

Evaluation agronomique d'une collection de populations tunisiennes de *Lolium perenne* L.

S. Ghariani¹, M. Chakroun²,
N. Trifi-Farah¹, S. Marghali¹, M. Marrakchi¹

La sauvegarde et la valorisation des graminées fourragères deviennent une priorité absolue en Tunisie, en particulier pour le ray-grass anglais. Une évaluation agronomique des populations locales a été menée en vue d'élaborer un programme d'amélioration du ray-grass anglais en Tunisie.

RÉSUMÉ

Les potentialités agronomiques de 16 populations tunisiennes de ray-grass anglais et d'un cultivar local ont été étudiées. La production de matière sèche, la vigueur printanière, la repousse, la précocité, le rendement en grain et ses composantes ont été analysés ainsi que 8 facteurs éco-édaphiques. Une AFC analyse les relations entre variables agronomiques d'une part et entre variables agronomiques et facteurs éco-édaphiques d'autre part. Les différences entre les populations sont statistiquement significatives. On constate l'existence d'un groupe de populations caractérisées par un bon rendement grainier et un groupe caractérisé par une bonne production fourragère et la précocité.

MOTS CLÉS

Facteur milieu, population naturelle, prospection génétique, ray-grass anglais, ressources génétiques, Tunisie, variabilité génétique.

KEY-WORDS

Environment factor, genetic resources, genetic variation, natural population, perennial ryegrass, plant collection, Tunisia.

AUTEURS

1 : Laboratoire de Génétique Moléculaire, Immunologie et Biotechnologie, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire, 2092 El Manar (Tunisie) ; neila.trifi@fst.rnu.tn

2 : Laboratoire des Productions Animales et Fourragères, Institut National de la Recherche Agronomique de Tunisie, Rue Hedy Karray, 2049 Ariana (Tunisie).

Le ray-grass anglais (*Lolium perenne* L.) est une graminée vivace qui joue un rôle primordial au nord de la Tunisie dans l'alimentation du bétail et contribue à la limitation de l'érosion des sols par la fixation des bas-côtés des routes et des terrains en pente. Il participe également en tant que gazon à l'établissement des espaces récréatifs (CHAKROUN *et al.*, 1995). Bien que cette espèce n'occupe pas de larges superficies, elle est très appréciée pour ses qualités fourragères, en particulier sa persistance, sa haute valeur nutritive et son appétibilité (ANDERSON *et al.*, 1999).

Durant les deux dernières décennies, **l'introduction de cultivars européens de ray-grass anglais a échoué à cause de leurs faibles performances et de la perte de leur persistance dans l'environnement tunisien** (CHAKROUN *et al.*, 1995). Actuellement, Thibar est la seule variété-population enregistrée au catalogue tunisien et cultivée au nord et au nord-ouest du pays. La valeur potentielle des populations locales nord-africaines a été illustrée par REED (1996) qui a indiqué que le ray-grass anglais est très apprécié pour sa bonne persistance. Néanmoins, l'exploitation du ray-grass se base essentiellement sur la variabilité génétique disponible dans les ressources spontanées. Cependant, il est indispensable d'effectuer rapidement une évaluation agronomique adéquate pour élaborer un programme d'amélioration du ray-grass anglais en Tunisie.

