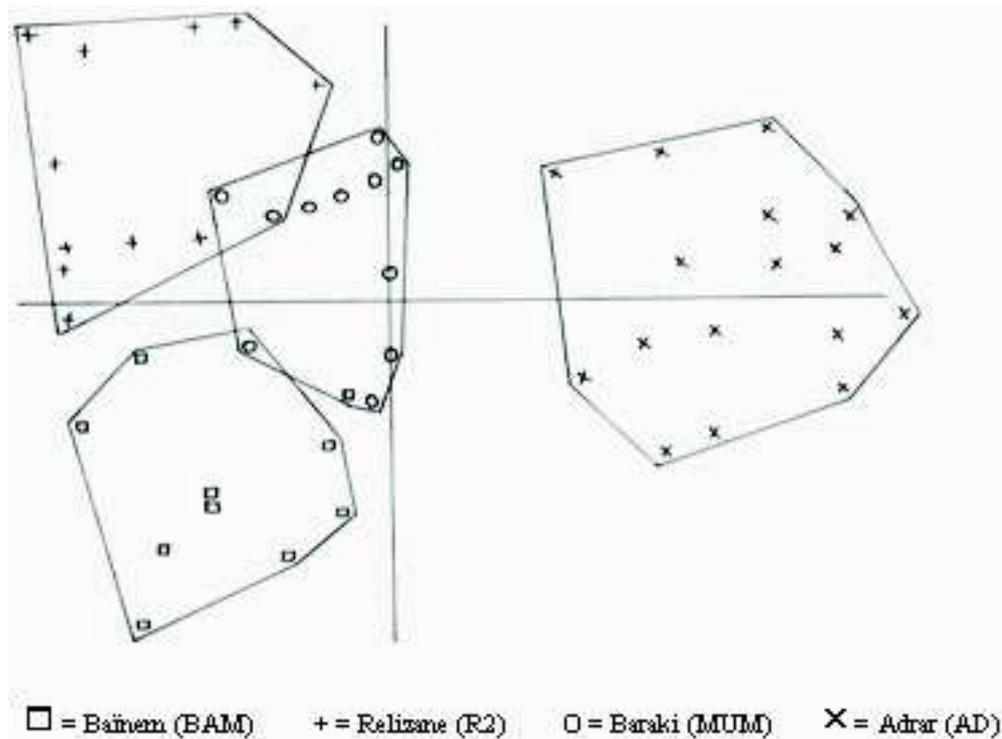
D'autres caractères jouent également un rôle dans la discrimination, il s'agit du nombre de nervures/glume (ngl, 0,95), la longueur de l'épi (lep, 0,77 cm), le nombre de fleurs (nfl, 0,86), la longueur de l'épillet (let, 0,65) et le nombre de grains (ngr, 0,63) qui sont fortement corrélés à l'axe 1.

Le diamètre du chaume (dtg) est aussi une variable discriminante, elle est très hautement liée à l'axe 3 et très bien représentée ($r = 0,87$).

· Etude des individus

La représentation graphique de l'AFD dans le plan 1-2 révèle la séparation presque totale des quatre groupes, G1 (AD), G2 (BAM), G3 (MUM) et G4 (R1) (Fig. 8.1).

La première composante discriminante oppose principalement le groupe 1 au groupe 2, 3 et 4.



*Figure 8.1 : Répartition des individus des populations naturelles de *Lolium multiflorum* en AFD selon le plan 2*

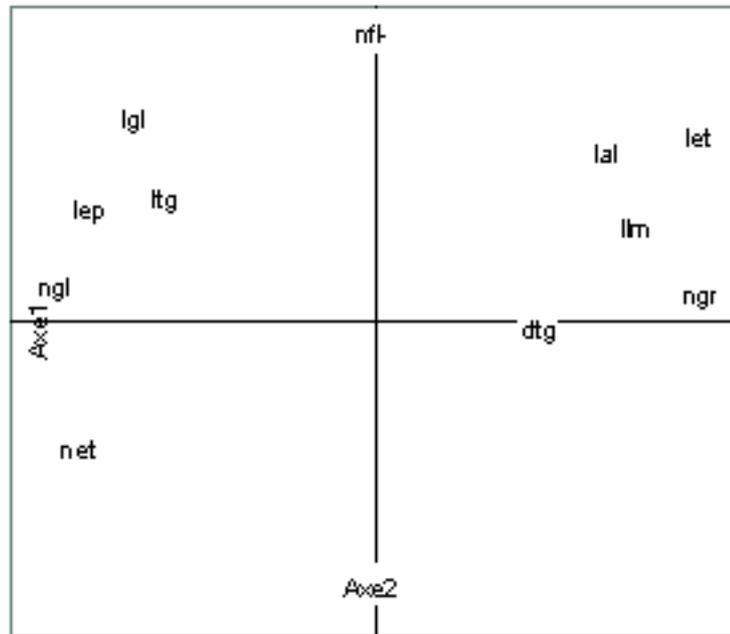


Figure 8.2 : Cercle de corrélation des variables de l'AFD dans le plan 1-2

Le groupe 1 est constitué uniquement des individus de la population AD qui sont caractérisés par de grandes fleurs (llm et lpa) et un nombre de grains/épillet (ngr) élevé et d'épillets/épi (net) faible.

Le groupe 3 dont les fleurs sont plus petites et le nombre de grains/épillet (ngr) est plus faible, est constitué des individus de la population MUM et certains individus de la population BAM et R1. Ces individus présentent par contre des épis (lep) et des glumes (lgl) développés et un nombre d'épillets/épi (net) et de nervures/glume (lgl) élevé.

La deuxième composante discrimine le groupe 2 représenté particulièrement par les individus de la population BAM, du groupe 4 constitué par les individus de la population R1 (Relizane) et deux individus appartenant au groupe 3. Le groupe 4 (R1) présente un nombre de fleurs/épillet (nfl) important alors qu'il est faible chez les individus du groupe 2 (Fig. 8.1).

La première composante discriminante peut être considérée comme caractéristique de la répartition géographique, la population AD de la région saharienne s'oppose aux 3 populations (MUM, BAM et R1) situées toutes dans la partie nord.

Le pourcentage de bien classé est de 88,5%, la constitution de ces groupes est fortement expliquée par les variables quantitatives.

La population MUM a reçu deux observations appartenant aux deux populations R1 et BAM. Ces deux dernières ont par contre pu avoir une observation chacune, issue de la population MUM.

Distance de Mahalanobis

Selon la distance de Mahalanobis, la population AD (Adrar), R1 (Relizane) et MUM (Baraki) sont les plus proches (1,88). Les populations AD (Adrar) et BAM (Baïnem) sont les plus éloignées.

b. Populations expérimentales

L'analyse factorielle discriminante réalisée sur les populations expérimentales de *Lolium multiflorum* a abouti aux résultats statistiques suivants:

La pseudoF: la valeur 405,64 du pseudo F est bien plus importante que celle de la longueur de la lemme (llm) qui est de 108,85, ce qui permet de poursuivre l'analyse.

La statistique de Wilks : La valeur de la statistique de Wilks est de 81,43 et la valeur donnée par proba est de 0,00% ce qui signifie qu'il existe effectivement une grande différence entre les quatre populations expérimentales de *Lolium multiflorum*.

La valeur propre : Les trois composantes contribuent respectivement avec 8,94, 1,33 et 0,15 dans la reconstitution de l'ensemble des distances.

Les corrélations canoniques : Les coefficients de corrélations canoniques des deux premières composantes se rapprochent de 1 et sont respectivement de 0,85 et 0,57, elles fournissent donc les meilleures discriminations.

Le pourcentage d'inertie : Les populations et les 15 variables déterminent un plan discriminant avec une inertie de 85,8% pour la première composante discriminante et de 12,8% pour la deuxième, ce qui nous donne 93,1% de l'inertie totale. Ces deux composantes discriminantes permettent de distinguer les groupes.

Etude des caractères

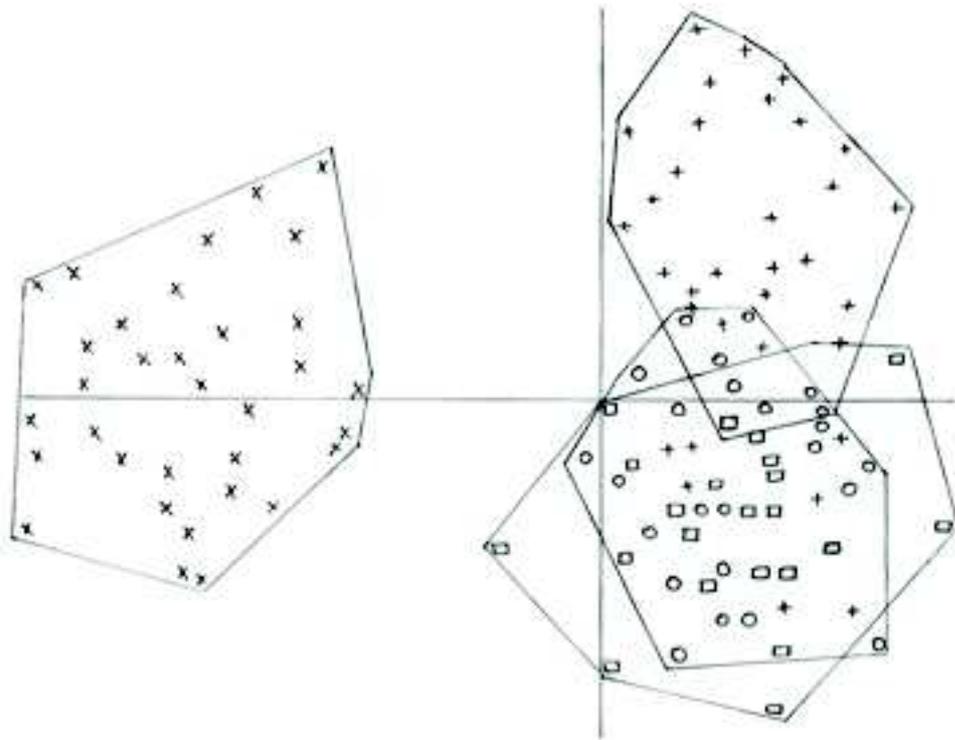
La longueur de la lemme (llm) présente la plus grande valeur de F (108,85), c'est le caractère le plus discriminant.

Le premier axe est fortement et positivement corrélé au nombre de nœuds (nnd), d'épillets/épi (net), de nervures/glume (ngl) et à la longueur de la glume (lgl). La partie négative est par contre corrélée au nombre de fleurs/épillet (nfl) et de grains/épillets (ngr), aux longueurs de la paléole (lpa), de la lemme (llm), de la feuille (log) et à la largeur de cette dernière et celle de la lemme (lal). (Fig. 8.4)

Tous ces caractères contribuent dans la discrimination des groupes notamment la longueur et la largeur de la lemme ainsi que la longueur de la paléole (lpa). Ces trois dernières variables sont effectivement très bien représentées, leurs corrélations aux carrés sont effectivement très élevées ($r = 0,99$, $r = 0,99$, $r = 0,99$).

La longueur de l'épi (lep, $r = 0,99$) qui est la variable la plus hautement corrélée à la partie négative de l'axe 2 est également très bien représentée et participe à la discrimination des populations.

La longueur de la glume (lgl, 0,87), le nombre de nervures/glume (ngl, $r = 0,72$), la longueur de la feuille (log, $r = 0,73$) et sa largeur (laf, $r = 0,72$) qui sont tous corrélés à l'axe 1 et l'épillet (let, $r = 0,79$) corrélé à l'axe 2 possèdent une représentativité élevée, ces caractères ont une part dans la discrimination des groupes.



□ = Bainem (BAM) + = Relizane (R2) ○ = Baraki (MUM) × = Adrar (AD)

Figure 8.3 : Répartition des individus des populations expérimentales de *Lolium multiflorum* en AFD selon le plan 1-2

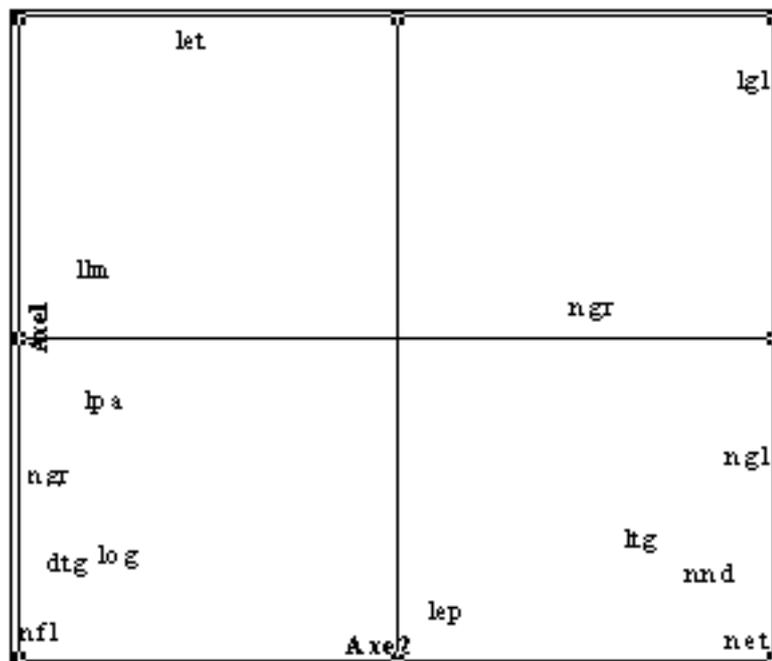


Figure 8.4 : Cercle de corrélation des variables de l'AFD dans le plan 1-2

Etude des groupes

La première composante discriminante (Fig. 8.3) oppose le groupe1, le groupe2 et le groupe3 au groupe 4. Ce dernier qui est représenté dans la partie négative de cet axe est constitué uniquement des individus de la population AD (Adrar) se sépare parfaitement des autres groupes et se caractérise par :

Les plus grandes lemmes (llm) et paléoles (lpa).

Le nombre le plus élevé de grains (ngr) et de fleurs (nfl).

Les plus longues et larges feuilles (log et laf).

Certains individus qui se rapprochent du centre présentent des valeurs plutôt moyennes des ces variables. Au niveau de la deuxième composante principale, d'autres individus de population présentent les plus importantes longueurs de glume (lgl) et de l'épillet (let).

Dans la partie positive de cet axe 1, le groupe 1 et le groupe 3 qui correspondent respectivement aux deux populations MUM et BAM se superposent et se confondent presque totalement. Les individus de ces deux groupes présentent les plus petites fleurs/épillet (llm et lpa) et les feuilles moins développées (log et laf). Ces individus sont également moins performants, ils présentent le plus faible nombre de grains/épillet (ngr) et de fleurs (nfl) mais possèdent par contre les valeurs les plus élevées du nombre d'épillets/épi (net), de nœuds (nnd) et de nervures/glume (ngl).

Quelques individus des deux populations MUM et BAM sont projetés dans la partie négative de la deuxième composante discriminante et se caractérisent particulièrement par des épis (lep) et des chaumes (ltg) longs (Fig. 8.3).

Le groupe 2 dont quelques individus se retrouvent dans le groupe 3 et le groupe1, renferme dans sa majorité les individus de la population R1 (Relizane) qui ont des épis (lep) moins longs mais leurs glumes (llm) et leurs épillets (let) sont plus développés que ceux du groupe 3 et groupe1.

Le pourcentage de bien classés est de 83,6. Au total, 25 observations ont été mal classées, les populations MUM et BAM détiennent le nombre le plus important (19) d'individus réaffectés dont 14 sont des réaffectations réciproques. La population MUM a reçu 6 observations de la population BAM et lui a cédé 8.

La population R1 (Relizane) a pu recevoir 2 observations de BAM et 2 autres de MUM, ces deux dernières ont reçu 4 individus de cette même population R1.

Aucun individu de la population AD n'a été reclassé dans un autre groupe, elle est considérée comme la plus stable.

Distance de Mahalanobis

La distance de Mahalanobis a montré que les populations R1 et AD sont les plus éloignées alors que les populations MUM et BAM sont les plus proches.

Comme pour les populations naturelles, l'analyse factorielle discriminante des populations expérimentales a fait ressortir également la séparation très nette du groupe 4 qui correspond à la population AD issue du sud des trois autres groupes G1 (MUM), G2 (R1), et G3 (BAM) situées au nord. Cette séparation semble donc être géographique.

Les caractères de la fleur, apparaissent comme les plus discriminants en particulier la longueur de la lemme (llm) qui détient les plus grandes valeurs de F que ce soit chez les populations naturelles ou bien expérimentales. Le nombre d'épillets/épi (net), de grains/épillet (ngr) et de fleurs/épillet (nfl) semble être important dans la discrimination des groupes.

c. Synthèse

A partir des trois analyses (Analyse de la variance, ACP et AFD) effectuées, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- La distinction de la population AD de la région saharienne qui se démarque très nettement des autres en présentant de grandes feuilles et fleurs et des stades de floraison et d'épiaison précoces.
- Les populations du sub-humide MUM et BAM ayant de grandes affinités présentent des caractéristiques proches de R1 et s'opposent à la population AD. L'existence de relation entre le type morphologique et la situation géographique est révélée par les premières analyses et confirmées par l'AFD.
- Que se soit chez les populations naturelles ou expérimentales, la variabilité inter populations est basée essentiellement sur les caractères longueur des fleurs et le nombre d'épillets/épi, elle est apparemment expliquée par les caractéristiques des sites d'origine notamment les précipitations et l'altitude. Il a été effectivement remarquée en AFD comme en ACP, que les population ayant de petites fleurs et un nombre élevé d'épillets/épi sont issues des régions à basses altitude et précipitation élevée.
- La variabilité intra population est assez importante, elle est observée particulièrement chez les populations expérimentale du sub-humide et concerne également, le nombre d'épillets/épi, la longueur des fleurs et la longueur du chaume et les stades de début floraison et de début et pleine épiaison. L'AFD confirme la tendance à s'homogénéiser des populations du sub-humide par les importants échanges existants entre elles, alors que la population AD de la région saharienne est la plus stable et la plus homogène.
- En analyse de la variance et en ACP, la longueur de la lemme et de la paléole sont les caractères qui distinguent le plus les populations de *Lolium multiflorum*. En AFD ce sont ces mêmes variables qui ont le plus grand pouvoir discriminatoire que ce soit chez les populations naturelles ou expérimentales. Contrairement à l'ACP, d'autres caractères contribuent fortement dans la discrimination des groupes et sont notamment, les longueurs de l'épi, de l'épillet et de la glume et la longueur de la feuille et sa largeur.

3.1.2. *Lolium perenne*

3.1.2.1. Analyse de la variance

a. Populations naturelles

L'espèce *Lolium perenne* dont 4 populations sont issues des zones semi-arides, Constantine (UIII, UI, UII) et Bordj BouArreridj (BR) et une seule du sub-humide, Mekla (MEL) présente également des différences significatives à très hautement significatives pour la majorité des caractères.

La comparaison des moyennes a mis en évidence la construction de deux à trois groupes de moyennes qui se chevauchent avec la distinction remarquable de la population UI qui présente les plus grandes longueurs de chaume (ltg, 25,96 cm), de lemme (llm, 0,60 cm), d'épillet (let, 1,31 cm) et de l'épi (lep, 13,68 cm) et le nombre le plus élevé de fleurs/épillet (nfl, 5,86 cm), d'épillets/épi (net, 17,13) et de nervures/glume (ngl, 6,73) (Annexe I.Tab. 3 et Fig. 9). A l'opposé, l'unique population des régions sub-humides (MEL) montre à l'exception du nombre important de nervures /glume (ngl, 5,3), les moyennes les plus faibles des longueurs des chaumes (ltg, 16,34 cm), des épis (lep, 8,75 cm), des lemmes (llm, 0,52

cm), des paléoles (lpa, 0,49 cm) et des épilletts (let, 0,88) et un nombre de fleurs/épillet (nfl, 4,5) et d'épillets /épi (net, 12,81) faible. Cette population renferme ainsi les individus les plus frêles et les moins performants.

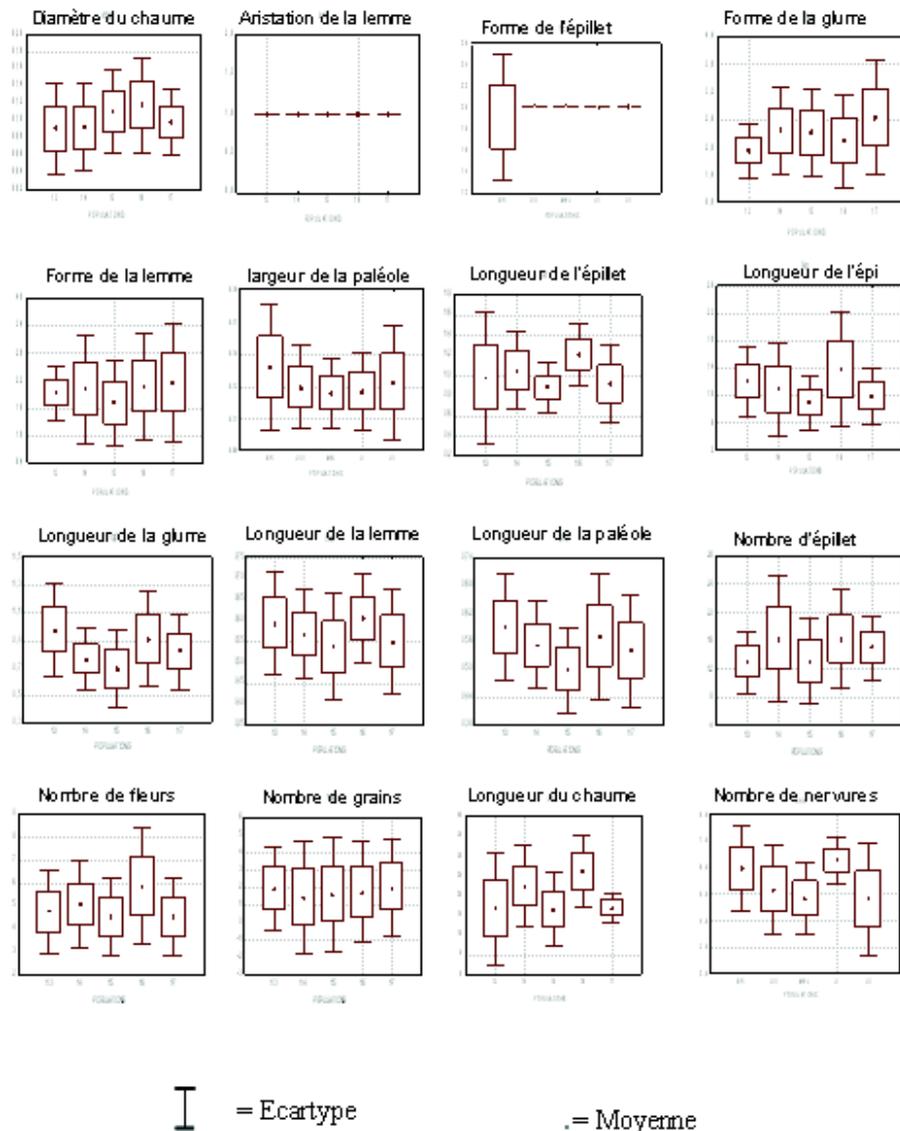


Figure 9: Comparaison graphique des moyennes des caractères morphologiques chez les populations naturelles de *Lolium perenne*

Notons que la différence entre les populations est très hautement significative pour la longueur du chaume et le nombre de nervures/glume, elle est hautement significative pour la longueur de

l'épillet, de l'épi et de la paléole et le nombre de fleurs, elle est hautement significative pour la longueur de la lemme et le nombre d'épillets/épi.

Situées entre ces deux populations morphologiquement extrêmes (UI et MEL), les populations UIII, UII, BR occupent d'une manière générale une position intermédiaire pour la plupart des caractères.

Concernant les caractères qualitatifs, aucune variation n'a été observée entre les populations mise à part la forme de la glume (fgl) qui distingue nettement la population BR

ayant le plus grand nombre de glume subaiguë (81,81 %) et de la population UI qui présente une dominance de glume aiguë (66,66 %) (Annexe II .Tab. 3 et Fig. 9).

Le coefficient de variation inter populations est généralement élevé pour tous les caractères. Toutefois, le coefficient de variation des caractères relatifs à la longueur de la lemme (llm), de la paléole (lpa) et de la glume (lgl) et le nombre de nervures/glume (ngl) est moyen ce qui signifie que la variation est due beaucoup plus à ces caractères notamment la longueur de la lemme et de la paléole.

Concernant le nombre de grains/épillet (ngr), le coefficient de variation est très élevé, alors que les populations ne présentent aucune différence significative pour ce caractère.

Cette valeur élevée n'est pas liée à une variation entre les populations mais probablement à la valeur nulle qui correspond soit à la coulure ou la stérilité des fleurs soit à l'échaudage des graines (Annexe I.Tab.3).

Selon la valeur du F observé, la longueur du chaume est le caractère qui distingue le plus les populations, suivie de la longueur de l'épi, de la paléole et de la lemme : ltg>ngl>lgl>let >lep>lpa>lep>llm.

Le coefficient de variation intra population est globalement moyen à élevé. Il est parfois faible comme il est constaté chez les populations UI, UIII et MEL pour les caractères longueur de la lemme (llm) et longueur et largeur de la paléole (lpa) indiquant leur grande influence dans la variabilité entre les populations.

L'analyse de la variance n'a révélé aucune différence significative pour l'aristation (art) de la lemme, la forme de l'épillet (fet), la largeur de la lemme (lal), le diamètre du chaume (dtg), le nombre de grains/épillet (ngr) et la forme de la lemme (flm).

b. Populations expérimentales

Des variations significatives à très hautement significatives sont également signalées suite à l'analyse des populations expérimentales.

La constitution des groupes s'est établie différemment au niveau des descendants chez lesquels nous observons la formation de deux grands ensembles. Le premier regroupant généralement les deux populations UI et BR issues des régions semi-arides, situées à plus de 700 m d'altitude et présentant des similitudes pour un nombre important de caractères. Elles s'associent effectivement pour les moyennes les plus élevées de l'épi (lep), de l'épillet (let), de la glume (lgl), du nombre d'épillets/épi (net), de nervures/glume (ngl) ainsi que pour la largeur de la lemme (lal). Elles possèdent également les plus grands chaumes et lemmes et les plus longues et larges feuilles. (Annexe I.Tab.4 et Fig. 10)

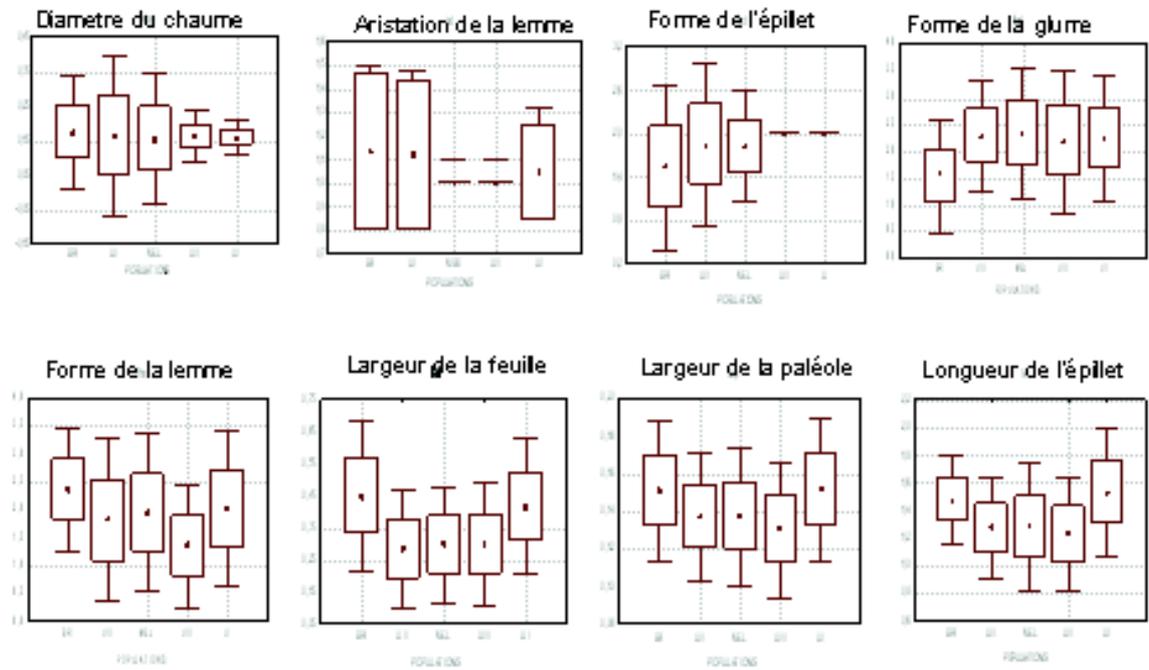
Les populations UII et UIII des zones semi-arides et la population MEL de la zone sub-humide s'associent dans un deuxième grand groupe qui se distingue du premier en présentant les valeurs les plus faibles de tous les caractères cités ci-dessus.

La moyenne extrême minimale du nombre de grains/épillet (ngr, 3,44) est représentée par la population MEL alors que la valeur maximale (5,21) correspond à la population BR.

Notons qu'à l'exception de la longueur de l'épillet (let), cette population détient les moyennes maximales de la majorité des caractères pour lesquels elle montre un meilleur développement et une performance supérieure.

La séparation entre ces deux groupes morphologiques est donc nettement établie et la différence est très hautement significative pour la longueur de la lemme, hautement significative pour les caractères longueur de l'épi (lep), de la glume (lgl), de l'épillet (let), du nombre d'épillets/épi (net) et du nombre de nervures/glume (ngl) et significative pour la

largeur de la lemme, la longueur du chaume, le nombre de grains, la longueur et la largeur de la feuille.



*Figure 10 : Comparaison graphique des moyennes des caractères morphologiques chez les populations expérimentales de *Lolium perenne**

c. Discussion

La moyenne générale du nombre de fleurs (nfl) est de 8,16 pour les populations expérimentales et de 4,92 pour les populations naturelles. D'après Gillet et Magne (1898), Battandier et Trabut (1895), Coste (1937), Bonnier (1940) et Hubbard (1954), le nombre de fleurs oscille entre 3 et 16. Rudelle et Essad (1968) indiquent un nombre de 8,54 et Essad (1954) avance une moyenne de 8,9 qui se rapproche du résultat de notre étude. Ce même auteur donne en 1962 une valeur de 12,74.

Concernant le nombre de graines (ngr), les populations expérimentales se caractérisent par une moyenne générale de 4,35, celle des populations naturelles est nettement plus faible ; elle est de 1,72 graines par épillet. Falcinelli *et al.* (1988), dénombrent de 10,40 à 12,60 grains par épillet.

Pour le caractère diamètre du chaume (dtg), les populations naturelles et expérimentales présentent respectivement des valeurs de 0,1 cm et 0,16 cm. Cette dernière se rapproche de celle trouvée par Rudelle et Essad (1968) sur des lignées fixées de *Lolium pérenne* et qui est de 0.17 cm.

La moyenne générale de la longueur de la glume (lgl) est de 0,82 cm pour les populations naturelles, elle est un peu plus importante (1,06 cm) chez les populations expérimentales.

Une longueur moyenne de 0,90 cm est obtenue par Rudelle et Essad (1968). Par contre, Essad (1962) indique une valeur de 1,15 cm. Selon Maire (1955), la glume peut avoir une longueur de 1 cm au moins.

Le nombre d'épillets par épi (net) est de 20,96 chez les populations expérimentales et 14,61 chez les populations naturelles. D'après Essad (1954), le nombre d'épillets de cette espèce est de 26,6 en moyenne. Rudelle et Essad (1968) signalent une valeur de 19,51 épillets par épi.

L'épillet (let) atteint une longueur de 1cm en moyenne chez les populations naturelles. Les populations expérimentales présentent une valeur supérieure (1,36 cm).

Selon Rudelle et Essad (1968), la moyenne de ce caractère serait égale à 1,54 cm, celles indiquées par Hubbard (1954) oscillent entre 0,7 cm et 2 cm.

