

Etude d'une collection française de populations naturelles de ray-grass anglais

G. Charmet¹, F. Balfourier¹, C. Ravel¹, D. Leconte²,
B. Debote¹, J.C. Vezine¹, C. Astier¹, G. Leau²

Le ray-grass est la graminée la plus utilisée en France pour le semis de prairies ou de gazons. La plupart des variétés de ray-grass qui figurent au catalogue français étant d'origine étrangère, les partenaires de la filière ont décidé en 1983 de relancer un programme d'amélioration du ray-grass anglais, programme exemplaire à plus d'un titre.

RÉSUMÉ

Le programme coopératif d'amélioration génétique du ray-grass anglais, réalisé conjointement par l'I.N.R.A. et les sélectionneurs privés, comprenait tout d'abord une phase de collecte exhaustive sur le territoire français qui a permis de rassembler une collection de 547 populations. Ces populations ont ensuite été évaluées dans un réseau multilocal. Les informations très riches sur les caractères agronomiques et sur les adaptations ont été traitées par différentes méthodes statistiques qui ont permis d'organiser la variabilité en classes. Cette classification est à la base de l'échantillonnage d'une collection noyau qui a été multipliée pour entrer en banque de gènes. Des études complémentaires ont permis d'expliquer une partie de la variabilité pour les caractères agronomiques par un effet de la sélection naturelle sous l'effet des facteurs climatiques du site d'origine. La suite du programme est présentée dans un deuxième article.

MOTS CLÉS

France, population naturelle, ray-grass anglais, ressources génétiques, sélection variétale, variabilité génétique.

KEY-WORDS

Cultivar breeding, France, genetic resources, genetic variations, natural population, perennial ryegrass.

AUTEURS

- 1 : I.N.R.A., Station d'amélioration des plantes, F-63039 Clermont-Ferrand cedex.
2 : I.N.R.A., Domaine expérimental fourrager, F-61310 Le Pin-au-Haras.

Jusqu'à une époque récente, la totalité des variétés disponibles au catalogue français étaient d'origine étrangère (souvent hollandaise). Soucieux de rééquilibrer la balance commerciale des semences et de proposer aux éleveurs des variétés mieux adaptées aux conditions françaises, les partenaires de la filière (I.N.R.A. et sélectionneurs privés) ont décidé en 1983, avec le soutien du Ministère de l'Agriculture, de relancer un programme d'amélioration du ray-grass anglais.

Cet article et celui qui suit tentent de résumer ce programme, exemplaire à plusieurs titres :

- Il s'agit d'**une coopération parfaite entre le secteur public (I.N.R.A.) et l'ensemble des établissements de sélection du secteur privé** regroupés dans l'A.C.V.F. (Association des Créateurs de Variétés Fourragères). Cette coopération ne s'est pas arrêtée à l'achèvement de la première phase du programme mais se poursuit encore sur la sélection récurrente qui en est issue. Ce programme a bénéficié du soutien du Ministère de l'Agriculture à travers deux contrats de branche successifs : 1983-1987 et 1988-1990.

- **L'ampleur de l'effort entrepris pour la collecte de matériel** génétique était jusque là inédite. Elle vient d'être renouvelée pour une récente collection de fétuque rouge.

- Le programme développé comprenait **un ensemble d'étapes allant de la description des populations** en vue de leur conservation en banque de gènes **jusqu'à la création variétale** en passant par des aspects plus fondamentaux en génétique des populations ou en méthodologie de la sélection.

Cet article traite de la collection des populations, de leur description et de la structuration de la diversité génétique. Le second traitera plus spécifiquement du programme de sélection développé à partir de ce matériel.

Une collecte nationale des populations naturelles

■ Objectifs de la collecte

Les graminées fourragères sont des espèces de "domestication" très récente : sans doute au XVI^e siècle pour le ray-grass d'Italie, dans la plaine du Pô, et au XVIII^e siècle pour le ray-grass pérenne, en Angleterre, où son histoire agricole est liée au développement du *ley-farming*. L'amélioration génétique par sélection consciente, quant à elle, remonte aux années 1920, toujours en Grande-Bretagne.

En France, des programmes de sélection des graminées fourragères ont été initiés en 1947 à la Station d'amélioration des plantes de Versailles (REBISHUNG, 1951), qui ont conduit à l'inscription des pre-

mières variétés (Primevère, Trianon...). Ces programmes ont suscité le développement de travaux de sélection par des entreprises comme Vilmorin qui inscrivait la variété Bocage (REBISHUNG, 1961). Les programmes français sur le ray-grass anglais "fourrager" se sont poursuivis dans les années 1960 (MANSAT, 1964), puis ont été interrompus, relayés par des programmes orientés vers les gazons, conduisant par exemple à l'inscription en 1986 de la variété Idole par Vilmorin.

Du fait de la relative jeunesse de cette sélection, les meilleures variétés actuelles ne sont pas très éloignées génétiquement des populations naturelles "sauvages", et ces dernières sont encore très largement utilisées dans les plans de croisements. Aussi, de nombreux instituts ou firmes de sélection procèdent fréquemment à des collectes de populations naturelles soit au début d'un programme de sélection, soit pour élargir la base génétique disponible. Dans les catalogues ou les bases de données des "banques de gènes", les populations naturelles représentent la très grande majorité des "entrées" pour les graminées fourragères.