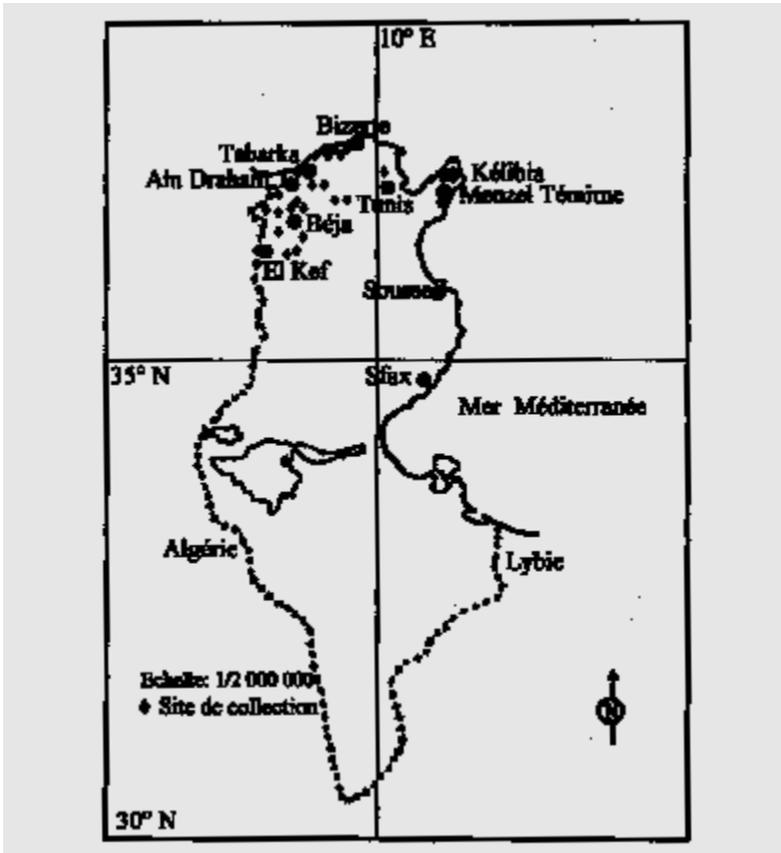


FIGURE 1 : Localisation des sites de collection en Tunisie.

FIGURE 1 : Location of the 10 collection sites in Tunisia.

L'objectif de ce travail est d'étudier les potentialités agronomiques de 16 populations naturelles de ray-grass anglais tunisien à partir des ressources génétiques collectées. La persistance, le rendement en grain et en fourrage sont les caractères majeurs pour une meilleure exploitation de ces populations dans des programmes d'amélioration de cette espèce.

1. Matériel et méthodes

■ Collection des populations étudiées

La figure 1 présente l'origine des populations prospectées à travers les régions du nord de la Tunisie en 1994 (CUNNINGHAM *et al.*, 1997) : 3 des populations ont été récoltées au Cap Bon (nord-est de la Tunisie) et 13 populations au nord et au nord-ouest du pays. Cette étude a impliqué également un cultivar local de la région de Aïn Melliti noté cA.

■ Présentation des différentes variables

Pour analyser la variabilité agronomique et pour étudier le rendement en grain et ses facteurs pour les différentes populations, dix caractères agronomiques considérés comme étant les plus discriminants ont été étudiés (tableau 1). Le choix de ces caractères a été effectué sur la base d'études similaires conduites sur la même espèce (CHARMET *et al.*, 1990 ; BALFOURIER et CHARMET, 1991). Pour les facteurs éco-édaphiques, le choix a porté sur huit facteurs enregistrés pour les différentes collections (tableau 1).

■ Méthodes de mesure des variables étudiées

L'évaluation agronomique des 16 accessions spontanées et du cultivar est réalisée durant la campagne agricole 2000/2001 alors que la persistance est évaluée durant la campagne 2001/2002, à la parcelle expérimentale de l'INRAT à l'Ariana. La pluviométrie annuelle moyenne est de 400 mm ; cependant, une sécheresse est observée de mai à octobre 2001. Le sol de la parcelle est argilo-limoneux.

TABLEAU 1 : Les variables agronomiques et éco-édaphiques utilisées, et leurs abréviations.

TABLE 1 : Agronomic and eco-edaphic characters used, with their abbreviations.