Les moyennes relatives à la longueur et à la largeur de la feuille (log et laf), sont respectivement 5,9 cm et 0,35 cm chez les populations expérimentales. Des moyennes beaucoup plus importantes (15,9 cm et 0,52 cm) sont mentionnées par Essad (1954). Ce même auteur signale en 1962 une valeur de 14,79 cm pour la longueur de la feuille et 0,63 cm pour sa largeur. Pour cette dernière mesure, Rudelle et Essad (1968) obtiennent une moyenne de 0,53 cm et Casler (1995) révèle une largeur de 0,50 cm.

Etudiant la variabilité et l'héritabilité de la morphogenèse foliaire sur des variétés fixées, Ghesquière *et al.* (1994), trouvent une longueur de feuille plus faible qui varie entre 9,15 cm et 9,74 cm en moyenne.

Les moyennes des longueurs et largeurs de feuilles obtenues par Falcinelli *et al.* (1988) sur des populations naturelles du nord, du centre et du sud italien sont respectivement 15 cm et 0,3 cm, 12,80 cm et 0,51 cm, 12,5 cm et 0,5 cm.

D'après Hubbard (1954), la longueur de la feuille oscillerait entre 3 cm et 20 cm et la largeur entre 0,2 cm et 0,6 cm. Maire (1955), signale des moyennes extrêmes : 20 cm pour la longueur et 0,45 cm pour la largeur.

L'aristation de la lemme (art), est de 1,06 pour les populations expérimentales, ce qui indique la présence extrêmement faible de plants aristés. Les populations naturelles présentent une moyenne de 1 ; cette valeur montre que la totalité des individus est mutique, ce qui correspond avec le résultat d'Essad (1968), qui signale également la présence dans les populations de *Lolium pérenne* d'individus uniquement mutiques.

d. Synthèse

En conclusion, chez les deux types de populations (naturelle et expérimentale), nous observons la construction de deux grands ensembles, qui se chevauchent généralement.

Au niveau des populations naturelles, le résultat le plus remarquable à relever est la distinction de la population UI de la région semi-aride qui présente les plus grands chaumes, épis et fleurs et la plus grande performance en nombre de fleurs/épi.

Les résultats obtenus après analyse des populations expérimentales semblent modifier légèrement ceux obtenus de l'étude des populations naturelles. En effet, le fait le plus remarquable est le rapprochement des deux populations issues des régions semi-arides UI et BR qui s'écartent des autres populations par les plus importants chaumes (Itg) et feuilles (laf et log) et par le plus grand nombre de grains/épi (ngr), mais se démarquent nettement pour le nombre le plus élevé d'épillets/épi (net) et de nervures/glume (ngl) et par les plus grandes longueurs d'épi (lep), d'épi (let) et de lemme (llm).

La population UI semble être stable dans la mesure où elle a gardé un développement végétatif important, des épis et des fleurs longs, un nombre d'épillets et de fleurs élevés dans les conditions expérimentales. Contrairement à la population UI, le phénotype de la population BR a changé après sa mise en culture, les valeurs de ses caractères sont devenues en effet beaucoup plus importantes en expérimentation, notamment la longueur du chaume et son diamètre, la longueur de l'épi et de l'épi traduisant peut être sa plasticité et son adaptation aux aléas écologiques.

Le deuxième ensemble est généralement formé par les populations MEL, UII et UIII présentant un faible développement de l'ensemble et les performances les moins importantes en grains/épi et en épillets/épi.

Cette importante variabilité ne peut probablement pas avoir comme origine le bio-climat, puisqu'il n'existe pas de séparation parfaite entre la population MEL de la région sub-humide et l'ensemble des populations appartenant aux régions semi-arides. Les différences que présentent ces populations sont probablement liées à un facteur ou bien à la combinaison de plusieurs facteurs du milieu.

Mis à part la forme de la glume qui sépare la population BR des autres (dominance subaiguë), les caractères qualitatifs n'ont aucun effet sur la variabilité, ce qui n'est pas le cas des caractères quantitatifs, notamment lep, let, net, llm et Itg, qui distinguent les populations en milieu expérimental et naturel.

Les populations naturelles présentent des coefficients de variation beaucoup plus élevés que ceux des populations expérimentales. L'évolution de ces dernières dans des conditions de milieu homogène, a eu pour effet un développement homogène des individus, ce qui expliquerait la faible variation, notamment au sein de ces populations. La diversité des sites d'origines des populations naturelles sous-entend l'influence très large des conditions environnementales sur le développement et le comportement des individus qui engendre une plus grande variation.

3.1.2.2. Analyse en composantes principales

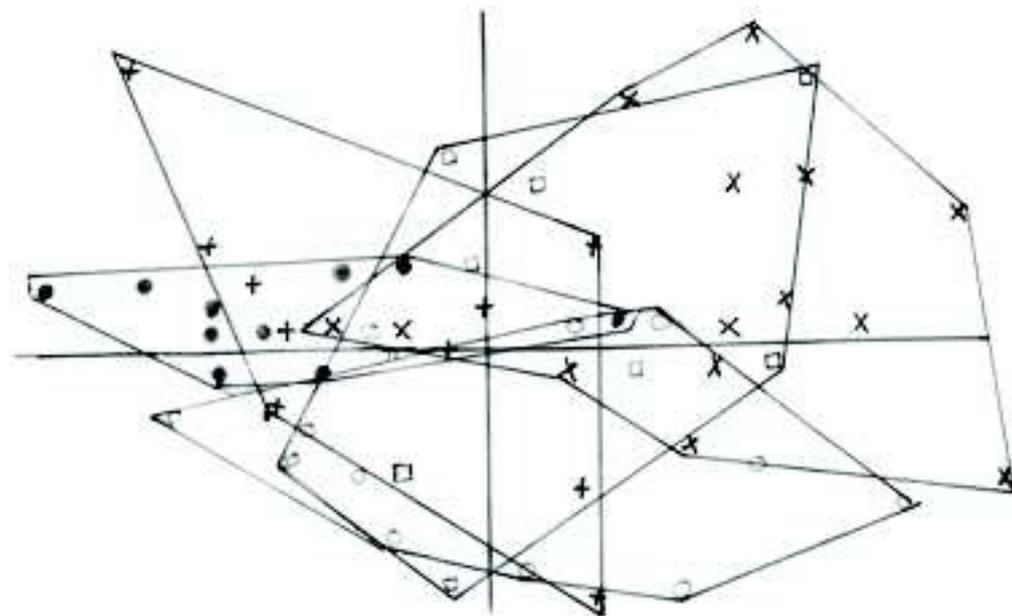
a. Populations naturelles

L'information maximale (48,3%) est fournie par le plan 1-2. L'axe 1 qui apporte 34% de cette information est déterminé positivement par la majorité des caractères (lep, Itg, nfl, let, ngl, lgl, alt, lal, lIm, lpa). Le long de cet axe, la longueur de la lemme (lIm), la longueur de la paléole (lpa), la longueur de l'épillet (let), le nombre de nervures/glume (ngl), la longueur de l'épi (lep) et la longueur de la glume (lgl) sont tous fortement corrélés entre eux (Annexe.III.Tab. 3 et Fig.1.2).

Mis à part la longueur de l'épillet (let), toutes ces variables sont positivement liées à l'altitude mais négativement corrélées aux précipitations (prt).

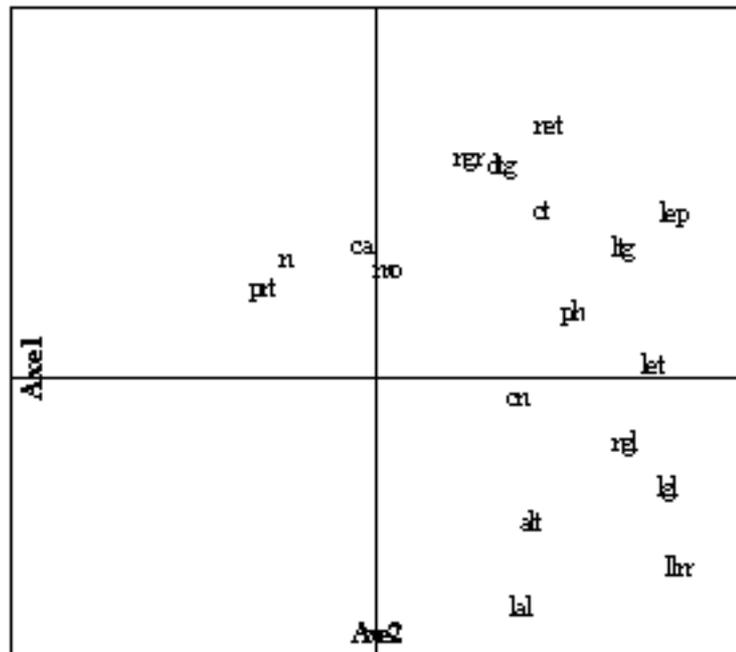
Le nombre de fleurs/épillet (nfl) évolue dans le même sens que ces caractères mais n'est corrélé qu'au nombre de nervures/glume (ngl), à la longueur de l'épillet (let), à la longueur de la glume (lgl) et la longueur de l'épi (lep).

La longueur du chaume (Itg) est fortement corrélée à son diamètre et présente une relation positive et significative avec la longueur de la paléole (lpa). La relation de Itg est par contre hautement significative avec la longueur de l'épi (lep) et la longueur de l'épillet (let) et très hautement significative avec le nombre de fleurs (nfl), le pH (ph), le calcaire total (ct) et la longueur de la lemme (lIm).



□ = Constantine (UIII) ● = Mekla (MEL) + = Constantine (UII)
 ○ = Bordj BouArreridj (BR) × = Constantine (UI)

*Figure 11.1 : Répartition des individus des populations naturelles de *Lolium perenne* en ACP selon le plan 1-2*



Points vus : lhm; lg

Points cachés : lpa; nfl

Figure 11.2 : Structure des caractères morphologiques et phénologiques chez les populations naturelles de *Lolium perenne* selon le plan 1-2

Cette dernière est faiblement et inversement corrélée aux deux uniques variables, les précipitations (prt) et l'azote (n) représentées négativement par l'axe 1.

L'axe 2 qui contribue à 14,3% de l'inertie totale, représente seulement des corrélations positives entre le diamètre du chaume (dtg), le carbone (ca) et la matière organique (mo).

Tous ces caractères évoluent dans le même sens que le nombre d'épillets/épi (net) et de grains/épillet (ngr) mais aucune relation n'est établie entre eux. (Annexe.III. Tab.3 et Fig. 11.2).

Les plus importantes corrélations au carré, $r = 0,54$, $r = 0,53$, $r = 0,56$ et $r = 0,59$ correspondent respectivement à la longueur de l'épi (lep), de la glume (lgl), de la lemme (lhm) et de la paléole (lpa), ce sont les caractères les mieux représentés, les plus fortement corrélés à l'axe 1 et expliquent au mieux la variation totale.

Certains individus affectés à la partie positive de l'axe 1 appartiennent aux deux populations UIII et BR, mais la majorité appartiennent à la population UI dont les individus présentent les plus fortes coordonnées en valeur absolue et donc participent le plus à la variation totale.

Les individus de ces trois populations (UIII, BR et UI) et notamment UI se caractérisent par des épis (lep), des épillets (let), des glumes (lgl), des lemmes (lhm), des paléoles (lpa) et des chaumes (ltg) développés et un nombre important de fleurs/épillet (nfl) et de nervures/glume (ngl). Mis à part la longueur du chaume (ltg), tous ces caractères deviennent importants à mesure que l'altitude s'élève et les précipitations diminuent (Fig. 11.1).

Pour ces caractères, les populations BR et UIII montrent généralement une variabilité interne assez importante, alors qu'elle est presque nulle chez la population UI. Cette

dernière représente par contre les valeurs maximales de toutes ces variables qui la distinguent nettement des autres.

Les valeurs les plus faibles de ces caractères correspondent aux populations MEL et UII qui présentent des épis (lep), des épillets (let), des fleurs (lpa, llm et lal) peu développés et un nombre de fleurs/épillet (nfl) et de nervures/glume (ngl) réduits.

Le nombre le plus élevé d'épillets/épi et de grains/épillet et le plus important diamètre de chaume sont observés également chez la population UI, alors que les plus petites moyennes de ces caractères appartiennent à la population BR et varient chez les populations UII et UIII dont les individus sont observés dans les deux parties opposées de l'axe 2 (Fig. 11.1).

Malgré le chevauchement entre les cinq populations, il existe une variabilité intra et inter populations chez l'espèce *Lolium perenne* (Fig. 11.1).

b. Populations expérimentales

L'information totale donnée par les trois premier axe est de 51,7%.

Le plan (1-2) dont la participation des axes orthogonaux est de 42,7% fait ressortir la presque totalité des variables (Fig. 12.2).

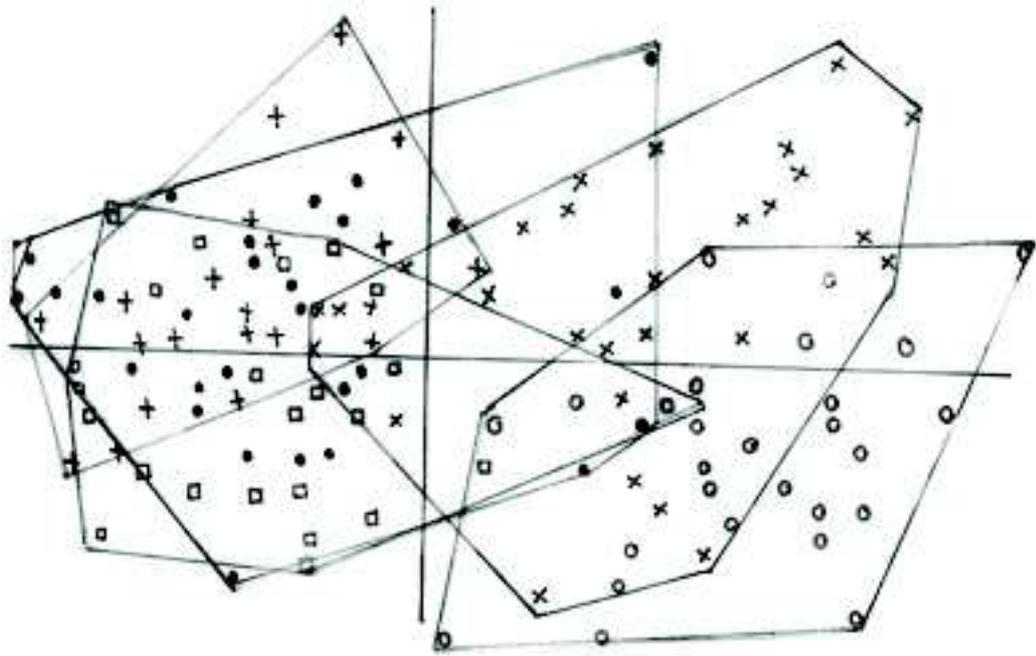
La première composante qui apporte la plus importante information (32,4%) est définie du coté positif par la majorité des caractères morphologiques relatifs à l'épi (lep, net), les épillets (let, lgl), les fleurs (llm, lpa), les feuilles (log, laf) et les chaumes (ltg).

Des relations significatives à très hautement significatives sont établies entre tous ces caractères, à l'exception de la longueur de la feuille (log) et la longueur de la glume (lgl) qui ne présentent pas de corrélation entre elles (Annexe III.Tab. 4 et Fig. 12.2)

Le nombre de grains (ngr) qui est faiblement représenté évolue dans le même sens que tous ces caractères et n'est lié qu'à la longueur de l'épi (lep), le nombre d'épillets/épi (net), la longueur du chaume (ltg) et la longueur de la glume. Le nombre de nœuds (nnd) est faiblement représenté et n'est corrélé qu'à la longueur du chaume (ltg), la longueur de la glume (lgl), la longueur de la paléole (lpa) et la longueur de la lemme (lal).

Tenant compte des corrélations entre les variables et les axes principaux, nous constatons que la longueur de l'épi (lep), la longueur de la paléole (lpa), la longueur de la lemme (llm) et à moindre mesure le nombre d'épillets/épi (net) et la longueur de la feuille (log) sont les caractères les plus fortement corrélés à l'axe 1 (côté négatif).

Ce sont donc ces caractères qui ont la plus grande contribution dans la formation de cet axe et selon les corrélations au carré, ils révèlent également une bonne qualité de représentation, notamment la longueur de l'épi (lep, $r^2 \square 0,72$) qui est très bien représentée. Les variables lpa ($r^2 \square 0,60$), lgl ($r^2 \square 0,54$) et llm ($r^2 \square 0,54$) sont par contre assez bien représentées (Annexe.III.Tab.4 et Fig. 12.2).



□ = Constantine (UIII) ● = Mekla (MEL) + = Constantine (UIII)
 ○ = Bordj BouAzeridj (BR) × = Constantine (UI)

Figure 12.1 : Répartition des individus des populations expérimentales de *Lolium perenne* en ACP selon le plan 1-2

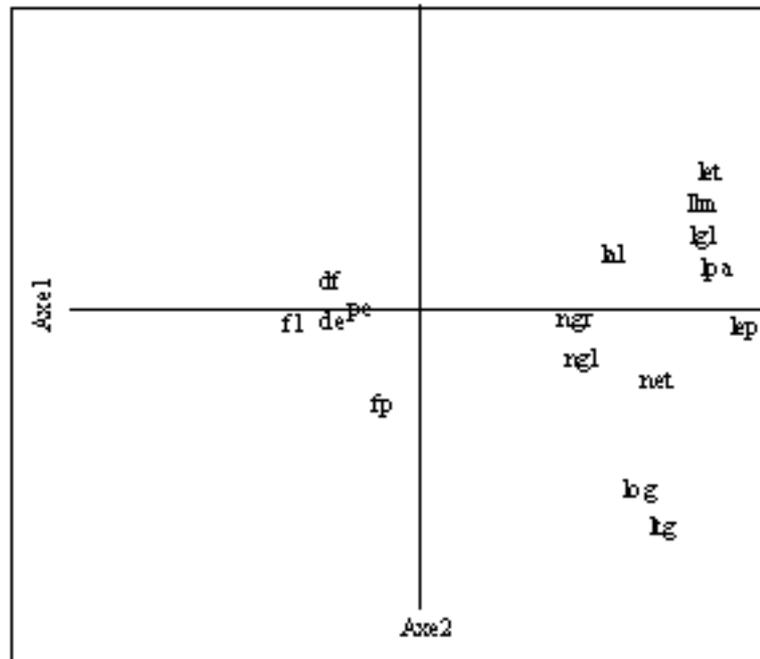


Figure 12.2 : Structure des caractères morphologiques et phénologiques chez les populations expérimentales de *Lolium perenne* selon le plan 1-2

La troisième composante principale (9,0% de l'information) est définie par le nombre de nœuds (nnd), le diamètre du chaume (dtg) et le nombre de fleurs/épillet (nfl). Ce dernier est le plus fortement corrélé à l'axe 3 et participe le plus à sa formation (Fig. 12.4).

La projection des individus sur le plan 1-2 a révélé la formation des nuages de points appartenant à deux grands groupes de populations qui se chevauchent (Fig. 12.1).

La population BR se rapproche de la population UI de la région semi-aride pour constituer le premier groupe dont les individus occupent la partie positive de l'axe 1. Ceux qui sont situés à l'extrémité de cet axe présentent les plus grandes coordonnées en valeur absolue et interviennent fortement dans l'explication de la variation totale.

Ces individus se caractérisent par des épis (lep), des fleurs (llm, lpa), des épillets (let, lgl), des feuilles (log et laf) et des chaumes (ltg) développés et possèdent les plus importants nombres d'épillets/épi (net), de grains/épillet (ngr) et de nervures/glume (ngl) qui augmentent avec l'apparition rapide de la première talle principale et la précocité des stades début épiaison (de), pleine épiaison (pe) et début floraison (df).

Les trois populations qui sont parfaitement imbriquées présentent à l'opposé du premier groupe, des chaumes, des épillets, des fleurs et des feuilles moins développés et un nombre de grains/épillet (ngr) et d'épillets/épi (net) réduit et des phases de début épiaison (de), pleine épiaison (pe), début floraison (df) et apparition de première talle tardives.

Notons que la majorité des individus appartenant aux deux populations UIII et MEL sont concentrés dans la partie extrême de l'axe 1 négatif et ce sont ces individus qui expliquent en plus grande partie la variation totale (Fig. 12.1)

Certains individus des populations UII, UIII et MEL sont mieux représentés par la troisième composante principale et se caractérisent par un nombre de fleurs (nfl) et de nœuds (nnd) importants et s'opposent aux individus de la population UI qui possèdent les moyennes les plus faibles de ces deux caractères (Fig. 12.3).

Bien que la variabilité au sein des populations de cette espèce est assez importante, la population UI dont certains de ces individus sont projetés dans la partie négative de l'axe 1 et se superposent avec les populations UIII, MEL et UII, présente pour les longueurs de l'épi, des fleurs, des épillets, des feuilles, du chaume, du nombre d'épillets/épi et de grains/épillet une variabilité intra-population.

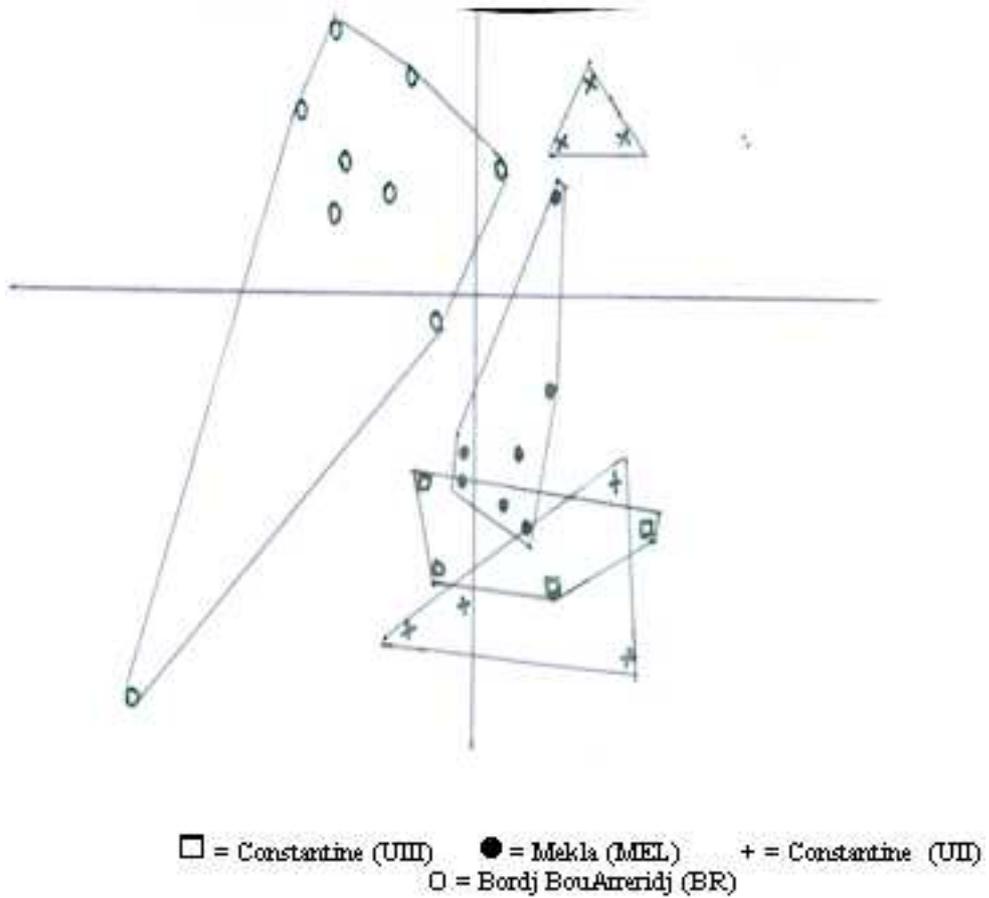


Figure 12.3 : Répartition des individus des populations expérimentales de *Lolium perenne* en ACP selon le plan 1-3

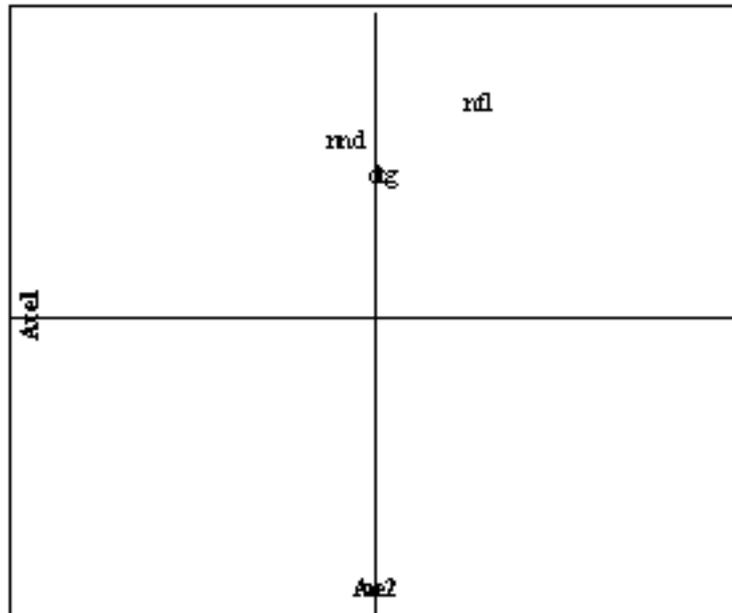


Figure 12.4 : Structure des caractères morphologiques et phénologiques chez les populations expérimentales de *Lolium perenne* selon le plan 1-3

Concernant la variabilité inter populations, nous constatons qu'elle est plus importante que chez les populations naturelles. Les populations se séparent un peu plus les unes des autres et sont en effet moins imbriquées (Fig. 12.1).

c. Synthèse

Comme dans l'analyse de la variance, l'ACP révèle l'existence d'une variabilité inter populations avec l'apparition de deux grands groupes qui se superposent. Chez les populations naturelles, la population UI et certains individus des populations BR et UIII du semi-aride situées respectivement à 730 m, 902 m et 630 m se distinguent par de grands chaumes, fleurs, feuilles, épillets et épis qui deviennent importants avec la diminution des précipitations.

Les populations UII et MEL s'opposent en montrant généralement un développement médiocre de l'ensemble de la plante.

Les résultats obtenus chez les populations expérimentales confirment ceux obtenus chez les populations naturelles avec une séparation plus nette du groupe le plus performant constitué par les populations BR et UI. La population UIII s'associe avec les populations MEL et UII pour former le groupe le moins performant.

Il semble également qu'il existe une relation très forte entre le développement important des feuilles, chaumes, épis et fleurs et la précocité des stades phénologiques. Les deux populations BR et UI qui ont un bon développement de l'ensemble, un nombre important de grains et d'épillets/épi ont, en effet, une précocité des stades successifs : apparition de la première talle, début floraison et début et pleine épiaison.

Haywards (1985) a mis en évidence, dans son étude sur l'adaptation et la reproduction du *Lolium perenne*, l'importante corrélation entre la période de l'inflorescence, le développement et le rendement en matière verte.

Le comportement, la performance et la morphologie des populations seraient probablement liés à l'altitude. Ces mêmes populations performantes et précoces (BR et UI) proviennent en effet des sites élevés alors que les populations MEL et UIII, qui sont moins développées et tardives, sont issues de sites plus bas.

Dans leur contribution à l'étude de l'écologie et la productivité des pâturages, De Montard et Gachon (1978) ont remarqué l'influence considérable de l'altitude sur la répartition de chaque type de la végétation pastorale.

L'étude du comportement de quelques populations de *Lolium perenne* de Balfourier et Charmet (1991) a révélé l'existence de relation entre la date d'épiaison et l'altitude.

Cependant, la population UII, qui est issue du même site écologique que UI, présente des chaumes, des épis et des fleurs petits, une situation qui s'explique apparemment par une faible présence du calcaire et de l'activité microbienne dans le sol de UII, constatée dans les résultats d'analyse des sols des différents sites (Tab. 8).

Cet élément (le calcaire), est en effet fortement lié aux longueurs importantes des chaumes et des épis et favoriserait également la formation d'un nombre important de fleurs et d'épillets (Annexe.III.Tab.4). La présence du calcium dans les tissus de ces organes accroît leur résistance, il permet également le développement du système racinaire et le maintient d'un pH du sol favorable à l'activité biologique et l'assimilation des aliments (Soltner, 1996).

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

Balfourier, 1994a). 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 *Lolium perenne*

Les résultats de l'ACP confirment ceux de l'analyse de la variance. Il est remarqué en effet qu'aussi bien chez les populations naturelles qu'expérimentales, que les caractères longueurs de l'épi, de l'épillet, de la glume et de la fleur qui sont corrélés entre eux ont le plus grand pouvoir distinctif. Cette variabilité devient plus importante en expérimentation, elle est observée pour le nombre d'épillets (net), les feuilles et les stades d'épiaison et de floraison. Dans ce nouveau milieu, la variabilité intra-population est plus importante.

3.1.2.3. Analyse factorielle discriminante

a. Populations naturelles

L'Analyse factorielle discriminante appliquée sur les cinq populations naturelles de *Lolium perenne* a révélé une série de résultats statistiques dont les plus importants concernent :

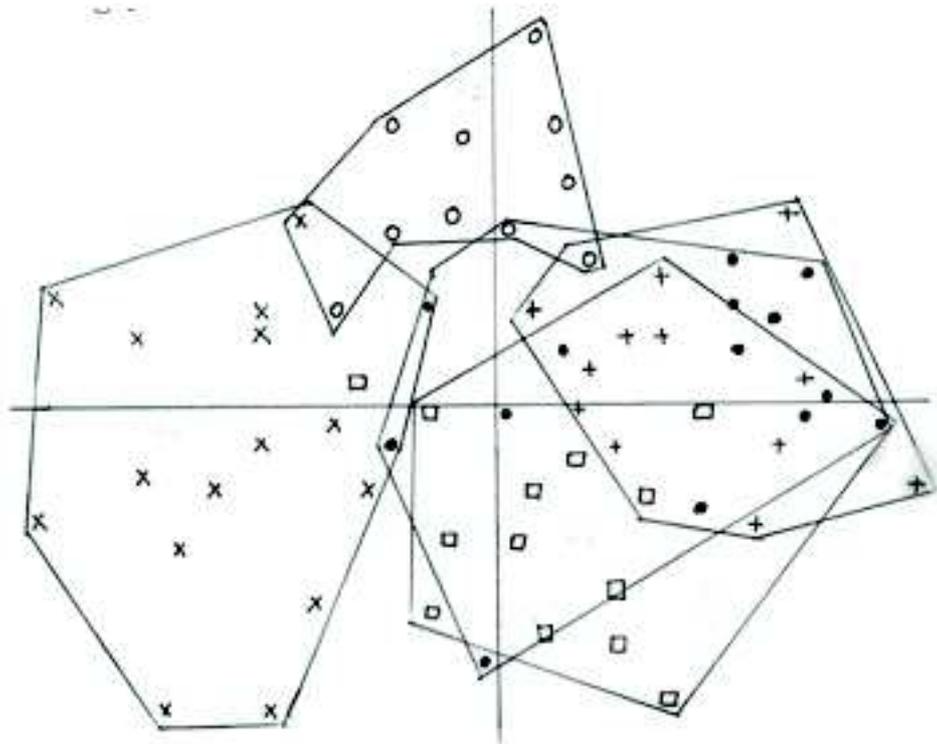
- Le pseudo F : La valeur du pseudo F (17,96) est plus importante que le F calculé de la longueur du chaume (ltg) qui est de 10,33, il est donc possible de continuer l'analyse.
- La statistique de wilks : Il existe une importante différence entre les cinq populations de cette espèce puisque la valeur correspondant à ce paramètre est de 88,90 alors que celle donnée par proba est de 0,00 %.
- La valeur propre : La contribution des trois composantes dans la reconstitution de l'ensemble des distances est de 1,15 pour la première composante, 0,77 pour la deuxième et 0,12 pour la troisième.
- Les corrélations canoniques : Nous constatons que les première et deuxième composantes apportent les meilleures discriminations générales, la valeur de leurs corrélations canoniques respectives est 0,53 et 0,43.
- Le pourcentage d'inertie : Les deux premières composantes canoniques rendent compte de la plus grande partie de dispersion puisqu'elles absorbent à elles seules 93,7 % de la discrimination totale.

