

Rassemblement, utilisation et gestion des ressources génétiques de dactyle à l'INRA de Lusignan

C.Mousset*

L'importance agronomique et économique du dactyle est considérable en région tempérée et méditerranéenne. Pendant 25 ans, l'INRA de Lusignan a amélioré le dactyle pelotonné grâce à plusieurs opérations de prospections. Le bilan d'une telle expérience s'impose et pose la question de la conservation de cette précieuse variabilité naturelle.

RESUME

De 1968 à 1992, les sélectionneurs de l'INRA de Lusignan ont développé un programme d'amélioration du dactyle pelotonné pour les régions à climat tempéré. Les 700 populations spontanées de dactyle qu'ils ont collectées en trois temps (en Bretagne et Cotentin, puis au nord-ouest de la Galice et du Portugal et enfin en région méditerranéenne) leur ont permis de réaliser un progrès continu pour les 7 variétés créées. L'intérêt agronomique de ces populations pour réaliser les objectifs de sélection est développé.

Dorénavant se pose la question de la conservation de ces populations... 600 sont conservées au congélateur ; 180 populations représentatives de la variabilité des différentes grandes zones climatiques sont déposées depuis 1993 au Centre Européen de Ressources Génétiques en Poitou - Charentes. Les semences et les données de passeport les concernant sont accessibles sous conditions.

* Avec la collaboration technique de P. Papillier, C. Largeaud, G. Désiré et M. Braconnier

MOTS CLES

Dactyle, *Dactylis glomerata*, population naturelle, progrès génétique, prospection, ressources génétiques, sélection variétale, zone méditerranéenne, zone tempérée.

KEY-WORDS

Cocksfoot, *Dactylis glomerata*, genetic progress, genetic resources, Mediterranean region, natural population, plant collection, temperate region, varietal selection.

AUTEUR

INRA, Unité de génétique et d'amélioration des plantes fourragères, F-86600 Lusignan.

Le dactyle (*Dactylis glomerata* L.) est une graminée d'un grand intérêt en raison de la variété importante des types adaptés à des conditions pédoclimatiques très diverses. Depuis 1946, l'INRA puis les sélectionneurs privés français l'ont étudié, sélectionné et ont créé des variétés améliorées. A partir du travail effectué à l'INRA de Lusignan, cet article montre d'une part ce qu'a pu apporter l'introduction de populations naturelles dans la réalisation des objectifs de sélection et de création variétale, et d'autre part la démarche suivie, les difficultés rencontrées et les réalisations en matière de conservation et de mise à disposition de la diversité génétique naturelle, collectée pour la communauté internationale et les générations futures.

Etat des connaissances sur le genre *Dactylis*

1. Taxinomie

Le genre *Dactylis* constitue un petit groupe taxinomique relativement isolé dans la tribu des *Festuceae*, famille des Graminées. Il ne comporte qu'une seule espèce, *Dactylis glomerata* L., à l'intérieur de laquelle on observe un complexe naturel polyploïde. Suite en particulier aux travaux de Stebbins et Zohary (1959), de Jones *et al.* (1961), et de Borrill et Carroll (1969), on distingue dans l'espèce trois niveaux de ploïdie : diploïde, tétraploïde et hexaploïde (tableau 1) dans l'aire primaire de distribution, l'Eurasie (figure 1). On y dénombre principalement 15 sous-espèces diploïdes, 3 sous-espèces tétraploïdes et une entité hexaploïde. Six taxons tétraploïdes mineurs ont aussi été décrits ; ils ont des aires de répartition réduites.

Tableau 1 : Distribution primaire des sous-espèces et taxons du complexe *Dactylis glomerata* (d'après Borrill, 1978, et Lumaret, 1988).

*Table 1 : Primary distribution of the subspecies and taxa of the *Dactylis glomerata* complex (after Borrill, 1978, and Lumaret, 1988).*

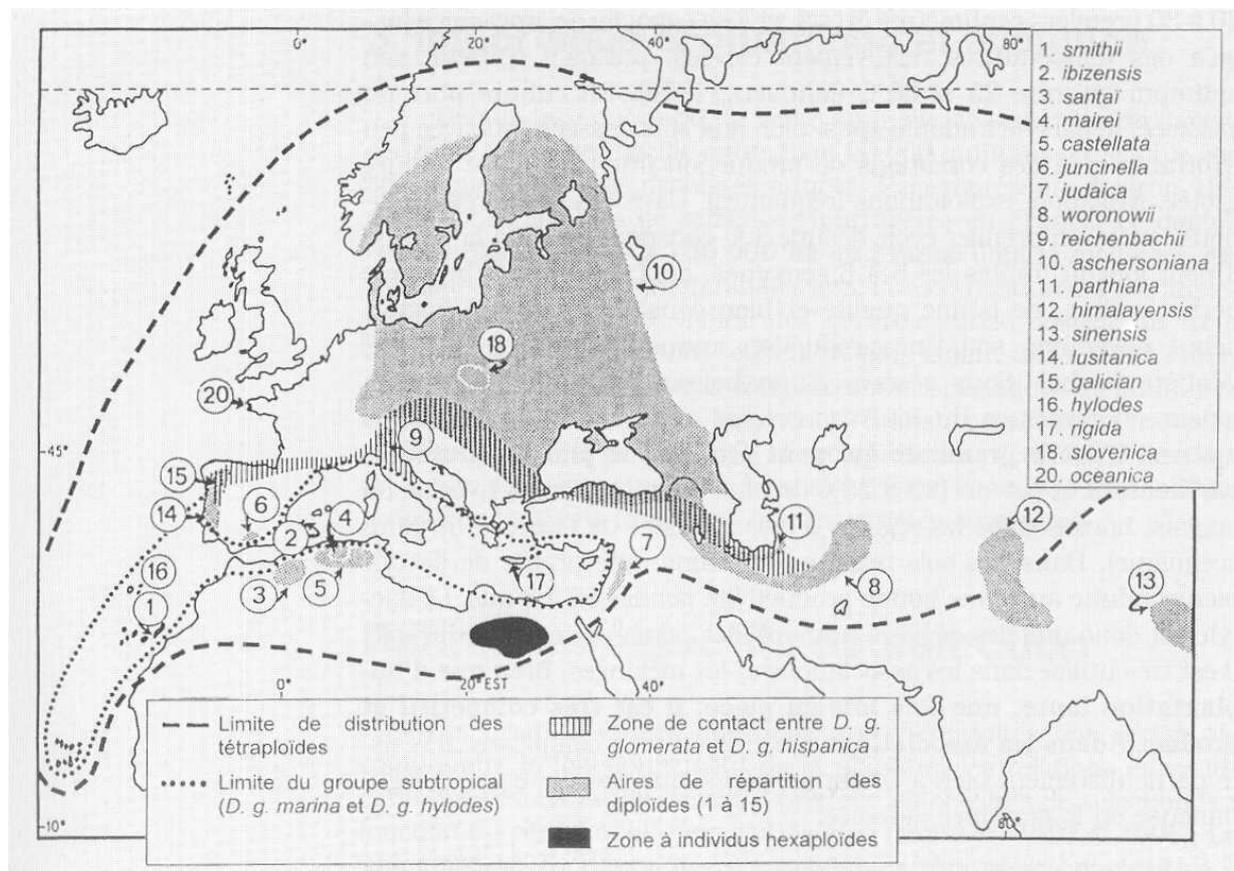
Groupe morphogéographique Climat	Méditerranéen*		Eurasien*
	Subtropical	Méditerranéen	Tempéré
Diploïdes (2n = 2x = 14)	1. smithii 2. ibizensis	3. santai 4. mairei 5. castellata 6. juncinella 7. judaica 8. woronowii 9. reichenbachii	10. aschersoniana 11. parthiana 12. himalayensis 13. sinensis 14. lusitanica 15. galicien
Tétraploïdes (2n = 2x = 28)	hackelii 16. hylodes	hispanica 17. rigida	glomerata 18. slovenica 19. polygama 20. oceanica 22. italica
Hexaploïdes (2n = 2x = 42)		21. taxonomiquement lié à hispanica	