Variables agronomiques		Facteurs éco-édaphiques	
NP	Nombre d'épis	AT	Altitude (m)
PP	Poids de 10 épis (g)	PL	Pluviométrie (mm)
NE	Nombre d'épillets par 10 épis	PE	Pente (%)
RG	Rendement en grains	EX	Exposition
PG	Poids de 1 000 grains (g)	pH	pH
MS	Rendement en matière sèche	TE	Texture du sol
RE	Reposée	TI	Température minimale (°C)
PR	Précocité	TA	Température maximale (°C)
PO	Port		
VP	Vigueur printanière		

Pour chaque accession, le semis a été effectué à la main dans la première décade de septembre en parcelles élémentaires de 4 lignes de 2 m de long et espacées de 50 cm. L'essai comporte 2 répétitions selon la méthode des blocs aléatoires complets. Dans chaque parcelle, les mesures des caractères agronomiques sont réalisées sur une unité de longueur de 50 cm. Au début de l'épiaison, la production en matière sèche (MS) est déterminée par pesée de la biomasse aérienne et séchage d'un échantillon de 500 g à l'étuve à 70°C pendant 48 heures. Un binage a été réalisé pour éliminer les mauvaises herbes.

Pour les facteurs éco-édaphiques, les informations enregistrées pour le site de collection de chaque population sont : l'altitude, la latitude, la longitude et la description physique des sites incluant la roche mère, l'aspect, l'agriculture, la pente, la texture, la profondeur du sol et la présence éventuelle d'eau. Le pH du sol est mesuré à une profondeur de 0-10 cm et déterminé en utilisant un kit d'inoculation (H₂O équivalent) et la pluviométrie annuelle est estimée en utilisant les cartes régionales de pluviométrie de chaque site ou les relevés de la station météo la plus proche du site prospecté.

■ Analyses statistiques

Le traitement statistique des données est réalisé par des analyses multivariées grâce au logiciel SAS (SAS, 1990). Ces analyses ont été réalisées au centre EL-Khawarezmi CIRIA (Centre Inter Régional d'Informatique et d'Automatisme) à la Faculté des Sciences de Tunis. La méthode d'analyse utilisée est l'**analyse factorielle des correspondances** (AFC) d'une part entre les variables agronomiques et, d'autre part, entre les variables agronomiques et les facteurs éco-édaphiques. Basée sur le calcul des distances chi-2 à partir de l'ensemble des données portant sur plusieurs individus (JAMBU, 1989), cette analyse est appropriée pour la description de la variabilité (BOURSIQUOT et FABER, 1987). Les individus étant projetés dans les plans définis par deux axes principaux, l'AFC **permet de donner une représentation graphique de la dispersion des variables qui interviennent dans la structuration des données et qui caractérisent les populations**. Il est évident que toutes les combinaisons d'axes sont possibles mais, dans la pratique, seul un nombre limité de plans correspondant aux axes de plus grande variabilité est interprété.

2. Résultats et discussion

■ Distribution des populations

Les populations spontanées collectées sont représentatives de la distribution géographique de cette espèce. Les 16 sites de collections occupent une bande relativement restreinte allant de 8° 18' à 10° 59' Est et de 37° 14' à 36° 31 Nord (figure 1).

Le pH du sol varie de 5,9 à 9,5 ; la pluviométrie annuelle est de 425 à 1 500 mm et l'altitude de 1 à 1 100 m. 19% des sites ont des sols

TABLEAU 2 : Définition des axes et absorption de l'inertie de l'AFC des variables agronomiques pour le cultivar et les populations tunisiennes spontanées de ray-grass anglais étudiés.

TABLE 2 : Definition of the axes in the correspondence analysis and inertia absorption for the agronomic characters of the cultivar and the spontaneous Tunisian populations of Perennial Ryegrass studied.

Composantes	Dimension 1	Dimension 2	Dimension 3
% inertie	81,92	6,62	4,62
% cumulé	81,92	88,54	93,16
Variables contribuant à la définition des dimensions de l'AFC	MS (+ 0,23) NP (+ 0,16) PP (+ 0,14) NE (+ 0,12)	VP (+ 0,44) RG (- 0,16)	RE (+ 0,20) PR (+ 0,07) PO (+ 0,06) PG (+ 0,04)

acides (pH 5,0-6,5) et 79% des sites ont des sols alcalins (pH 7,5-9,5). Dans la majorité des cas, ces populations ont été collectées dans des sites abandonnés, mal entretenus, trop piétinés et surpâturés.