Etude des caractères

D'après le F de l'analyse, il semble que les variables qui jouent un rôle prépondérant dans la discrimination sont la longueur du chaume (ltg) et le nombre de nervures/glume (ngl) dont la valeur de F est respectivement 10,3 et 9,1.

Toutes les autres variables, qui sont particulièrement liées à l'inflorescence et sont relatives à la longueur de l'épi (lep), la longueur de la paléole (lpa), le nombre d'épillets/épi (net) et le nombre de fleurs/épillet (nfl), contribuent également dans la discrimination des populations.

Mis à part le nombre d'épillets/épi (net), qui est lié à l'axe 2, toutes ces variables sont fortement corrélées à l'axe 1 négatif et selon leurs corrélations au carré elles sont très bien représentées (Fig. 13.2).



□ = Constantine (UIII) ● = Mekla (MEL) + = Constantine (UII)
 ○ = Bordj BouArredj (BR) × = Constantine (UI)

Figure 13.1 : Répartition des individus des populations naturelles de *Lolium perenne* en AFD selon le plan 1-2

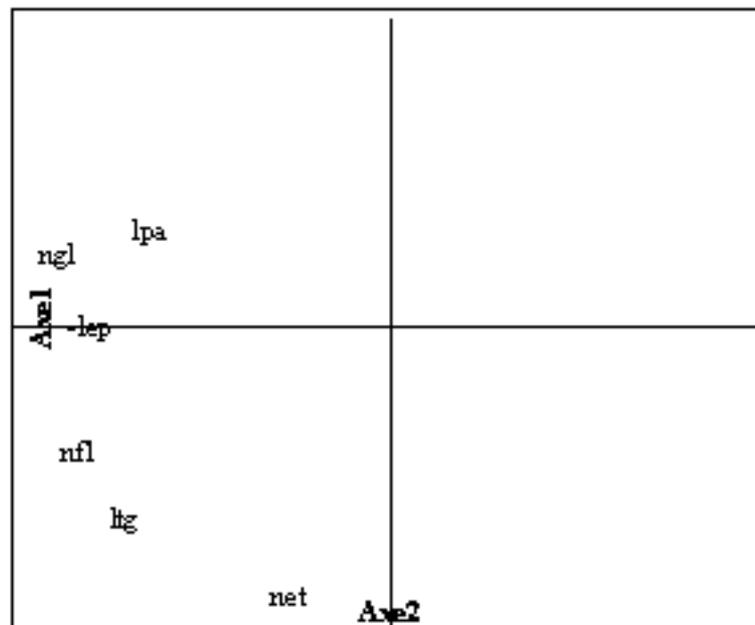


Figure 13.2 : Cercle de corrélation des variables de l'AFD dans le plan 1-2 Etude des groupes

La représentation graphique de l'AFD dans le plan 1-2 révèle une distinction assez nette du groupe 4 (UI) et un chevauchement entre les polygones de dispersion du groupe 2 (UIII), du groupe 5 (UII) de la région semi-aride et le groupe 3 (MEL) de la région sub-humide (Fig. 13.1).

La première composante oppose ces trois groupes qui ont des valeurs faibles à moyennes des caractères nfl, ltg, lep, ngl et lpa au groupe 4 (UI) qui présente au contraire un nombre de fleurs/épillet (nfl) et de nervures/glume (ngl) important, un chaume développé (ltg), des épis longs (lep) et de grandes paléoles (lpa).

La deuxième composante discriminante représente uniquement le groupe 3 (BR) plus proche de la population UI et qui occupe une position intermédiaire. Ce groupe est caractérisé par le nombre le plus faible d'épillets/épi (net). La deuxième composante discriminante peut être alors considérée comme la caractéristique de la performance (Fig. 13.1). Le classement le plus important est observé chez les deux groupes 5 (UII) et 3 (MEL) qui ont reçu respectivement six et neuf observations.

Le groupe 2 (UIII) qui a cédé le moins d'observations semble être le plus stable.

Le pourcentage de bien classé est de 64,2, la constitution des groupes est moyennement expliquée par les variables quantitatives.

Distance de Mahalanobis

L'analyse des distances de Mahalanobis montre que la population BR (Bordj BouArrerij) et la population UIII (Constantine) originaires toutes les deux de la région semi-aride sont les plus éloignées alors que les populations MEL (Mekla) et UII (Constantine) sont les plus proches.

b. Populations expérimentales

Les variables concernées par cette analyse sont relatives à la longueur de l'épi (lep), à la longueur du chaume (ltg) et son diamètre (dtg), au nombre de fleurs/épillet (nfl), d'épillets / épi (net), de grains /épillet (ngr), de nœuds (nnd) et de nervures/glume (ngl), aux longueurs de la

paléole (lpa), de l'épillet (let), de la lemme (llm), de la feuille (log) et aux largeurs de la lemme (lal) et de la feuille (laf).

Les résultats statistiques obtenus suite à l'analyse factorielle discriminante sont les suivants :

- Le pseudo F : La valeur la plus importante du F observé correspond à la variable longueur de l'épi (lep), elle est bien moins importante que celle du pseudo F qui est de 153,91, il est donc possible de poursuivre l'analyse.
- La statistique de wilks : Révèle l'existence de différences entre les cinq populations expérimentales de *Lolium perenne* puisque la statistique de wilks présente une valeur de 363,19 et le pourcentage donné par proba est nulle (0,00%).
- La valeur propre : La contribution des trois composantes est respectivement de 3,62, 0,61 et 0,30
- Le pourcentage d'inertie : Le pourcentage d'inertie des deux premières composantes canoniques est de 94,8%, ce qui représente la plus grande part de la discrimination totale.

Etude des caractères

La longueur de l'épi (lep) et la longueur du chaume (ltg) qui présentent respectivement les plus grandes valeurs de F (37,04 et 31,09), sont apparemment les variables les plus discriminantes. Avec des valeurs de F, un peu moins élevées mais assez importantes, les caractères net, dtg, let, lgl, lal et log permettent de discriminer les groupes puisqu'ils sont fortement corrélés à la première composante discriminante qui résume toutes les variables.

Les variables lpa, laf et llm ont également une part non négligeable dans la discrimination des populations (Fig.13.4).

La deuxième composante discriminante reste hautement liée au nombre de fleurs/épillet (nfl) et au nombre de nœuds (nnd), l'importance de ces deux caractères est indiquée par leurs coefficients élevés dans la fonction discriminante.

Etude des groupes

Sur le plan 1-2, nous observons un important chevauchement des cinq groupes notamment dans la partie négative de l'axe 1 où le groupe 2 (UII), le groupe 4 (UIII) et le groupe 3 (MEL) sont fortement superposés et leurs individus très regroupés (Fig. 13.3), ce qui est expliqué par la valeur propre très élevée (3,62) de cette première composante discriminante.

Ces trois groupes sont caractérisés par des diamètres de chaume importants (dtg) mais leurs fleurs (lpa, llm et lal), leurs épillets (let et lgl) et leurs feuilles sont petits et leur nombre d'épillets/épi (net) et de nervures/glume (ngl) est faible.

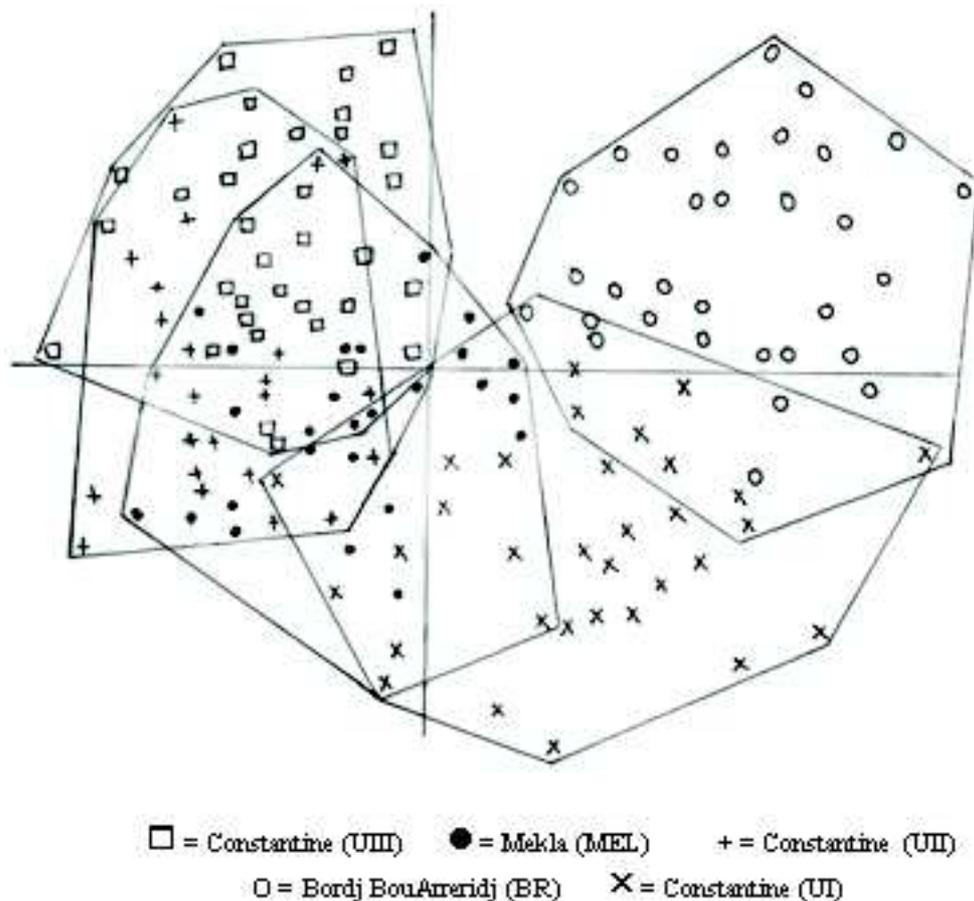


Figure 13.3 : Répartition des individus des populations expérimentales de *Lolium perenne* en AFD selon le plan 1-2

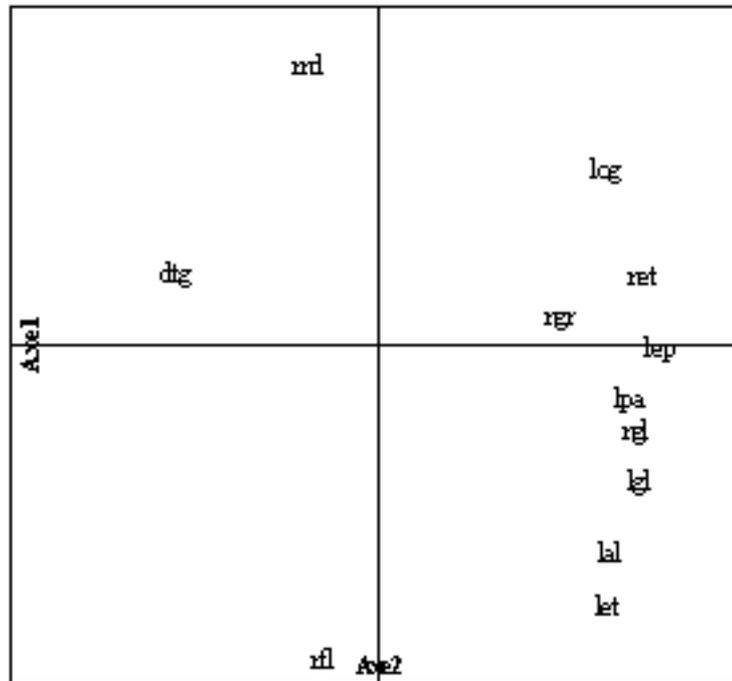


Figure 13.4 : Cercle de corrélation des variables de l'AFD dans le plan 1-2

Par opposition, les groupes 1 (BR) et 5 (UI) qui sont légèrement superposés et leurs individus plus dispersés ont des chaumes moins développés mais présentent le nombre le plus élevé d'épillets/épi (net) et de nervures/ glume (ngl), et des feuilles, des fleurs et des épillets plus grands.

La deuxième composante principale représente particulièrement la partie qui correspond au chevauchement du groupe 3 (MEL) et du groupe 5 (UI) dont les individus sont dispersés, expliqué par l'infériorité de la deuxième valeur propre (0,62). Ces individus sont caractérisés notamment par le nombre de fleurs (nfl) le plus important.

Dans ce même axe, quelques individus du groupe 4 (UIII) et du groupe 2 (UII) qui occupent la partie extrême sont contrairement aux individus de la partie opposée caractérisés par un nombre de fleurs/épillet (nfl) faible mais le nombre de nœuds (nnd) est élevé (Fig. 13.3).

Cette deuxième composante pourrait être une caractéristique de la performance.

Le pourcentage de biens classés étant de 66,3%, la constitution de ces groupes est donc moyennement expliquée par les variables quantitatives

La réaffectation la moins importante est effectuée chez le groupe 1 (BR) qui a cédé cinq observations au groupe 5 et une seule au groupe 4.

Le groupe 4 (UIII) et le groupe 3 (MEL) sont par contre les moins stables puisqu'ils ont reçu chacun 16 observations et ont cédé 16 autres aux différents groupes.

Distance de Mahalanobis

L'analyse de Mahalanobis a montré que la plus importante différence existe entre le groupe1 (BR) et le groupe2 (UII). Le groupe 3 (MEL) et le groupe 2 (UII) sont en revanche les plus proches, selon la figure 13.3, ces deux groupes sont effectivement confondus.

c. Synthèse

Les trois analyses (analyse de la variance, ACP et AFD) ont montré généralement les mêmes résultats suivants :

La constitution de deux grands groupes, l'un composé des deux populations BR et UI qui ont tendance à se rapprocher et présentent le plus important développement de l'ensemble (feuille, épis, épillets, fleurs et chaume). Le second est constitué des populations MEL, UII et UIII renfermant des individus à développement médiocre. Les résultats de l'AFD montrent effectivement que les populations UII et MEL sont les plus proches alors que BR et UI sont les plus éloignées.

Les caractères de la fleur (llm et lpa) de l'épillet (let) et de l'épi (lep) sont les plus distinctifs, tous liés à l'appareil reproducteur et semblent avoir un rôle prépondérant dans la variabilité inter populations. Les stades phénologiques seraient en relation avec le développement morphologique des populations et interviendraient également dans la variation.

Cette variabilité est assez importante mais pas très forte puisque les populations sont superposées et trop rapprochées. Cette différence est apparemment liée aux facteurs écologiques des sites d'origine, notamment l'altitude qui influencerait la répartition des populations de *Lolium pérenne*. Le bioclimat n'a apparemment aucune influence sur la variabilité, le comportement de la population MEL du sub-humide est semblable à celui des populations du semi-aride.

L'AFD montre en effet la tendance des populations UIII, UII et MEL à s'hétérogénéiser alors que les populations BR et UI présentent une meilleure individualisation, elles ont effectivement le nombre le plus faible de réaffectation, elles sont donc plus stables.

La variabilité intra population est généralement faible sauf pour la population UIII qui présente dans son milieu naturelle une certaine variabilité pour la longueur du chaume (ltg), la longueur de l'épi (lep), la longueur de la lemme (llm), la longueur de la paléole (lpa) et le nombre d'épillets et de grains (ngr).

La population UI montre aussi en expérimentation une variabilité pour la longueur de l'épi, de la fleur, de l'épillet et de la feuille.

L'AFD a mis en évidence le caractère le plus discriminant. Il s'agit de la longueur du chaume qui possède une faible variance inter populations, contrairement à la variabilité qui est expliquée par des caractères de l'appareil reproducteur (llm, lpa et notamment lep).

3.1.3. *Lolium rigidum*

3.1.3.1. Analyse de la variance

a. Populations naturelles

Les populations étudiées sont les suivantes : KHB (Khroub) AA (Ain Abid) de la zone semi-aride, R2 (Relizane) de la zone aride et OA (Oued-Aissi), KMH (Khemis meliana), STA (Staouéli), MGR (Baraki), BAR (Baïnem) de la zone sub-humide. L'analyse a montré qu'à

l'exception du caractère diamètre du chaume, l'espèce *Lolium rigidum* présente pour toutes les variables des différences significatives à très hautement significatives.

L'analyse des populations naturelles a permis de déceler également des affinités entre les populations AA et KHB issues des régions semi-arides, elles représentent un ensemble caractérisé par les plus grandes longueurs de paléoles (lpa) et de lemmes (llm) (Annexe I.Tab. 5 et Fig. 14). Celles-ci sont totalement mutiques chez la population AA et à 93,75% chez la population KHB (Annexe II.Tab. 5).

Ces deux populations présentent toutefois des dissemblances concernant la longueur de l'épi (lep) et du chaume (ltg). La population AA présente pour ces variables les plus importantes moyennes (lep, 23,86 cm et ltg, 45,05 cm), alors que KHB révèle des valeurs beaucoup plus faibles (lep, 18,05 cm et ltg, 29,21 cm). Notons que pour ces deux caractères, l'analyse de variance a indiqué respectivement des différences hautement et très hautement significatives.

La population KHB présente également les moyennes les plus faibles du nombre d'épillets/épi (net, 18,3) et du nombre de fleurs/épillet (nfl, 6,6) et du nombre de nervures/glume (ngl). Les moyennes générales de ces caractères sont respectivement 24,25, 7,98, et 7,08 (Annexe I.Tab. 5 et Fig. 14).

Contrairement aux populations du semi-aride, toutes les populations originaires des régions sub-humides présentent généralement des fleurs plus petites et se différencient également par un important nombre de caractères.

Les populations du littoral STA et BAR qui sont situées à l'extrême opposé des populations AA et KHB sont les plus rapprochées et constituent pour plusieurs variables un groupe distinct en présentant les moyennes les plus élevées de la longueur de la glume (lgl), du nombre de nervures/glume (ngl) et de l'aristation des lemmes (art, 100 % pour STA et 58,84% pour BAR) (Annexe II.Tab. 5).

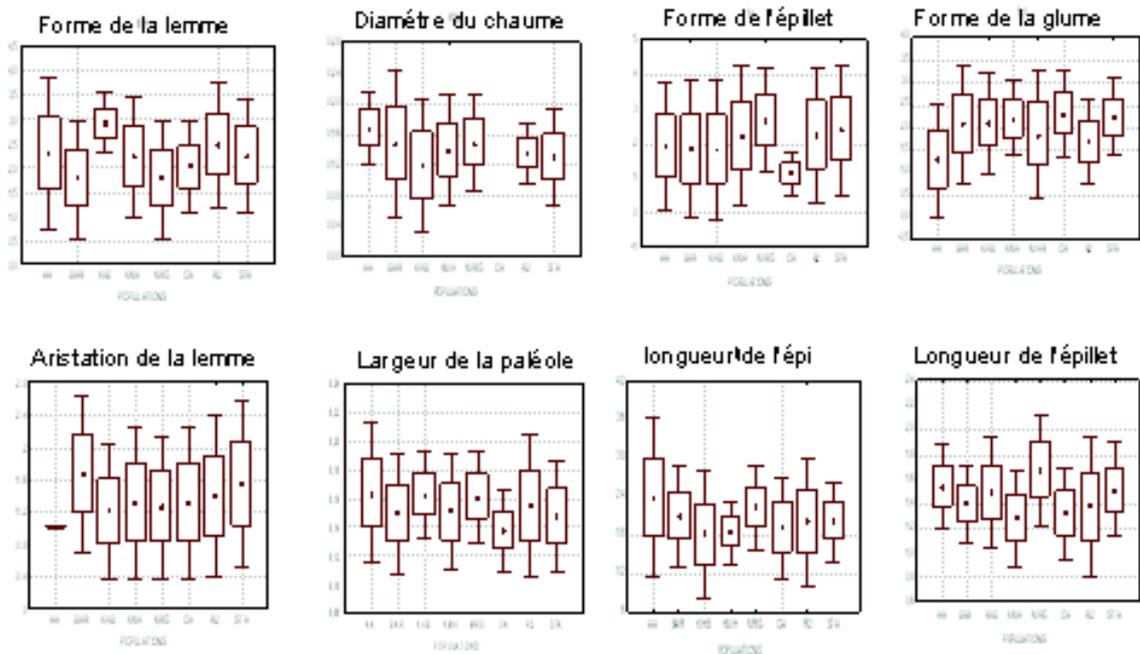


Figure 14: Comparaison graphique des moyennes des caractères étudiés chez les populations naturelles de *Lolium rigidum*

également très hautement significative pour ce caractère qui distingue nettement les populations du semi-aride des populations sub-humide (Annexell.Tab.5 et Fig.14).

Il est important de souligner qu'aucun caractère ne sépare parfaitement les populations du sub-humide des populations semi-arides mis à part le nombre de fleurs (nfl), la longueur de la glume (lgl), la longueur de la lemme et de la paléole. Les coefficients de variation de ces deux derniers caractères sont faibles, ce qui confirme leur forte contribution dans la variabilité.

Pour la majorité des caractères, le coefficient de variation est élevé, il est moyen pour trois caractères seulement, la longueur de la glume (lgl), la longueur de l'épillet (let) et la largeur de la lemme (lal). L'élévation de ces coefficients de variation montre que les résultats obtenus ne dépendent pas uniquement du caractère étudié et qu'il y a d'autres facteurs qui interviennent (Annexe I.Tab5).

Selon la valeur du F observé, la longueur de la lemme et de la paléole sont les caractères qui distinguent le plus les populations, elles sont suivies par ordre décroissant des caractères suivants : llm>lpa>nfl>ltg>net>lgl>let>flm>lep.

Le coefficient intra population est moyen à élevé pour huit caractères relatifs au nombre d'épillets/épi (net) et à la longueur du chaume (ltg) et de son diamètre (dtg) ainsi qu'à la longueur de l'épi (lep), des glumes (llm), la forme des lemmes (flm) et le nombre de fleurs/épillet (nfl). Les Coefficients de variation présentés pour ces caractères sont situés entre 11,31% et 35,5%. Les coefficients de variation intra population de llm et lpa sont les plus faibles. Ces deux caractères interviendraient fortement dans la variabilité intra populations de *Lolium rigidum*.

Il est important de noter que les populations naturelles de *Lolium rigidum* ne présentent aucune différence significative que pour le seul caractère diamètre du chaume (dtg).

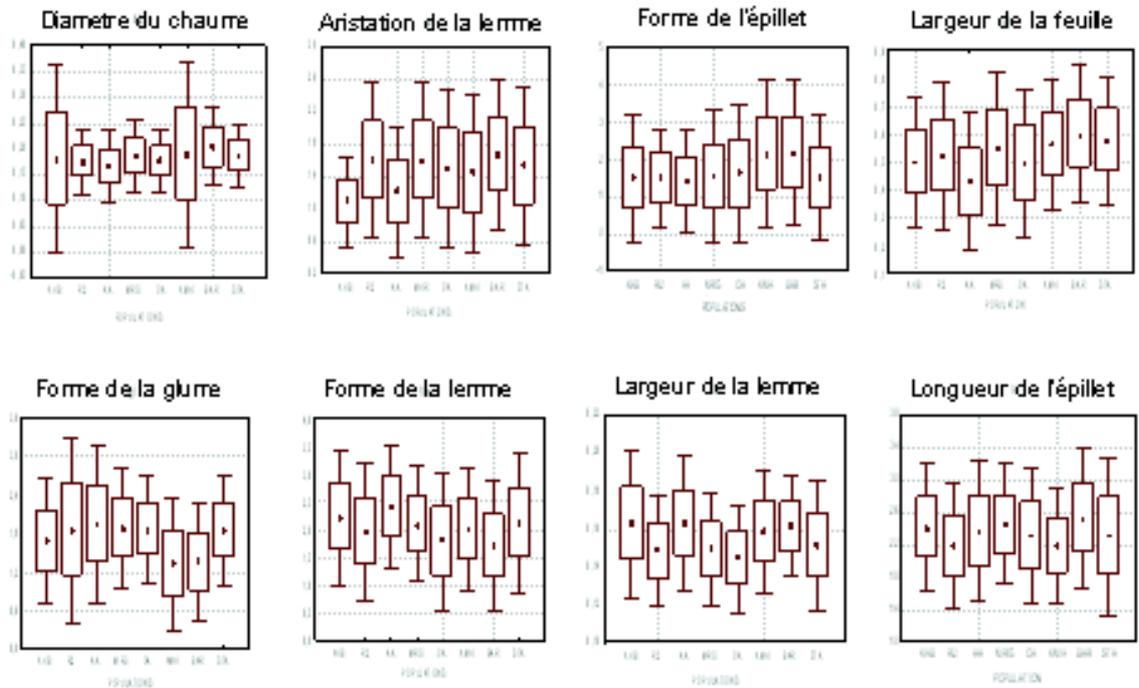
b. Populations expérimentales

Pour la majorité des caractères, les populations de l'espèce *Lolium rigidum*, présentent des différences significatives à très hautement significatives.

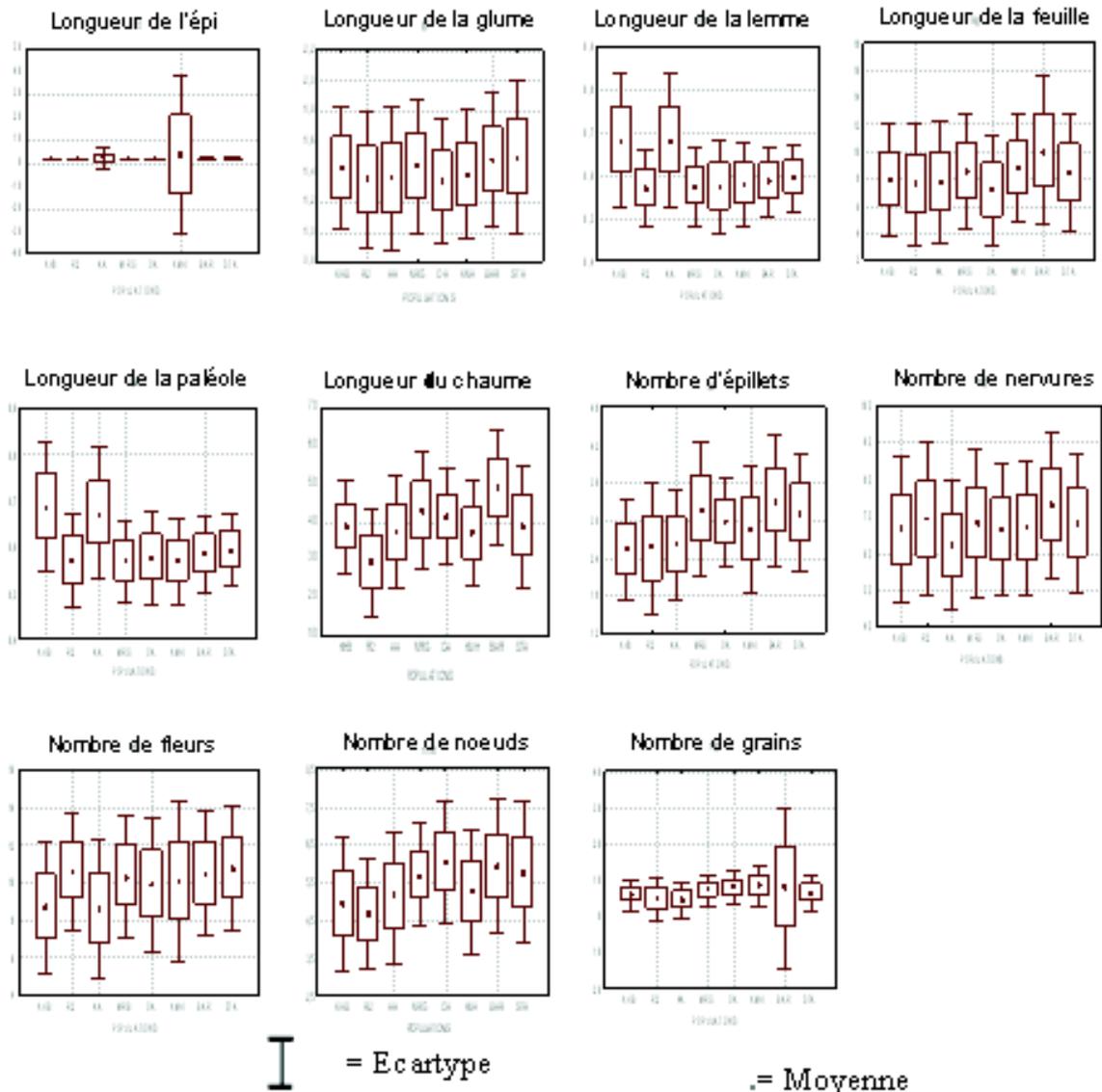
Les huit populations qui constituent cette espèce sont réparties généralement dans deux grands ensembles qui se chevauchent (Annexe I.Tab. 6)

Ce qui semble intéressant à souligner dans cette analyse des populations expérimentales est la confirmation des résultats obtenus chez les populations naturelles.

De même que pour les populations naturelles, les populations AA et KHB se caractérisent par les plus grandes paléoles (lpa) et lemmes (llm et lal) qui les séparent nettement des populations du sub-humide.



*Figure 15: Comparaison graphique des moyennes des caractères morphologiques chez les populations expérimentales de *Lolium rigidum**



Ces populations montrent encore plus d'affinité en se distinguant aussi par les valeurs les plus faibles du nombre de nœuds/chaume (nnd), du nombre d'épillets/épi (net), de l'aristation faible des lemmes (art) et par l'étroitesse des feuilles (laf) (Annexe I. Tab. 6 et Fig. 15)

Les longueurs des feuilles (log) et le nombre grains/épi (ngr) sont également représentés par les moyennes les moins importantes chez les populations AA et KHB.

Contrairement aux populations des régions semi-arides, celles des régions sub-humides notamment STA, MGR, BAR et KMH se caractérisent par un meilleur développement de l'appareil végétatif et une meilleure performance, elle présente alors les moyennes les plus importantes d'épillets/épi (net), de grains/épi (ngr), des longueurs et largeurs (log et laf) des feuilles, des longueurs des chaumes (ltg) et du nombre de nœuds/chaume (nnd) (Annexe I. Tab. 6 et Fig. 15).

Ces mêmes populations présentent les lemmes les plus aristées avec des pourcentages qui varient entre 5,42 % et 82,85 % et de forme à dominance subaiguë (Annexe II. Tab. 6).

Il est intéressant de signaler la distinction de la population BAR du littoral pour plusieurs caractères, elle présente en effet les moyennes extrêmes maximales des variables, net (33,01), ngl (7,8), log (10,06 cm), laf (0,6 cm), nnd et Itg, (49,08 cm). La moyenne générale de ce dernier caractère est 39,31 cm alors que la moyenne minimale (Itg, 29,26 cm) est représentée par la population R2 qui se distingue nettement des autres mais pour plusieurs autres caractères, elle se rapproche beaucoup plus des populations du sub-humide.

Comme pour les populations naturelles, l'espèce *Lolium rigidum* présente une différence très hautement significative pour les longueurs des lemmes (llm) et des paléole (lpa), ces deux variables séparent nettement et fortement les populations du semi-aride AA et KHB des populations du sub-humide. Le nombre d'épillets/épi (net) distinguent ces deux types morphologiques mais la différence est significative seulement. Les coefficients de variation des caractères llm et lpa sont très faibles signifiant leur grande contribution dans la variabilité.

D'après le F observé, les caractères distinguant le plus les populations, sont également la longueur de la lemme et la longueur de la paléole. Les caractères largeur et aristation de la lemme, longueur de la glume, longueur du chaume (ltg), le nombre de grain, le nombre d'épillet, la longueur et la largeur de la feuille contribuent aussi dans la variabilité mais à un degré moindre. Le classement selon l'ordre décroissant des caractères est le suivant :llm > lpa > Itg > net >.