* les numéros renvoient aux localisations géographiques sur la carte de la figure 1

Les dactyles les plus utilisés en agriculture appartiennent aux deux sous-espèces tétraploïdes ayant les plus larges aires de répartition naturelles : il s'agit de la sous-espèce *Dactylis glomerata* ssp. *glomerata* dit dactyle pelotonné, fréquent à l'état spontané en Europe tempérée et continentale, et de la sous-espèce *Dactylis glomerata* ssp. *hispanica* inféodée au bassin méditerranéen. Cependant, trois sous-espèces diploïdes ont été reconnues comme agronomiquement intéressantes : la sous-espèce *aschersoniana* en Europe de l'Est, la sous-espèce *lusitanica* et le type galicien (non formellement classé en sous-espèce) en Galice et au nord du Portugal.

Figure 1 : Aire de répartition primaire des sous-espèces de *Dactylis glomerata* et des taxons tétraploïdes mineurs (d'après Borrill, 1978, et Lumaret, 1988).

*Figure 1 : Primary distribution of the sub-species of *Dactylis glomerata* and of minor tetraploid taxa (after Borrill, 1978, and Lumaret, 1988).*



2. Intérêt agronomique des deux principales sous-espèces de dactyles

* *Dactylis glomerata* ssp. *glomerata*

En régions tempérées et continentales, c'est l'une des quatre graminées pérennes les plus utilisées avec le ray-grass anglais, la fétuque élevée et la fétuque des prés (climat continental). Ses principales qualités sont sa pérennité, sa productivité en culture pure ou associée, sa bonne teneur en protéines, la relative appétence de ses feuilles, sa résistance à la sécheresse ; son aptitude à bien utiliser l'eau en été est liée à un système racinaire toujours fonctionnel, très dense dans les 20 à 30 premiers centimètres du sol, et à sa capacité de croissance jusqu'à des températures relativement élevées, puisqu'il n'atteint son optimum qu'entre 25 et 30°C (Mitchell, 1956). En culture pure ou associée, le dactyle s'adapte aussi bien aux sols desséchants avec peu d'intrants qu'à des conditions de production intensive (forte fumure azotée, irrigation, exploitations fréquentes). Dans ces dernières conditions, après un premier cycle destiné à la conservation ou à la pâture, il peut fournir, toutes les 5 à 6 semaines, de 1,5 à 3 t MS/ha d'une herbe feuillue, de bonne qualité et bien consommée, et ce, jusqu'à début novembre, soit une production annuelle de 12 à 15 t MS (Matière Sèche). Sous réserve d'une bonne fertilisation azotée, la teneur en protéines du fourrage produit peut avoisiner celle de la luzerne. C'est la graminée qui peut produire le plus de protéines par hectare et par an (20 à 25% de plus qu'un ray-grass hybride ou anglais, hormis dans les régions à étés humides de l'Europe du Nord océanique). Dans des sols relativement sains, une prairie de dactyle bien conduite aura une bonne productivité pendant 5 à 8 ans. Le dactyle est donc une des espèces primordiales pour l'agriculture durable. Il est très utilisé dans les associations et les mélanges. Bien que d'implantation lente, une fois mis en place, il est très compétitif et productif dans les associations binaires ou plus complexes. Il résiste particulièrement bien à l'ombrage périodique provoqué par la légumineuse ou la graminée associée.

Le dactyle pelotonné spontané est très répandu, particulièrement en terrains secs et bien drainés, dans les prairies naturelles des montagnes jeunes (jusqu'aux altitudes moyennes), des massifs hercyniens et des plaines. Selon la région d'origine, le dactyle montre un repos hivernal plus ou moins marqué. Dans les régions à climat tempéré océanique de l'Europe de l'Ouest (Arc atlantique), les dactyles spontanés ont un repos hivernal parfois très réduit comme ceux de l'ouest du Portugal par exemple qui peuvent avoir une croissance quasi continue toute l'année.

* *Dactylis glomerata ssp. hispanica*

Cette sous-espèce est distribuée sur l'ensemble de la zone méditerranéenne. Elle occupe une gamme très vaste de situations écologiques dans les régions où sévit une sécheresse estivale. Son adaptation à ces régions est permise par une mise au repos en été, pendant la durée de la sécheresse, et par une rétention des semences par la panicule jusqu'à l'arrivée des pluies d'automne. Elle y est ainsi très pérenne ; c'est même la plus répandue des graminées pérennes et la plus utilisée dans ces régions, spécialement en culture sèche. C'est une espèce pionnière, qui envahit rapidement les espaces ouverts, les talus, sur des sols très desséchants, à l'inverse de la fétuque élevée qui, ayant besoin de sols profonds et humides, est en voie de disparition dans ces régions.

3. Importance économique et évolution

Depuis les années 60, la vente annuelle de semences de dactyle certifiées en France oscille entre 15 et 20 000 quintaux, et semble être en augmentation ces dernières années. Cela représente environ 15% de la consommation de semences fourragères en France. Le dactyle serait utilisé sur 600 à 700 000 ha en France dont la moitié en culture pure ou en association binaire avec la luzerne (durée 4 à 5 ans en moyenne). Dans l'autre moitié des surfaces, il est associé au trèfle blanc ou au lotier (parcelles souvent de plus longue durée : 5-12 ans), ou figure dans des mélanges complexes plurispécifiques de graminées et de légumineuses (durée moyenne : 5 ans). La sélection française publique (INRA) et privée (RAGT, Green Genetics, Verneuil) a développé ces 30 dernières années de bonnes variétés, beaucoup mieux adaptées aux conditions françaises que les variétés étrangères.