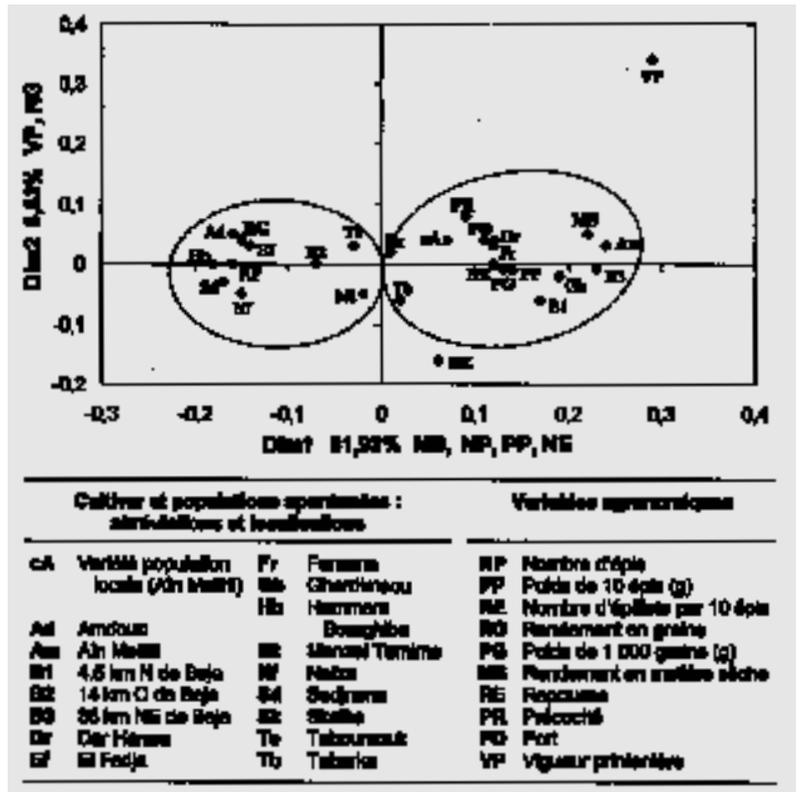
Analyse factorielle de correspondances basée sur les variables agronomiques

L'estimation du pourcentage de la variabilité de l'AFC révèle que l'essentiel de l'inertie totale (soit 93,16%) est absorbé par les trois premiers axes de l'AFC (tableau 2). Ce pourcentage est très important pour des variables agronomiques et révèle que les caractères agronomiques étudiés sont les plus discriminants.

La première dimension explique 81,92% de l'inertie ; elle est définie par le rendement en matière sèche (MS), le nombre d'épis (NP), le

FIGURE 2 : Dispersion des accessions dans le plan 1-2 de l'analyse factorielle des correspondances des variables agronomiques pour le cultivar et les populations tunisiennes spontanées de ray-grass anglais étudiés.

FIGURE 2 : Dispersion of the accessions in the 1 - 2 plane of the correspondence analysis of agronomic characters of the cultivar and the spontaneous Tunisian populations of Perennial Ryegrass studied.



pois de 10 épis (PP) et le nombre d'épillets par 10 épis (NE). Cette dimension semble être liée aux **performances agronomiques** de l'espèce étudiée. Concernant le second axe, il absorbe 6,62% de l'inertie totale et il est défini par la vigueur printanière (VP) et le rendement en grain (RG), ce qui traduit un **bon rendement grainier**. Enfin, la troisième dimension explique 4,62% d'inertie et elle est définie par la repousse (RE), la précocité (PR), le port de la plante (PO), et le poids de 1 000 grains (PG). Cette dimension semble être essentiellement liée à la **précocité de la plante**.