Les populations de l'espèce *Lolium rigidum*, ne présentent aucune différence significative pour les caractères, longueur de l'épi, diamètre de chaume, le nombre de fleurs par épillet, la longueur de l'épillet et la forme de l'épillet.

Le coefficient inter populations est faible et même très faible pour la plupart des caractères et pour toutes les populations à l'exception de trois caractères nfl, ngr et fet qui varient moyennement entre les populations (Annexel.Tab. 6).

Le coefficient intra population est aussi généralement faible pour la majorité des caractères et des populations.

c. Discussion

Chez l'espèce *Lolium rigidum*, la moyenne globale du nombre de fleurs (nfl) qui caractérise les populations expérimentales est de 9,6, elle est plus élevée que celle présentée par les populations naturelles et qui est de 7,98.

Les résultats révélés par les flores de Maire (1955), Gillet et Magne (1898), Bonnier (1940), Coste (1937) et Behrendt et Hanf (1979) situent entre 3 et 12 le nombre de fleurs/épillet.

Essad (1954), signale une moyenne de 12,53 et Franca *et al.* (1998 b) arrivent à deux moyennes: 7 pour l'écotype Nurra et 5 pour le cultivar Wimmera.

Le nombre d'épillets/épi (net) est en moyenne de 24,97 chez les populations naturelles et de 29,79 chez les populations expérimentales.

Ces valeurs sont plus importantes que celles indiquées par Essad (1954) et qui est de 19,34 épillets/épi.

Franca *et al.* (1995), dans une étude de 12 écotypes de *Lolium rigidum*, arrivent à un nombre d'épillets/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. Durant la même année (1998 b), Franca *et al.* indiquent des moyennes

comprises entre 18 et 21 obtenues suite à l'évaluation morphologique réalisée sur deux variétés de *Lolium rigidum*.

En 1993, Franca *et al.* avaient signalé des limites de 7 et 20 et une moyenne de 15 épillets/épi pour des populations naturelles italiennes.

Concernant le nombre de grains/épillet (ngr), une moyenne de 4,14 caractérisent les populations naturelles alors que les expérimentales présentent une moyenne plus élevée de 6,12. Ces résultats correspondent à ceux de Franca *et al.* (1993), qui rapportent des valeurs comprises entre 2,0 et 6,4 et une moyenne de 4.

Franca *et al.*, lors d'études similaires, obtiennent les valeurs suivantes :

- 1995 : les moyennes signalées sont plus faibles et sont comprises entre 3,2 et 4,5.
- 1998 b : l'étude aboutit à un nombre de grains/épillet situé entre 5 et 4.
- 1998 a : 2,1 et 3,1 sont des moyennes extrêmes trouvées sur des populations naturelles.

Chez les populations expérimentales, la longueur et la largeur de la feuille sont respectivement de 8,24 et 0,53 cm. Selon Maire (1955), la longueur du limbe peut atteindre 20cm de long et 0,5cm de large.

Bonnier (1940) et Coste (1937), affirment que la largeur est limitée entre 0,2cm et 0,6cm.

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, France *et al.* (1993) signalent des largeurs comprises entre 0,47 cm et 0,67cm et une moyenne de 5,4 cm.

La longueur de l'épi (lep) des populations expérimentales est un peu plus élevée que celle des populations naturelles, elle est respectivement de 23,37 cm et 20,34 cm. De même pour la longueur de l'épillet (let), les populations expérimentales, présentent une moyenne de 1,65 cm alors que celle des populations naturelles est plus faible, elle est de 1,44 cm.

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.* (1998 b), indiquent pour ce même caractère une moyenne de 1,48 cm et pour la longueur de l'épi une valeur de 15 cm; celle ci est beaucoup plus faible que les moyennes des populations naturelles et expérimentales étudiées.

La longueur des glumes (lgl) est également plus importante chez les populations expérimentales et fait en moyenne 1,41cm. Celle des populations naturelles est de 1,34 cm.

Cependant, pour la longueur de la lemme (llm), les populations expérimentales et naturelles présentent des moyennes presque identiques et sont respectivement de 0,60 cm et 0,80cm.

Maire (1955), rapporte des limites de 0,70 cm à 1,80 cm pour la longueur de la glume et de 0,50 cm à 0,90 cm pour la longueur de la lemme. Cette dernière est comprise entre 0,60 cm et 0,80 cm par Bonnier (1940).

Concernant le nombre de nervures/glume (ngl), les moyennes représentées par les deux types de populations sont très proches, 7,08 pour les naturelles et 7,24 pour les expérimentales. Maire (1955) les situe entre 5 et 9 et Behrendt et Hanf (1979) mentionnent une moyenne de 5 nervures/glume.

d. Synthèse

Le premier résultat à considérer est le fait que les populations des zones sub-humides s'écartent des populations de la zone semi-aride. La séparation de ces deux types morphologiques est constatée plus particulièrement entre les populations AA et KHB du semi-aride ayant de grandes fleurs, des lemmes faiblement aristées et un nombre d'épillets/épi (net) réduit et celles du proche du littoral, (STA, MGR, et BAR) possédant des fleurs petites, des lemmes plus aristées et un plus important nombre d'épillets /épi.

Ces caractéristiques n'ont pas été modifiées par les conditions d'expérimentation. Ces variables, notamment la longueur de la lemme et de la paléole ne seraient pas influencées par les conditions du milieu, elles sont probablement les plus stables. Dans ces mêmes conditions, la distinction est plus nette entre les populations du semi-aride et celles du sub-humide puisque ces dernières présentent généralement un meilleur développement des feuilles et du chaume et un nombre plus important de fleurs, de grains/épillet et de nœuds/chaume.

Bien que ces deux groupes se superposent, l'on peut penser dans cette situation à l'existence d'une relation entre le type morphologique et l'étage bioclimatique.

Il est aussi intéressant de signaler que chez les populations expérimentales, la population BAR occupe une position extrême maximale pour le nombre de nœuds et d'épillets et pour les longueurs des feuilles et du chaume alors que la population R2 de l'aride présente des caractéristiques des populations du sub-humide en milieu naturel alors qu'en expérimentation elle se rapproche plus de celles issues des régions semi-arides. Cette particularité souligne probablement la plasticité de cette population.

La confrontation des résultats obtenus chez les populations étudiées (expérimentales et naturelles) avec ceux des divers travaux réalisés sur l'espèce *Lolium rigidum*, a montré qu'il n'existe pas des différences très importantes concernant notamment leur performance en nombre d'épillets, de grains/épillet et de fleurs/épillet. La longueur des feuilles se rapproche de celles indiquées pour les populations européennes et la longueur de l'épi dépasse même les moyennes citées dans des travaux d'évaluation des écotypes italiens.

3.1.3.2. Analyse en composante principale

a. Populations naturelles

Le plan 1-2 fournit 43,2 % de l'information totale. La majorité des caractères qui sont relatifs aux longueurs de l'épi (lep), de l'épillet (let), de la glume (lgl), de la paléole (lpa), à la longueur et la largeur de la lemme (llm et lal) ainsi qu'à tous les éléments chimiques du sol (matière organique, calcaire total, carbone et rapport carbone/azote), les précipitations (prt) et le pH (ph) sont représentés par la première composante principale qui contribue pour 26,6% de l'inertie totale (Fig. 16.2).

Toutes les corrélations établies entre tous ces caractères sont positives sauf le pH (ph) qui s'oppose à la longueur de la glume (lgl) et aux précipitations (prt).

La longueur de l'épi (lep) n'est toutefois corrélée qu'à la largeur de la lemme (lal), au carbone (ca), à la matière organique (mo) et au rapport carbone/azote (ca) (Annexe.III.Tab.5 et Fig16.2).

Les caractères qui sont les mieux représentés et qui ont la meilleure contribution dans la variation totale sont particulièrement la longueur de la glume (lgl) et la longueur de l'épillet (let) avec des corrélations au carré respectifs de 0,60 et 0,57.

La longueur de la paléole (lpa) et la longueur de la lemme (llm) sont moyennement représentées, les valeurs de leurs corrélations au carré (r) sont respectivement égales à 0,45 et 0,46.

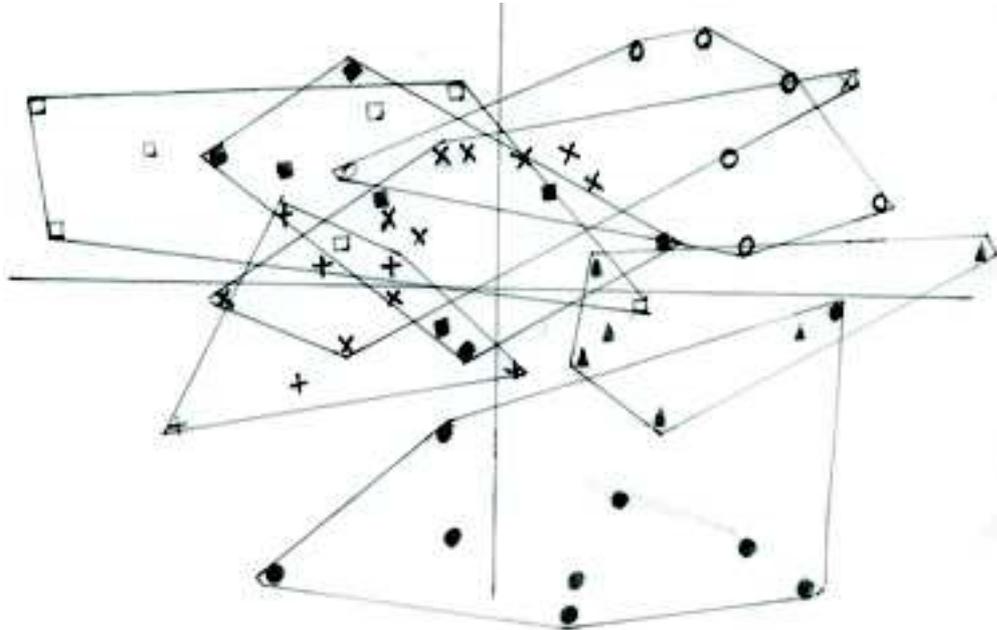


Figure 16.1 : Répartition des individus des populations naturelles de *Lolium rigidum* en ACP selon le plan 1-2

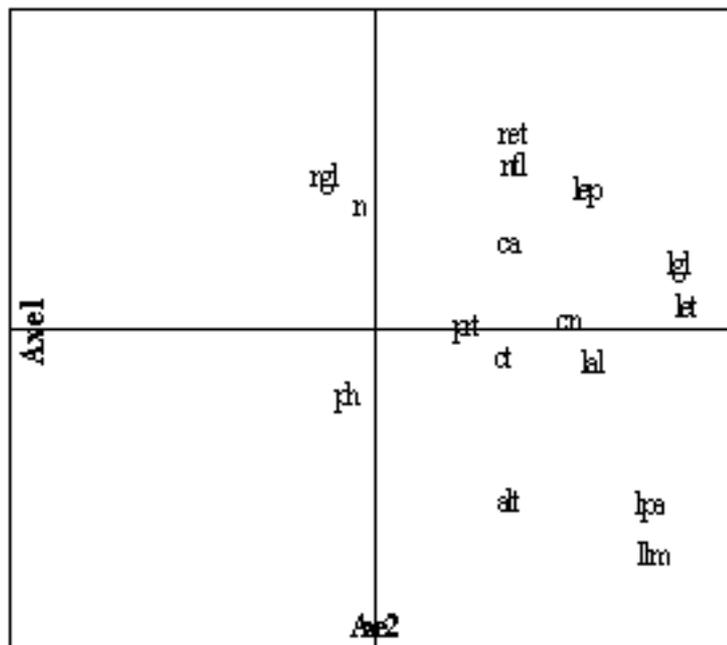


Figure 16.2 : Structure des caractères morphologiques et phénologiques chez les populations naturelles de *Lolium rigidum* selon le plan 1-2

La deuxième composante principale est déterminée positivement par le taux d'azote (n), le nombre de fleurs/épillet (nfl), le nombre d'épillets (net) et le nombre de nervures/glume (ngl). Ce dernier s'oppose à l'altitude, seul caractère exprimé par l'axe 2 négatif.

Des corrélations sont également révélées entre les variables de la première, la deuxième et la troisième composante principale. Ainsi, la longueur de la lemme (llm) et la longueur de la paléole (lpa) sont très fortement corrélées et positivement à l'altitude (alt) mais sont négativement liées au taux d'azote (n) et au nombre de nervures/glume (ngl) (Annexe. III. Tab).

Le nombre de fleurs/épillet (nfl) diminue à mesure que l'altitude (alt) s'élève et augmente dans des sols riches en azote (n), en calcaire total (ct), en carbone (ca) et en matière organique (mo).

La longueur du chaume (ltg) est également positivement et fortement liée à l'altitude (alt), aux précipitations (prt) mais elle est inversement corrélée au pH (ph) et le nombre de nervures/glume (ngl). L'altitude est corrélée négativement au nombre de grains (ngr), celui-ci n'est lié à aucun autre caractère (Annexe.III.Tab. 5 et Fig.16.2).

Selon la figure 16.1, trois groupes sont formés. Un groupe contenant quelques individus des populations de Baïnem (BAR) et de Baraki (MGR) qui se superposent fortement entre eux et les individus de la population de Ain Abid (AA) qui sont retirés et ne se chevauchent que légèrement avec les populations BAR et MGR. Ces dernières ont des individus qui sont projetés tout au long de l'axe 1.

Les individus situés dans la partie positive se caractérisent par un important développement des épillets, des glumes et des épis. Ces dernières deviennent plus importantes à mesure que l'altitude et le rapport c/n augmentent.

Les individus de la population Ain Abid (AA) sont beaucoup plus regroupés et se positionnent dans leur majorité que dans cette partie positive de l'axe1et possèdent les caractéristiques citées dans cette partie de cet axe.

Pour ce qui est de la qualité de représentation, ce sont par contre les individus de cette population (AA) qui sont les mieux représentés et contribuent largement à la formation de l'axe 1 positif et donc à l'explication de la variation totale. Les populations BAR et MGR sont moyennement représentées.

Dans la partie opposée (coté négatif), d'autres individus des deux populations MGR et BAR se chevauchent parfaitement avec les individus des populations de Staouéli (STA), de Khemis Meliana (KMH) et Relizane (R2). Cette dernière qui se rapproche beaucoup plus des populations du sub-humide se distingue par des longueurs moyennes à faibles de l'épillet, l'épi, la glume et la fleur déterminés par l'axe 1 positif indiquant une variabilité intra-population assez importante.

Les individus ayant la plus grande contribution dans la variation totale et la formation de l'axe 1 négatif appartiennent principalement à la population R2 de la région aride et d'après la valeur de leurs cosinus carré, ils sont les mieux représentés dans cette partie de l'axe (Fig.16.1).

La deuxième composante principale est déterminée par deux grands ensembles. Le premier constitué par le chevauchement des individus des quatre populations R2, BAR, STA et MGR qui présentent un nombre élevé de nervures/glume (ngl), d'épillets/épi (net) et de fleurs/épillets (nfl). L'importance de cette dernière variable semble être fortement liée aux basses altitudes.

Le deuxième ensemble est formé uniquement par la population d'El Khroub (KHB) et quelques individus de la population AA appartenant à l'étage semi-aride. La population KHB qui ne se superpose qu'avec la population AA, se sépare nettement des autres en occupant une position extrême ; et contrairement à celles de la partie opposée, cette population dont les fleurs sont grandes, présente un nombre de nervures/glume (ngl) et de fleurs/épillet (nfl) médiocre qui diminue avec les altitudes élevées et le taux d'azote (n) faible (Fig.16.1).

Ce sont aussi les individus de cette population qui contribuent à la formation de la partie négative de l'axe 2 et expliquent au mieux la variation totale. La population KHB est distincte, son nuage est assez étalé mais homogène.

Les populations MGR, BAR et R2 ont par contre des nuages plus étalés tout au long de l'axe 1 et de l'axe 2 ce qui renseigne sur leur large variabilité intra population.

Les individus STA présentent une certaine variabilité intra population mais le nuage correspondant est plus restreint.

La variabilité intra population la plus réduite est celle de la population KMH dont la projection des individus est limitée à la partie négative de l'axe 1.

Mis à part la population KHB, toutes les autres populations de l'espèce *Lolium rigidum* sont fortement imbriquées et très rapprochées, ce qui signifie que la variabilité inter populations est peu importante.

b. Populations expérimentales

Le plan 1-2 qui apporte 37,8 % de l'information totale traduit la presque totalité des variables étudiées (Fig. 17.2).

La première composante principale exprime la majorité des caractères morphologiques qui sont projetés dans leur totalité dans la partie négative de l'axe 1.

Des relations positives sont établies entre la longueur de l'épi (lep), le nombre de nœuds (nnd), le nombre d'épillets/épi (net), la longueur et la largeur de la feuille (log et laf).

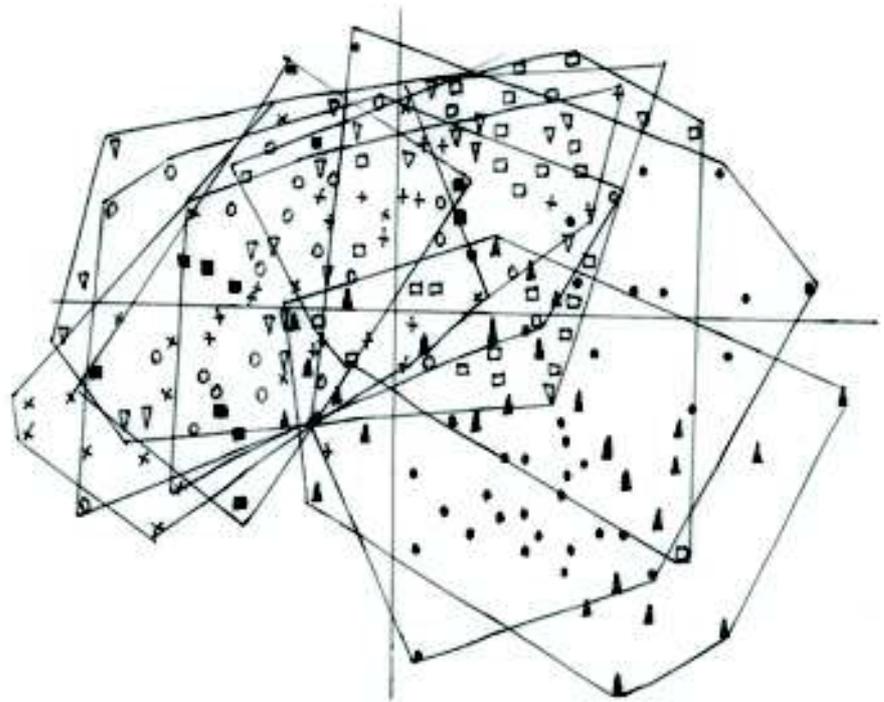
Le nombre de fleurs/épillet (nfl) qui est fortement lié au nombre de grains/épillet (ngr) est corrélé à toutes ces variables (lep, nnd, net, laf) sauf à la longueur de la feuille (log) et devient important avec l'apparition tardive de la première feuille (fp).

La longueur du chaume (ltg) et la longueur de l'épi (lep) sont très fortement corrélées au nombre de nœuds (nnd), à la longueur et à la largeur de la feuille (log et laf) mais faiblement liées au nombre de grains (ngr) et à la longueur de la glume (lgl) (Annexe.III Tab. 6 et Fig. 17.2).

La deuxième composante principale qui fournit 15,5% de l'information totale est une caractéristique de la reproduction et la phénologie de la plante.

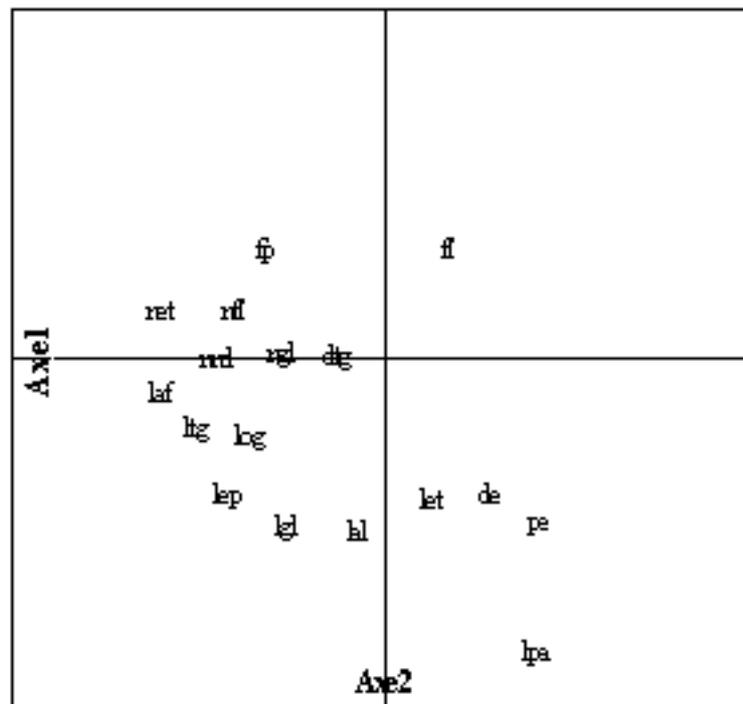
Les longueurs de la paléole (lpa), la longueur et la largeur de la lemme (llm et lal) qui représentent la fleur sont toutes corrélées entre elles et sont également liées à la longueur de l'épillet (let) à l'exception de la largeur de la lemme (lal).

La tardiveté des stades début (de) et pleine épiaison (pe) est en relation avec les longueurs et les largeurs importantes des lemmes (llm et lal) (Annexe III Tab.6 et Fig. 17.2).



▲ = Ain Abid (AA) ■ = Staouili (STA) □ = Relizane (R2) ● = Khroub (KHE)
 + = khemis Meliana (KMH) ○ = Baraki (MGR) × = Bainem (BAR) ▽ = Oued Aissi (OA)

Figure 17.1 : Répartition des individus des populations expérimentales de *Lolium rigidum* ACP selon le plan 1-2



*Figure 17.2 : Structure des caractères morphologiques et phénologiques chez les populations expérimentales de **Lolium rigidum** selon le plan 1-2*

Les composantes qui ont la plus grande contribution dans la formation de l'axe 2 et qui expliquent au mieux la variation totale sont essentiellement la longueur de la paléole (lpa) et la longueur de la lemme (llm). Ces deux variables sont très bien représentées, elles révèlent des corrélations au carré respectives de 0,64 et de 0,71.

Au niveau de l'axe 1, ce sont les variables : nombre d'épillets/épi (net), la longueur du chaume (ltg), la longueur (log) et la largeur (laf) de la feuille et à moindre mesure le nombre de nœuds (nnd) qui ont participé le plus à sa formation et à l'explication de la variation totale (Fig. 17.2).

Des corrélations sont également révélées entre les caractères des trois composantes principales. Le nombre d'épillets/épi (net) est ainsi négativement corrélé à la longueur de la lemme (llm) et de la paléole (lpa). Cette dernière est liée d'une manière significative et positive à la longueur de la glume (lgl), alors que la longueur de la lemme (llm) s'oppose au nombre de fleurs/épillets (nfl).

La longueur (log) et la largeur (laf) de la feuille sont positivement liées au nombre de nervures/glume (ngl) et sont d'autant plus développées que l'apparition de la première talle est tardive (Annexe.III Tab..6).

Les individus qui ont la plus grande contribution dans la variation totale et la formation de l'axe 1 (coté positif), sont ceux qui occupent les points extrêmes de cet axe et appartiennent aux deux populations Ain Abid (AA) et El Khroub (KHB) de la région semi-aride et à la population Relizane (R2) issue de l'étage bioclimatique aride qui se rapproche beaucoup plus des ces deux populations (Fig. 17.1).

Ces trois populations qui se superposent parfaitement ont des individus caractérisés par des chaumes (ltg), des feuilles (log et laf) et des épis (lep) petits et présentent une performance faible en ce qui concerne le nombre d'épillets/épi (net) et le nombre de grains/épillet (ngr). Le nombre de nœuds du chaume (nnd) et le nombre de nervures/glume (ngl) est également faible et l'apparition de la première feuille (fp) est précoce chez ces individus.

D'autres individus de ces mêmes populations (KHB et AA), sont dispersés le long de l'axe 1, présentant des valeurs faibles à moyennes des caractéristiques déterminées par cet axe 1 positif indiquant l'existence d'une variabilité intra population au sein de ces trois populations.

Les individus de la partie opposée (axe 1 négatif) appartiennent essentiellement aux quatre populations originaires de Oued Aïssi (OA), Baraki (MGR), Staoueli (STA), Khemis Méliana (KMH) issues toutes de l'étage bioclimatique sub-humide ainsi que quelques individus de la population R2 qui occupe une position centrale (Fig. 17.1).

L'explication de la variation totale est donnée particulièrement par les individus des populations BAR, OA, et MHR qui contribuent le plus à la formation de cette partie de l'axe 1 et se caractérisent par les plus fortes valeurs du nombre d'épillets/épi (net), de fleurs/épillet (nfl) et de grains/épillet (ngr). Notons que cet axe caractérise particulièrement la performance et le développement végétatif

Ces individus présentent également un bon développement d'ensemble de l'épi (lep) et de l'appareil végétatif qui est représenté par les caractères longueur du chaume (ltg) et de la feuille. Chez les populations BAR, OA, MGR, STA et KMH, l'apparition de la première feuille (fp) est tardive, bien que certains de leurs individus qui se rapprochent du centre et vont même dans la partie positive de cet axe 1, révèlent une précocité de ce stade ainsi qu'un

développement moyen ou médiocre de l'épi (lep) et des fleurs. Ces populations présentent alors une importante variabilité intra population (Fig. 17.1).

La deuxième composante principale qui représente la reproduction et l'épiaison est déterminée négativement et dans sa presque totalité par les individus des deux populations de la région semi-aride Ain Abid (AA) et El Khroub (KHB) qui se rapprochent fortement et nettement par des fleurs (lpa, llm et lal) et des épillets (let) développés et des stades de début (de) et de pleine (pe) épiaison tardifs. Ce sont les individus qui contribuent le plus à la formation de cette partie de l'axe 2.

La partie positive de cet axe représente plusieurs populations, notamment les populations R2, OA, STA, KMH, BAR et MGR et sont caractérisées par des fleurs, des épillets (let) et des glumes (lgl) petits et des stades de début (de) et pleine épiaison (pe) précoces, alors que l'apparition de la première talle (fl) est tardive (Fig. 17.1).

Concernant le côté positif de l'axe 2, l'explication de la variation totale est apportée particulièrement par les individus de la population KHB d'El Khroub qui présentent une variabilité pour la longueur des fleurs et l'épiaison. Dans cette partie de l'axe, les individus de cette population ont des petites paléoles et lemmes et une épiaison précoce.

La population STA de la région sub-humide dont les individus sont les plus regroupés semble posséder la variabilité intra population la moins importante.

c. Synthèse

L'analyse des populations naturelles a révélé l'existence de trois grands ensembles dont deux sont très bien imbriqués. L'un de ces trois ensembles est constitué principalement de la population AA de la région semi-aride et de quelques individus des populations BAR et MGR de la région sub-humide présentant des fleurs, des glumes et des épillets développés.

Un autre grand ensemble renfermant d'autres individus de BAR, MGR et de la totalité des individus appartenant à STA, KMH et R2 ayant des longueurs moyennes à faibles de l'épillet, des glumes et des fleurs mais sont performantes en nombre de fleurs et d'épillets.

Un troisième ensemble constitué de la population KHB qui se rapproche de la population AA par les plus importantes longueurs de fleurs (llm et lpa) mais possédant un nombre médiocre de fleurs et d'épillets.

En expérimentation, nous observons comme l'a montré l'analyse de la variance, un rapprochement plus important entre les populations du semi-aride et de l'aride d'une part, et les populations du sub-humide d'autre part. La répartition géographique et bioclimatique des populations de cette espèce n'est pas à écarter.

En effet, les populations AA, KHB et R2 de la région sud, présentent généralement de grandes fleurs, un développement faible du chaume, des feuilles, de l'épi et de l'épillet, un nombre médiocre de grains/épillet et des stades tardifs de début et pleine épiaison.

Les populations du nord (sub-humide) OA, MGR, STA, BAR et KMH, présentant plus d'affinité, leurs fleurs sont petites mais leurs chaumes et leurs épis sont grands et le nombre de grains/épillet et d'épillets/épi est très important avec des stades de début et pleine épiaison précoces.

Il est également constaté les relations suivantes :

L'apparition tardive de la première feuille (fp) entraîne un bon développement des fleurs, augmente leur nombre et celui des épillets, des noeuds et des grains. La précocité des stades début et pleine épiaison (de et pe) est liée également aux longueurs importantes des fleurs et des feuilles. L'étude de Franca *et al.* (1998a) sur des populations spontanées

de *Lolium rigidum* a révélé, en effet, l'existence d'une haute corrélation entre la longueur de la feuille et l'épiaison.

L'altitude semble influencer la date de début et pleine épiaison puisque les populations précoces proviennent des sites à basses altitudes alors que les populations tardives sont issues de sites élevés.

La relation entre la date d'épiaison et l'altitude a été mise en évidence par Charmet *et al.* (1996a) chez des populations naturelles de ray-grass pérenne.

Le nombre de fleurs (nfl) et de grains (ngr) diminue à mesure que l'altitude s'élève alors que la longueur du chaume (ltg), de la lemme (llm) et de la paléole (lpa) devient plus importante.

Franca *et al.* (1993), ont également constaté la diminution du nombre de grains/épillet chez les populations de *Lolium rigidum* à mesure que l'altitude s'élève ; cette situation est apparemment expliquée par l'importance des gelées dans les sites élevés qui affectent sérieusement la production de grains.

Le nombre de grains est sous l'influence directe de l'altitude chez les populations du genre *médicago*, celles qui proviennent des régions basses possèdent en effet un faible nombre de graines/gousse. A l'opposé, les populations originaires des sites élevés sont caractérisées par un nombre de grains/gousse important. (Abdelguerfi et Abdelguerfi - Berrekia, 1988).

Que ce soit chez les populations d'origine ou expérimentales, nous observons une étroite relation entre let, llm et lpa et une forte contribution des deux derniers caractères dans la variabilité entre les populations du *Lolium rigidum*, ils sont apparemment les plus stables.

La longueur du chaume (liée positivement à la longueur et la largeur de la feuille), la longueur de l'épillet, de la glume et de la feuille ainsi que le nombre d'épillets/épi participent également dans la variabilité mais dans une moindre mesure. Les travaux de Franca *et al.* (1998a) confirment l'importance du nombre d'épillets/épi (net) et de la longueur de la feuille (log) dans la distinction des populations du *Lolium rigidum*.

D'une manière générale, la variabilité inter populations est moins importante que la variabilité intra populations, celle-ci est plus large chez les populations du sub-humide notamment pour les longueurs de la fleur, de l'épillet, de la glume chez les populations d'origine et les longueurs des feuilles, des glumes et des épilletets et l'apparition de la première feuille au sein des populations expérimentales.

Chez les populations du semi-aride, la variabilité intra population devient un peu plus importante en expérimentation. Ces populations présentent une variation pour le développement de l'ensemble et la performance en fleurs, en épillets et en grains.

3.1.3.3. Analyse factorielle discriminante

a. Populations naturelles

L'analyse est réalisée sur sept populations naturelles de *Lolium rigidum* dont quatre sont issues de l'étage bioclimatique sub-humide (BAR, KMH, STA et MGR), deux populations du semi-aride (AA et KHB) et une seule population de l'aride (R2). Les variables concernées sont relatives aux variables longueur de l'épillet (lep), le nombre d'épillets/épi (net), la longueur de l'épillet (let), le nombre de nervures/glume (ngl), la longueur de la lemme (llm), la longueur de la paléole (lpa), la largeur de la lemme (lal), le nombre de fleurs/épillet et le nombre de grains/épillet (ngr).