Définir les objectifs de sélection

Les diverses études que nous avons conduites ont permis de comprendre le fonctionnement de la plante et les relations entre les caractères. Nous avons aussi dû préciser les objectifs de sélection, en fonction du climat et du type d'utilisation (Mousset, 1992 et 1995). La précocité et le rythme de croissance sont les premiers critères à considérer. Pour le climat méditerranéen, il faut des variétés à épiaison précoce à très précoce, ayant un maximum de croissance pendant la période non sèche. Pour les régions à climat continental, on recherche plutôt des variétés à épiaison tardive, capables de produire beaucoup sur la période printemps - été. Pour les régions à climat tempéré, avec un hiver relativement clément, on recherche des variétés à démarrage précoce et à épiaison demi-précoce à tardive ayant une période annuelle de croissance la plus longue possible, voire continue dans les zones aux hivers les plus doux (Arc Atlantique).

La vitesse d'allongement des feuilles est importante quel que soit le climat et les types d'utilisation car elle est déterminante pour la production tant en culture pure qu'en association. Ce caractère peut être associé à un tallage varié : soit des talles nombreuses, pour des exploitations fréquentes et une longue période annuelle de production, soit des talles moins nombreuses et un poids par talle élevé, pour une production maximale de biomasse pour la conservation.

La sélection pour la tolérance aux différentes maladies foliaires est nécessaire pour toutes les zones d'utilisation :

- la mastigosporiose (*Mastigospodium rubicosum*), qui apparaît au printemps en période humide et fraîche et affecte le rendement et la qualité du fourrage produit, au 1^{er} cycle et parfois en fin d'automne ;
- la scolécotrichose (*Scolecotrichum graminis*), qui apparaît le plus souvent à partir du 2^e cycle et peut affecter les différentes repousses jusqu'à l'automne ;
- enfin, les rouilles (la rouille jaune, *Puccinia glumarum*, et deux rouilles dites noires, *Puccinia graminis* et *Uromyces dactylidis*), qui se développent principalement de juin à octobre comme la scolécotrichose ; ces quatre maladies peuvent d'ailleurs apparaître séparément ou simultanément.

Il est important pour l'éleveur de disposer de variétés de dactyle résistantes telles que celles qui sont inscrites au catalogue français. Ces variétés ont une plus grande souplesse d'utilisation, l'intervalle entre les exploitations pouvant être allongé sans risque de dégradation de la qualité du fourrage à cause d'attaques de maladies (Mousset et Gallais, 1974). Elles assurent une régularité de la qualité, de l'appétibilité et de la quantité de biomasse produite. Par rapport à une variété sensible, une variété résistante aux maladies est aussi plus pérenne, peut démarrer plus tôt au printemps et repartir plus vite en production car ses réserves glucidiques nécessaires au redémarrage sont en général plus élevées. Il y a aussi des possibilités pour l'amélioration directe de la qualité, notamment la digestibilité.

L'ensemble du programme a été orienté pour l'amélioration du dactyle des régions à climat tempéré de l'Europe de l'Ouest. Ainsi, connaissant la variabilité naturelle existante et ayant défini nos objectifs de sélection, nous avons décidé d'inclure dans nos programmes :

- la réalisation de collectes de populations naturelles, ciblées selon l'état d'avancement de la sélection ;
- l'évaluation du matériel issu de ces nouvelles prospections (ou obtenu par échange avec d'autres pays) pour la création variétale ;
- l'utilisation de ce matériel pour créer des variétés ;
- la multiplication, la conservation et le stockage des semences dans une banque de gènes, et l'organisation en base de données des informations concernant ces populations.

Régions prospectées et collectes réalisées

Les premières études sur des populations françaises ont été réalisées à l'INRA-Versailles par Rebuschung (1953). Elles ont été poursuivies à l'INRA-Lusignan à partir de 1962. Le matériel spontané de Bretagne et du Cotentin, qui paraissait présenter les caractères associés les plus intéressants, a fait l'objet des 2 premières prospections en 1968 et en 1971. Deux autres prospections ont été effectuées au nord de l'Espagne et du Portugal en 1978 et 1982 pour l'allongement de la durée annuelle de végétation. Enfin, pour rechercher des aptitudes à une certaine croissance hivernale, nous avons effectué plusieurs prospections dans des régions méditerranéennes de 1987 à 1992 (Mousset *et al.*, 1987 ; 1988a ; 1988b). Dans le même temps, nous avons pu bénéficier de populations collectées lors de prospections multispécifiques par des collègues français et étrangers, au Portugal et en Grèce. C'est donc un rassemblement de la variabilité génétique assez exhaustif pour sept régions naturelles que nous avons réalisé de 1968 à 1992 (tableau 2, figure 2).

Tableau 2 : Localisation et résultat des collectes de dactyle.

Table 2 : Location and result of the Cocksfoot collections.

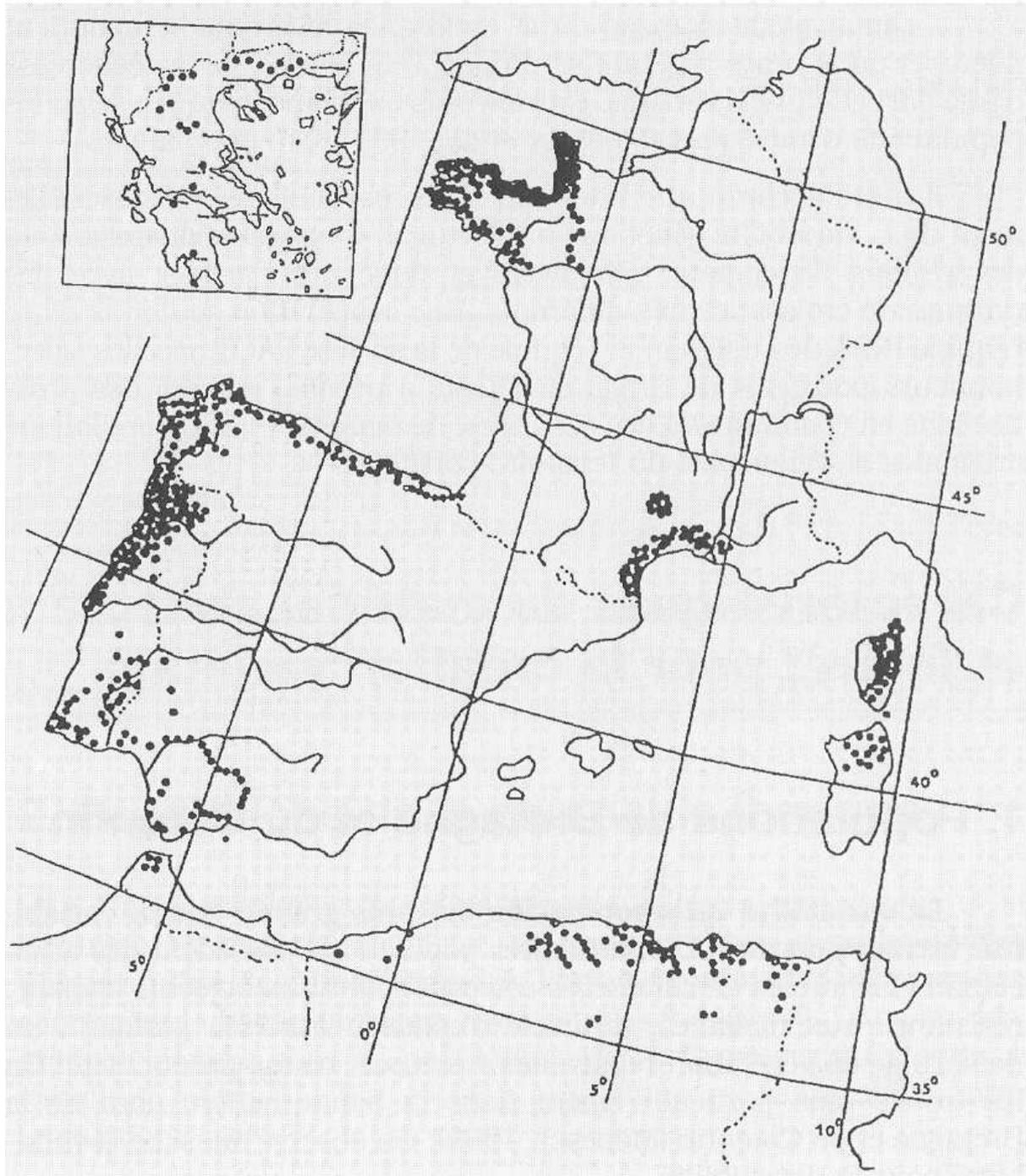
Régions	Nombre de populations
Bretagne et Cotentin	163
Corse et Languedoc-Roussillon	85
Nord de l'Espagne	135
Andalousie	36
Portugal	200
Algérie	53
Grèce	30
Total	702