La représentation graphique de la dispersion des accessions dans le plan engendré par les deux premiers axes de l'AFC (1-2) (figure 2) montre **l'existence d'une importante diversité intra-spécifique**. **Deux regroupements de populations** opposés par rapport à l'axe 1 se distinguent. Dans le premier, le cultivar Aïn Melliti (cA) est associé à des populations spontanées, particulièrement à la population spontanée Aïn Melliti (Am) de la même localité ; cela traduit **l'existence d'échanges géniques entre ces deux formes** facilités par le régime de reproduction allogame de l'espèce. En outre, il est important de signaler que ce premier regroupement est caractérisé principalement par un bon rendement en matière sèche et par la précocité, comme le montrent les variables agronomiques qui le caractérisent : le rendement en matière sèche (MS), la précocité (PR), le port (PO), le nombre d'épillets par 10 épis (NE), le poids de 1 000 grains (PG) et le poids de 10 épis (PP).

Le deuxième groupe renferme le reste des populations spontanées qui semblent se différencier du cultivar. Elles présentent essentiellement un bon rendement en grain puisqu'elles sont caractérisées par les variables agronomiques suivantes : le rendement grainier (RG) et le nombre d'épis (NP).

De plus, **la répartition des différentes populations s'est avérée indépendante de l'origine géographique** : les populations locales de la région de Béja (B1, B2 et B3) se trouvent dans deux regroupements distincts alors que les populations de Sedjnane (Sd) et Amdoun (Ad), deux localités différentes, sont dans le même groupe.

La dispersion des populations dans le plan des axes 1-3 de l'AFC montre des regroupements similaires (résultats non présentés). Ce résultat est prévisible étant donné l'impact de l'axe 1, qui absorbe à lui seul la majorité de la variabilité soit 81,92%.

■ **Corrélations entre les variables agronomiques et les facteurs éco-édaphiques**

Le traitement par des analyses multivariées des données obtenues correspondant aux 10 variables agronomiques estimées dans les mêmes conditions expérimentales et aux 8 facteurs éco-édaphiques du lieu d'origine a permis d'établir les corrélations existant entre les caractéristiques agronomiques et les conditions environnementales (tableau 3). L'analyse des résultats montre **des corrélations significatives entre la majorité des caractères étudiés**, en particulier une forte corrélation négative (-0,54) entre la vigueur printanière (VP) et la

TABLEAU 3 : **Corrélation entre les 10 variables agronomiques et les 8 facteurs éco-édaphiques** pour le cultivar et les populations tunisiennes spontanées de ray-grass anglais étudiés.

	AT	PL	PE	EX	PH	TI	TA	TE
VP	+0,47	-0,07	+0,08	-0,12	+0,09	-0,54	+0,61	-0,02
MS	+0,45	+0,00	+0,28	+0,06	-0,29	-0,21	+0,04	-0,40
PR	+0,20	+0,15	+0,17	-0,16	-0,33	+0,09	+0,33	-0,24
PO	+0,26	+0,20	+0,19	+0,25	-0,04	-0,46	+0,40	-0,14
NP	-0,16	+0,09	-0,19	+0,05	+0,04	+0,06	-0,04	+0,14
PP	+0,05	-0,37	-0,10	-0,32	+0,00	-0,11	+0,53	+0,16
NE	+0,16	-0,23	-0,25	-0,09	-0,12	-0,09	+0,45	+0,10
RG	-0,16	-0,18	-0,26	-0,13	+0,11	+0,07	+0,08	+0,21
PG	+0,03	+0,34	+0,26	-0,36	-0,35	+0,23	+0,25	-0,40
RE	-0,14	+0,01	+0,22	-0,27	-0,29	+0,93	-0,05	-0,24

TABLE 3 : **Correlations between the 10 agronomic characters and the 8 eco-edaphic factors of the cultivar and the spontaneous Tunisian populations of Perennial Ryegrass studied.**

température minimale (TI) et une importante corrélation positive (+0,61) entre la vigueur printanière (VP) et la température maximale (TA). Il en ressort qu'une augmentation de la température du lieu d'origine traduit une bonne vigueur printanière. Cependant, une absence de corrélation est notée entre le rendement en matière sèche (MS) et la pluviométrie (PL), signifiant l'indépendance de ces deux caractères.