L'analyse factorielle discriminante a permis d'avoir les statistiques suivantes :

- Pseudo F

La valeur (31,1) du pseudo F est supérieure à la valeur de F des deux caractères longueur de lemme (llm) et longueur de la paléole (lpa) qui est égale à 12, l'analyse peut être poursuivie.

- La statistique de Wilks

La statistique de Wilks révèle l'existence de différence entre les populations naturelles de *Lolium perenne* puisque sa valeur est de 192.31 alors que le pourcentage de proba est nulle (0,00%).

- La valeur propre

Les deux composantes discriminantes contribuent respectivement avec 2,52, 1,10 et 0,46

- Pourcentage d'inertie

Les sept populations et les variables étudiées déterminent un plan discriminant avec une inertie de 57,4 % pour la première composante et de 25,1 % pour la deuxième, ce qui nous donne 82,4 % de l'inertie totale.

Etude des caractères

Les variables llm et lpa qui présentent respectivement les plus importantes valeurs de F (12,15 et 12,68) semblent avoir un haut poids discriminant et apportent la plus grande part de l'information.

Le nombre de nervures/glume (ngl) et le nombre de fleurs/épillet (nfl) sont fortement corrélés à l'axe 1 ; ces caractères participent également à la discrimination des groupes (Fig. 18.2)

D'autres caractères relatifs à la largeur de la lemme (lal), la longueur de l'épillet (let) et la longueur de l'épi (lep), qui sont corrélés à l'axe 3, semblent jouer un rôle dans la discrimination. Ces variables sont bien représentées, leurs corrélations au carré respectives sont $r = 0,66$, $r = 0,80$ et $r = 0,50$.

Etude des groupes

L'analyse des populations naturelles a mis en évidence un rapprochement remarquable et une superposition importante des sept groupes dans le plan 1-2 (Fig. 18.1).

La première composante discriminante révèle dans sa partie positive le chevauchement des trois groupes, le groupe 1 (AA) et le groupe 3 (KHB) qui représentent les populations du semi-aride et le groupe 4 (KMH) qui correspond au sub-humide. Les individus de ces groupes présentent des fleurs de grande taille (lpa, llm et lal), ceux qui appartiennent au groupe 1 possèdent les valeurs les plus élevées de ces caractères.

Les individus des groupes 3 (KHB) et 4 (KMH), qui sont regroupés, se rapprochent du centre et possèdent des valeurs moyennes des trois caractères (llm, lpa et lal).

Dans la partie négative, le groupe 5 (MGR), le groupe 7 (STA) et le groupe 2 (BAR) qui représentent les populations du littoral et le bioclimat sub-humide, possèdent par opposition au groupes 1, 4 et 5, des fleurs petites et un nombre de fleurs/épillet (nfl), d'épillets/épi (net) et de nervures/glume (ngl) important. Les groupes 5 (MGR) et 7 (STA) se rapprochent le plus, ils sont presque confondus (Fig. 18.1).

La majorité des individus du groupe 7 (STA), sont projetés dans la partie positive de la deuxième composante discriminante. Ces individus présentent le plus faible nombre d'épillets/épi (net) alors que la plupart des individus du groupe 6 qui représentent la population

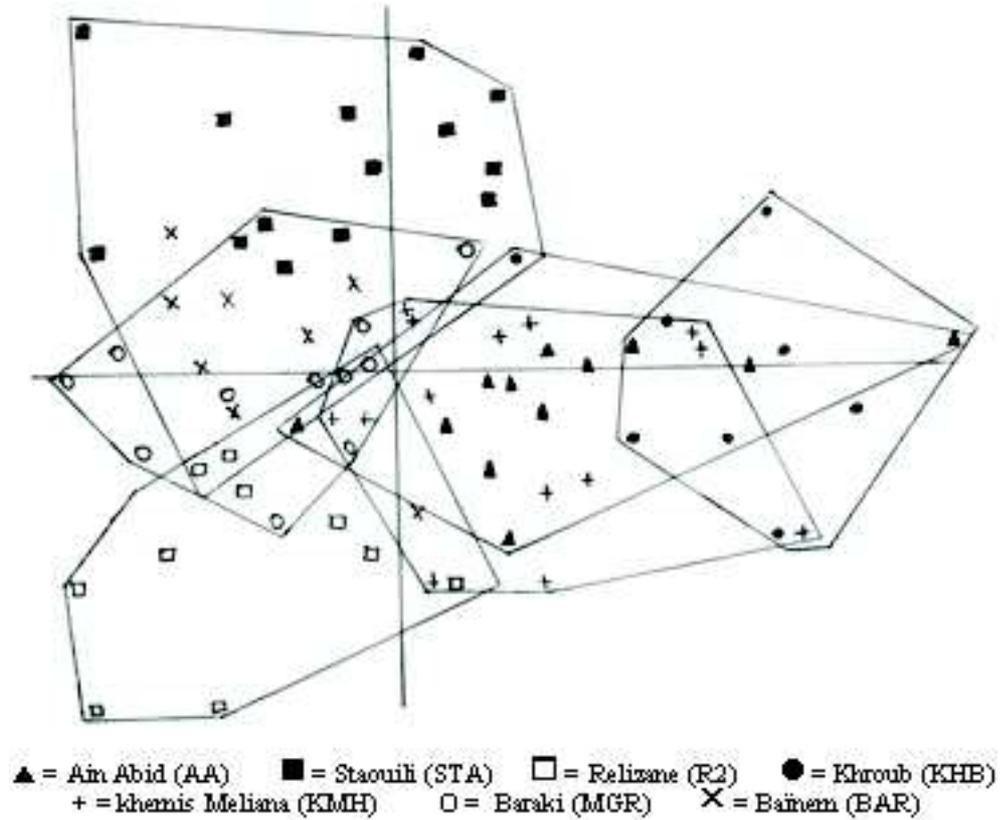


Figure 18.1 : Répartition des individus des populations naturelles de *Lolium rigidum* en AFD selon le plan 1-2

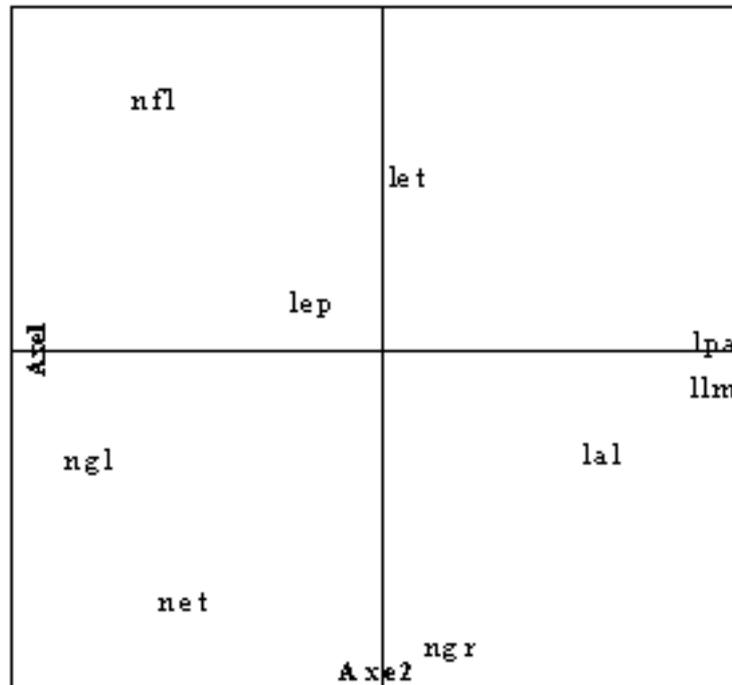


Figure 18.2 : Cercle de corrélation des variables de l'AFD dans le plan 1-2

R2 de la région aride s'écartent de la zone de chevauchement pour occuper la partie extrême du deuxième axe et se caractérisent par un nombre important d'épillets/épi (net).

Les individus du groupe 6 et du groupe 7 qui sont projetés sur la deuxième composante discriminante sont plus dispersés, ce qui est expliqué par une infériorité de la deuxième valeur propre (1,11). Les individus sont plus regroupés sur la première composante dont la valeur propre est de 2,53.

Le pourcentage de bien classé est de 67,9. La constitution des groupes n'est que moyennement expliquée par les variables étudiées.

Le groupe 2 (BAR) se présente comme étant le plus instable, puisque la moitié des individus (7 sur 14) est mal classée et répartie dans les groupes 4, 5, 6 et 7.

Le groupe 6 (R2) se révèle le plus stable avec un seul individu réaffecté dans le groupe 1. Il est à remarquer que ce sont les groupes représentant le littoral qui sont les plus instables (G2, G5 et G7). Cette instabilité pourrait être expliquée par les grandes affinités existantes entre ces groupes.

Le groupe 1 (AA) et le groupe 3 (KHB) des zones semi-arides telliennes paraissent plus stables.

Distance de Mahalanobis

a. Populations expérimentales

L'analyse a concerné les mêmes populations étudiées précédemment avec une population en plus issue de la région sub-humide tellienne (Oued Aïssi = OA).

Les variables prises en compte concernent le nombre d'épillets (net), la longueur de la paléole (lpa), la longueur et la largeur de la lemme ((llm et lal), la longueur et la largeur de la feuille (log et laf) et le nombre de nœuds (nnd).

Les résultats statistiques issus de cette analyse sont les suivants :

- Pseudo F

La valeur du pseudo F (44,93) est supérieure à la plus grande valeur de F (25,33) qui correspond à la longueur de la paléole (lpa).

- La statistique de wilks

La valeur de 402,96 est donnée par la statistique de wilks, celle révélée par proba est de 0,00%, ce qui indique l'existence de différence entre les 8 populations de *Lolium rigidum*.

- La valeur propre

Les 3 valeurs propres qui concernent les trois composantes sont respectivement 1,15, 0,44 et 0,22.

- Les corrélations canoniques

Les meilleures discriminations sont apportées par les deux premières composantes dont la valeur de leurs corrélations canoniques respectives est de 0,53 et 0,43.

- Le pourcentage d'inertie

Les deux premières composantes canoniques ont la plus grande part dans la discrimination des groupes, elles représentent respectivement 58,4 % et 22,6 %.

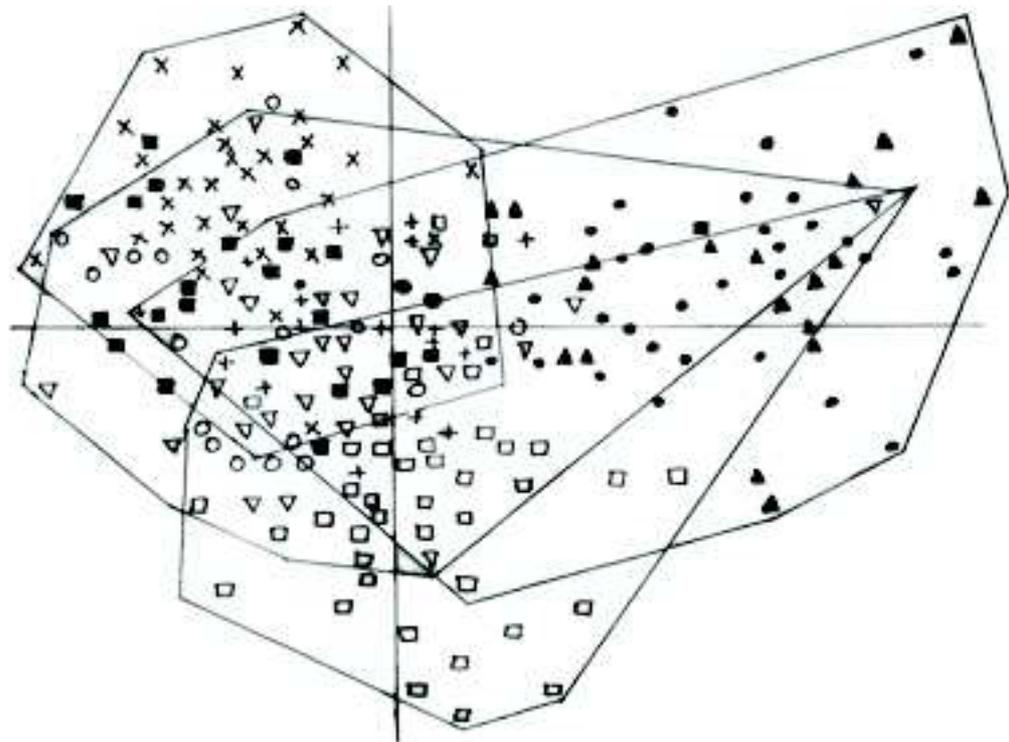
Etude des caractères

Les variables longueur de la lemme (llm) et longueur de la paléole (lpa) sont celles qui contribuent le plus dans la discrimination (Fig. 18.4), elles possèdent les valeurs de F les plus élevées et sont respectivement 25,33 et 33,84. Les caractères nombre d'épillets/épi (net) et nombre de nœuds (nnd) ont une contribution moindre mais assez importante puisque les valeurs respectives de leur F est de 17,2 et 12,78.

Etude des individus

Cette analyse fait ressortir à nouveau le chevauchement entre les 8 groupes dans le plan 1-2 (Fig. 18.3). Bien qu'aucun groupe ne se distingue, nous constatons qu'au niveau de la première composante discriminante une certaine séparation des individus. Ceux de la partie positive (G1 et G3) sont caractérisés par des fleurs de grande taille (lal, lpa et llm) mais présentent des feuilles étroites (laf) et un nombre de nœuds (nnd) et d'épillets/épi réduit.

A l'opposé, les groupes qui représentent les populations du sub-humide ont des fleurs petites, un nombre de nœuds (nnd) réduit, des feuilles larges (laf) et sont plus performants avec un nombre d'épillets/épi (net) important.



▲ = Ain Abid (AA) ■ = Staouili (STA) □ = Relizane (R2) ● = Khroub (KHB)
 + = khemis Meliana (KMH) ○ = Baraki (MGR) × = Bainem (BAR) ▽ = Oued Aïssi (OA)

Figure 18.3 : Répartition des individus des populations expérimentales de *Lolium rigidum* en AFD selon le plan 1-2

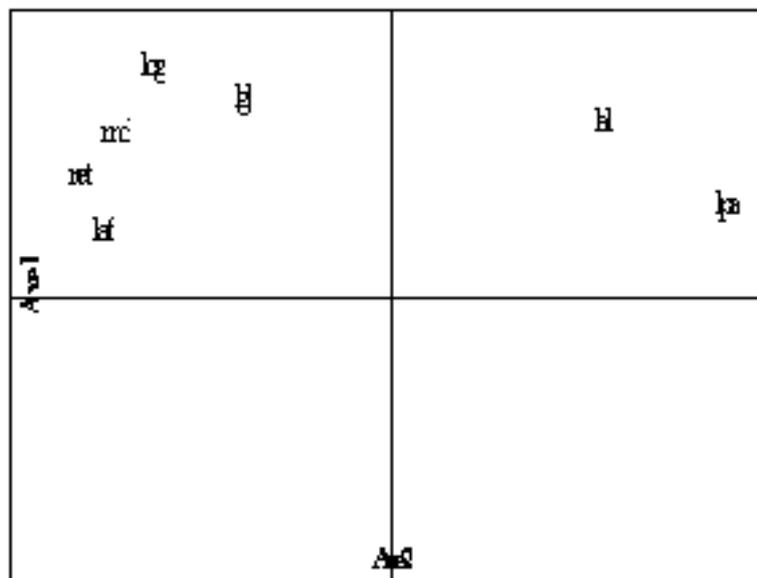


Figure 18.4 : Cercle de corrélation des variables de l'AFD dans le plan 1-2

La deuxième composante discriminante exprime dans sa partie négative la projection des individus du groupe 2 qui correspondent à la population R2 du semi-aride. Les individus de ce groupe qui occupent la partie extrême de l'axe 2 ont des feuilles (log) et des glumes (lgl) courtes.

Dans la partie opposée de cet axe, ce sont les individus du groupe 7 (BAR) qui possèdent au contraire les plus importantes longueurs des feuilles (log) et des glumes (lgl) (Fig. 18.3).

Le pourcentage de bien classé est de 47,5%. La discrimination des groupes n'est que moyennement expliquée par les caractères.

Les groupes 3 (KHB), groupe 1(AA) et le groupe 2 (R2) sont les plus stables puisqu'ils n'ont cédé que respectivement 9,15 et 13 observations. Les plus importantes réaffectations sont observées chez les groupes 4 (MGR), 5 (OA), 6 (KMH), 7 (BAR) et 8 (STA) dont le nombre d'observations cédées varie entre 17 et 29. Ce chiffre extrême fait du groupe 4 (MGR) le plus instable.

Distance de Mahalanobis

Les distances de Mahalanobis révèlent des résultats analogues à ceux observés sur la figure (18.3). Les populations AA et KHB sont effectivement les plus rapprochées alors que les populations les plus éloignées sont les populations R2 de la région aride et BAR du sub-humide.

c. Synthèse

Les résultats de l'AFD confortent ceux de l'ACP et de l'analyse de la variance concernant particulièrement la séparation des populations selon l'étage bioclimatique. Les populations du sub-humide se caractérisent généralement par un meilleur développement de l'ensemble, une meilleure performance en grains/épi et des stades de début et pleine épiaison précoce.

Les populations issues du semi-aride présentent des caractéristiques opposées que ce soit dans les conditions naturelles ou expérimentales.

L'altitude influence la répartition des populations, elle semble être liée directement à la morphologie, à la performance et au comportement des populations. Le moment d'apparition des feuilles, des fleurs et des épis serait également en relation avec le développement des plants.

L'ACP a montré une faible variabilité au sein des populations du semi-aride, l'AFD confirme ce résultat en mettant en évidence l'homogénéité des populations AA et KHB alors que OA, KMH, MGR et BAR présentent une plus grande hétérogénéité et donc une variabilité intra population plus importante. Ces populations ont tendance à se regrouper et à s'homogénéiser.

Toutes ces populations montrent une certaine stabilité des caractères morphologiques mise à part la population R2 qui présentait en milieu naturel quelques similitudes avec les populations du sub-humide alors qu'en expérimentation elle se rapproche beaucoup plus des populations du semi-aride. Il s'agit apparemment d'une plasticité phénotypique permettant l'adaptation de cette population.

En AFD, les longueurs des lemmes et des paléoles sont les variables les plus stables et qui discriminent le plus les groupes, ce sont ces mêmes caractères qui sont à l'origine de la variabilité entre les populations en plus du nombre d'épillet/épi, de la longueur de l'épillet et de la glume.

3.2. L'analyse du sol

Les résultats des éléments analysés : pH, matière organique (MO), calcaire total (CaCO_3), carbone (C) et rapport de carbone à l'azote (C/N) sont présentés dans le tableau 8. Ces éléments sont choisis car ils expriment le mieux les interactions au plan stationnel, du climat général, de la végétation et du sol (Amirouche, 1987).

- Le pH

Toutes les valeurs du pH varient entre 7,8 et 8,25 (Tab.8), ce qui indique selon les normes établies (AFNOR, 1997) l'alcalinité de tous les sols échantillonnés au niveau des différentes stations de collecte.

- L'azote (N)

Les analyses ont mis en évidence la richesse en azote de la majorité des sols des stations de collecte puisque les pourcentages obtenus sont compris entre 0,18 et 0,30 (Tab.8), à l'exception de quatre sites (El Khroub, Khemis Meliana, Bordj Bouarreridj, Relizane et Baraki) dont les sols sont moyennement pourvus en azote ($0.12 < \% < 0.18$).

- Le carbone (C)

Pour la plus part des stations le taux de carbone présent dans les sols est moyen ($2 < \% < 4$). Cependant les stations de Khemis Meliana, El Khroub, Adrar, Bordj Bouarreridj et Relizane présentent des taux faibles avec des pourcentages compris entre 1% et 2%.

- Le calcaire total (CaCO_3) :

A l'exception de la station de Relizane qui présente un sol à faible taux de CaCO_3 , toutes les autres possèdent des pourcentages supérieurs à 5% et donc des sols riches en calcaire.

- Le rapport C/N :

Les analyses ont mis en évidence 3 types de sol en fonction du rapport C/N (Gagnard *et al.* 1988).

- C/N < 8 : Relizane est la station qui présente le rapport le plus faible ce qui indique une activité microbienne médiocre.
- C/N compris entre 8 et 12 : avec des valeurs comprises entre 8 et 12, l'activité microbienne des sols de l'université de Constantine (III et II), Khemis Meliana et Adrar est considérée comme normale.
- C/N > 12 : avec des rapports C/N > 12, les sols de l'université de Constantine I, Staèouli, El Khroub, Mekla, Bordj Bouarreridj, Bainem, Baraki et Ain Abid présentent une activité microbienne intense et donc une très bonne dégradation de la matière organique.

Stations / Eléments	pH	N	Caco3	C	MO	C/N
Université (UIII)	8.25	0.21	23.41	2.14	3.68	10.19
Université (UI)	8.25	0.23	29.26	3.24	5.85	13.61
Université (UII)	7.8	0.308	12.83	2.9	4.99	9.41
Staouili (STA)	8.1	0.252	18.29	3.24	5.58	12.85
Khemis Meliana (KMH)	8.4	0.112	10.97	1.24	2.13	11.07
EL Khroub (KHB)	8.4	0.123	11.34	1.62	2.79	12.85
Adrar (AD)	8.25	0.196	25.97	1.62	2.79	8.26
Mekla (MEL)	7.9	0.28	9.87	3.74	6.44	12.98
Bordj Bou Arreridj (BR)	8.05	0.14	5.48	1.9	3.25	13.57
Bainem (BAR et BAM)	7.85	0.252	5.85	3.88	6.68	15.39
Relizane (R2 et R1)	8.6	0.168	2.21	1.12	1.93	6.66
• Baraki (Mehdi Boualem MUM et MHR)	8.15	0.182	17.19	3.64	6.27	20
Ain Abid (AA)	8.2	0.182	15	3.74	6.44	20.54

Tableau 8: Résultats de l'analyse chimique effectuées sur les sols de 13 sites de récoltes : pH – Calcaire totale (Caco3 en %) – Matière organique (MO en %), Azote (N en %) - Rapport du carbone à l'azote (C/N en %) – Carbone en %

Analyse physique	A%	LF%	LG%	SF%	SG%
	50.75	23.25	9.56	1 0.10	5.99

Tableau 9a: Résultats de l'analyse physique effectuée sur le sol de l'essai

A : Argile ; LF : Limon fin ; G : Limon grossier ; SF : Sable fin ; SG : Sable grossier.

Analyse chimique	pH	N	C	Caco3	C/N	K2O Ppm	P2O5 ppm
	7.30	0.084	0.84	1.83	10	444	31

Tableau 9b: Résultats de l'analyse chimique effectuée sur le sol de l'essai

N : Azote ; C : Carbone ; Caco3 : Calcaire totale ; C/N : Rapport azote/carbone ; K2O : Potassium ; P2O5 : Phosphore.

3.3. Résultats et interprétation de l'étude caryologique

Chez les deux espèces, *Lolium multiflorum* et *lolium perenne*, la fixation des divisions cellulaires en métaphase par l'application de l'acide acétique à 90% a donné de meilleurs résultats que le traitement par le mélange alcool acide-acétique.

3.3.1. *Lolium multiflorum*

La figure 19 nous révèle le niveau de ploïdie de *Lolium multiflorum*. Au niveau de la plaque métaphasique, nous arrivons à dénombrer 14 chromosomes, cette espèce est donc diploïde à $2n=2x=14$.

L'examen du tableau 10 montre que parmi les 7 paires de chromosomes, 4 ont un rapport BL /BC situé entre 1,33 et 1,47, elles sont par conséquent métacentriques. Le rapport des 3 autres paires est compris entre 1,63 et 1,83, elles sont sub-métacentriques.

L'indice centrométrique varie de 35,33 à 42,9. Le rapport entre le chromosome le plus long (9,49 u) et le plus court (4,54 u) est $R = 2,09$.

L'idiogramme établi indique que la première paire de chromosome présente une constriction secondaire sur le bras long. La deuxième constriction secondaire est située au niveau du bras long de la cinquième paire chromosomique.

L'indice d'asymétrie est 60,74, en plus tous les chromosomes sont sub-métacentriques ou métacentriques, ce qui signifie que le caryotype est symétrique.

Essad (1954) qui a fait une étude comparative de cinq espèces du genre *Lolium*, a présenté un caryogramme de *Lolium multiflorum* qui révèle la présence de chromosome à double constriction.

En effet, les deux premières paires possèdent deux constriction secondaires au niveau du bras long et l'autre sur le bras court. La troisième paire ne présente qu'une seule au niveau du bras court.

En 1966, Malik et Thomas ont également signalé des constriction secondaires au niveau des 3 premières paires, mais les deux premières n'en possèdent qu'une seule sur le bras long et la troisième présente une constriction au niveau du bras long.

Concernant le type de chromosome, les mêmes auteurs ont retrouvé des résultats similaires aux nôtres. Les chromosomes de l'espèce étudiée sont soit métacentriques ou sub-métacentriques et le type est évidemment symétrique.

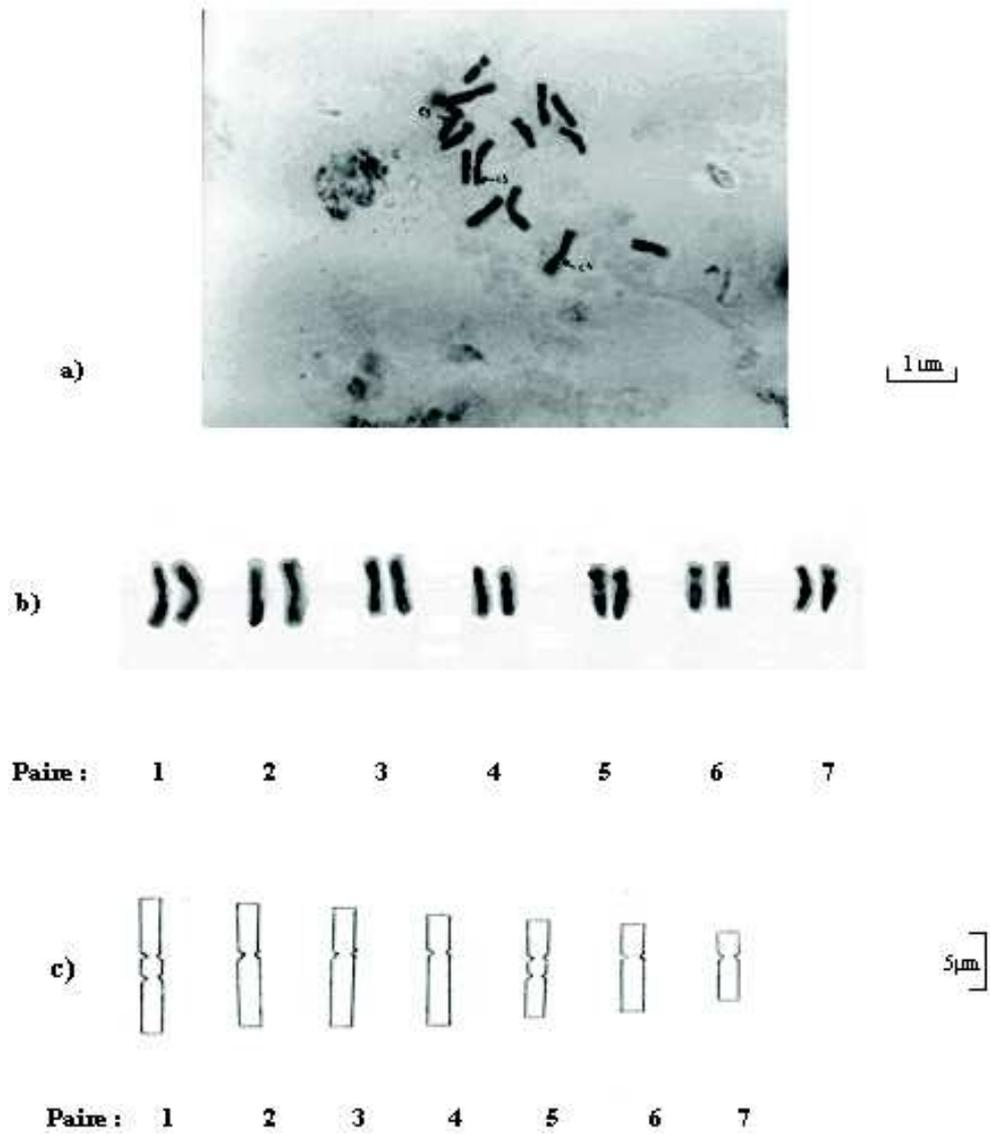


Figure 19 : Caryotype de *Lolium multiflorum*

a) Plaque métaphasique

b) Caryogramme

c) Idiogramme

Paire	BL	BC	LT	d	r	IC	TC
1	5,66 (0,14)*	3,83 (0,29)	9,49	1,83	1,47	40,35	m
2	4,83 (0,58)	3,63 (0,29)	8,46	1,2	1,33	42,9	m
3	4,91 (0,76)	3,33 (0,95)	8,24	1,58	1,47	42,9	m
4	4,66 (0,58)	2,66 (0,58)	7,32	2	1,75	36,33	sm
5	4,08 (0,50)	2,5 (0,95)	6,58	1,58	1,63	36,49	sm
6	3,66 (0,87)	2 (0,63)	5,66	1,66	1,83	35,33	sm
7	2,76 (0,9)	1,78 (1)	4,52	0,98	1,55	39,2	m

Tableau 10 : Données des moyennes morphométriques de l'espèce *Lolium multiflorum*

- **IAS** = 60,5
- **R** = 2,09 (rapport de la paire chromosomique la plus longue et la paire la plus courte)
- d = bras long- bras court
- r = bras long/ bras court
- lc = indice centrométrique
- TC = type chromosomique
- * = erreur standard

Il est important de souligner que lors de l'étude caryologique de l'espèce *Lolium multiflorum*, il a été mis en évidence l'existence d'un chromosome B sur une plaque appartenant à la même population mais non incluse dans l'établissement de l'idiogramme de cette espèce.

D'après Jones et Rees (1968), les chromosomes B ne sont pas indispensables à l'espèce qui les possède, ils ne présentent pas d'homologie avec les chromosomes normaux du caryotype et montrent une variabilité intra et inter individuelle.

Les chromosomes B sont également considérés comme un cas particulier du problème général que présente la surcharge en hétérochromatine du génome (Khalfallah, 1990, *in* Lespinase, 1992)

D'après Caranahan et D'Hile (1961), la différence entre le chromosome B et A est située au niveau de l'arrangement des chromomères. Selon le même auteur le chromosome B peut apparaître suite à une cassure du chromosome au niveau de la constriction secondaire qui peut se produire lors d'une manipulation cytogénétique. Un réarrangement structural de l'eurochromatine est alors observé avec duplication du segment de l'hétérochromatine.

3.3.2. *Lolium perenne*

L'étude caryologique de *Lolium perenne* montre que cette espèce possède un caryotype diploïde à $2n=2x=14$. Le caryogramme révèle l'existence de 7 paires de chromosomes (Fig.

20) à majorité sub-métacentrique (Tab. 11) et dont la longueur varie de 3u à 6,32u. Les deux autres paires sont métacentriques, leurs longueurs sont de 5,49u et 6.99u.

Le rapport (r) de BL / BC des paires sub-métacentriques oscille entre 1,83 et 2, celui des métacentriques est situé entre 1,54 et 1,62. L'indice d'asymétrie pour cette espèce est de 74,54%, le type de caryotype est donc symétrique.

Le rapport entre le chromosome le plus long (6,99 u) et le plus court (3 u) est $R= 2,33$.

Deux constriction secondaires sont mises en évidence, la première sur le bras court de la première paire chromosomique et la seconde sur le bras long de la deuxième paire. Nous avons pu également observer la présence d'un satellite situé sur le dernier chromosome (n°7).

En 1954, Essad a décelé sur chacune des 3 paires la présence de double constriction secondaire, une sur le bras long et l'autre sur le bras court. Lors de cette même étude, il a été signalé la présence d'un satellite et la symétrie du caryotype, corroborée par notre étude.