C'est pourquoi, quand les établissements privés de l'Association des Créateurs de Variétés Fourragères (A.C.V.F.) ont décidé, en 1982, avec le soutien du Ministère de l'Agriculture, de relancer des programmes de sélection du ray-grass anglais, ils ont organisé, dans le cadre d'un contrat avec l'I.N.R.A., **une collecte et une évaluation de populations naturelles en France**. Les arguments en faveur de cette collecte étaient multiples :

- Les variétés disponibles sur le marché, toutes originaires de pays du nord de l'Europe, étaient issues d'une base génétique étroite. De là pouvait venir leur mauvaise adaptation aux conditions françaises. Utiliser du matériel autochtone permet en théorie de profiter de l'action favorable de la sélection naturelle sur l'adaptation au milieu.

- Dans le cadre de la convention avec l'I.P.G.R.I. (International Plant Genetic Resources Institute), la France a la responsabilité de la conservation des espèces cultivées natives sur son territoire. De plus, cette collection pouvait servir de monnaie d'échange pour se procurer des ressources génétiques "exotiques" auprès des banques de gènes étrangères.

■ Modalités de la collecte

Bien qu'orientée vers la recherche de matériel performant, la collecte a été faite sans *a priori* sur des zones géographiques ou un type d'habitat particulier. Ceci a permis par la suite de réaliser des études de génétique sur les populations françaises. Pour des raisons pratiques, **une telle collecte exhaustive n'a pas pu être réalisée en une seule année**. Les 11 équipes des établissements concernés ont eu à prospecter chacune une zone de 3 à 4 départements de la France continentale durant les étés 1983 et 1984, pour recueillir des semences sur un nombre minimum de 50 plantes, réparties sur une aire assez restreinte et écologiquement homogène pour pouvoir consi-

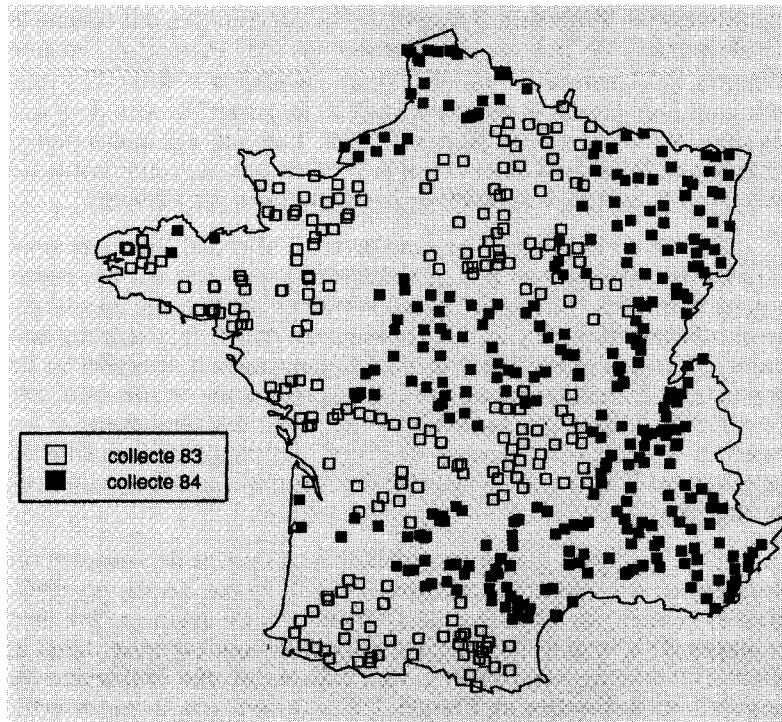


FIGURE 1 : Carte des sites de collecte des 547 populations de ray-grass anglais.

FIGURE 1 : Map of the collection sites of the 547 perennial ryegrass populations.

dérer l'échantillon comme une unité panmictique. Aucun milieu particulier n'a été privilégié, ce qui permet d'avoir une image complète de la variabilité génétique de cette espèce. Au total, 547 "populations" de *Lolium perenne* ont été rassemblées ; les deux sous-ensembles correspondant aux années de collecte sont présentés figure 1.

■ Les descripteurs utilisés à l'échelle internationale

Ces descripteurs (données de passeport) permettent d'identifier et de caractériser chaque population. L'I.P.G.R.I. a édité la liste de ces descripteurs pour les graminées fourragères et la façon de les coder. **Pour les populations naturelles, ce sont essentiellement des données sur le site de collecte** : pays, région administrative, localité la plus proche, coordonnées géographiques, altitude, type de sol, type de milieu et mode d'exploitation... Ces données dites "de passeport" ont été intégrées dans une base de données Oracle (RAVEL et al., 1992), et communiquées à la base de données européennes pour les ressources génétiques des *Lolium* à Aberystwyth (Pays de Galles). Un extrait de la base de données est présenté au tableau 1. Les coordonnées permettent notamment des présentations cartographiques par des logiciels S.I.G. (Systèmes d'Information Géographiques, ici World sous Splus) comme dans la figure 1.

TABEAU 1 : Extrait de la base des "données de passeport" de la collection française de ray-grass.

TABLE 1 : Extract from the passport data base of the French ryegrass collection.