L'altitude semble à l'origine d'une différenciation entre les populations : il existe une relation positive entre le rendement en MS et l'altitude. Cette relation est du même type que celle qui concerne la pente.

■ Analyse factorielle de correspondances basée sur les variables agronomiques et éco-édaphiques

Le tableau 4 présente le pourcentage de variabilité de l'AFC. Cette estimation révèle que l'essentiel de l'inertie totale, soit 98,52%, est absorbé par les trois premiers axes de l'AFC et montre l'existence d'une structuration entre les populations.

Le premier axe absorbe 67,07% de l'inertie totale. Il est défini par l'altitude (AT), l'exposition (EX), la température minimale (TI), le nombre d'épis (NP), le poids de 1 000 grains (PG) et le rendement en grain (RG). Le second axe explicite 27,33% de l'inertie totale ; les variables agronomiques et les facteurs éco-édaphiques suivants rentrent dans la définition de cet axe : la pluviométrie (PL), la texture du sol (TE), la précocité (PR), le poids de 10 épis (PP), la vigueur printanière (VP), la repousse (RE), le rendement en matière sèche (MS), le port de la plante (PO) et le nombre d'épillets par 10 épis (NE). Le troisième axe absorbe 4,12% ; il est défini par la pente (PE), le pH du sol (pH) et la température maximale (TA).

TABLEAU 4 : **Définition des axes et absorption de l'inertie de l'AFC des variables agronomiques et éco-édaphiques** pour le cultivar et les populations tunisiennes spontanées de ray-grass anglais étudiés.

Composantes	Dimension 1	Dimension 2	Dimension 3
% inertie	67,07	27,33	4,12
% cumulés	67,07	94,4	98,52
Variables contribuant à la définition des dimensions de l'AFC	AT (-0,62) EX (+0,27) TI (+0,33) NP (+0,27) PG (+0,20) RG (+0,25)	PL (-0,30) TE (+0,31) PR (+0,21) PP (+0,32) VP (+0,27) RE (+0,28) MS (+0,26) PO (+0,20) NE (+0,27)	PE (+0,17) pH (+0,12) TA (+0,12)

TABLE 4 : **Definition of the axes in the correspondence analysis and inertia absorption for the agronomic characters and eco-edaphic factors of the cultivar and the spontaneous Tunisian populations of Perennial Ryegrass studied.**