En 1962, le même auteur a présenté des résultats légèrement différents de sa première étude, le nombre des constriction secondaires est moins important et leur emplacement est sur les bras longs de la deuxième, troisième et quatrième paire chromosomique.

Une autre analyse génétique (Jenkins, 1985), a permis de mettre en évidence également trois constriction secondaires situées sur le bras long de la première et la cinquième paire chromosomique et au niveau du bras court de la sixième paire chromosomique. Cette même étude a révélé l'existence de chromosome B mais aucun satellite n'a été signalé.

L'analyse de populations spontanées de la région de Bouira (Sissani, 1990) a abouti à des résultats se rapprochant de ceux obtenus lors de notre travail. Il en est ressorti que la première paire possède une constriction secondaire sur le bras court et la dernière (n°7) présente un satellite.

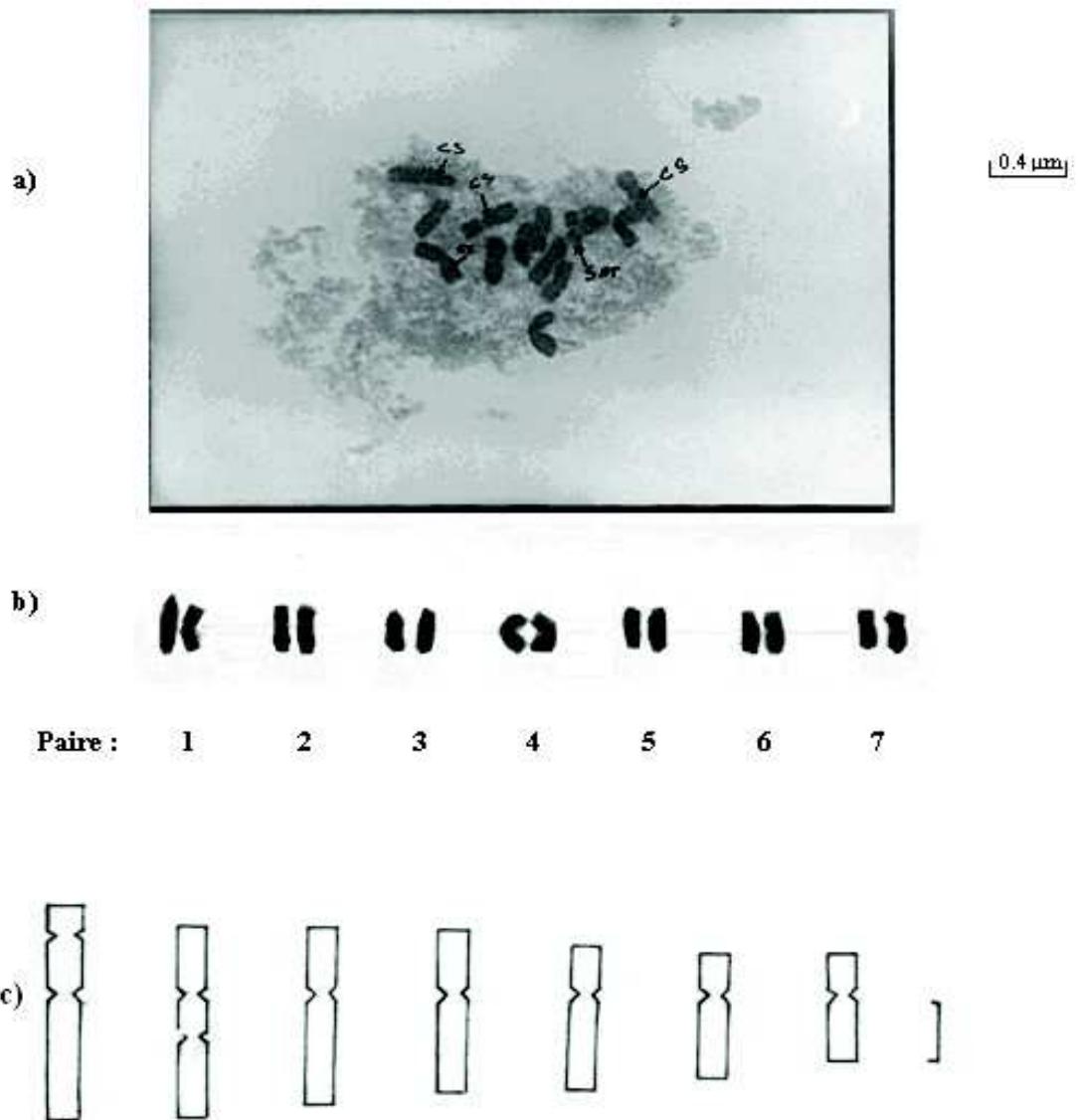


Figure 20 : Cytotype de Lolium perenne

- a) Plaque métaphasique
- b) Caryogramme
- c) Idiogramme

Paire	BL	BC	LT	d	r	IC	TC
1	4,33 (0,58)*	2,66 (0,58)	6,99	1,67	1,62	38	m
2	4,16 (0,29)	2,16 (0,00)	6,32	2	1,92	34	sm
3	3,33 (0,58)	2,16 (0,29)	5,49	1,17	1,54	39	m
4	3,66 (0,58)	2 (0,00)	5,66	1,66	1,83	35	sm
5	3 (0,50)	1,5 (0,50)	4,5	1,5	2	33	sm
6	2,66 (0,29)	1,33 (0,58)	3,99	1,33	2	33	sm
7	2 (0,00)	1 (0,00)	3	1	2	33	sm

Tableau 11 : Données morphométriques de l'espèce *Lolium perenne*

- **IAS** = 74,54
- **R** = 2,33 (rapport de la paire chromosomique la plus longue et la paire la plus courte)
- d = bras long - bras court
- r = bras long/ bras court
- Ic = indice centrométrique
- TC = type chromosomique
- * = erreur standard

D'après Schultz-Shaeffer (1980), Les satellites sont hétérochromes et peuvent changer de taille. Ils peuvent également servir de marqueurs des génomes de base, ils possèdent donc une valeur taxonomique considérable.

3.3.3 Discussion

La différence entre les longueurs totales des plus grandes paires chromosomiques des deux espèces *Lolium multiflorum* (9,69 u) et *Lolium perenne* (6,99u) n'est pas très importante. Les caryotypes de ces deux espèces se rapprochent de point de vue morphologique et dimension.

L'étude de la systématique du genre *Lolium* réalisée par Essad (1954) a montré clairement ce rapprochement, les caryotypes de ces deux espèces constituent un groupe qui se distingue des trois autres espèces étudiées *Lolium temulentum*, *Lolium remotum* et *Lolium rigidum*.

Discussion et conclusion

Etudier la variabilité au niveau des différentes populations du genre *Lolium* et mettre en évidence des traits caractéristiques qui les distinguent, est l'objectif de ce travail. Les relations essentielles entre les caractères étudiés et les facteurs du milieu d'origine des populations sont abordées.

Les données que nous avons accumulées sur le plan morphologique et caryologique nous ont permis d'apporter les conclusions suivantes :

- Une diversité considérable caractérisant les espèces du genre *Lolium* au double plan morphologique et caryologique. Des différences significatives à très hautement significatives ont été mises en évidence entre et au sein des populations de toutes ces espèces et pour la plupart des caractères étudiés.
- Une relation étroite entre cette variabilité et la localisation géographique ainsi que les conditions écologiques des sites d'origines des populations des trois espèces étudiées

Chez *Lolium multiflorum* dont la variabilité inter population est importante, nous constatons une première distribution des populations qui semble obéir à un gradient purement géographique. La population de l'aride R1 se rapproche effectivement des populations du sub-humide pour constituer le grand ensemble du nord caractérisé par la petitesse des fleurs et des feuilles et l'importance du nombre d'épillets/épi.

Le deuxième ensemble, en revanche, constitué par la population saharienne AD, présente des fleurs et des feuilles plus grandes.

Une répartition selon l'étage bioclimatique pourrait également exister chez cette espèce puisque le caractère aristation des lemmes distingue nettement les populations du sub-humide (dont les fleurs sont fortement aristées) de la population saharienne, moyennement aristée, et de la population du semi-aride, très faiblement aristée.

L'avantage des arrêtes est signalé par Jhonson et *al.* (1975). En effet, cet appendice possède des tissus photosynthétiques jeunes qui restent actifs durant la période de remplissage du grain. Cette propriété signifie qu'il aurait probablement une valeur importante dans des conditions de stress hydrique.

Au sein de l'espèce *Lolium rigidum*, les populations semblent aussi se structurer selon ce même facteur écologique, le bioclimat en l'occurrence, et les caractéristiques édaphiques des sites d'origine. Nous distinguons alors deux types morphologiques : les populations originaires du sub-humide ont tendance à se regrouper et se caractérisent par un meilleur développement de l'ensemble, possédant des fleurs petites et aristées, des feuilles larges et le plus important nombre d'épillets/épi ; et les populations du semi-aride ont par contre de grandes fleurs à majorité mutique, des feuilles étroites et un nombre réduit d'épillets/épi.

L'altitude paraît aussi influencer la morphologie et la performance chez ces deux espèces. Chez *Lolium rigidum*, les populations provenant des sites élevés, présentent généralement des fleurs et des épillets développés mais un nombre réduit de fleurs et de grains par épillet. Les populations de *Lolium multiflorum* issues des basses altitudes ont de plus petites fleurs mais de longs épis et glumes.

Chez *Lolium perenne* la variabilité inter populations est également assez importante et semble être indifférente au facteur bioclimat. La répartition des populations paraît également être déterminée par l'altitude des sites.

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. Ce lien est révélé par Falcinelli *et al.* (1988) qui ont montré que la différence de développement chez les populations de *Lolium perenne* issues de différentes origines est due principalement à l'altitude et le climat.

Selon Huston, 1994, ce gradient altitudinale est une combinaison complexe de température, d'eau et probablement de sol

Cette répartition constatée chez les populations et qui s'effectue selon un gradient géographique ou écologique est d'une très grande importance. Harlan (1987) estime que la distribution géographique de la variation contribue à l'orientation des prospections botaniques et à la collecte des ressources génétiques pour des programmes d'amélioration. Casler (1995), indique que la connaissance de la variabilité et sa relation avec l'origine géographique et climatique est indispensable pour maintenir, utiliser, préserver et améliorer les collections des populations naturelles.

La différence morphologique semble être également liée à la diversité phénologique des populations. Cette relation est particulièrement prononcée chez *Lolium perenne* et *Lolium multiflorum* dont la tardiveté des stades début et plein épiaison entraîne une diminution des longueurs des fleurs et des feuilles et la tardiveté du stade début floraison agit négativement sur le nombre de grains/épillet. Notons que chez la première espèce, les deux premiers stades ont également pour effet la diminution des chaumes et des épis et le nombre d'épillets/épi, alors que chez la deuxième espèce, un effet contraire a été constaté.

Chez l'espèce *triticum monocucum*, la relation entre le nombre d'épillets/épi et l'épiaison a été mise en évidence par les travaux d'Empilli *et al.* (2000) alors que Franca *et al.* (1993), ont signalé chez la fétuque l'importance d'avoir des populations à épiaison ou à maturité tardive pour une bonne production de semence.

Chez *Lolium rigidum*, cette influence est encore plus faible, la tardiveté des ces mêmes stades est liée seulement aux populations possédant des fleurs et des feuilles petites.

- Il est constaté que les caractères qui ont le plus grand pouvoir distinctif entre les populations sont quantitatifs et sont tous liés à l'appareil reproducteur. Ces variables sont relatives particulièrement aux longueurs de la lemme, de la paléole et de l'épillet qui sont toujours corrélées entre elles. Ces caractères ne semblent pas subir l'influence du milieu. Ce résultat est confirmé par les travaux de Bandou (1990), Amirouche (1987) et Aïnouche (1984) qui ont constaté la stabilité des caractères de l'épillet chez les espèces graminéennes.

Cette évaluation morphologique a permis également de mettre en évidence l'existence d'une variabilité intra population importante particulièrement chez les espèces *Lolium rigidum* et *Lolium multiflorum* et notamment au sein des populations du sub-humide. Chez *Lolium multiflorum*, cette variation devient plus importante en milieu expérimental, elle est relative au nombre d'épillets/épi et à la longueur du chaume et de l'épi. Nous rappelons à cet effet l'hétérogénéité importante signalée par Hamidi et Saïdi (1993) à l'intérieur des populations de cette espèce et qui a concerné également les mêmes caractères. Chez *Lolium rigidum*, la variation concerne beaucoup plus les longueurs des fleurs, des glumes et des épillets.

- La comparaison de nos résultats portant sur les caractéristiques des populations étudiées avec ceux des différents travaux, a montré qu'il n'existe pas une très grande différence entre eux, notamment chez *Lolium multitorum* et *Lolium rigidum*.

Casler (1995) estime en effet, qu'il n'existe pas de très grandes différences entre le phénotype des populations naturelles et améliorées, résultat corroboré par Charmet *et al.* (1996 b) qui affirment que l'amélioration génétique des graminées est relativement récente et que les formes cultivées ne sont pas encore très différenciées des formes sauvages. Ces dernières constituent un réservoir de variabilité génétique de toute première importance.

Cette variabilité des populations observée chez le genre *Lolium* et qui n'est pas distribuée au hasard mais selon la diversité environnementale d'origine, suggérerait l'existence d'écotypes.

Cooper (1951) a constaté effectivement, chez des populations locales du *Lolium*, que l'uniformité du comportement physiologique est inexistante à l'intérieur des espèces herbagères puisqu'elles comprennent chacune toutes une série de variété ou écotypes.

Un grand choix pourrait alors s'offrir à la sélection des plants en fonction de la diversité des zones.

Chez les trois espèces, l'existence de populations à épiaison tardive et précoce peut être en effet d'un grand intérêt agronomique dans la mesure où ces populations pourraient être sélectionnées selon les conditions agro-écologiques des sites.

Humphreys (1995), indique qu'il est important d'orienter la sélection de *Lolium perenne* vers les populations ayant une épiaison tardive pour une meilleure régénération estivale et pour bien répondre à la pression du pâturage. Notons que pour cette espèce, Falcinelli *et al.* (1988) ont constaté que la date d'épiaison est parmi les facteurs qui contribuent le plus dans la variabilité.

Chez *Lolium multiflorum*, les populations à épiaison précoce sont intéressantes dans les systèmes intensifs, ce qui permet une rotation rapide des cultures (Oliveira *et al.*, 1997)

Précisons que cette espèce est un fourrage de printemps et secondairement d'été à haut potentiel de production, de valeur énergétique et d'une grande souplesse d'exploitation. L'introduction de cette plante peut s'inscrire dans une problématique générale d'amélioration particulièrement dans les régions où il n'est pas possible de cultiver la luzerne ou en complémentarité avec le bersim afin de pallier aux inconvénients de cette espèce notamment en matière de conservation (Améziane, 1979).

Il serait en effet possible de réaliser du foin ou de l'ensilage avec les populations de *Lolium multiflorum* caractérisées par de longs chaumes.

La diversité concernant la date d'épiaison est observée nettement entre les populations de *Lolium rigidum*. Franca *et al.* (1993) ont signalé l'importance de ce caractère dans la sélection des populations à port érigé ou étalé. Le nombre de grains/épillet varie également entre les populations de *Lolium rigidum*. Ce critère qui est étroitement lié au rendement en grain (Franca *et al.*, 1993 et Nguyen et Sleper, 1983), est fondamental pour la sélection des variétés destinées à l'amélioration des pâturages et des zones marginales méditerranéennes (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).

La variation de la longueur de la feuille est constatée chez les trois espèces étudiées. Chez l'espèce *Lolium perenne*, l'importance agronomique de ce caractère est signalée par Hazard *et al.* (1995). Les populations à feuilles longues sont plus productives sous un rythme de coupes non fréquentes et sont destinées pour le fourrage alors que les populations à feuilles courtes sont plus productives sous un régime de coupes fréquentes et sont destinées pour le gazon.

- L'étude caryologique a révélé la diploïdie du caryotype de *Lolium perenne* et *Lolium multiflorum*, le nombre chromosomique est $2n=14$, ce qui est conforme aux résultats issus des études réalisées sur le genre *Lolium*. Le caryogramme de *Lolium multiflorum* comprend des chromosomes pour la plus part métacentriques et ceux de *Lolium perenne* sont à majorité sub-métacentriques alors que le caryogramme établi par Sissani (1990) sur cette même espèce présente plutôt des chromosomes à majorité métacentriques. Il est également signalé la présence d'un chromosome B au niveau d'une population de *Lolium multiflorum* dont le rôle et l'origine restent controversées. Mariani *et al.* (2000), pensent que le chromosome B est parfois présent pour réguler le développement et assurer l'adaptation à l'environnement.

Cette étude descriptive ne rend évidemment pas compte de tous les autres aspects relatifs aux différentes caractéristiques des populations étudiées et demeure incomplète en raison de la faiblesse des effectifs et le manque de données concernant particulièrement les informations inhérentes aux sites d'origine.

En tout état de cause, la diversité de toutes les espèces prospectées est sans doute révélatrice d'un potentiel génétique important pour une exploitation agronomique judicieuse, en particulier dans la production fourragère et l'amélioration des parcours.

En conséquence de quoi, des études plus approfondies, visant un plus grand nombre de populations de *Lolium* ayant pour objectif une meilleure appréciation de la diversité génétique, sont nécessaires.

Les relations entre taxons pourraient également être étudiées afin d'évaluer les possibilités de croisement et des capacités agronomiques des populations naturelles algériennes. Le succès de telles perspectives nécessite des méthodes d'appréciation rapides indispensables pour juger l'étendue de la gamme de la variabilité.

L'ensemble des outils biochimiques ou moléculaires (RFLP, RADP, chromatographie, isoenzyme, moléculaire hybridation etc.) et de cytogénétique (c-banding, ...etc.), peut s'avérer intéressant dans la mesure où il complète les analyses fondées sur des critères morphologiques et agronomiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Abdelguerfi A. et Laouar M. 2000.** Effet des conditions bioclimatiques d'origine sur le comportement et la floraison des populations de *Medicago ciliaris* L. crocker. Options Méditerranéennes. Vol 45 : 241-244.
- Abdelguerfi A. et Abdelguerfi-Berrekia R. 1988.** Contribution à l'étude des espèces spontanées du genre *Medicago* L. en Algérie. Caractérisation des gousses et des graines de *Medicago orbicularis* L, relation avec les conditions du milieu d'origine. Ann. Inst. Agro. El Harrach. Vol 12. 1 : 329-340.
- Achour-Kadi-Hanifi H. et 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 ?. Pontanier R , M'hiri M, Aroson J, Akrimi N et le Floch E Eds. ORSTOM. Paris: 355-366.
- ADP. 1978.** Perspective d'amélioration des productions fourragères et animales. T1. Ed. Association pour le développement du pastoralisme: 174p.
- Afnor. 1997.** Analyses internationales des sols et des végétaux. Normes AFNOR. Ed. Université Minia. Egypte: 143p.
- AHMIM M. 1973.** Importance et développement de *Lolium multiflorum* en Algérie. Thèse Ingénieur. INA.
- AHMIM M., KOLLI R., et LEMAIRE G. 1975.** Rendement et valeur alimentaire de cinq variétés de Ray-grass d'Italie cultivées en Mitidja avec le rythme d'exploitation. Fourrage. 63: 35-44.
- AÏNOUCHE M. 1984.** Contribution à l'étude biosystématique des Bromes annuels genre *Bromus* principalement en Algérie. Thèse 3ème cycle. Inst. Biol. USTHB. Alger: 213p
- AMEZIANE T.E. 1979.** Croissance et productivité du Ray-grass d'Italie en zone méditerranéenne. Fourrage. 78: 105-123.
- Amirouche N. 1987.** Contribution à l'étude biosystématique du genre *Dactylis* en Algérie. Thèse 3ème cycle. Inst. Biol. USTHB. Alger: 172p.
- Aronson J., Floret C., Le floch e., ovalle c. et pontanier r . 1995.** Restauration et réhabilitation des écosystèmes dégradés en zones arides et semi-arides. Le vocabulaire et les concepts. In : L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait ? Pontanier R, M'hiri M, Aroson J, Akrimi N et le Floch E Eds. ORSTOM. Paris: 11- 29.
- BALFOURIER F. et CHARMET G. 1991.** Relationships between agronomic characters and ecogeographical factors in collection of French perennial ryegrass populations. Agronomie. 11 : 645-657.
- BALFOURIER F. et CHARMET G. 1994a.** Etude méthodologique de la conservation de ressources génétiques de ray-grass anglais par multiplications en pools de populations naturelles. Genet. Sel. Evol. 26: 203-218.

- BALFOURIER F. et CHARMET G. 1994 b.** Geographical patterns of isozyme variation in Mediterranean populations of perennial ryegrass. *Heridity*. 72 : 55-63
- Bandou H. 1990.** Les populations tétraploïdes du complexe *d'Aegilops trunsialis tristata ovata* d'Algérie. Thèse 3ème cycle. Inst. Biol. USTHB. Alger : 180p.
- Battandier J.A. et Trabut L. 1885.** Flore de l'Algérie. Monocotyledone. Ed. Jourdan A. Alger: 238 - 239.
- BEHRENDT S. et HANF M. 1979.** Les graminées adventices des grandes cultures. Ed BASF: 159p.
- Benlounes A. 1991.** Variabilité morphologique et biologique des populations tétraploïdes du complexe *Aegilops triaristata-Ovata* d'Algérie. Mémoire de DES. Inst. Biol, USTHB. Alger: 106p.
- Bidault M. 1971.** Variation et spéciation chez les végétaux supérieurs. Ed. Doin. Paris: 145p.
- Bonnier G. 1940.** Flore complète de France, Suisse et Belgique. TXII. Ed. Orlhac: 68 - 70.
- Bothmer R. et Seberg o. 1995.** Strategie of the collecting of wild species. In: collecting plant genetic diversity. Guarino L et al. Eds. Cab International: 93 -107.
- Bouroche J.M. et Saporta G. 1980.** L'analyse des données. Collection. Que sais je?. Paris: 182p.
- Breese e.I et Tyler B.F. 1988.** Patterns of variation and the undrlying and cytological architecture in grasses with particular reference to *Lolium*: 53 - 69.
- Bulinska-Radomska Z. et Lester R.N. 1985.** Relationships Between five species of *Lolium* Poaceae. *Pl. Syst. Evol.* 148: 169 - 175.
- CARANAHAN H.L. et D' HILE H.D. 1961.** Cytology and genetics of forage grasses. *Bota Rev.* Vol 27. 1: 1- 62.
- Casler M.D. 1975.** Patterns of variation in a collection of perennial Ryegrass accession. *Crop. Sci.* Vol 35. 4 : 1169 - 1177.
- Cauderon Y. 1991.** Ressources génétiques des plantes fourragères. C.R. Acad. Agric. Fr. 77 1 : 51 - 52.
- Charmet G., Balfourier F. et Ravel C. 1993 .** Isozyme polymorphism and geographic differentiation in collection of French perennial ryegrass populations. *Genet. Resour. Crop Evol.* 40 : 77-79.
- Charmet G. et Balfourier F. 1994a.** Influence of ecological factors on populations differentiation in perennial rye grass *Lolium perenne* L. *Genet. Resour. Crop Evol.* 41: 175 - 184.
- Charmet G. et Balfourier F. 1994 b.** Isozyme variation and species relationships in the genus *Lolium* L Ryegrasses, Graminaceae. *Theor. Appl. Genet.* 87: 641 - 649
- Charmet G., Balfourier F. et MONESTIEZ P. 1994.** Hierchical clustring of perenal rye grass populations with geographic contiguity constraint. *Theor Appl Genet.* 88: 42-48.
- CHARMET G., BALFOURIER F., RAVEL C., LECONTE B., DEBOTE., VEZINE JC ASTIER C. et LEAU G. 1996a.** Etude d'une collection française de populations naturelles de ray-grass anglais. *Fourrages.* 146 :107 - 120.

- Charmet G., Balfourier F. et Chatard V. 1996 b** .Taxonomic relationships and interspecific hybridation in the genus *Lolium* grasses. Genet. Resour. Crop. Evol.43 :319 - 327.
- Chaumont M. et Paquin C. 1971**. Notice explicative de la carte pluviométrique de l'Algérie au 1/500.000 ème. Fac. Sciences. Ed. Soc. Hist Nat Afrique du nord. Alger.4 feuilles.
- COOPER J.P. 1951**. Studies on growth and development in *Lolium*. II. Pattern of bud development on the shoot apex and its ecological significance. J. Ecol. Vol 39 : 228-270.
- COOPER J.P. 1954**. Studies on growth and development in *Lolium* IV. Genetic control of heading responses in local populations. J. Ecol. Vol. 42: 521 - 566
- Coste H. 1937**. Flore descriptive et illustrée de la France, de la Corse et des contrées limitrophes. TIII. Ed. Blanchard A. Paris 6ème : 668 - 670.
- Crowder LV. 1956**. Morphological and cytological studies in tall fescue *Festuca arundinacea* Shreb. and Meadow fescue *F. elatior* L. Bot.Gaz. 117 : 214 –223
- DE MONTARD F. et GACHON L. 1978** .Contribution à l'étude de l'écologie et de la productivité des pâturages d'altitude des Monts Dore. Ann. Agron . Vol 29 4 : 405 -417.
- Dosba. et cauderon. 1973** . Analyse statistique du caryotype d'*Aegilops ventricosa*. Ann. Amelior. Plant. 23 : 133-143.
- EDWARD E. et TERRELL E.E. 1966**. Taxonomic implications of ryegrasses *Lolium*. Bot.Rev. Vol 32. 1 : 138-164
- Elgersma a., dennijs a.p.m. et vaneeuwijk f.a. 1989**. Genetic variation for seed yield components of Westerwold ryegrass *Lolium multiflorum*. var. westerwoldicum. Netherlands J. Agric. Sci. 37 : 119-127
- Empilli s.e., CASTAGNA R. et brandolini a. 2000**.Morpho-agronomic variability of the diploid wheat *Triticum monococcum*l.Plant. Genet. Resour. Newsl. 124 : 36 - 40.
- Essad S. 1954**. Contribution à la systématique du genre *Lolium*. Ann. Amelior. Plant. 3: 325-351
- Essad S . 1962**.Etude génétique et cytogénétique des espèces *Lolium perenne* L., *Festuca pratensis* Huds et de leurs hybrides. Vol 12. Hors série : 1-103
- Essad S. 1968**. Morphologie, méiose et fertilité des hybrides triploïdes réalisés entre *Lolium perenne* L. et *Festuca pratensis* Huds., comparaison avec *Festuca loliacea* Curt. Ann. Amelior. Plant. 18: 275-286
- FALCINELLI M., Veronesi f. et LORENZETTI S. 1988**. Evaluation of an Italian germplasm collection, of *Lolium perenne* L through a multivariate approach in natural variation and breeding for adptation. Proc. Eucapia Fodder crop Sect. 22-24 Sept 1987. INRA. Lusignan. France
- Franca a., loi a. et porqueddu c. 1993**. *Lolium rigidum* Gaudin: prime acquisizioni su popolazioni collezionate in Sardegna. Agronomia. 2 : 142- 148.
- Franca a., porqueddu c. carreda c. et 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., loi a. et davis w.j. 1998 a** . Selection of annual ryegrass for adaptation to semi-arid conditions. *Europ. J. Agron.* 9: 71-78.
- Franca a., seddaiu g. et caredda s. 1998 b** .Distinguibilita ed omogeneita morfologica in *Loglio rigido* « Nurra ». *Sementi Elette.* 5 : 25 - 28.
- Gagnard j., Huguet c. et ryser j.p. 1988.** L'analyse du sol et du végétal dans la conduite de la fertilisation. Le contrôle de la qualité des fruits. Ed. Acta : 87p.
- GALLAIS A. et BANNEROT H. 1992.** Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA. Paris : 310-322.
- Ghesquière m., Hazard L. et Betin m. 1994.** Breeding of managment adaptation in prennial ryegrass *Lolium perenne* L. II. Genetic variability and heritability of leaf morphogenesis components. 14: 267-272.
- Gillet M.M. et Magne J.H. 1898.**Nouvelle Flore Française. Ed. Garnier Frères. Paris : 574 - 574.
- Gorenflot R. et Raicu P. 1980.** Cytogénétique et évolution. Ed Masson. Paris : 181p
- Guinnochet M. et Vilmorin R. 1978.** Flore de France. Fasci.3. Ed. CNRS. Paris: 946-948.
- Haliger E., Bale e. Brun J. et Hool I. 1968.** Flore sauvage. Ed. Société Française du livre : 1-2.
- Hamidi f. et Saïdi N. 1993.** Caryologie et morphologie des populations graminéennes de Bab Ezzouar. *Memoir de DES. Inst-Biol. USTHB.* Alger: 129p.
- Harlan j.r. 1975.** Les plantes cultivées et l'homme. Ed. ACCT: 405p
- HAYWARDS M.D. 1985.** Adaptation, differenciation et reproductive système in *Lolium perenne*.In : Genetic, differenciation and dispersal in plants. Jaquard P et al. Eds NATO-ASIE Series. Vol 65 : 83-94
- Hazard I., ghesquière m. et Barraux c. 1995.** Variability for leaf development in perennial ryegrass populations. *Can. J. Plant. Sci.* 76: 113-118.
- hides dh., kute c.a et marshall a.k. 1993.** Seed development and seed yield potential of Italian ryegrass *Lolium multiflorum* Lam. *Grass. Forage. sci.* 48: 181-188.
- Hubbard C.E. 1954** . Grasses: A guide to their strucures, identifications, uses and distribution in the British Isles. Ed. Apelican book: 428p.
- Humphreys M. 1991.** Multitrait reponse to selection in *Lolium perenne* L. perennial ryegrass populations. *Heredity.* 74.: 510-517.
- Huston M.A. 1994.**Biological diversity; The coexistence of the species on changing lanscapes. Ed. Cambridge University Press : 681p.
- Jahier J., cheVre A.M. Eber F. Delourme R. et Tanguy A.M. 1992.** Techniques de cytogénétique végétales. INRA. Ed. Jahier J : 183 p
- Jauhar P.P. 1975.** Chromosome relationships between *Lolium* and *Festuca* Gramineae. *Chromosoma.* 52 : 103 - 121.
- Jauzein P. 1995.** Flore des champs cultivés. Ed. INRA : 749-751.
- Jenkins g. 1985.**Synaptonemal complex formation in hybrids of *Lolium temulentum* x *Lolium perenne* L. I High chiasma frequency diploïd. *Chromosoma.* 92 : 81-82.