Ces populations viennent finalement de deux types de climat très différents :

- climat tempéré océanique (région côtière atlantique du Cotentin à Lisbonne) où la dormance végétative des dactyles est plutôt de type hivernal, à cause des basses températures (466 populations).
- climat méditerranéen où la croissance hivernale se maintient mieux et où le repos végétatif se produit l'été, du fait de la sécheresse d'une part et d'une dormance estivale plus ou moins marquée selon les populations d'autre part (Mousset *et al.*, 1992 ; 240 populations).

Figure 2 : Localisation géographique des populations de dactyle étudiées à Lusignan de 1968 à 1993 (un point peut représenter une ou plusieurs populations).

Figure 2 : Geographic location of the Cocksfoot populations studied at Lusignan from 1968 to 1993 (one point may represent one or several populations).



Il a été accordé une attention toute particulière au rassemblement de la variabilité génétique au Portugal. Ce pays méditerranéen a des régions de climats très divers et donc des dactyles avec des rythmes de croissance très différents. Une coopération soutenue entre l'équipe INRA de Lusignan et l'équipe de la société RAGT avec les sélectionneurs portugais de Braga et d'Elvas a permis, grâce à des prospections en commun et à des échanges, de rassembler 200 populations originales de l'ensemble du territoire portugais.

Caractéristiques du matériel collecté et intérêt pour la création variétale

1. Populations de Bretagne et du Cotentin

La variabilité interpopulation est plus grande que la variabilité intrapopulation. Les meilleures populations possèdent des associations favorables de caractères correspondant aux objectifs choisis : résistance aux maladies, tardiveté d'épiaison associée parfois à un démarrage en végétation relativement précoce, bonne productivité. On les trouve plus particulièrement dans la bande côtière nord de la Bretagne et du Cotentin (Mousset, 1989). On observe aussi de la variabilité pour la digestibilité.

Ces populations ont constitué le matériel génétique de base étudié et recombinaé pendant les premiers cycles de sélection récurrente. Au premier cycle de sélection, un tri des plantes les plus digestibles a été effectué. La sélection pour accroître la pérennité (excellente en moyenne) a été réalisée de façon indirecte, par choix des plantes les plus résistantes aux maladies dans les populations les meilleures pour ce critère. Il n'y a pas eu de sélection pour le tallage dans les tous premiers cycles de sélection, celui-ci n'étant pas le facteur limitant au printemps. Par ailleurs, nos résultats montraient que, jusqu'au stade début épiaison, les grosses talles étaient plutôt plus digestibles que les petites (résultats personnels, 1972, non publiés). Ainsi, partant d'un bon niveau de départ pour les caractères à sélectionner, il a été relativement facile de progresser en 2 à 3 cycles de sélection (Mousset et Gallais, 1977). Ces populations ont été à l'origine des quatre variétés créées à l'INRA de Lusignan et inscrites au catalogue officiel : Lully (1977), Lude et Lutétia (1978) au deuxième cycle de sélection, puis Lupré (1992) au quatrième cycle. Le tableau 3 montre le progrès obtenu pour différents caractères d'intérêt agronomique par rapport à la variété témoin, Prairial (niveau 100, créée auparavant à l'INRA de Versailles), grâce au travail de sélection effectué sur ces bonnes populations de Bretagne et de Normandie.

Tableau 3 : Progrès génétiques obtenus à Lusignan chez les variétés de dactyle inscrites au catalogue de 1977 à 1998 (résultats des essais CTPS sur 6 à 9 lieux pendant 3 années).

Table 3 : Genetic progress obtained at Lusignan on Cocksfoot cultivars registered on the official list from 1977 to 1998 (results of official tests made by CTPS on 6 to 9 locations during 3 years).

Années de création des variétés (et cycle de sélection)	Valeurs du témoin Prairial	Niveau des variétés (% du témoin)		
		1970-1975 (2° cycle)	1978-1982 (4° cycle)	1988-1992 (7° cycle)
- Caractère exprimant la rapidité d'installation et de mise en production : production de biomasse l'année d'installation	7,5 t MS/ha	103	112	122
- Caractères exprimant l'allongement de la durée de croissance en début et en fin d'année :				
- Production en 1 ^{ère} coupe précoce (fin mars, début avril)	2,7 t MS/ha	109	134	142
- Production en dernière coupe tardive (oct., nov. ou décembre)	1,4 t MS/ha	109	125	139
- Caractères exprimant le potentiel de production :				
- Production de printemps	8,6 t MS/ha	101	105	106
- Production d'été - automne	4,9 t MS/ha	104	112	116
- Production totale annuelle (moyenne des 2 années A1 et A2)	13,5 t MS/ha	102	108	109
- Caractère exprimant la durée possible d'exploitation au printemps entre la période de 30 cm de hauteur d'herbe (début du pâturage) et la date de l'épiaison (stade optimum pour l'ensilage)	32 jours	40 jours	52 jours	52 jours
- Sensibilité aux maladies (note 1 : très résistant, note 9 : très sensible) : moyenne des maladies de printemps (mastigosporiose) et d'été-automne (scolécotrichose + rouilles)	5,3	4,6	4,1	3,1
- Index global CTPS (ensemble des critères affectés d'un coefficient)	100	110	120	131

2. Populations de la péninsule ibérique

Une variabilité extraordinaire a été collectée en Espagne et au Portugal. Le matériel se divise en deux groupes morpho-géographiques : l'un de climat tempéré, l'autre de climat méditerranéen, comprenant chacun plusieurs sous-espèces (tableau 4). Dans les deux groupes, comme pour les populations de Bretagne et du Cotentin, la variabilité interpopulation est plus importante que la variabilité intrapopulation.