Code I.N.R.A.	Code A.C.V.F.	Région administrative	Localisation	Altitude (m)	Latitude (gr)	Longitude (gr)
10101	10213	Midi-Pyrénées	Caraman	180	48,43	1,96 E
10102	10214	Midi-Pyrénées	Villefranche de Laur.	200	48,18	1,91 E
10103	10215	Midi-Pyrénées	Martres-Tolosane	250	47,96	1,12 E
10104	10217	Midi-Pyrénées	Salies-du-Salat	850	47,72	1,07 E
10105	10219	Midi-Pyrénées	Saint-Girons	340	47,96	1,27 E
10106	10220	Midi-Pyrénées	Le Mas d'Azil	369	47,83	1,52 E
10107	10221	Midi-Pyrénées	Tarascon / Ariège	499	47,66	1,77 E
10108	10222	Midi-Pyrénées	Ax-les-Thermes	680	47,36	2,04 E
10109	10223	Languedoc	Font-Romeu	1000	47,18	2,26 E
10110	10224	Languedoc	Quillan	800	47,54	2,42 E

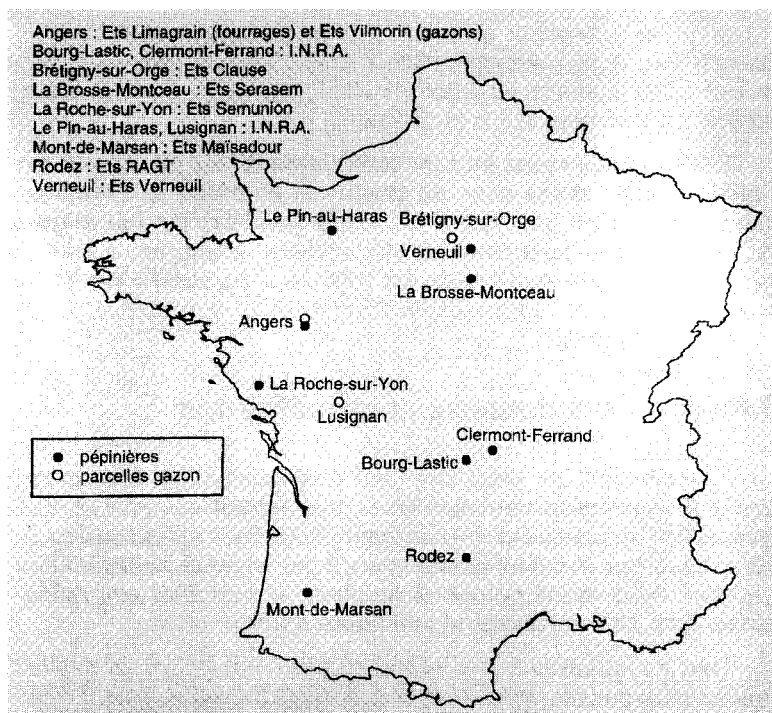
Evaluation agronomique et typologie des populations

■ Le réseau d'évaluation

Tous les établissements du réseau A.C.V.F.-I.N.R.A. ont participé à l'évaluation des 547 populations de la collection française **soit sous forme de pépinières de plantes isolées, soit sous forme de micro-parcelles de type "gazon"** (figure 2). Nous nous sommes surtout intéressés aux observations réalisées sur les pépinières, qui se prêtaient à un traitement statistique ; les données "gazon" ont été prises en compte à titre d'illustration.

FIGURE 2 : Carte des sites d'évaluation de la collection française.

FIGURE 2 : Map of the evaluation sites of the French collection.



Sur les 9 sites qui hébergeaient des pépinières, une dizaine d'observations plante à plante étaient prévues. La majorité d'entre elles consistaient en des notations visuelles, sur une échelle de 1 à 9, portant sur des caractères jugés importants pour l'utilisateur et pertinents comme critère de sélection. Ainsi, les caractères liés au développement floral comme l'alternativité et la remontaison sont des caractères d'annualité, donc liés négativement à la pérennité, qui influencent aussi défavorablement la valeur nutritive (digestibilité, quantité consommée...) en diminuant le rapport feuilles/tiges. Les sensibilités aux différentes maladies du feuillage (rouille couronnée, rouille noire, helminthosporiose...) réduisent également tout à la fois la longévité et l'appétence, tandis que les sensibilités aux stress climatiques (froid, sécheresse) influencent aussi la pérennité et la productivité. La productivité *per se* mesurée sur des plantes isolées étant peu reliée à celle observée en couvert dense, nous avons préféré des observations de croissance à des périodes clés comme le début du printemps ou l'été. Ces notes synthétiques résument les sensibilités aux stress et la tolérance aux facteurs limitants, à des périodes jugées cruciales pour l'utilisateur. Enfin, la date d'épiaison est un critère important pour la typologie des variétés et pour leur utilisation dans un système fourrager.

Mais l'ensemble de ce protocole n'a pas toujours été respecté, souvent pour des causes climatiques, et les données finalement disponibles n'étaient plus orthogonales. De plus, un premier ensemble de 226 populations a été évalué de 1984 à 1986, les autres l'ont été de 1985 à 1987. On se retrouve donc avec un effet "année" que seule la présence de 6 témoins communs a permis de corriger, par l'analyse de variance, suivant le modèle :

$$X = M + Ye + Lo + Ye.Lo + Ye.Lo.Bl + Po + Lo.Po + \text{eps}$$

où M est la moyenne générale, Ye l'effet principal année, Lo l'effet principal lieu, Ye.Lo l'interaction lieu x année, Ye.Lo.Bl l'effet bloc, hiérarchisé à lieu et année, Po l'effet principal population, Lo.Po l'interaction lieu x population, et eps la résiduelle.