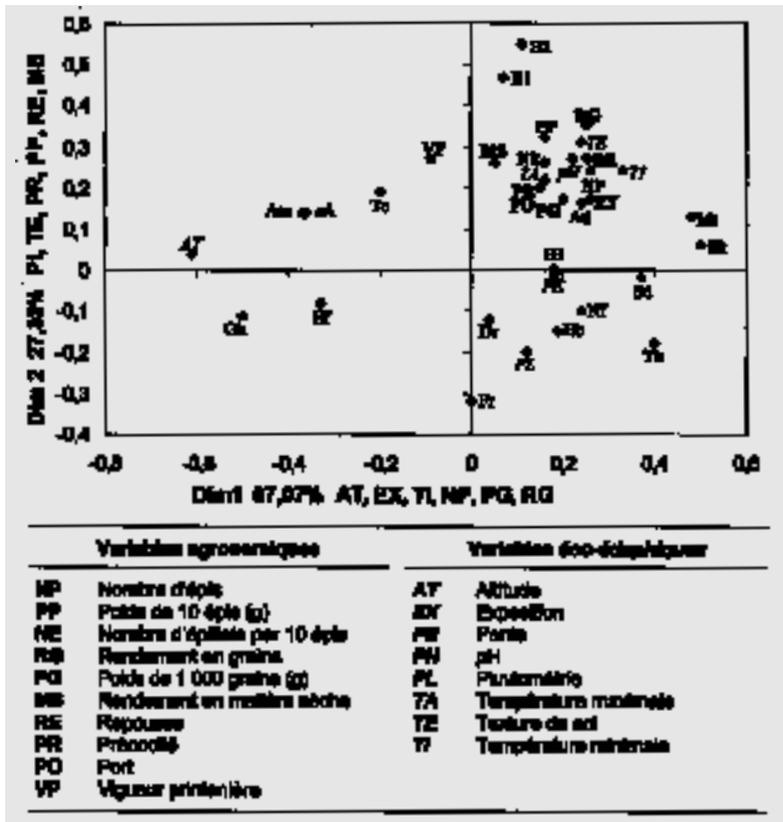


FIGURE 3 : Dispersion des accessions dans le plan 1-2 de l'analyse factorielle des correspondances des variables agronomiques et des facteurs éco-édaphiques pour le cultivar et les populations tunisiennes spontanées de ray-grass anglais étudiés (abréviations des populations : voir figure 2).

FIGURE 3 : *Dispersion of the accessions in the 1-2 plane of the correspondence analysis of agronomic characters and eco-edaphic factors of the cultivar and the spontaneous Tunisian populations of Perennial Ryegrass studied (abbreviations of spontaneous Tunisian populations : see figure 2).*

La figure 3 représente la dispersion des accessions dans le plan engendré par les deux premiers axes de l'AFC (1-2) et montre l'existence d'une forte corrélation entre la majorité des variables agronomiques et des facteurs éco-édaphiques, formant ainsi un regroupement à eux seuls et caractérisant en particulier les populations spontanées de Béja (B1, B2 et B3) et de Amdoun (Ad). Cependant, le cultivar cA et les populations spontanées de Teboursouk (Te), Aïn Melliti (Am), El Fedja (Ef) et Ghardimaou (Gh) sont essentiellement marqués par l'altitude (AT). Par ailleurs, la population spontanée locale Aïn Melliti (Am) est associée au cultivar cA de la même localité. La vigueur printanière (VP) semble caractériser les populations spontanées de Teboursouk (Te) et de Aïn Melliti (Am). La population spontanée Amdoun (Ad), caractérisée par une importante production de grain (PG), est intéressante pour une exploitation agronomique. En outre, le reste des populations naturelles de *Lolium perenne* telles que Dar Hamra (Dr), Hammem Bourguiba (Hb) et Tabarka (Tb) sont associées et marquées par une pluviométrie importante (PL). Ces résultats sont en accord avec d'autres travaux portant sur le ray-grass (BALFOURIER et CHARMET, 1991 ; CHARMET *et al.*, 1990 ; HAYWARD et BREESE, 1966 ; LORENZETTI et PIANO, 1974 ; TYLER *et al.*, 1984). L'utilisation de l'AFC a montré son efficacité dans la structuration des populations tunisiennes de *Lolium perenne*. Néanmoins, cette méthode multidimensionnelle, bien qu'elle permette de gagner en lisibilité en présentant

sous une forme graphique la représentation simultanée des individus et des variables, conduit à une perte d'information. De plus, un nombre important de variables et de populations peut être limitant dans la distinction des regroupements.

Conclusion

L'étude agronomique a révélé une importante diversité : le ray-grass anglais tunisien constitue ainsi un réservoir de diversité génétique, diversité qui semble indépendante de la localisation géographique. Par ailleurs, les regroupements obtenus ont permis de caractériser les différentes populations du point de vue agronomique. Certaines populations locales telles que Skalba (Sk) et Tabarka (Tb) présentent des caractéristiques d'intérêt agronomique comme en témoigne leur rapprochement avec le cultivar local, ce qui suggère de les utiliser dans le développement de nouvelles variétés synthétiques. Cependant, le cultivar de la région de Ain Melliti se différencie des formes spontanées malgré les échanges géniques résultant du régime de reproduction allogame de l'espèce. Toutes ces populations semblent donc présenter des potentialités pour une exploitation agronomique.