Tableau 4 : Caractères des populations de dactyle collectées dans la péninsule ibérique.

Table 4 : Characteristics of the Cocksfoot populations collected in Spain and Portugal.

Climat d'origine	Taxon	Arrêt végétatif	Nombre de populations
Tempéré	<i>ssp glomerata</i> (4x)	hivernal	204
	type galicien (2x, 4x) et <i>ssp lusitanica</i>	hivernal réduit	52
Méditerranéen	<i>ssp hispanica</i> (4x)	estival	71
	<i>ssp.hackelii</i> (4x)	estival	6

Le matériel méditerranéen est moins variable pour les caractères observés que le matériel tempéré, notamment pour la précocité d'épiaison et la sensibilité aux rouilles. Les populations les moins sensibles sont situées le long des côtes, en particulier dans les régions d'Algésiras et en Algarve.

Le matériel tempéré est extrêmement variable (Mousset et Chosson, 1986). Dans la sous-espèce *glomerata*, on observe un gradient continu d'évolution vers la tardiveté d'épiaison, en allant des populations du pays basque (médiane d'épiaison à Lusignan : 23 avril), vers celles de La Corogne (18 mai ; figure 3a). La sensibilité aux rouilles diminue (de très sensible à très tolérant) entre les mêmes lieux (figure 3b). Quelle que soit la région, la résistance aux rouilles est meilleure pour les populations côtières.

Figure 3 : Populations de dactyle du nord de l'Espagne et du Portugal, a) précocité d'épiaison (notée en nombre de jours écoulés entre le 1^{er} avril et la date d'épiaison). Des regroupements géographiques de populations voisines sont constitués.

Figure 3 : Cocksfoot populations from N. Spain and Portugal : a) earliness of heading (number of days between 1st april and heading date). Neighbouring populations are geographically grouped together.

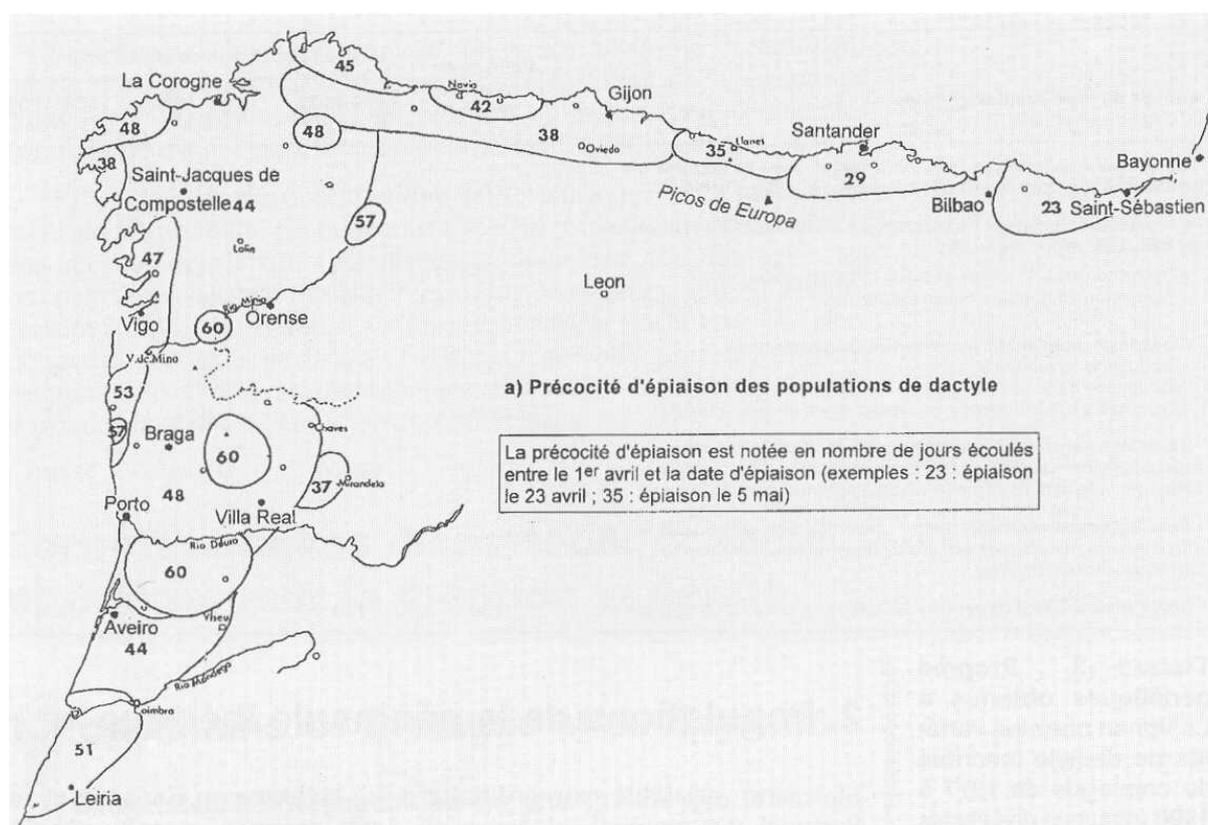
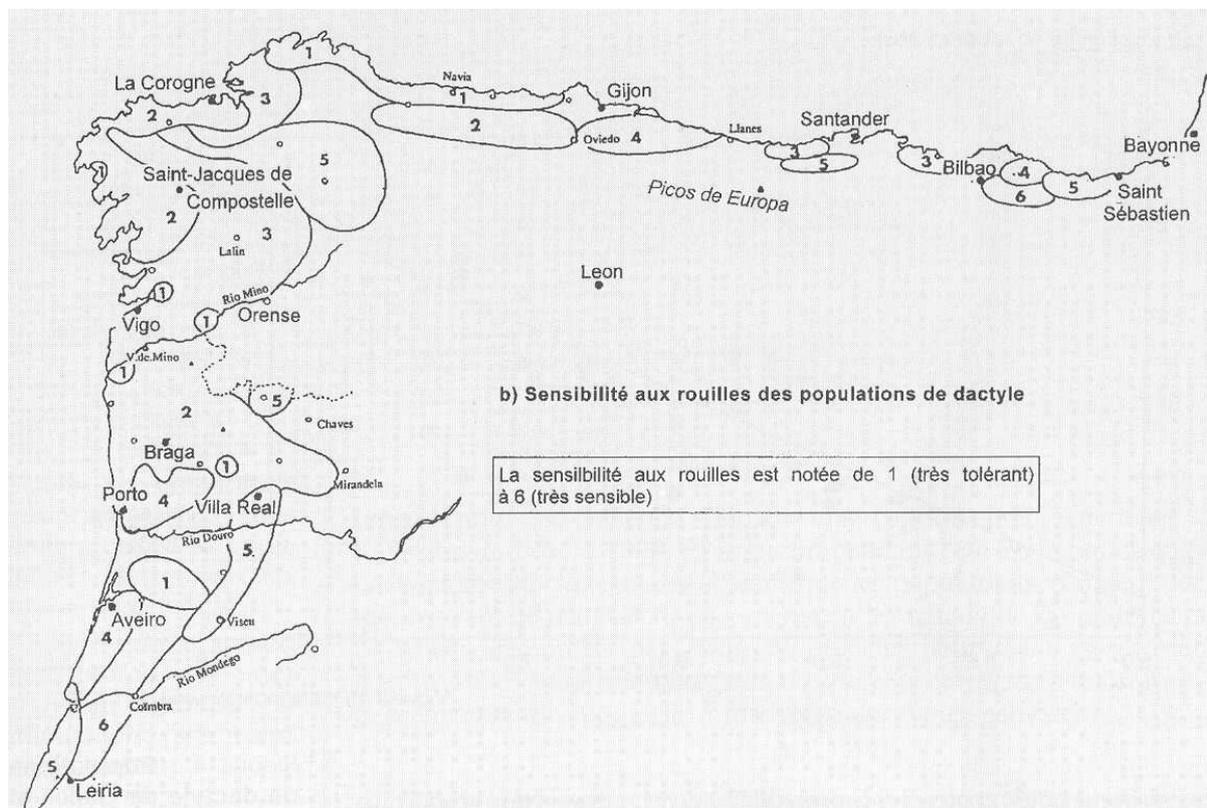