L'effet année ayant pu être correctement pris en compte par le modèle, nous avons donc pu continuer et traiter la collection dans son ensemble (CHARMET et al., 1990). **Le deuxième fait majeur est l'existence d'importantes interactions génotype x milieu** (population x lieu d'étude) **pour les variables de sensibilité et de croissance**, et donc l'impossibilité de considérer pour ces variables une moyenne générale.

■ Analyse des données et classification

En éliminant les deux sites qui comportaient un trop grand nombre de données manquantes, nous nous retrouvions avec environ 70 variables (combinaisons observations x lieu). Pour réduire la dimension du problème et rendre l'interprétation des analyses multivariées plus aisée, **nous avons procédé à un choix de variables non redondantes, tout en conservant le maximum d'information.**

Pour les variables qui présentaient peu d'interaction population x milieu (alternativité, port des plantes, remontaison et date d'épiaison)

son), nous avons considéré la moyenne sur les 3 sites où ces variables étaient complètes et présentaient une bonne variabilité : Rodez, Clermont et Le Pin.

Pour chacune des 6 variables de sensibilité et de croissance, nous avons réalisé une analyse en composantes principales sur la matrice des interactions et retenu les lieux qui présentaient les plus fortes corrélations sur les deux premières composantes. Cela revient en fait à choisir un sous-ensemble de lieux qui "résument" la plus grande partie des interactions présentes. Les résultats nous ont amenés à conserver 4 lieux sur les 7 : Rodez, Mont-de-Marsan, Bourg-Lastic et Le Pin.

Au total donc 28 variables (6 caractères interactifs mesurés dans les 4 sites + 4 caractères stables) **ont été utilisées pour une analyse en composantes principales, dont les 6 premiers axes résument 90% de l'inertie totale.** Ces 6 premières composantes ont ensuite servi à réaliser **une classification ascendante hiérarchique** avec, comme critère d'agrégation, la minimisation de la variance intra-groupe. Le dendrogramme ne montrant pas de partition naturelle, nous avons choisi une partition en 11 classes, niveau pour lequel la variation interclasse représente 50% de la variation totale. Les classes les plus représentatives sont représentées sur la figure 3 en projection sur le plan principal 1-2. Le premier axe est surtout expliqué par la date d'épiaison, l'alternativité et la remontaison, les populations tar-

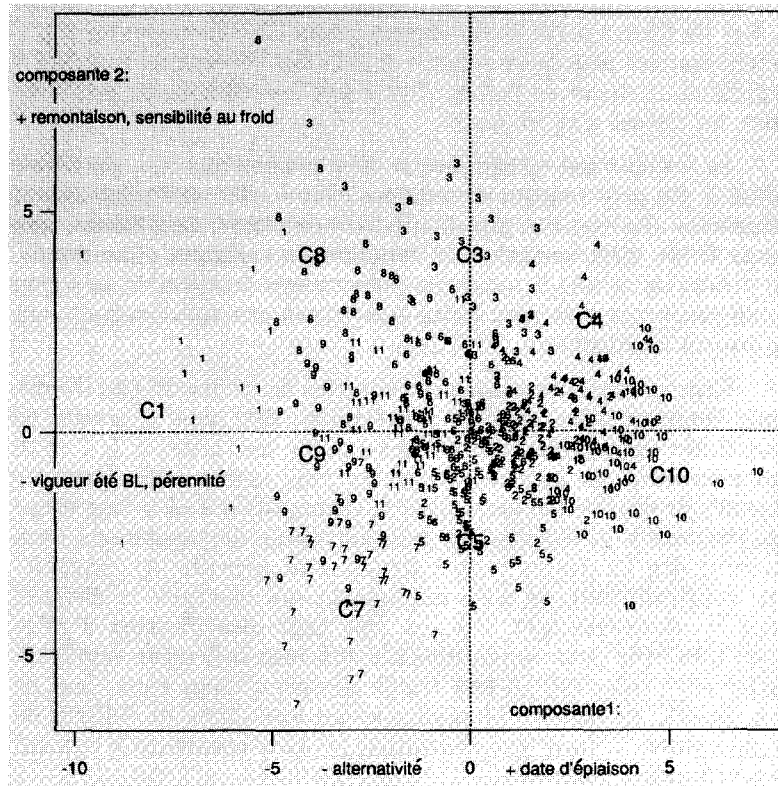


FIGURE 3 : Projection de la partition en 11 classes sur le plan 1-2 de l'analyse en composantes principales.

FIGURE 3 : Projection of the partition into 11 classes on the 1-2 plane of Principal Component Analysis.