- Johnson R.R., Willmer C.M. et Moss D.N. 1975.** Role of Awns in photosynthesis, Respiration, and Transpiration of barley spikes. *Crop Sci.* Vol 15. 2 : 217-221.
- Jones R.N. et Rees H . 1968.** Genotype control of chromosome behaviour in rye. XI. The influence of B chromosome on meiosis. *Heredity.* 22 : 333-347.
- Julien A. 1894.** Flore de la région de Constantine. Ed. Auspices de la société d'agriculture. Constantine : 262-263.
- KHALFALLAH N. 1981.** Contribution à l'étude biosystématique du genre *Arrhenatherum beauv.* en France. Thèse 3ème cycle. Univers. Orsay : 84 p.
- Lapeyronie A. 1982.** les productions fourragères méditerranéennes. T1. Ed. GM Maison Neuve. Paris : 452 p.
- LEDYARD STEBINS G. 1982.** Major trends of evolution in the poaceae and their possible significance. In : *Grasses and Grasslands Systematics and écologie* James R, Este S, Ronald R, Tyrl Y, Brunken N Eds. University of Oklahoma. Ed. Norman : 3 - 4
- Le houérou h.n. 1987.** Les ressources fourragères de la flore Nord Africaine. In. *Integration and Rangelands Ressources in méditerrananean systeme of production.* 13-17 octobre. Bull N5. Montpellier. France: 127 -132.
- Lespinese R., Siljak-yakovlev s., khalfallah n., le thi k., peigne m.t. et ABOUBAKRY S. 1992.** Evaluation du génome au sein des complexes d'espèces : intérêt de l'approche cytogénétique .In : complexes d'espèces, flux de gènes et ressources génétiques des plantes. Colloque international hommage à Jean Pernès. Ed. Lavoisier : 245-251.
- Loos B.P. et jarvis C.E. 1992.** The typification of *Lolium perenne* L and *Lolium temulentum* L. *Bot. J. Linn. Soc.* 108 : 399-408.
- Maire r. 1933.** Etude de la flore et la végétation du Sahara central. Vol I et II. Alger. 70-71.
- Maire R. 1955.** Flore de l'Afrique du nord. Vol II . Ed. Le Chevalier P. Paris : 282 -296.
- MAKHLOUF E. 1995.** L'homme: de la dégradation à la restauration des ressources naturelles. In : *L'homme peut-il refaire ce qu'il a défait.* R pontanier, A M'hri, N. Akrimi, J. Aronson, Le Floc'h, eds. John Libbey Eurotext, Paris: 3-9
- MALIK C.P. et THOMAS P.T. 1966.** Karyotypic studies in some *Lolium* and *Festuca* species. *Caryologia.* Vol 19. 2: 167 -195.
- Mansat P . 1974.** L'amélioration des ray-grass. *Fourrage.* 78 : 57 – 62
- Mariani A., Roscini C., Paoletti R . Rosafio M.C. et Basili F. 2000.** Cytogenetic study of forage grasses and legumes. . *Options Méditerranéenne.* Vol 45 : 79-83.
- Nguyen H.T. et Sleper D.A. 1983.** Genetic variability of seed yield and reproductive characters in tall fescue. 23. 4 : 621-626.
- OECE. 1951 :** Développement des pâturages et de la production dans les pays méditerranéen. Ed. Organisation européenne de coopération économique : 194p.
- Olveira j.a., linder r., Bregu r., garcia a. et gonzalez a. 1997.** Genetic diversity of westerworld ryegrass landraces collected in Northwest Spain. *Genet Resoures. Crop.Evol.* 44 : 479 - 487.

- Ozenda P. 1977.** Flore du Sahara. Ed. CNRS : 185 - 186.
- Ozenda P. 1982.** Les végétaux dans la biosphère. Ed. Doin. Paris : 431p.
- Pernes J. 1984.** Gestion des ressources génétiques des plantes. T2.Ed. Lavoisier. Paris : 228 p.
- Philippeau G. 1986.** Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. ITCF: 63 p.
- PLUCKNETT DL., SMITH N.J.H. WILLIAMS J.T. et MURTHI ANISETTY N. 1990.** Banque de gènes et alimentation mondiale. Ed. CTA. INRA. Paris : 228p.
- Quezel P. et Santa L. 1962.** Nouvelle Flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. T1. Ed. CNRS. Paris : 152 - 153.
- Raynal-Roques A. 1994.** La botanique redécouverte. Ed. INRA et Belin : 66 -67
- REBISHUNG J. 1951.** Etude des populations de ray-grass et du mode de transmission de deux caractères dans le genre *Lolium*. Ann. Amélior. plant. INRA. Serie B4 : 497 -5 47.
- Rossister R.C. 1966.** Ecology of the mediterranean annual-type pasture. Adv. Agron. 18: 1-56
- RUDELLE M. et ESSAD S. 1968.** Contribution à l'étude des rapports évolutifs de *Lolium perenne* et de *Lolium Temulentum*. Ann. Amélior. Plant. 18 1 : 29 - 47.
- Seltzer P. 1946.** Le climat de l'Algérie. Ed. Institut de météorologie et physique du globe de l'Algérie. Hors série :219p.
- Shultz-shaeffer. 1980.** Cytogénétique d'introduction : 1-4.
- Siljak-Yakovlev S. 1986.** Etude cytogénétique et palynologique de compositae endémiques ou reliques de la flore yougoslave. Thèse de doctorat : 14 -1 7.
- SISSANI F. 1990.** Caryologie et C-Banding. Essais d'application chez trois graminées. Mémoire de DES. Inst. Biol. USTHB : 62p.
- Soltner D. 1996.** Les bases de la production végétale. T1. 21^e édition : 279-293.
- Stewart P. 1974.** Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application au barrage vert Bull. Soc. Hist de l'Afrique du nord : 651-2 : 239-248.
- Terrell E.E. 1968.** A taxonomic revision of the genus *Lolium*. US. Dep. Agric. Tech. 1392: 1-65.
- Thomas HM., Harpe R J.A., Meridith M.R., Morgan W.G., Thomas I.D., Timms E. et King IP. 1996.** Comparison of ribosomal DNA sites in *Lolium* species by fluorescence in situ hybridation. Chromosome Research. 4: 486 -490
- TOMASSONE R. 1980.** Comment interpréter les résultats d'une analyse factorielle discriminante ?, ITCF : 56P.
- Treep L. 1976.** Le choix des espèces forestières en Algérie. Une étude des arboretums par rapport à la situation forestière en Algérie : 202p.
- Trifi-Farah N., Baatout H., Boussaid M., Combes., FIGIER., HANNACHI-SALHI et MARRAKCHI M. 2002.** Evaluation ressources génétiques des espèces du genre *Hedysarum* dans le bassin méditerranéen. Plant Genet Resour Newsl. 130 : 65-72.

Yahiaoui S. et Abdelgherfi A. 2000. Etude comparative de la phénologie et croissance de trois espèces de luzernes annuelles : relation avec le milieu d'origine. Options Méditerranéenne. Vol 45 : 355-358.

WHYTE RO., MOIR T.R.G. et COOPER J.P. 1959. Les graminées en agriculture. FAO : 485p.

ZwieRzykowski z. et Nagnowska B. 1996. Taxonomy, cytogenetics and phylogenetic relationships in the *Lolium-Festuca* complex Poacea: I. *Lolium* – a review. Fragm. Flor. Geobot. 41 2 : 521-536

ANNEXES

Annexe I

Caractères Populations	LIG			lig			LEF			NEF		
	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%
AD	2975 a	7,21	24,25	0,155	0,04	28,12	166	3,37	20,3	1575 a	3,4	2181
BAM	344 ab	6,69	19,44	0,147	0,03	25,61	1877	3,79	20,2	2827 b	6,84	24,2
MUM	29,1 a	5,99	20,6	0,123	0,02	22,99	2068	5,35	25,88	23 99b	4,74	21,58
R _i	44,6 b	14,47	32,85	0,130	0,03	25,81	2073	6,36	31,69	22b	7,21	30,16
FUBS	7,32***			1,22NS			2,31NS			11,85***		
CV%inter	7,04			26,33			23,43			5,01		
F.F.D.S.	13,21			NS			NS			8,038		
Moy Géné.	34,33			0,144			19,19			23,49		

CARACTÈRES Populations	Iq			Im			Ipa			LAL		
	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%
AD	1,00 a	0,21	21,4	0,77b	0,09	11,55	0,675 b	0,05	7,75	0,138	0,01	7,75
BAM	1,07 a	0,19	18,42	0,54 a	0,04	8,26	0,53 a	0,04	8,84	0,142	0,01	8,84
MUM	1,15 ab	0,17	15,05	0,57 a	0,03	6,32	0,553 a	0,04	7,86	0,147	0,01	7,86
R _i	1,37b	0,23	18,06	0,58 a	0,06	10,32	0,539 a	0,05	9,96	0,154	0,01	9,96
FUBS	7,64***			41,08***			24,11***			1,78 NS		
CV%inter	19,6			10,85			8,71			12,45		
F.F.D.S.	0,3			0,082			0,071			NS		
Moy Géné.	1,15			0,62			0,379			0,15		

CARACTÈRES Populations	nll			ngr			fd			fn		
	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%
AD	8,34 ab	1,70	20,27	3,81	3,38	87,29	2,31 ab	0,39	26,04	2,88	0,60	22,46
BAM	7,45 a	1,03	14,36	2,45	0,93	38,07	1,81 a	0,75	41,45	1,81	0,60	33,28
MUM	8,16 ab	1,26	15,5	3,75	2,22	59,2	2,67 a	0,49	18,49	1,91	0,66	3,5
R _i	9,46 b	1,8	19,11	2,30	1,97	85,75	2,23 ab	0,39	26,83	2,23	0,83	37,3
FUBS	4,6*			1,34NS			5,7*			4,37***		
CV%inter	19,19			76,94			27,16			31,49		
F.F.D.S.	2,16			NS			0,87			0,969		
Moy Géné.	8,38			3,18			2,25			2,16		

CARACTÈRES Populations	ART			fd			nd			let		
	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%
AD	1,23 ab	0,25	12,9	2,62bc	0,60	30,71	5,95 a	0,39	15,65	1,67 b	0,22	13,48
BAM	1,63 b	0,5	30,94	1,54 ab	0,60	60,44	6,9 ab	0,75	7,8	1,32 a	0,16	12,67
MUM	1,66 b	0,49	29,63	1,25 a	0,66	49,9	6,38 ab	0,49	10,14	1,48 ab	0,18	12,5
R _i	1,07 a	0,27	25,62	2,69 c	0,83	27,91	7,23 b	0,39	6,06	1,53 ab	0,12	14,44
FUBS	12,21***			11,8***			9,17***			6,24***		
CV%inter	24,3			29,12			10,39			13,7		
F.F.D.S.	0,585			1,11			0,96			0,39		
Moy Géné.	1,37			2,09			6,66			1,49		

Moy : Moyenne ; E type : Ecart type ; CVI% : Coefficient de variation intra-population (p. cent) ; CVInter % : Coefficient de variation inter-population
 Seuils de signification : 5 % : 2,8 ; 1 % : 4,222 ; 0,1% : 6,392 ; NS : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif *** : Très hautement significatif

Tableau1: *Lolium multiflorum*. Populations naturelles. Récapitulatif de l'analyse de la variance

Analyse de la variabilité génétique de quelques espèces du genre Lolium L.

Caractères	nfl			npr			lgl			flm			art		
	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%
MUM	10,94 ab	0,14	1,27	7,97 ab	0,36	4,51	1,32 a	0,02	1,51	1,91 ab	0,26	13,61	1,70 c	0,01	0,38
R _i	9,65 a	0,42	4,35	6,97 a	0,34	3,44	1,72b	0,10	5,81	1,96 ab	0,15	6,63	1,14 a	0,01	0,87
BAM	10,91 ab	0,14	1,28	6,95 a	0,39	5,61	1,38 a	0,08	5,79	1,63 a	0,11	6,74	1,66 c	0,05	3,01
AD	12,34 b	0,71	5,75	8,66b	0,20	2,22	1,7 b	0	0	2,66b	0,03	1,12	1,41b	0,05	3,54
F OBS	10,11 *			14,99 *			14,70 *			11,97 *			77,05 **		
CV% inter	4,5			4,6			5,0			8,8			2,8		
Moy. Gén.	10,96			7,72			1,55			2,04			1,48		

CARACTÈRES	hg			hig			lcp			net		
	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%
MUM	36,76 b	1,04	2,82	0,18	0,01	5,55	22,42	0,67	2,98	30,64 c	1,52	4,3
R _i	32,92 a	0,86	2,61	0,17	0,00	0	19,51	0,62	3,1	23,60 b	0,31	1,31
BAM	42,67 b	2,54	5,94	0,19	0,01	5,8	23,35	0,77	3,29	31,50 c	0,60	1,91
AD	32,49 a	0,43	1,52	0,20	0,01	5	20,90	0,72	3,44	20,67 a	0,41	1,98
F OBS	18,32*			3,84 NS			8,78 NS			69,84 **		
CV% inter	4,4			5,4			3,7			3,3		
Moy. Gén.	36,26			0,18			21,54			26,55		

Caractères	lgl			lra			lpa			lal		
	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%
MUM	1,16	0,05	4,31	0,58 a	0,00	0	0,57 a	0,00	0	0,14	0,00	0
R _i	1,33	0,01	0,75	0,58 a	0,00	0	0,57 a	0,00	0	0,14	0,00	0
BAM	1,03	0,13	12,62	0,59 a	0,01	1,69	0,57 a	0,00	0	0,15	0,01	6,66
AD	0,95	0,06	6,51	0,76b	0,02	2,64	0,70b	0,00	0	0,18	0,01	5,55
F OBS	7,17 NS			96,20 **			107,84 ***			7,37 NS		
CV% inter	7,8			2,1			0,5			5,8		
Moy. Gén.	1,12			0,63			0,60			0,15		

CARACTÈRES	fet			let			leg		
	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%
MUM	1,63 a	0,24	14,72	1,63	0,08	4,9	7,95 a	0,71	8,93
R _i	1,99 a	0,15	7,53	1,87	0,32	17,11	5,97 a	0,17	2,84
BAM	2,93b	0,14	4,77	1,62	0,16	9,87	8,78 a	0,37	4,21
AD	3,00b	0,24	8	2,06	0,08	3,88	12,80 b	1,26	9,84
F OBS	17,35 *			1,22 NS			21,96 *		
CV% inter	9,6			12,1			9,8		
Moy. Gén.	2,29			1,79			8,88		

CARACTÈRES	laf			mal			nal		
	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%
MUM	0,48 a	0,08	16,66	5,61 c	0,12	2,06	6,89	0,24	3,48
R _i	0,41 a	0,04	9,75	4,50b	0,01	0,22	7,18	0,21	2,92
BAM	0,59 a	0,02	3,38	5,41 c	0,04	0,73	7,39	0,11	1,48
AD	0,77b	0,02	2,59	3,76 a	0,16	4,25	6,65	0,08	1,2
F OBS	19,9 *			110,52 **			2,25 NS		
CV% inter	9,2			2,5			2,8		
Moy. Gén.	0,56			4,87			7,03		

Moy. : Moyenne ; E type : Ecart type ; CVI% : Coefficient de variation intra-population (p. cent) ; CVInter % : Coefficient de variation interpopulation
 Seuils de signification : 5 % : 9,28 ; 1 % : 29,5 ; 0,1 % : 141 ; NS : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif*** : Très hautement significatif

Tableau2: Lolium multiflorum. Populations expérimentales. Récapitulatif de l'analyse de la variance

Moy. : Moyenne ; E type : Ecart type ; CVI% : Coefficient de variation intra-population (p. cent) ; CVInter % : Coefficient de variation interpopulation
 Seuils de signification : 5 % : 9,28 ; 1 % : 29,5 ; 0,1 % : 141 ; NS : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif*** : Très hautement significatif

Caractères	ist			njl			lba			lpa			lal			nll		
	Populati	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type												
BR	0,98 ab	0,98	34,04	6,45 ab	0,82	12,71	0,59 ab	0,06	10,46	0,59 b	0,05	9,79	0,141	0,01	14,02	4,72 ab	0,90	19,16
UHI	1,05 ab	1,02	19,03	5,64 ab	0,86	13,5	0,57 ab	0,05	9,52	0,55 ab	0,04	8,64	0,129	0,01	10,19	5,05 ab	0,96	19,13
MEL	0,88 a	0,93	14,23	5,3 a	0,67	12,72	0,52 a	0,06	12,06	0,498 a	0,04	9,45	0,125	0,01	8,9	4,5 a	0,84	18,88
UI	1,31 b	1,1	12,96	6,73 b	0,45	6,79	0,60 b	0,05	8,96	0,57 b	0,06	11,95	0,126	0,01	9,95	5,86 b	1,3	22,19
UUI	0,91 ab	0,95	21,27	5,28 a	1,06	20,23	0,55 ab	0,06	11,52	0,54 ab	0,06	11,35	0,132	0,01	15,26	4,7 ab	0,85	16,23
Fols	5,26***			9,06***			2,94**			3,96***			2,13 NS			4,47***		
CV% inter	20,37			13,74			10,5			10,6			11,38			20,46		
F.F.D.S	0,265			1,02			0,073			0,0715			NS			1,272		
Moy. Gén.é	1,09			5,38			0,56			0,54			0,130			4,92		

Caractères	lgr			dlgr			lcp			net			lal		
	Populati	Moy	E.type	CVE%	Moy	E.type	CVE%	Moy	E.type	CVE%	Moy	E.type	CVE%	Moy	E.type
BR	16,7 a	7,25	22,97	0,090 a	0,02	29,38	11,9 ab	2,55	21,17	15,81 ab	2,27	17,7	0,989 b	0,17	17,57
UHI	22,26 ab	4,71	47,26	0,092 a	0,02	27,9	10,73 ab	3,51	32,76	16,30 ab	4,56	28,1	0,754 a	0,11	15,14
MEL	16,34 a	4,04	40,44	0,111 a	0,02	21,8	8,75 a	1,97	22,52	12,81 ab	3,09	23,77	0,685 ab	0,14	20,79
UI	25,96 b	5,09	51	0,118 b	0,02	23,96	13,68 b	4,27	31,21	17,13 b	3,54	21,96	0,905 ab	0,17	19,57
UUI	16,26 a	4,09	40,97	0,097 a	0,02	19,83	9,77 ab	2,07	21,25	16,92 ab	2,30	15,34	0,811 ab	0,1	16,99
Fols	10,92***			3,14**			4,31***			2,96*			6,88***		
CV% inter	19,20			24,35			28,61			22,24			18,32		
F.F.D.S	19,48			0,03			3,96			4,29			0,183		
Moy. Gén.é	1,01			0,101			10,96			14,61			0,82		

Caractères	ngr			fgl			fba			art			fet		
	Populati	Moy	E.type	CVE%	Moy	E.type	CVE%	Moy	E.type	CVE%	Moy	E.type	CVE%	Moy	E.type
BR	1,90	1,22	64,34	1,9 a	0,5	15,38	1,9	1,57	15,86	1	0	0	1,9	0,5	15,39
UHI	1,41	1,65	117,61	2,35 ab	0,48	20,94	2	1,41	80,39	1	0	0	2	0	0
MEL	1,6	1,64	102,88	2,3 ab	0,47	20,98	1,7	1,3	28,41	1	0	0	2	0	0
UI	1,73	1,48	85,91	2,13 ab	0,51	24,2	2,06	1,43	28,73	1	0	0	2	0	0
UUI	2	1,14	70,71	2,64 b	0,63	23,96	2,14	1,46	30,75	1	0	0	2	0	0
Fols	0,239 NS			3,69**			1,047 NS			NS			1,29 NS		
CV% inter	87,46			22,26			28,72			NS			6,11		
F.F.D.S	NS			0,63			NS			NS			NS		
Moy. Gén.é	1,72			2,26			1,96			1			1,98		

Moy. : Moyenne ; E type : Ecart type ; CVE% : Coefficient de variation intra-population (p. cent) ; CVInter % : Coefficient de variation interpopulation
 Seuls de signification : 5 % : 2,52 ; 1 % : 3,64 ; 0,1 % : 5,29 ; NS : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; *** : Très hautement significatif

Tableau3 : Lolium perenne. Populations naturelles. Récapitulatif de l'analyse de la variance

Moy. : Moyenne ; E type : Ecart type ; CVI% : Coefficient de variation intra-population (p. cent) ; CVInter % : Coefficient de variation interpopulation

Seuils de signification : 5 % : 2,52 ; 1 % : 3,64 ; 0,1 % : 5,29 ; NS : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; *** : Très hautement significatif

Caractères	Hr			Hr			Iep			NET		
	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%
Populations												
BR	41,10 b	7,73	18,80	0,17	0,03	17,64	23,19 b	2,29	9,87	24,77 b	0,47	1,89
UIH	20,35 a	0,10	0,49	0,16	0,01	6,25	12,44 a	0,03	0,24	18,38 a	0,14	0,25
MEL	21,68 a	4,40	20,29	0,15	0,01	6,66	13,39 a	0,79	5,89	19,60 a	0,11	0,56
UIH	23,66 a	2,59	10,94	0,16	0,01	6,25	12,09 a	1,75	14,47	19,26 a	1,47	7,63
UI	29,17 ab	0,64	2,19	0,16	0,00	0	19,28 b	0,28	1,45	22,38 b	0,97	4,29
Fobs	6,65 *			0,41 (NS)			21,62 **			16,28 **		
CV%inter	1,71			11,5			9,3			4,4		
Moy.Géné.	27,19			0,16			16,08			20,96		

Caractères	hpa			lal			rdl			ngr		
	Moy	E.type	CVI%									
Populations												
BR	0,66	0,01	1,5	0,15b	0,15	6,66	7,79	0,69	8,75	5,21b	0,23	4,41
UIH	0,55	0,02	3,6	0,14 ab	0,14	0	8,18	0,00	0	4,16 ab	0,31	7,4
MEL	0,62	0,06	9,67	0,14 ab	0,14	0	8,20	0,46	5,6	3,44 a	0,52	15,56
UIH	0,55	0,02	3,63	0,13 a	0,13	0	7,73	0,25	6,34	3,94 ab	0,44	11,16
UI	0,63	0,02	3,17	0,15b	0,15	0	8,91	0,02	0,22	4,96 ab	0,01	0,2
Fobs	3,84 NS			12,15 *			2,56 NS			7,00 *		
CV%inter	6,0			2,7			3,3			9,0		
Moy.Géné.	0,60			0,14			8,16			4,35		

Caractères	lal			let			nel			lba		
	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%
Populations												
BR	1,27b	0,10	7,87	1,48b	0,06	4,05	7,12b	0,06	0,84	0,66 c	0,00	0
UIH	0,91 a	0,07	7,69	1,27 a	0,01	0,78	6,21 a	0,10	1,5	0,56 a	0,00	0
MEL	0,97 a	0,02	2,06	1,28 a	0,03	2,34	6,40 a	0,16	2,5	0,38 a	0,01	1,72
UIH	0,92 a	0,02	2,17	1,23 a	0,02	1,62	6,39 a	0,06	0,91	0,57 a	0,00	0
UI	1,22b	0,01	0,81	1,52b	0,00	0	7,09b	0,05	0,7	0,64b	0,00	0
Fobs	15,49 **			26,95 **			18,27 **			245,36 ***		
CV%inter	5,8			2,7			1,6			0,6		
Moy.Géné.	1,06			1,36			6,76			0,60		

Caractères	lcr			lrf			nrd		
	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%
Populations									
BR	7,88b	0,03	0,63	0,45b	0,04	8,80	5,32	0,24	4,51
UIH	5,12 a	0,21	4,1	0,28 a	0,02	7,24	5,36	0,45	8,39
MEL	5,14 a	0,18	3,5	0,30 a	0,00	0	4,76	0,49	10,29
UIH	5,23 a	0,31	5,6	0,30 a	0,03	10	5,85	0,24	4,1
UI	6,03 ab	0,76	12,6	0,42 ab	0,05	11,9	4,50	0,04	0,88
Fobs	14,33 *			10,18 *			4,09 NS		
CV%inter	7,4			10,0			7,2		
Moy.Géné.	5,90			0,53			5,16		

Tableau4: *Lolium perenne*.. Populations expérimentales. Récapitulatif de l'analyse de la variance

Caractères	art			fet		
	Moy	E.type	CVI%	Moy	E.type	CVI%
Populations						
BR	1,13	0,09	7,96	1,52 a	0,02	1,31
UIH	1,11	0,01	0,9	1,84 b	0,14	7,6
MEL	1,00	0,01	1	1,82 b	0,02	1,09
UIH	1,00	0,01	1	2,00 b	0,05	2,05
UI	1,05	0,07	6,66	2,00 b	0,05	2,05
Fobs	2,17 NS			12,54 NS		
CV%inter	5,5			4,3		
Moy.Géné.	1,06			1,84		

Moy. : Moyenne ; E.type : Ecart type ; CVI% : Coefficient de variation intra-population (p. cent) ; CVInter % : Coefficient de variation interpopulation
 Seuils de signification : 5 % : 6,33 ; 1 % : 16 ; 0,1 % : 53,4 ; NS : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; *** : Très hautement significatif

Tableau4 : *Lolium perenne*.. Populations expérimentales. Récapitulatif de l'analyse de la variance (suite)

Moy. : Moyenne ; E.type : Ecart type ; CVI% : Coefficient de variation intra-population (p. cent) ; CVInter % : Coefficient de variation interpopulation

Seuils de signification : 5 % : 6,33 ; 1 % : 16 ; 0,1 % : 53,4 ; NS : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; *** : Très hautement significatif

Caractères	Iba			Iga			Ila			Idl			ngr			Igl	
	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type
AA	0,887 c	0,05	7,49	0,66b	0,038	5,86	0,163 c	0,02	15,29	6,36 a	0,8	10,92	4 ab	1,18	29,38	1,27 a	0,64
BAR	0,587 ab	0,03	6,65	0,56 a	0,05	9,1	0,148 ab	0,02	14,17	8,41 bc	2,4	28,88	2,33 a	1,77	76,17	2,08 b	0,66
KHB	0,733 c	0,07	0,095	0,69b	0,07	10,52	0,162 bc	0,01	9,54	6,6 a	0,69	14,65	5 b	1,24	24,89	2,1 b	0,56
KMH	0,593 b	0,04	7,54	0,57 a	0,03	6,68	0,150 ab	0,02	15,66	7,1 ab	1,56	19,26	3,9 ab	1,96	50,44	2,2 b	0,41
MRC	0,615 b	0,08	13,7	0,58 a	0,05	8,99	0,160 bc	0,01	10,07	10 c	1,75	17,37	5,16 b	4,26	83,35	1,83 ab	0,71
OA	0,546 a	0,04	7,32	0,54 a	0,04	8,23	0,157 a	0,01	10,32	7,1 ab	1,44	20,41	4,5 ab	2,36	52,63	2,3 b	0,48
R	0,549 a	0,06	11,28	0,54 a	0,04	8,75	0,154 ab	0,02	16,42	7,84 ab	1,72	21,99	6 b	3	50	1,69 b	0,47
STA	0,565 ab	0,05	9,69	0,56 a	0,05	10,04	0,146 b	0,01	13,32	9,46 bc	1,76	18,61	2,23 a	1,47	66,36	2,23 b	0,43
Fobs	12,92***			12,29***			2,16*			6,27***			3,77***			4,20***	
CV%inter	9,62			8,77			13,29			20,31			28,17			28,71	
FFDS	0,038			0,051			0,02			1,63			2,40			0,565	
Moy. Gén.	0,61			0,592			0,132			7,98			4,14			1,96	

Caractères	Iap			Iat			Ial			Iat			Igl	
	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type
AA	23,86 b	6,5	26,44	26,18 b	5,87	22,85	1,31 b	0,23	18,5	1,53 bc	0,17	11,31	7 abc	0
BAR	20,96 ab	4,08	19,48	26,41 bc	6,55	24,02	1,4 bc	0,15	11,01	1,59 ab	0,15	11,37	7,08 c	0,28
KHB	18,05 a	5,07	28,14	18,3 a	6,12	33,48	1,37 ab	0,25	18,24	1,49 bc	0,22	15,15	6,3 a	0,82
KMH	18,36 a	2,55	13,89	21,8 ab	4,26	19,55	1,17 a	0,18	16,06	1,27 a	0,2	15,64	6,7 ab	0,67
MRC	22,3 ab	3,32	14,89	27,5 c	6,7	24,39	1,62 c	0,2	12,52	1,67 c	0,22	13,62	7,41 cd	0,66
OA	19,15 ab	4,05	21,19	25,2 b	5,47	21,65	1,17 a	0,14	12,01	1,31 a	0,18	14,22	7 c	0,47
R	19,99 ab	5,17	25,89	28,61 c	5,56	19,45	1,24 ab	0,1	27,47	1,51 bc	0,29	21,36	7,92 d	1,11
STA	20,06 ab	3,19	15,9	19,92 a	4,55	28,86	1,43 bc	0,18	15,26	1,37 ab	0,19	12,92	7,23 bc	0,59
Fobs	2,20*			4,98***			4,97***			4,16***			5,85***	
CV%inter	21,84			23,54			16,62			14,68			9,45	
FFDS	4,36			5,7			0,225			0,211			0,668	
Moy. Gén.	20,24			24,23			1,54			1,44			7,08	

Tableau5: Lolium rigidum, Populations naturelles. Récapitulatif de l'analyse de la variance.

Caractères	Iba			Iat			Ial		
	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%	Moy	E type	CVI%
AA	2,55 c	0,78	34,63	1 a	0	0	1,90 ab	0,94	41,68
BAR	1,75 a	0,62	35,5	1,66 bc	0,48	29,51	1,83 ab	1,02	61,39
KHB	2,9 c	0,31	10,9	1,2 b	0,41	35,05	1,8 ab	1,02	59,22
KMH	2,2 ab	0,63	28,74	1,3 b	0,47	37,13	2,2 b	1,02	51,65
MRC	1,75 a	0,61	35,5	1,25 b	0,44	36,13	2,66 b	0,77	13,53
OA	2 ab	0,47	23,55	1,3 b	0,47	37,13	1,1 a	0,31	0,9
R	2,46 bc	0,65	26,79	1,38 b	0,5	36,66	2,23 b	1	46,65
STA	2,23 ab	0,59	26,83	1,53 bc	0,5	33,89	2,38 b	0,95	35,56
Fobs	4,28***			2,37*			2,86*		
CV%inter	27,71			34,06			53,94		
FFDS	0,6			0,432			0,922		
Moy. Gén.	2,19			1,52			2,01		

Moy. : Moyenne ; E type : Ecart type ; CVI% : Coefficient de variation intra-population (p. cent) ; CVInter % : Coefficient de variation interpopulation
Seuils de signification : 5 % : 2,12 ; 1 % : 2,86 ; 0,1 % : 3,90 ; NS : Non significatif ; * Significatif ; ** : Hautement significatif ; *** : Très hautement significatif

Tableau5: Lolium rigidum. Populations naturelles. Récapitulatif de l'analyse de la variance (suite).