Figure 3 : Populations de dactyle du nord de l'Espagne et du Portugal, b) sensibilité aux rouilles (1 : très tolérant, 6 : très sensible). Des regroupements géographiques de populations voisines sont constitués.

Figure 3 : Cocksfoot populations from N. Spain and Portugal : b) susceptibility to rust (1 : very tolerant ; 6 : very susceptible). Neighbouring populations are geographically grouped together.



Enfin, certaines populations de Galice apportent une variabilité nouvelle dans l'allongement de la période de croissance, celle-ci démarrant plus tôt au printemps et se poursuivant plus longtemps à l'automne. La souplesse d'utilisation est donc augmentée (figure 4).

En Galice, de même qu'au nord du Portugal, on rencontre dans les zones de moyenne altitude (entre 600 et 800 m) des populations diploïdes pures ainsi que des situations où diploïdes et tétraploïdes naturels poussent ensemble. Par rapport aux tétraploïdes qui cohabitent avec eux, ces diploïdes sont en moyenne une dizaine de jours plus tardifs à l'épiaison, plus résistants au froid et à la mastigosporiose (Mousset et Chosson, 1986). Parmi le matériel récolté en péninsule ibérique, seuls ces diploïdes ont le niveau de tolérance au froid des variétés témoins françaises. Cependant, leur appétibilité (observée sur des brebis à l'entretien, aussi bien en cafétéria d'auges à Lusignan, qu'en pâture *in situ* à Bourg-Lastic) est inférieure à celle des tétraploïdes en général. Nous avons trouvé une teneur en glucides solubles inférieure chez les diploïdes (résultats personnels, 1985, 1988, non publiés).

Une introduction progressive des meilleurs individus des meilleures populations par croisement avec le matériel français précédemment travaillé a été réalisée comme le montre la figure 5. Pendant cette période, une sélection continue a été effectuée sur l'aspect feuillu des plantes (longueur des limbes et des gaines), l'aptitude au tallage, et une régularité de la croissance aux différentes saisons. Nos dernières variétés, créées au 7^e cycle de sélection et inscrites au catalogue, Ludac (1997), Luron et Ludovic (1998), ont de 15 à 25% de leurs géniteurs d'origine ibérique. Le tableau 3 montre qu'avec ces nouvelles variétés, le niveau atteint par les cultivars précédents (avec les populations de Bretagne et de Normandie) a été dépassé. Le progrès obtenu par la sélection récurrente a été continu. Et s'il a pu continuer de façon aussi nette, c'est aussi grâce à

Figure 4 : Populations de dactyle de Galice et du nord du Portugal : allongement de la durée de pousse annuelle (les populations qui ont le démarrage le plus précoce au printemps sont aussi celles qui prolongent le plus longtemps leur pousse en fin d'automne).

Figure 4 : Populations from Galicia and N. Portugal : lengthening of the yearly growing period (those populations starting to grow earliest in Spring are also keeping longest growing end of Autumn).