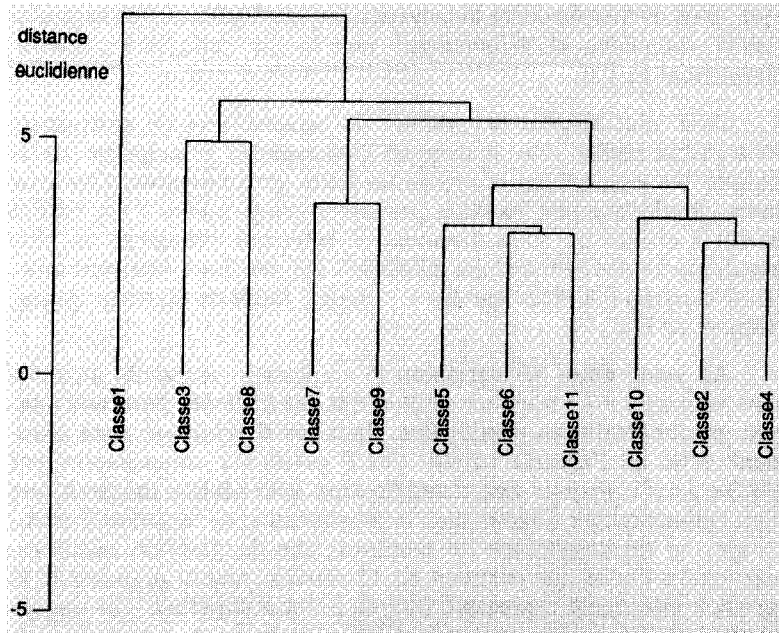


FIGURE 4 : Dendrogramme illustrant la classification hiérarchique des 547 populations : relations entre les 11 classes.

FIGURE 4 : Dendrogramme of the hierarchical classification of the 547 populations : relationships among the 11 classes.

dives étant du côté positif. L'axe 2 est un axe de vigueur dans la plupart des lieux. Les populations les plus intéressantes sur le plan agronomique sont donc, par ordre de tardivité croissante, celles des classes 7, 5 et 10. C'est à partir de ces classes qu'ont été constituées les populations sources pour notre schéma de sélection récurrente. La figure 4 représente le «haut» de l'arbre, c'est-à-dire les relations de proximité entre les classes ainsi obtenues.

La localisation géographique des populations est présentée figure 5. On peut voir que si certaines d'entre elles sont relativement compactes, d'autres ont une distribution très large. Ceci illustre **une assez faible différenciation en fonction de variables climatiques**, en dehors de certaines zones extrêmes comme le Béarn ou la région méditerranéenne. Les principales caractéristiques agronomiques sont également mentionnées.

Cette première partition permet certes de mettre un peu d'ordre dans l'ensemble des données d'évaluation. Elle nous a permis de **constituer des populations sources** à partir des classes 4, 5, 7 et 10 qui présentent les caractéristiques les plus intéressantes pour les objectifs de sélection actuels. Pour la conservation à plus long terme des ressources génétiques, un échantillonnage de populations dans chacune des 11 classes permet en première approche de constituer une sous-collection, de taille raisonnable, qui maximise la diversité pour les caractères agronomiques. **Une telle classification s'avère donc très utile pour échantillonner une sous-collection représentative (core collection)** : il faut retenir des populations dans chacune des classes, en nombre proportionnel au logarithme de l'effectif de chaque classe. C'est ce que nous avons fait pour constituer la *core collection* française (figure 6).

Nous avons par la suite utilisé cette méthodologie pour la classification de populations provenant d'autres collectes ou d'échanges avec des banques de gènes (BALFOURIER et CHARMET, 1991b ; CHARMET et BALFOURIER, 1991). Notre méthodologie a été retenue comme modèle pour le choix d'une *core collection* européenne dans le cadre du réseau ECP/GR (European Cooperative Network on Genetic Resources).

■ Relations entre caractères agronomiques et facteurs du milieu

Lors de la collecte des 547 populations naturelles en France, la localisation précise a été notée ainsi que des caractéristiques du site comme la nature de l'habitat (prairie, bord de route...) ou le mode d'exploitation (fauche, pâture...). Par la suite on a pu se procurer auprès des services de la météorologie nationale les données climatiques pour les postes d'observation les plus proches des sites de collectes (moyennes 1955-1985). Les variables que nous avons retenues sont celles pour lesquelles on pouvait présumer un effet comme agent de sélection naturelle : ainsi, la température minimale de janvier pour la résistance au froid, la température maximale de juillet pour la tolé-