Moy. : Moyenne ; E type : Ecart type ; CVI% : Coefficient de variation intra-population (p. cent) ; CVInter % : Coefficient de variation interpopulation

Seuils de signification : 5 % : 2,12 ; 1 % : 2,86 ; 0,1 % : 3,90 ; NS : Non significatif ; * Significatif ; ** : Hautement significatif ; *** : Très hautement significatif

CARACTERES	Ihg			dthg		
	Moy	Etype	CVI%	Moy	Etype	CVI%
AA	45,05 c	9,07	20,15	0,167	0,02	14,29
R2	39,01 b	11,27	28,9	0,146	0,04	33,83
KHB	29,21 a	11,16	38,2	0,119	0,04	37,39
MRC	39,07 bc	7,81	19,99	0,139	0,03	25,93
KMH	31,64 a	10,29	32,52	0,147	0,03	21,51
BAR	27,42 a	7,32	26,72	0,134	0,02	15,29
STA	32,92 ab	5,21	15,83	0,129	0,03	24,51
FOBS	5,59**			NS		
CV% INTER	25,86			24,74		
FFDS	9,61			0,036		
Moy. Gén.	34,90			0,13		

Seuils de signification : 5 % : 2,22 ; 1 % : 3,04 ; 0,1 % : 4,23 ; NS : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; *** : Très hautement significatif

Tableau5: Lolium rigidum. Populations naturelles (sans la population OA)

Seuils de signification : 5 % : 2,22 ; 1 % : 3,04 ; 0,1 % : 4,23 ; NS : Non significatif ;

* : Significatif ; ** : Hautement significatif ; *** : Très hautement significatif

CARACTERES	Hr			Hr			lep			net		
	Moy	E. type	CVI%	Moy	E. type	CVI%	Moy	E. type	CVI%	Moy	E. type	CVI%
KHB	38,78 b	1,29	3,32	0,18	0,04	22,22	24,15	1,24	5,13	25,19 a	1,53	6,07
R2	29,26 a	1,93	6,59	0,17	0,05	29,41	21,81	2,81	1,52	28,31 ab	3,78	13,25
AA	37,28 b	2,61	7	0,17	0,06	35,29	23,56	1,08	4,38	26,06 a	0,38	2,22
MRC	42,87 b	2,44	4,69	0,19	0,06	31,57	24,52	0,09	0,36	31,68 ab	0,86	2,71
OA	41,26 b	2,04	4,94	0,18	0,07	38,88	23,01	1,57	6,82	29,62 ab	0,22	0,74
KMH	37,04 b	0,85	2,29	0,19	0,04	21,05	21,8	0,60	2,75	28,47 ab	1,16	4,07
BAR	49,08 c	2,38	5,25	0,20	0,05	25	25,17	0,46	1,82	33,01 b	0,44	1,33
STA	38,89 b	2,8	7,19	0,48	0,07	77,08	22,98	1,08	4,7	31,00 b	1,00	3,22
FDBS	11,85 **			102 (NS)			5,00 NS			5,07 *		
CV% INTER	5,9			68,2			4,3			5,8		
Moy. Gén.	39,21			0,22			22,37			29,17		

CARACTERES	lal			let			ngl			lna		
	Moy	E. type	CVI%	Moy	E. type	CVI%	Moy	E. type	CVI%	Moy	E. type	CVI%
KHB	1,42 ab	1,42	1,4	1,60	0,02	1,25	7,10 ab	0,01	0,14	0,68b	0,00	0
R2	1,35 a	1,35	2,96	1,56	0,05	3,2	7,41 ab	0,11	1,48	0,57 a	0,00	0
AA	1,36 ab	1,36	2,94	1,89	0,36	19,04	6,60 a	0,03	0,44	0,68b	0,00	0
MRC	1,43b	1,43	0,69	1,63	0,02	1,22	7,30 ab	0,30	4,1	0,57 a	0,01	1,75
OA	1,34 a	1,34	0	1,54	0,00	0	7,13 ab	0,27	3,78	0,67 a	0,00	0
KMH	1,38 ab	1,38	0,72	1,69	0,23	13,6	7,17 ab	0,22	3,06	0,58 a	0,01	1,72
BAR	1,48 ab	1,48	4,05	1,63	0,02	1,22	7,80b	0,22	2,82	0,59 a	0,01	1,69
STA	1,50b	1,5	4,05	1,67	0,03	1,19	7,30 ab	0,05	0,68	0,59 a	0,01	1,69
FDBS	6,43 *			0,90 NS			5,04 *			8,08 ***		
CV% inter	2,4			9,8			2,7			1,2		
Moy. Gén.	1,41			1,65			7,24			0,60		

CARACTERES	lpa			lal			rll			ngr		
	Moy	E. type	CVI%	Moy	E. type	CVI%	Moy	E. type	CVI%	Moy	E. type	CVI%
KHB	0,69b	0,01	1,44	0,16b	0,16	0	8,66	0,57	6,58	5,83 abc	0,70	12
R2	0,57 a	0,01	1,75	0,15 a	0,15	0	10,6	0,09	0,84	4,70 ab	0,72	15,31
AA	0,67b	0,02	2,98	0,16b	0,16	0	8,39	0,35	4,07	4,30 a	0,03	0,69
MRC	0,57 a	0,01	1,75	0,15 a	0,15	0	7,77	3,26	41,95	7,11bc	0,01	0,14
OA	0,58 a	0,01	1,72	0,14 a	0,14	0	9,90	1,04	10,5	7,82 c	0,37	4,73
KMH	0,57 a	0,00	0	0,16 a	0,16	0	10,06	0,12	1,92	6,69 abc	0,09	1,34
BAR	0,58 a	0,02	3,44	0,16 a	0,16	0	10,30	0,51	4,85	6,29 abc	0,30	4,76
STA	0,59 a	0,00	0	0,15 a	0,15	0	10,73	0,39	5,49	6,18 abc	1,49	24,11
FDBS	37,76 ***			44,24 ***			1,53 NS			5,37 *		
CV% INTER	1,9			1,0			14,1			11,5		
Moy. Gén.	0,60			0,15			9,60			6,12		

Tableau 6: *Lolium rigidum*. Populations expérimentales. Récapitulatif de l'analyse de la variance.

CARACTERES	igl			FLM			art			FET		
	Moy	E. type	CVI%									
KHB	1,67b	0,01	0,59	2,20 ab	0,28	12,72	1,09 a	1,09	6,42	1,49	0,02	1,34
R2	1,85b	0,02	1,08	1,94 ab	0,12	6,18	1,62b	1,62	0,61	1,47	0,01	0,68
AA	1,92b	0,06	3,12	2,40b	0,09	3,75	1,11 ab	1,22	4,09	1,41	0,20	14,38
MRC	1,87b	0,14	7,48	2,09 ab	0,04	1,91	1,60b	1,60	15,62	1,54	0,42	27,27
OA	1,86b	0,04	2,15	1,77 a	0,00	0	1,50 ab	1,50	7,23	1,63	0,22	13,49
KMH	1,32 a	0,16	12,12	2,00 ab	0,16	8	1,44 ab	1,44	6,25	2,14	0,35	16,35
BAR	1,35 a	0,12	8,75	1,68 a	0,04	2,38	1,67b	1,67	2,99	2,15	0,11	5,11
STA	1,85b	0,18	33,3	2,10 ab	0,10	4,76	1,52 ab	1,52	5,92	1,50	0,61	40,66
FDBS	8,55 **			5,32 *			2,61 *			1,66 NS		
CV% INTER	6,9			7,0			8,4			19,9		
Moy. Gén.	1,71			2,02			1,46			1,87		

CARACTERES	log			laf			rad		
	Moy	E. type	CVI%	Moy	E. type	CVI%	Moy	E. type	CVI%
KHB	7,91 ab	0,82	10,36	0,30 ab	0,03	6	4,95 a	4,95	1,01
R2	7,38 ab	0,95	12,53	0,52 ab	0,05	9,61	4,64 ab	4,64	0,21
AA	7,71 ab	0,05	0,64	0,43 a	0,02	4,65	5,10 a	5,10	4,11
MRC	8,49 ab	0,26	4,24	0,55 ab	0,05	9,09	5,68 ab	5,68	0,88
OA	7,07 a	0,57	8,06	0,50 ab	0,03	6	6,03 ab	6,03	0,49
KMH	8,73 ab	0,08	0,91	0,56b	0,01	1,78	5,22 ab	5,22	2,49
BAR	10,06 b	0,84	8,34	0,60b	0,05	8,53	5,91b	5,91	0,84
STA	8,40 ab	0,04	0,47	0,58b	0,00	0	5,76 ab	5,76	1,28
FDBS	4,24 *			5,04 *			46,48 ***		
CV% inter	7,6			6,7			1,9		
Moy. Gén.	8,24			0,53			5,41		

Moy. : Moyenne ; E type : Ecart type ; CVI% : Coefficient de variation intra-population (en cent) ; CVinter % : Coefficient de variation interpopulation.
 Seuils de signification : 5 % : 3,79 ; 1 % : 6,99 ; 0,1 % : 15 ; NS : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif ; *** : Très hautement significatif

Tableau 6: *Lolium rigidum*. Populations expérimentales. Récapitulatif de l'analyse de la variance (suite).

Moy, : Moyenne ; E type : Ecart type ; CVI%: Coefficient de variation intra-population (p. cent) ; CVInter % : Coefficient de variation interpopulation

Seuils de signification : 5 % : 3,79 ; 1 % : 6,99 ; 0,1 % : 15 ; NS : Non significatif ; * : Significatif ; ** : Hautement significatif*** : Très hautement significatif

Annexe II

Caractères	Forme de la lemme (flm)%			Forme de la gume (fgl)%			Forme de la paleole (fpa)%			Aristation de la lemme (art)%		Forme de l'épillet (fet)%		
	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	Mutique	Aristé	Lancéolée	étroitement	oblongue
AD	13,33	66,66	20	6,66	73,33	20	86,66	13,33	0	60	40	90	10	0
MUM	33,33	58,33	8,33	33,33	50	16,66	16,66	0	83,33	25	75	0	75	25
RI	23,07	30,76	46,15	7,69	61,53	30,76	23,01	69,23	7,69	92,30	7,69	15,38	0	84,66
BAM	30,76	69,23	0	7,69	38,46	53,84	7,69	69,23	23,67	38,46	61,53	38,46	61,53	0

Tableau 1 : Pourcentages des caractères qualitatifs dans les populations naturelles de *Lolium multiflorum*

Caractères	Forme de la lemme (flm)%			Forme de la gume (fgl)%			Forme de la paleole (fpa)%			Aristation de la lemme (art)%		Forme de l'épillet (fet)%		
	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	Mutique	Aristé	Lancéolée	étroitement	oblongue
AD	8,57	14,28	77,14	34,28	51,42	14,28	100	0	0	48,57	57,42	0	0	100
MUM	25,71	74,28	0	57,14	42,85	0	0	100	0	31,42	68,57	85,71	0	14,28
RI	25,71	42,85	31,42	42,85	40	17,14	25,7	54,28	20	80	20	0	0	100
BAM	48,57	31,42	20	58	39,15	2,85	0	88,57	11,42	22,85	77,14	5,7	5,7	91,42

Tableau 2 : Pourcentages des caractères qualitatifs dans les populations expérimentales de *Lolium multiflorum*

Caractères	Forme de la lemme (flm) %			Forme de la gume (fgl) %			Forme de la paleole (fpa) %			Aristation de la lemme (art) %		Forme de l'épillet (fet) %		
	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	Mutique	Aristé	Lancéolée	étroitement lancéolée	oblongue
UII	27,27	63,63	45,45	36,36	9,09	18,18	18,18	63,63	18,18	36,36	63,63	72,72	27,27	0
UI	25	58,33	16,66	0	33,33	66,66	0	66,66	33,33	33,33	66,66	83,33	8,3	8,3
MEL	17,64	64,070	17,69	0	67,70	35,29	100	0	0	100	0	0	100	0
BR	18,18	36,36	45,45	9,09	81,81	9,09	18,18	81,81	0	100	0	45,45	18,18	36,36
UIII	0	10	90	10	41,17	20	10	90	0	80	20	60	0	40

Tableau 3 : Pourcentages des caractères qualitatifs dans les populations naturelles de *Lolium perenne*

Caractères	Forme de la lemme (flm) %			Forme de la gume (fgl) %			Forme de la paleole (fpa) %			Aristation de la lemme (art) %		Forme de l'épillet (fet) %		
	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	Mutique	Aristé	Lancéolée	étroitement lancéolée	oblongue
UII	34,28	45,71	20	2,85	68,57	25,71	22,85	77,14	0	88,57	11,42	42,85	40	14,28
UI	25,7	51,42	22,85	8,57	60	31,42	77,14	22,85	0	91,42	8,57	0	100	0
MEL	14,28	80	25,71	8,57	60	31	42	51,42	48,57	100	0	20	80	0
BR	5,71	54,28	40	51,42	45,71	2,85	51,42	48,57	0	94,28	5,71	48,57	51,42	0
UIII	74,28	20	5,7	20	51,42	28,57	0	100	0	100	0	0	100	0

Tableau 4 : Pourcentages des caractères qualitatifs dans les populations expérimentales de *Lolium perenne*

Caractères	Forme de la lemme (flm)%			Forme de la gume (fgl)%			Forme de la paleole (fpa)%			Aristation de la lemme (art)%		Forme de l'épillet (fet)%		
	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	Mutique	Aristé	Lancéolée	étroitement	oblongue
KIB	6,25	18,75	75	62,5	56,25	37,5	18,75	0	81,25	93,7	6,25	18,75	0	68,75
RI	33,33	58,33	33	16,66	58,33	16,66	9,09	90,90	0	100	0	9,09	90,09	0
AA	9,09	0	0,90	9,09	90,09	0	100	0	0	100	0	0	100	0
KMH	10	80	10	0	70	30	80	20	0	70	30	90	10	0
BAR	7,69	61,53	30,76	0	76,92	23,07	15,38	96,23	15,38	46,15	53,84	30,76	0	69,23
STA	14,28	57,14	28,57	7,14	21,42	71,42	57,14	42,85	0	0	100	0	0	100
UA	10	60	30	0	80	20	0	80	20	70	30	40	0	60
MGR	30	70	0	0	70	30	30	70	0	100	0	0	100	0

Tableau 5 : Pourcentages des caractères qualitatifs dans les populations naturelles de *Lolium rigidum*

Caractères Populations	Forme de la lemme (lm)%			Forme de la glume (gl)%			Forme de la paleole (pa)%			Aristation de la lemme (ar)%		Forme de l'églet (eg)%		
	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	oblongue	subaigué	aigué	Mutique	Aristé	Lancéolée	étroitement	oblongue
KHB	14,28	68,57	14,28	37,14	62,85	0	17,14	82,85	0	91,42	8,57	80	0	20
R2	20	51,42	25,71	42,85	34,28	22,85	2,85	97,14	0	2,85	97,14	65,71	25,71	8,57
AA	0	48,57	48,57	25,71	54,28	20	20	80	0	77,14	22,85	77,14	20	0
KMH	8,57	68,57	22,34	82,85	17,14	0	14,28	85,71	0	42,85	57,14	34,28	0	65,71
BAH	37,14	54,28	11,42	60	40	0	17,14	2,85	80	31,42	68,57	48,57	2,85	48,57
STA	14,28	65,71	20	31,42	68,57	0	2,85	97,14	0	48,57	51,42	57,14	0	42,85
OA	28,57	62,85	8,57	217,14	80	2,85	0	100	0	37,14	62,85	80	20	0
MGR	5,71	80	14,28	8,57	88,57	2,85	20	80	0	17,14	82,85	91,42	0	8,57

Tableau 6 : Pourcentages des caractères qualitatifs dans les populations expérimentales de *Lolium rigidum*

Annexe III

	ltg	dtg	lep	net	lgl	let	ngl	llm	lpa	lal	nfl	ngr	alt	prt	ph	n	ct	ca	mo	cn
ltg	1,000																			
dtg	0,418	1,000																		
lep	0,147	0,022	1,000																	
net	0,167	0,018	0,600	1,000																
lgl	0,208	-0,114	0,217	0,163	1,000															
let	-0,097	-0,035	-0,030	-0,394	0,373	1,000														
ngl	0,279	-0,011	0,287	0,297	0,438	-0,171	1,000													
llm	-0,246	0,122	-0,239	-0,558	-0,101	0,538	-0,386	1,000												
lpa	-0,098	0,120	-0,207	-0,520	-0,111	0,550	-0,272	0,876	1,000											
lal	0,181	0,239	-0,206	-0,228	-0,088	0,193	0,014	0,241	0,381	1,000										
nfl	0,246	0,130	-0,101	-0,035	0,354	0,329	0,219	0,181	0,187	0,166	1,000									
ngr	-0,010	-0,005	-0,102	-0,173	-0,046	0,196	-0,090	0,269	0,247	0,204	0,314	1,000								
alt	-0,199	0,201	-0,317	-0,132	-0,444	0,054	-0,319	0,421	0,377	0,030	-0,227	0,033	1,000							
prt	0,050	-0,174	0,206	0,586	0,093	-0,520	0,376	-0,763	-0,712	-0,313	-0,233	-0,138	-0,205	1,000						
ph	0,347	0,081	0,103	-0,199	0,404	0,288	0,138	0,153	0,160	0,220	0,428	-0,047	-0,593	-0,577	1,000					
n	-0,155	0,048	-0,135	0,286	-0,334	-0,313	-0,029	-0,158	-0,161	-0,194	-0,368	-0,060	0,790	0,519	-0,883	1,000				
ct	-0,472	0,001	-0,251	-0,571	-0,431	0,381	-0,594	0,706	0,642	0,156	-0,097	0,283	0,369	-0,611	-0,187	-0,082	1,000			
ca	-0,272	-0,210	0,072	0,337	-0,201	-0,389	0,049	-0,455	-0,436	-0,285	-0,370	0,023	0,039	0,828	-0,865	0,628	-0,063	1,000		
mo	-0,272	-0,210	0,072	0,337	-0,201	-0,389	0,049	-0,455	-0,436	-0,285	-0,369	0,023	0,039	0,828	-0,865	0,628	-0,063	1,000	1,000	
cn	-0,300	-0,276	0,126	0,240	-0,133	-0,306	0,025	-0,428	-0,408	-0,249	-0,296	0,076	-0,240	0,790	-0,680	0,321	0,039	0,936	0,936	1,000

r théorique = 0,273 au seuil de 5%
 = 0,521 au seuil de 1%
 = 0,854 au seuil de 0,01%

*: Test significatif
 **: Test hautement significatif
 ***: Test très hautement significatif

Tableau 1 : Matrice des corrélations . *Lolium multiflorum*. Populations naturelles

	lep	net	ltg	dtg	nfl	ngr	lpa	let	lgl	llm	lal	ngl	log	laf	nnd	fp	fi	de	pe	df
lep	1,000																			
net	0,518 ***	1,000																		
ltg	0,360 ***	0,439 ***	1,000																	
dtg	0,136	-0,017	0,184	1,000																
nfl	0,192	0,090	0,116	0,032	1,000															
ngr	0,247 *	0,059	0,093	0,123	0,349 ***	1,000														
lpa	0,272 **	-0,220 *	-0,146	0,220 *	0,220 *	0,351 ***	1,000													
let	0,078	-0,037	0,103	-0,048	0,194	-0,087	0,156	1,000												
lgl	0,344 ***	0,229 *	0,226 *	0,117	0,031	0,111	-0,031	0,124	1,000											
llm	0,129	-0,375 ***	-0,239 *	0,138	0,233 **	0,339 ***	0,858 ***	0,132	-0,168	1,000										
lal	-0,013	-0,206 *	-0,044	0,091	0,149	0,128	0,282 *	0,100	-0,152	0,334 ***	1,000									
ngl	0,048	0,175	0,217 *	-0,006	0,025	-0,132	-0,153	0,088	0,185	-0,193	-0,070	1,000								
log	0,292 **	-0,068	-0,065	0,143	0,289 **	0,251 *	0,507 ***	-0,042	-0,180	0,469 ***	0,238 *	-0,041	1,000							
laf	0,269 **	-0,074	-0,033	0,160	0,259 **	0,301 **	0,402 ***	-0,029	-0,172	0,505 ***	0,264 **	-0,034	0,591 ***	1,000						
nnd	0,140	0,462 ***	0,373 ***	-0,013	-0,049	-0,113	-0,311 **	-0,129	0,233 *	-0,441 **	-0,266 **	0,151	-0,247 *	-0,229 *	1,000					
fp	0,158	0,237 *	0,344 **	0,116	0,073	-0,031	-0,069	-0,091	0,018	-0,091	-0,061	0,162	0,177	0,193	0,147	1,000				
fi	-0,015	-0,489 ***	-0,298 **	0,086	0,243 **	0,312 **	0,715 ***	0,079	-0,477 ***	0,831 ***	0,463 **	-0,246 *	0,533 ***	0,516 ***	-0,506 **	-0,204 *	1,000			
de	0,124	0,619 ***	0,369 ***	-0,065	-0,164 *	-0,254 **	-0,671 ***	-0,121	0,380 ***	-0,803 ***	-0,446 ***	0,246 *	-0,402 ***	-0,391 ***	0,626 ***	0,249 *	-0,934 ***	1,000		
pe	0,136	0,627 ***	0,347 ***	-0,073	-0,151 *	-0,234 **	-0,650 ***	-0,122	0,351 ***	-0,784 ***	-0,434 ***	0,226 *	-0,387 ***	-0,380 ***	0,643 ***	0,137 *	-0,890 ***	0,988 ***	1,000	
df	0,028	0,511 ***	0,299 **	-0,090	-0,236 *	-0,306 **	-0,717 ***	-0,084	0,467 ***	-0,838 ***	-0,466 ***	0,242 *	-0,528 ***	-0,513 ***	0,531 ***	0,164	-0,997 ***	0,953 ***	0,920 ***	1,000

r théorique = 0,194 au seuil de 5%
= 0,254 au seuil de 1%
= 0,321 au seuil de 0,1%

* : Test significatif
** : Test hautement significatif
*** : Test très hautement significatif

Tableau 2 : Matrice des corrélations .
Lolium multiflorum. Populations expérimentales

Analyse de la variabilité génétique de quelques espèces du genre *Lolium* L.

	ltg	dtg	lep	net	lg	let	ng	llm	lpa	lal	nfl	ngr	alt	prt	ph	n	ct	ca	mo	cn
ltg	1.000																			
dtg	0.347**	1.000																		
lep	0.341**	0.275*	1.000																	
net	0.234	0.218	0.657***	1.000																
lg	0.216	0.175	0.392**	0.058	1.000															
let	0.380**	0.083	0.369	0.164	0.552***	1.000														
ng	0.290	0.154	0.344**	0.082	0.424***	0.345**	1.000													
llm	0.412***	-0.016	0.399***	0.117	0.501***	0.417**	0.339**	1.000												
lpa	0.263*	0.052	0.424***	0.154	0.611***	0.411***	0.390**	0.800***	1.000											
lal	-0.001	0.001	0.167	0.027	0.226	-0.065	0.222	0.307*	0.425***	1.000										
nfl	0.437***	-0.038	0.433***	0.236	0.321*	0.511***	0.303*	0.297*	0.224	-0.062	1.000									
ngr	0.070	0.201	0.233	0.149	0.113	0.020	0.021	-0.077	0.026	-0.025	0.211	1.000								
alt	-0.028	-0.120	0.272*	-0.065	0.519	0.104	0.363***	0.257*	0.396*	0.290	0.057	0.098	1.000							
prt	-0.160	0.186	-0.287*	-0.125	-0.417***	-0.206	-0.304*	-0.257*	-0.408***	-0.222	-0.136	-0.047	-0.850***	1.000						
ph	0.545***	0.047	0.338**	0.246*	0.119	0.430**	0.382**	0.277*	0.229	-0.080	0.385**	-0.098	0.033	-0.330**	1.000					
n	-0.097	0.167	-0.233**	0.063	-0.304*	-0.157	-0.367**	-0.249	-0.331***	-0.205	-0.107	0.031	-0.540***	0.529***	-0.576***	1.000				
ct	0.611***	0.185	0.287*	0.366**	-0.004	0.436***	0.238	0.189	0.085	-0.225	0.414***	-0.074	-0.217	-0.148	0.765***	0.060	1.000			
ca	0.031	0.353**	-0.072	-0.028	-0.193	-0.019	-0.086	-0.112	-0.290**	-0.245*	0.048	0.015	-0.552***	0.753***	-0.321**	0.739***	0.135	1.000		
mo	0.080	0.370**	-0.030	-0.006	-0.161	0.025	-0.039	-0.079	-0.262*	-0.248*	0.089	0.014	-0.517***	0.707***	-0.256*	0.710***	0.201	0.996***	1.000	
cn	0.134	0.228	0.267*	-0.154	0.274*	0.190	0.451***	0.234	0.138	0.020	0.205	0.009	0.226	0.123	0.289**	-0.444***	0.003	0.255*	0.294*	1.000

r théorique = 0.240 au seuil de 5%
 = 0.313 au seuil de 1%
 = 0.393 au seuil de 0.01%

* : Test significatif
 ** : Test hautement significatif
 *** : Test hautement significatif

Tableau 3 : Matrice des corrélations . *Lolium perenne*. Populations naturelles

	lep	net	ltg	dtg	nfl	ngr	lpa	let	lgl	llm	lal	ngl	log	laf	nnd	art	fp	fl	de	pe	df	
lep	1,000																					
net	0,661	1,000																				
ltg	0,486	0,352	1,000																			
dtg	0,010	-0,041	0,049	1,000																		
nfl	0,094	-0,014	0,054	0,166	1,000																	
ngr	0,319	0,206	0,231	-0,105	0,183	1,000																
lpa	0,376	0,296	0,379	0,013	-0,009	0,147	1,000															
let	0,578	0,360	0,287	0,063	0,447	0,300	0,547	1,000														
lgl	0,633	0,410	0,295	0,005	0,244	0,217	0,503	0,601	1,000													
llm	0,515	0,278	0,335	0,026	0,071	0,137	0,831	0,555	0,514	1,000												
lal	0,341	0,142	0,154	0,035	0,095	0,044	0,315	0,392	0,327	0,338	1,000											
ngl	0,271	0,194	0,288	-0,071	0,023	0,030	0,217	0,189	0,260	0,171	0,225	1,000										
log	0,374	0,245	0,393	0,050	0,033	0,138	0,374	0,281	0,193	0,275	0,194	0,086	1,000									
laf	0,429	0,310	0,407	-0,092	0,033	0,162	0,322	0,257	0,276	0,248	0,213	0,253	0,642	1,000								
nnd	-0,042	0,054	0,306	0,083	0,048	-0,006	-0,172	-0,127	-0,051	-0,135	-0,036	0,010	0,056	-0,010	1,000							
art	0,008	-0,095	-0,021	-0,001	0,024	-0,024	0,137	0,038	0,088	0,055	0,014	0,042	0,035	0,029	0,053	1,000						
fp	0,116	0,177	0,257	-0,016	-0,282	-0,043	-0,096	-0,160	-0,049	-0,062	-0,112	-0,048	0,345	0,221	0,259	-0,112	1,000					
fl	-0,477	-0,261	-0,335	0,031	0,059	-0,261	-0,424	-0,344	-0,371	-0,418	-0,274	-0,335	-0,265	-0,378	0,244	-0,175	-0,086	1,000				
de	-0,649	-0,405	-0,580	0,075	0,098	-0,130	-0,377	-0,368	-0,446	-0,519	-0,279	-0,350	-0,411	-0,542	0,230	-0,040	-0,260	0,603	1,000			
pe	-0,588	-0,377	-0,541	0,070	0,139	-0,089	-0,523	-0,293	-0,385	-0,460	-0,228	-0,291	-0,431	-0,507	0,188	-0,025	-0,432	0,490	0,370	1,000		
df	-0,621	-0,400	-0,545	0,055	0,169	-0,230	-0,550	-0,332	-0,415	-0,515	-0,263	-0,358	-0,451	-0,548	0,161	-0,093	-0,217	0,856	0,870	0,818	1,000	

r théorique = 0,194 au seuil de 5%
 = 0,254 au seuil de 1%
 = 0,321 au seuil de 0.01%

* : Test significatif
 ** : Test hautement significatif
 *** : Test très hautement significatif

Tableau 4 : Matrice des corrélations . Lolium perenne. Populations expérimentales

	ltg	gtd	lep	net	lgl	let	ngl	llm	lpa	lal	nfl	ngr	alt	prt	ph	n	ct	ca	mo	cn	
ltg	1,000																				
gtd	0,467	1,000																			
lep	0,396	0,286	1,000																		
net	0,178	0,302	0,582	1,000																	
lgl	0,041	0,128	0,218	0,100	1,000																
let	-0,014	0,190	0,184	0,129	0,896	1,000															
ngl	-0,235	-0,069	0,047	0,121	-0,002	-0,007	1,000														
llm	0,146	0,024	0,166	-0,113	0,307	0,394	-0,323	1,000													
lpa	0,179	0,116	0,169	-0,034	0,268	0,380	-0,293	0,835	1,000												
lal	0,067	0,003	0,263	0,129	0,366	0,313	-0,060	0,405	0,326	1,000											
nfl	0,079	0,119	0,047	0,075	0,477	0,376	0,146	-0,166	-0,182	0,186	1,000										
ngr	-0,096	0,139	-0,110	0,147	0,063	0,069	0,041	0,120	0,112	0,180	0,201	1,000									
alt	0,334	0,148	0,089	-0,109	-0,150	-0,005	-0,374	0,531	0,610	0,179	-0,416	-0,005	1,000								
prt	0,261	0,096	0,117	-0,066	0,269	0,134	-0,208	0,054	0,049	-0,059	0,186	-0,384	0,155	1,000							
ph	-0,275	-0,134	-0,167	0,003	-0,290	-0,158	0,097	0,082	0,075	0,088	-0,294	0,406	-0,004	-0,964	1,000						
n	0,136	0,065	0,124	0,047	0,178	0,048	0,171	-0,412	-0,383	-0,202	0,373	-0,410	-0,365	0,651	-0,785	1,000					
ct	0,125	0,052	0,123	-0,240	0,298	0,345	-0,173	0,192	0,224	0,053	0,265	-0,166	0,065	0,282	-0,356	0,167	1,000				
ca	0,285	0,227	0,303	0,112	0,351	0,307	0,010	0,011	0,029	0,012	0,345	-0,291	0,099	0,810	-0,890	0,681	0,512	1,000			
mo	0,284	0,227	0,303	0,112	0,351	0,307	0,010	0,011	0,029	0,013	0,345	-0,291	0,098	0,810	-0,890	0,681	0,512	1,000	1,000		
cn	0,321	0,262	0,303	0,079	0,322	0,353	-0,146	0,297	0,311	0,150	0,188	-0,117	0,395	0,603	-0,624	0,174	0,641	0,829	0,829	1,000	

r théorique = 0,230 au seuil de 5%
 = 0,284 au seuil de 1%
 = 0,359 au seuil de 0.01%

* : Test significatif
 ** : Test hautement significatif
 *** : Test très hautement significatif

Tableau 5 : Matrice des corrélations . Lolium rigidum. Populations naturelles

Analyse de la variabilité génétique de quelques espèces du genre *Lolium* L.

	lep	net	ltg	dtg	nfl	ngr	lpa	let	lgl	llm	lal	ngl	log	laf	nnd	fp	fi	de	pe	df
lep	1,000																			
net	0,440 ***	1,000																		
ltg	0,305 **	0,425 ***	1,000																	
dtg	0,071	0,149	0,133	1,000																
nfl	0,199	0,278 **	0,132	0,070	1,000															
ngr	0,132	0,193	0,200 **	0,142	0,372 ***	1,000														
lpa	0,133	-0,244 **	-0,003	-0,061	-0,181	-0,188	1,000													
let	0,052	-0,064	-0,019	-0,016	0,106	-0,026	0,216 *	1,000												
lgl	0,366 ***	0,043	0,199	0,040	0,200	0,190	0,199	0,127	1,000											
llm	0,118	-0,252 *	-0,053	-0,054	-0,196 *	-0,211 *	0,639 ***	0,231 **	0,182	1,000										
lal	0,043	-0,046	0,114	-0,007	-0,008	-0,004	0,253 *	0,109	0,092	0,322 ***	1,000									
ngl	0,139	0,161	0,056	0,048	0,120	0,068	-0,079	-0,071	0,116	-0,122	0,023	1,000								
log	0,264 **	0,300 **	0,391 ***	0,088	0,211 *	0,183	-0,021	0,084	0,226 *	-0,005	0,112	0,249 *	1,000							
laf	0,199 *	0,335 ***	0,341 ***	0,077	0,197 *	0,265	-0,150	-0,068	0,200 *	-0,141	0,116	0,264 **	0,653 ***	1,000						
nnd	0,202 *	0,376 ***	0,349 ***	0,049	0,228 *	0,230 *	-0,146	-0,000	0,130	-0,125	0,034	0,094	0,187	0,211 *	1,000					
fp	0,095	0,376 ***	0,186	-0,012	0,302 **	0,297 **	-0,346 ***	-0,056	0,070	-0,384 ***	-0,296 **	0,083	0,035	0,154	0,346 ***	1,000				
fi	-0,057	-0,020	-0,258 **	-0,107	0,175	-0,096	-0,196 *	-0,039	-0,112	-0,233 *	-0,320 **	0,068	-0,259 **	-0,143	-0,016	0,567 ***	1,000			
de	-0,003	0,019	0,091	-0,038	-0,156	-0,038	0,178	0,141	-0,047	0,246 *	0,230 *	-0,155	218 *	-0,092	0,025	-0,224 **	-0,350 ***	1,000		
pe	-0,092	-0,081	-0,020	-0,012	-0,109	-0,022	0,190	0,094	-0,047	0,217 *	0,225 *	-0,066	0,008	-0,135	-0,056	-0,117	0,002	0,747 ***	1,000	
df	-0,083	-0,006	-0,008	-0,029	-0,018	0,014	0,007	0,076	-0,079	0,041	0,133	-0,009	0,030	-0,106	0,004	0,000	0,136	0,730 ***	0,932 ***	1,000

r théorique = 0,194 au seuil de 5%
 = 0,254 au seuil de 1%
 = 0,321 au seuil de 0,01%

*: Test significatif
 **: Test hautement significatif
 ***: Test très hautement significatif

Tableau 6 : Matrice des corrélations. *Lolium rigidum*. Populations expérimentales