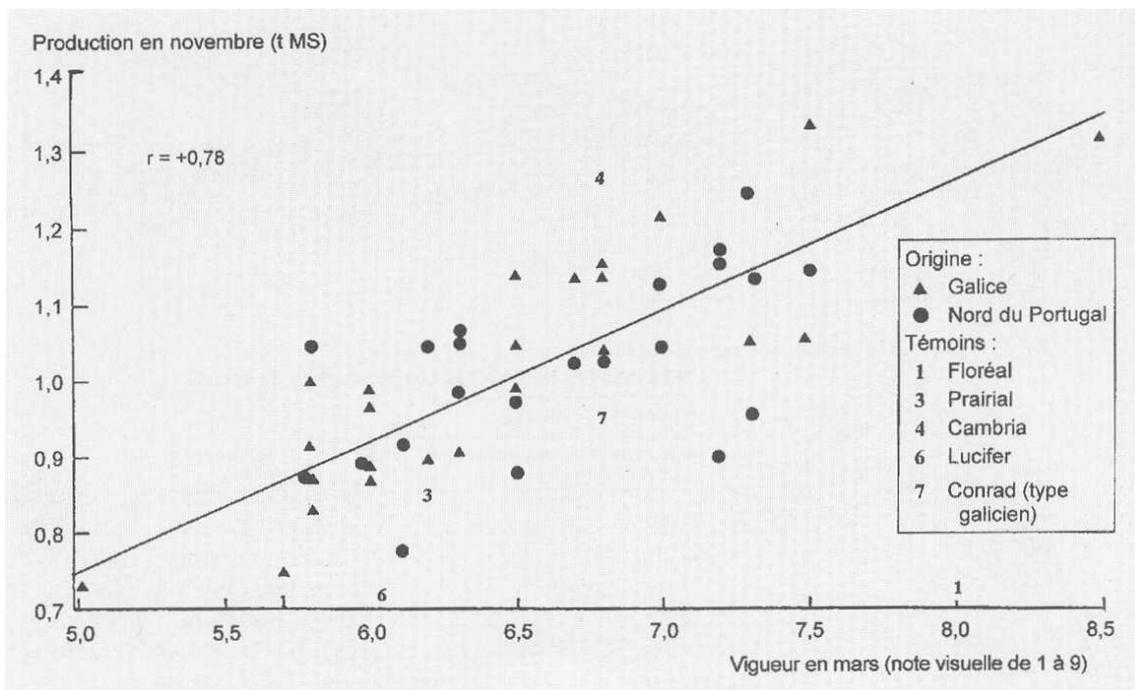
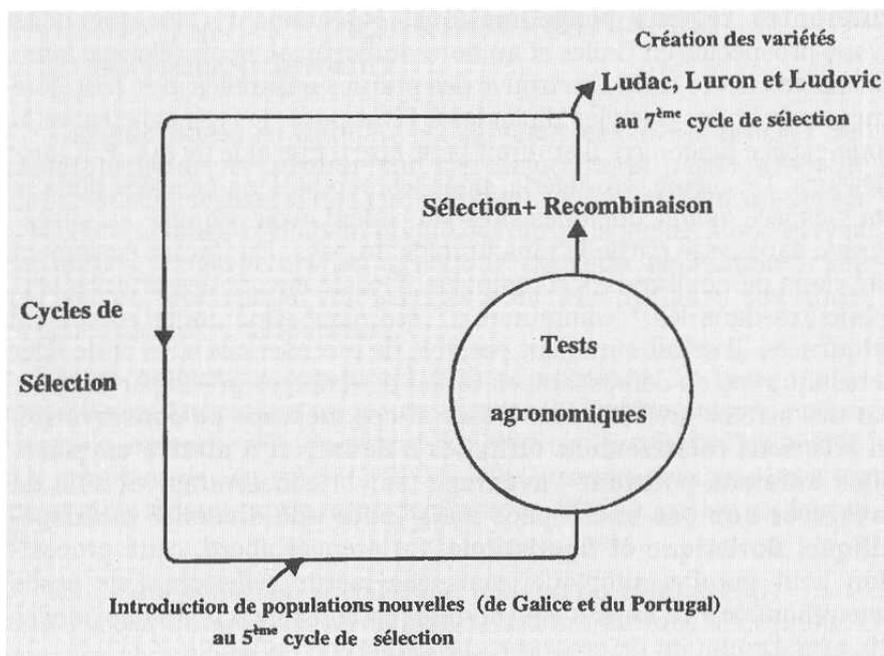


Figure 5 : Répartition géographique des deux groupes de populations d'Algérie (ssp. mairei et castellata).

Figure 5 : Geographical distribution of two Algerian groups of populations (ssp. mairei and castellata).



l'introduction de ce matériel ibérique. Les progrès les plus significatifs observés sont au niveau de la rapidité d'implantation et de la mise en production, de l'allongement de la durée annuelle de croissance (à la sortie de l'hiver, démarrage plus précoce de la végétation et prolongement de celle-ci plus tard à l'automne), enfin, au niveau de la résistance aux maladies foliaires en général.

3. Populations d'Algérie

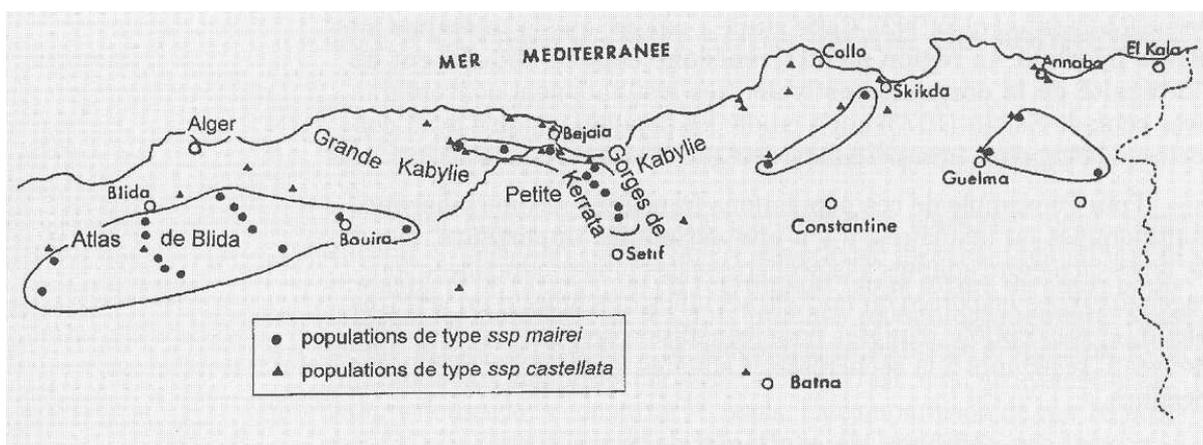
Les études que nous avons réalisées sur ces populations permettent de les classer en 2 groupes (figure 5) :

- des populations à nombreuses talles et au feuillage vert clair, à panicules courtes, situées dans les zones montagneuses (1 100 à 2 000 m) ainsi que dans les vallées de l'intérieur du pays, dans les régions les plus arrosées (Atlas de Blida, gorges de Kerrata). Elles s'apparenteraient à *D. glomerata ssp. mairei*. Soixante pour cent de ces populations sont de pures diploïdes, principalement dans la région de l'Atlas de Blida. A l'inverse, dans les gorges de Kerrata, les populations de ce type sont plus hétérogènes pour la ploïdie, des individus de 2x à 5x végètent côte à côte. Il y a probablement une proportion importante de gamètes non réduits produits par les diploïdes (Lumaret, 1988) ;

- des populations à feuillage vert foncé, à grosses panicules, provenant de régions plus proches des côtes, en général dans des régions plus perturbées par la civilisation, mais aussi moins arrosées que dans le cas du groupe précédent (Grande et Petite Kabylie et région d'Annaba). Elles s'apparenteraient à *D. glomerata ssp. castellata*.

Figure 6 : Schéma de sélection et de création variétale pour le dactyle à l'INRA de Lusignan, avec introduction périodique de nouvelles populations naturelles.

Figure 6 : Diagram of the breeding method and cultivar creation practised for Cocksfoot at the INRA Station of Lusignan, with periodical introduction of new natural populations.



Toutes les populations sont très sensibles au froid. Les populations du groupe *mairei* sont moins sensibles aux maladies, ont une meilleure croissance d'automne et une meilleure repousse à la sortie de l'hiver que les populations du groupe *castellata*. En 1992, nous avons effectué des croisements entre les meilleurs individus de ces populations et du matériel élaboré d'origine tempérée. L'objectif était de créer du matériel encore plus novateur, à croissance quasi continue, pour les régions de l'Arc Atlantique. Les descendances obtenues sont très sensibles au froid ; plusieurs cycles de sélection seraient nécessaires pour retrouver un niveau acceptable pour ce caractère. Il n'y a peut être qu'un institut public qui puisse investir dans un tel programme où le retour sur investissement risque d'être long.