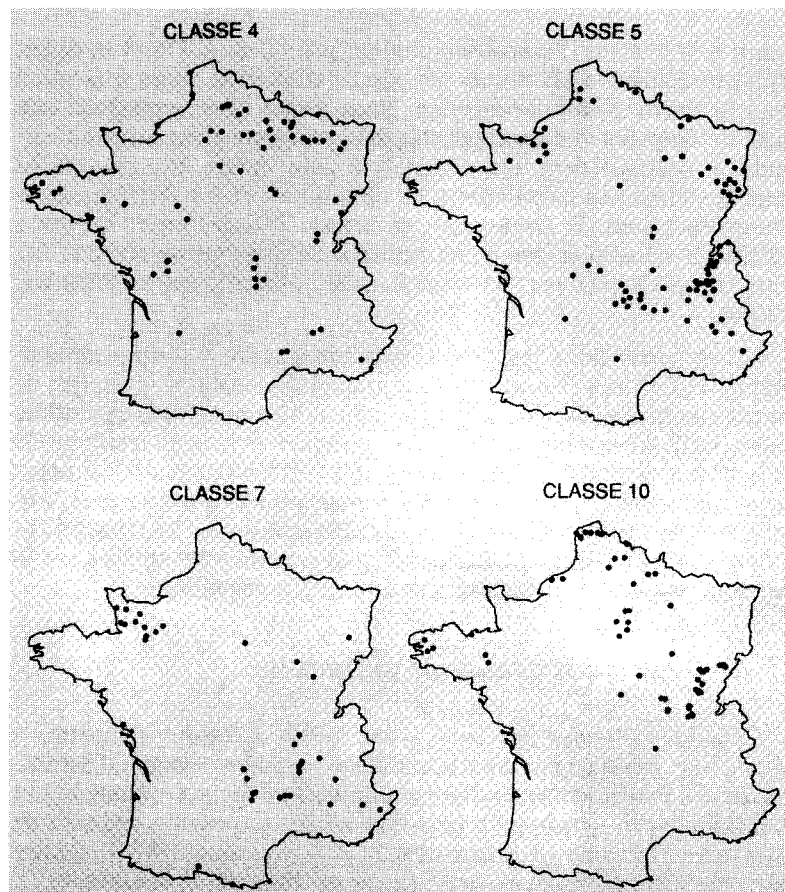


FIGURE 5 : Localisation des populations des 4 meilleures classes agronomiques.

FIGURE 5 : Geographical location of the 4 better agricultural classes.

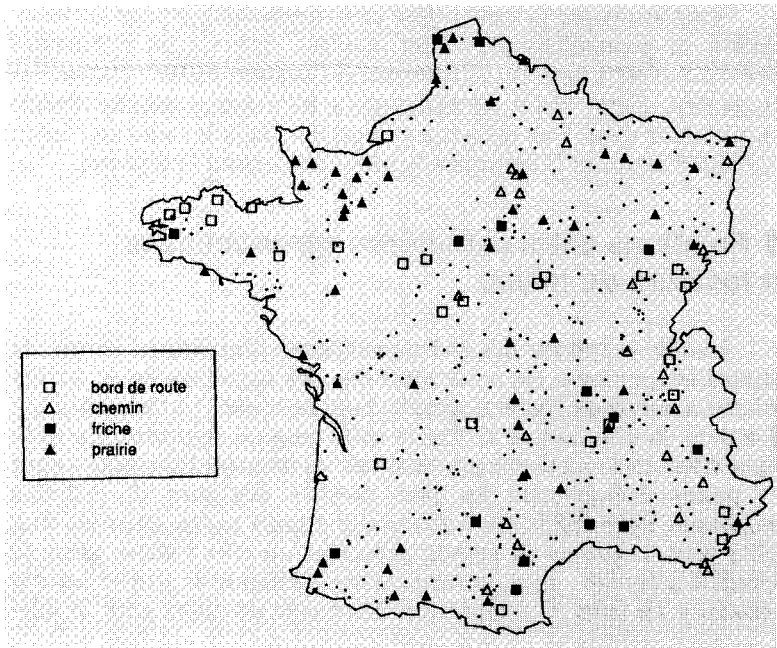


FIGURE 6 : Répartition et habitat des 114 populations retenues pour constituer la collection de référence (core collection).

FIGURE 6 : Map of the 114 populations sampled to constitute the core collection.

rance à la chaleur, l'évapotranspiration potentielle (ETP) et le déficit hydrique (pluie - ETP) sur la période de végétation (mars à octobre) pour la tolérance à la sécheresse. **Nous avons ainsi constitué une base de données des caractéristiques écologiques des sites de collecte** et pratiqué deux types d'analyse pour mettre en évidence les relations entre ces caractéristiques écologiques et les variables agronomiques issues de l'évaluation en réseau (BALFOURIER et CHARMET, 1991a), et constituer des regroupements de populations sur des critères écogéographiques (BALFOURIER, 1994 ; BALFOURIER et CHARMET, 1994a).

Les corrélations les plus significatives entre variables agronomiques et facteurs climatiques sont présentées tableau 2. Bien que de valeurs modérées, ces coefficients indiquent bien l'existence de liaisons entre ces caractères, qui peuvent être interprétées comme résultant de la sélection naturelle. Il faut noter que les corrélations entre les caractères agronomiques et les variables altitude ou latitude du site de collecte sont souvent aussi fortes que celles trouvées avec les facteurs climatiques proprement dits. Une étude plus précise a été réalisée sur la variable croissance en été pour confirmer cette hypothèse.

■ Analyse de régression factorielle

Cette méthode, développée par DENIS (I.N.R.A., Biométrie - Versailles ; 1980) consiste à utiliser des covariables "externes" comme régresseurs pour expliquer l'interaction entre 2 facteurs. Dans le cas des interactions génotype x environnement, on prendra donc d'une part des covariables liées aux milieux d'étude (climat, sol...), d'autre part des covariables liées aux génotypes (précocité, résistances...).

Dans le cas particulier de l'évaluation multilocale de populations naturelles, on peut prendre le même jeu de covariables pour caractériser d'une part les sites d'origine des populations, d'autre part les sites d'évaluation (CHARMET et al., 1993).