Accepté pour publication, le 8 octobre 2003.

Remerciements : Nos remerciements s'adressent au Ministère de l'Enseignement Supérieur de la Recherche Scientifique et de la Technologie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDERSON M. W., CUNNINGHAM P. J., REED K. F. M., BYRON A. (1999) : "Perennial grasses of Mediterranean origin offer advantage for central western Victoria sheep pasture", *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 39, 275-284.
- BALFOURIER F., CHARMET G. (1991) : "Relationships between agronomic characters and ecogeographical factors in a collection of French perennial ryegrass populations", *Agronomie*, 11, 645-657.
- BOURSIQUOT J. M., FABER M. P. (1987) : "Utilisation par l'informatique et traitement statistique d'un fichier ampélographique", *Agronomie*, 7, 13-20
- CHAKROUN M., MEZNI M.Y., SEKLANI H. (1995) : "Importance des graminées pérennes locales dans la diversification des productions fourragères", *Actes des journées nationales sur les récentes acquis de la recherche agronomique et vétérinaire*, 94-98.
- CHARMET G., BALFOURIER F., BION A. (1990) : "Agronomic evaluation of a collection of French perennial ryegrass populations: multivariate classification using genotype x environment interactions", *Agronomie*, 10, 807-823.

- CUNNINGHAM P.J., GRAVES W.L., CHAKROUN M., MEZNI M.Y., SAIDI S., BOUNEJMATE M., PORQUEDDU C., REED K.F.M. (1997) : "Novel perennial forage germplasm from North Africa and Sardinia", *Australian Plant Introduction Review*, 27, 13-46.
- HAYWARD M.D., BREESE E.L. (1966) : "The genetic organisation of natural populations of *Lolium perenne*. I. Seed and seedling characters", *Heredity*, 21, 287-304.
- JAMBU M. (1989) : *Exploration informatique et statistique de données*, Eds, Dunod, Paris.
- LORENZETTI F., PIANO E. (1974) : "Genetic control of agronomic characters and ecotype selection in *Lolium perenne* L.", *Genetica Agraria*, 28, 60-78.
- REED K F M (1996) : "Improving the adaptation of perennial ryegrass, tall fescue, phalaris, and cocksfoot for Australia", *New Zealand J. of Agriculture Research*, 39, 457-464.
- SAS (Statistical Analysis System) (1990) : *SAS user's guide. Version 6.07*, 4th edition, SAS, Circl. Bow 800 Cary, NC. 27 512-8000, Cary NC: SAS Institute INC.
- TYLER B.F., CHORLTON K.H., THOMAS I.D. (1984) : "Characterisation of collected L perenne populations", *Report Welsh Plant Breeding Station 1983*, Aberystwyth, UK, 29-32.

SUMMARY

Agronomic evaluation of a Tunisian germplasm collection of Perennial Ryegrass

Safeguarding and promoting the local forage grasses, especially Perennial Ryegrass, has become absolutely essential in Tunisia. To this end, the agronomic potential of 16 Perennial Ryegrass populations and of one local cultivar was assessed. Agronomic measurements and scoring of the plants included : dry matter yield, spring vigour, growth habit, re-growth, earliness of heading, seed yield, and seed yield components (number of spikes, weight of 10 spikes, number of spikelets on 10 spikes, and 1000 grain weight). The data were analysed in order to characterize the populations. The relationships among the various agronomic characters on the one hand, and between the agronomic characters and the eco-edaphic factors on the other hand, were subjected to a factor analysis of correspondences. Population differences were statistically significant for all the characters studied. The analysis revealed the existence of two major groups : the populations of one group had high seed yields, those of the other group had large dry matter yields and were early heading. Neither rainfall, altitude nor slope were related to any of the agronomic characters studied. This study will be useful to identify suitable populations that could be used in breeding programmes for the improvement of Perennial Ryegrass.