TABLEAU 2 : **Corrélations entre caractères agronomiques des populations et variables climatiques des sites de collecte.**

TABLE 2 : *Correlations between agricultural characteristics of the populations and the climatic features of the collection sites.*

C'est ainsi que, pour la variable "croissance en été", nous avons utilisé les deux covariables suivantes : déficit hydrique sur la période juin - septembre (HB) et température moyenne maximale du mois le plus chaud (Tmax). On a constaté que les 2 termes correspondant aux produits des covariables HB x HB et Tmax x Tmax sont hautement significatifs. Comme ces termes sont affectés d'un coefficient positif, cela signifie que **les populations originaires d'un milieu sec (respectivement chaud) présentent une interaction positive lorsqu'elles sont évaluées dans un milieu sec (respectivement chaud). Ce résultat correspond bien à ce que l'on peut attendre d'une conséquence de la sélection naturelle.**

	Temp. min. janvier	Temp. max. juillet	Temp. moyenne annuelle	ETP mars- octobre	Déficit hydrique	Altitude	Latitude
Sensibilité à la rouille							
- Rodez	- 0,39	- 0,28	- 0,45	- 0,20	0,22	0,46	
- Mont-de-Marsan							
- Bourg-Lastic	- 0,20		- 0,23				
- Le Pin				0,26		0,38	- 0,37
Sensibilité au froid							
- Rodez	0,32	0,29	0,45	0,27	- 0,24		- 0,37
- Mont-de-Marsan							
- Bourg-Lastic			0,27				- 0,31
- Le Pin							
Croissance de printemps							
- Rodez			- 0,26				0,25
- Mont-de-Marsan							
- Bourg-Lastic			- 0,24				0,31
- Le Pin			- 0,21	- 0,25	0,20		0,26
Croissance d'été							
- Rodez	- 0,21		- 0,23				
- Mont-de-Marsan							
- Bourg-Lastic	- 0,33	- 0,36	- 0,46	- 0,34	0,35	0,22	0,34
- Le Pin							
Croissance d'automne							
- Rodez		0,22		0,30	- 0,26		
- Mont-de-Marsan						- 0,24	0,25
- Bourg-Lastic		- 0,31	- 0,29	- 0,31	0,24		0,21
- Le Pin		- 0,23					0,36
Pérennité							
- Rodez			- 0,22			0,26	
- Mont-de-Marsan		- 0,24	- 0,26	- 0,29	0,28		0,30
- Bourg-Lastic		- 0,29	- 0,30	- 0,35	0,30		
- Le Pin		- 0,27	- 0,21	- 0,26			0,36
Alternativité	0,27	0,35	0,46	0,41	- 0,24		- 0,49
Remontaison	0,24	0,27					
Date d'épiaison				- 0,21		- 0,28	0,42

Conclusion

Ce programme coopératif a permis, sur une période de 5 ans, de rassembler une importante collection de populations naturelles sur des sites variés assez régulièrement répartis en France. Certes, d'autres instituts étrangers ont réalisé des collectes similaires, par exemple en Italie (FALCINELLI et al., 1988), en Roumanie (KOVACS, 1980)... Les collections les plus importantes à ce jour sont certainement celles de la station d'Aberystwyth au pays de Galles, qui a réalisé de nombreuses campagnes de prospections à travers l'Europe depuis 1970 (voir par exemple TYLER et THOMAS, 1987). Malheureusement, ces grandes collections ont souvent fait l'objet d'évaluations partielles soit pour des sous-ensembles géographiques (TYLER et CHORLTON, 1979), soit pour des caractères particuliers (HUMPHREYS et EAGLES, 1988 ; TYLER et HAYWARD, 1982).

L'intérêt de notre collection tient d'une part à son exhaustivité, mais plus encore au nombre de caractères agronomiques observés, qui sont tous ceux classiquement utilisés par le sélectionneur, **et à la fiabilité des données** qui a permis des comparaisons sur l'ensemble de la collection. Ainsi, nous avons pu proposer **une typologie des populations françaises** en classes de ressemblance pour les caractères agronomiques, incluant les adaptations aux différents milieux. Conformément à des études antérieures (LORENZETTI et PIANO, 1974 ; TYLER et CHORLTON, 1976), nous avons aussi trouvé **des corrélations entre caractéristiques agronomiques et facteurs climatiques du site d'origine**. Les méthodes de régression factorielle ont montré un effet direct du produit de covariables climatiques sur les interactions génotype x milieu, mettant ainsi réellement en évidence une différenciation des populations en écotypes.

D'autres méthodes d'analyse statistiques ont été employées pour affiner la structuration spatiale de la diversité des populations (MONESTIEZ et al., 1994) et compléter la première classification par la prise en compte de la localisation géographique (CHARMET et al., 1994). **Les résultats ont été appliqués d'abord à l'échantillonnage d'une collection noyau de façon à assurer la préservation du patrimoine génétique collecté, puis à la constitution de populations d'amélioration**, qui font l'objet d'un deuxième article. Des études de génétique des populations par analyse de marqueurs neutres (isoenzymes) ont également été réalisées pour mieux comprendre les mécanismes de la différenciation génétique des populations (BALFOURIER et CHARMET, 1994b ; CHARMET et BALFOURIER, 1994), ceci afin d'optimiser encore la gestion des ressources génétiques.

Travail présenté aux Journées d'information de l'A.F.P.F.
 "Les prairies semées destinées aux ruminants :
 quelle sélection végétale pour demain ?",
 les 28 et 29 mars 1996.

Remerciements

Nous tenons à remercier, pour leur participation active à toutes les études résumées dans le présent article et à la poursuite d'un programme commun de sélection récurrente, tous les membres de l'A.C.V.F., dont les responsables actuels sont : MM. BAUDOIN (Verneuil recherches), BAYLE (Limagrain DLF), BOURDON (Carneau frères), CHOSSON (RAGT), VAN HANJA (Barenbrug Tourneur recherches). Ces programmes ont été soutenus entre 1983 et 1990 par 2 contrats de branche du Ministère de l'Agriculture.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALFOURIER F. (1994) : *Gestion et valorisation de la diversité génétique de populations naturelles de ray-grass anglais (Lolium perenne L.) : approches biométriques et enzymatiques*, thèse doctorat ENSA de Rennes, 255 p.
- BALFOURIER F., CHARMET G. (1991a) : "Relationships between agronomic characters and ecogeographical factors in a collection of French perennial ryegrass populations", *Agronomie*, 11, 645-657.
- BALFOURIER F., CHARMET G. (1991b) : "Spaced plant evaluation of Mediterranean germplasm collections of perennial ryegrass", *Euphytica*, 57, 57-66.
- BALFOURIER F., CHARMET G. (1994a) : "Etude méthodologique de la conservation de ressources génétiques du ray-grass anglais par multiplication en pools de populations naturelle", *Genetics, selection, evolution*, 26, suppl 1, 203s-218s.
- BALFOURIER F., CHARMET G. (1994b) : "Geographic patterns of isozyme variation in Mediterranean populations of perennial ryegrass", *Heredity*, 72, 55-63.
- CHARMET G., BALFOURIER F. (1991) : "Further evaluation of exotic germplasm of perennial ryegrass for use in French plant breeding programmes", *Euphytica*, 57, 60-70.
- CHARMET G., BALFOURIER F. (1994) : "Isozyme variation and species relationships in the genus *Lolium*", *Theor. Appl. Genet.*, 87, 641-649.
- CHARMET G., BALFOURIER F., BION A. (1990) : "Agronomic evaluation of a collection of French perennial ryegrass populations : multivariate analysis using genotype x environment interactions", *Agronomie*, 10, 807-823.
- CHARMET G., BALFOURIER F., RAVEL C., DENIS J.B. (1993) : "Genotype x Environment interactions in a collection of French perennial ryegrass populations", *Theor. Appl. Genet.*, 86, 731-736.
- CHARMET G., BALFOURIER F., MONESTIEZ P. (1994) : "Hierarchical clustering of perennial ryegrass populations with geographic contiguity constraint", *Theor. Appl. Genet.*, 88, 42-48.
- DENIS J.B. (1980) : "Analyse de régression factorielle", *Biom. Praxim.*, 20, 1-34.
- FALCINELLI M., VERONESI F., LORENZETTI S. (1988) : "Evaluation of an Italian germplasm collection of *Lolium perenne* L. through a multivariate approach. In: Natural variation and breeding for adaptation", *Proc. Eucarpia Fodder Crop Section meeting*, septembre 1987, Lusignan, France.

- HUMPHREYS M.O., EAGLES C.F., 1988) : "Assessment of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) for breeding. I. Freezing tolerance", *Euphytica*, 38, 75-84.
- KOVACS A.J. (1980) : "Chorology of nature sources of germplasm of perennial forage grasses. 1. *Lolium perenne* L.", *Probl. de Gen. Teor. Apa.*, 12, 430-454.
- LORENZETTI F., PIANO (1974) : "Genetic control of agronomic characters and ecotype selection in *Lolium perenne* L.", *Genetica Agraria*, 28, 60-78.
- MANSAT P. (1964) : "L'amélioration des ray-grass", *Fourrages*, 20, 56-62.
- MONESTIEZ P., GOULARD M., CHARMET G. (1994) : "Geostatistics for spatial genetic structures : study of wild populations of perennial ryegrass", *Theor. Appl. Genet.*, 88, 33-41.
- RAVEL C., CHARMET G., BALFOURIER F. (1992) : "A database for a more efficient perennial ryegrass breeding programme", *Euphytica*, 61, 145-151.
- REBISHUNG J. (1951) : "Etude de populations de ray-grass et du mode de transmission de deux caractères dans le genre *Lolium*", *Ann. Amél. Plantes*, IV, 497-546.
- REBISHUNG J. (1961) : "Le catalogue des espèces fourragères après la parution du décret du 22 janvier 1960", *Ann. Amél. Plantes*, 11, 387-395.
- TYLER B.F., CHORLTON K.H. (1976) : "Ecotypic differentiation in *Lolium perenne* populations", *Report Welsh Plant Breeding Station 1975*, Aberystwyth, UK, 14-15.
- TYLER B.F., CHORLTON K.H. (1979) : "Characterization of perennial ryegrass ecotypes from France and Switzerland", *Report Welsh Plant Breeding Station 1978*, Aberystwyth, UK, 43-46.
- TYLER B.F., HAYWARD M.D. (1982) : "A sampling technique for assessing digestibility of Italian ryegrass populations", *Euphytica*, 31, 349-355.
- TYLER B.F., THOMAS H. (1987) : "Extending genetic resources Plant collections", *Report Welsh Plant Breeding Station 1983*, Aberystwyth, UK, 103-105.

SUMMARY

Study of a French collection of natural populations of perennial ryegrass

This paper summarizes the first steps of a breeding programme for perennial ryegrass, set up in 1983 by co-operating breeders of ACVF (INRA and private companies). As a first step, this programme consisted in the intensive collection of ecotypes throughout the French territory, thanks to which 547 natural populations were gathered. These wild populations were then evaluated in a multi-site network of trials. Data on agronomic traits and adaptations were analysed using a range of statistical tools, and the whole variation was distributed into clusters. This clustering helped us to sample a core collection of populations, which was multiplied and put into a gene bank. Further studies made it possible to explain part of the genetic variation among populations as the effect of natural selection under the climatic features of the site of origin.