Quant à la possibilité de faire à Lusignan de la sélection pour un usage en zone méditerranéenne, elle est conditionnée au fait que l'on puisse observer l'aptitude à la mise au repos végétatif estival (critère fondamental de l'adaptation à la sécheresse en zone méditerranéenne). Cette observation est possible à Lusignan. En conditions naturelles (deux années sur trois) nous avons observé une mise au repos végétatif d'autant plus rapide, dès le mois de juin, que les populations avaient la plus forte dormance estivale en région

méditerranéenne. Par ailleurs, nous avons conduit une expérience à Lusignan de 1994 à 1996, en irriguant pendant l'été les fétuques et les dactyles méditerranéens, et observé que les populations vraiment dormantes l'été ne poussaient pas, même en les irriguant. Du matériel de ce type a été utilisé par l'INRA-Montpellier pour créer une variété (Medly, 1996) adaptée aux régions méditerranéennes, très résistante à la sécheresse du fait qu'elle a une réelle dormance estivale.

4. Populations méditerranéennes françaises (Corse, Languedoc, Roussillon, Provence)

L'évaluation des populations corses en Corse a été rapportée par Volaire (1991). L'évaluation bilocale de ces mêmes populations, à Lusignan et à San-Giuliano (Corse), a fait l'objet d'un article dans cette revue (Mousset *et al.*, 1992). Cette étude a montré que la tolérance au stress hydrique en région méditerranéenne dépend notamment de l'intensité de la dormance estivale. Nos résultats sont concordants avec ceux de Knight (1973) qui a étudié les populations qu'il avait collectées le long d'un transect allant de Agde au Mont Aigoual.

Pour l'ensemble de ces populations françaises méditerranéennes continentales ou insulaires, il y a une variabilité importante, allant de types *glomerata* adaptés à la sécheresse (les plus productifs en fourrage) aux types *hispanica* ou *hackelii* à feuilles très fines, d'un vert très bleuté et susceptible d'intérêt pour constituer des gazons d'un type nouveau, résistants à la sécheresse et adaptés aux régions méditerranéennes.

Conservation de la variabilité génétique

S'il est encore relativement aisé de collecter des semences de dactyle spontané et sub-spontané dans les régions à forte dominance de prairies naturelles, il n'en est plus de même dans beaucoup de régions de plaine où les plantes de grande culture remplacent peu à peu les prairies. On peut penser qu'il n'est déjà plus possible dans beaucoup de sites de recueillir la même variabilité naturelle que celle qui a été collectée au cours des décennies passées. Plusieurs procédés pourraient permettre de préserver au mieux la variabilité initiale.

1. La conservation *in situ*

Elle serait favorisée par le classement de sites répartis dans les différentes régions pédoclimatiques, notamment ceux que nous avons prospectés en Galice et au nord du Portugal, là où l'élevage familial existe encore et où l'on trouve des prairies naturelles avec leur flore ancestrale et des dactyles diploïdes à l'état pur : le type *galicien*, et la sous-espèce *lusitanica*. Il suffirait peut-être d'une aide de la C.E.E. aux éleveurs. De même, en Algérie, pour les populations classées dans la sous-espèce *mairai*, quelques sites pourraient avoir échappé au surpâturage dans cette partie la plus humide du pays. En France également car, dans de nombreuses communes, il existe encore des prairies permanentes dans les "communaux" qui n'ont sans doute jamais été retournées. Il serait sûrement possible de recenser ces sites et de figer cette situation en définissant un cahier des charges précis par exemple par des arrêtés préfectoraux. Même si ces mesures de conservation *in situ* sont relativement difficiles à définir et à mettre en place, elles auraient pourtant l'avantage (sur la conservation *ex situ*) de préserver non pas une espèce mais toute une diversité multispécifique, floristique et faunistique. Au premier abord, cette proposition peut paraître utopique, mais elle mérite réflexion. Une étude scientifique sur ce sujet a été conduite en Lorraine à la fin des années 90, avec l'ambition de proposer une démarche nationale.

2. La conservation sous forme de semences

*** Gestion des ressources génétiques en pool**

Pour limiter le nombre de populations à conserver, nous avons effectué à Lusignan une première expérience avec les populations de Bretagne et de Normandie en regroupant (sous forme de suprapopulations) les populations les plus proches physiologiquement. Nous avons utilisé 3 critères : la précocité, la hauteur à épiaison et la tolérance aux maladies (Mousset, 1989). C'est ainsi qu'avec 90 populations nous avons constitué 16 pools. La comparaison de ces 16 pools montre que la structuration génétique est modifiée par rapport à celle que l'on avait initialement lors du regroupement des populations (Ghesquière et Mousset, 1990). L'une des principales raisons tient à la présence de fortes interactions génotype x milieu, en particulier pour la sensibilité aux maladies et l'alternativité. Il sera donc plus difficile pour un sélectionneur de faire un tri des familles aussi performant avec les pools qu'avec les populations de départ.

Il en ressort qu'une gestion des ressources génétiques adaptée aux graminées fourragères doit d'abord prendre en compte la nature du déterminisme des caractères sur lesquels on veut baser la gestion de la variabilité des populations spontanées. Les regroupements basés sur un ou plusieurs caractères quantitatifs très héréditaires comme les hauteurs à épiaison ou à floraison donneront des pools conformes aux valeurs observées sur les populations constitutives. Il sera plus difficile de réaliser des pools génétiquement distincts pour des caractères peu héréditaires, comme les sensibilités aux maladies, sauf si on a pu améliorer l'appréciation de la valeur génétique en répétant les observations.

*** Conservation en population individuelle ou en collection témoin**

Une population en équilibre est caractérisée par ses propres fréquences géniques et surtout par ses associations particulières de gènes relativement fixées. Ces caractéristiques, qui peuvent intéresser un sélectionneur à un moment donné, seront plus faciles à observer et à extraire si la structuration génétique de cette population a été conservée en l'état initial, soit avec les semences d'origine, soit après une génération de multiplication.

Notre collection comprend 600 populations. Si nous multiplions 30 populations par an, il nous faudra 20 années pour régénérer l'ensemble, avec un coût avoisinant 60 000 F par an. Dans l'immédiat, 1 à 2 grammes de semences (1 000 à 2 000 graines d'origine) sont en conservation à long terme au congélateur à -20°C à Lusignan depuis 1991.

En ce qui concerne la collection témoin, de 1990 à 1994, nous avons conduit un programme de multiplication individuelle des populations les plus typées (102 populations de Bretagne, 55 du Cotentin, 22 d'Algérie, 9 de Corse, 8 d'Espagne et 8 du Portugal) ; 80% ont été multipliées au milieu de champs de céréales ou de jachère, en isollements de 25 m² espacés de 50 à 100 mètres, donnant un poids de semences récolté de 1 à 2 kg ; 20% l'ont été sous cages artificielles, donnant un poids de semences de 40 à 400 g.

3. Disponibilité des populations

Depuis le 1^{er} janvier 1993, nous avons déposé des semences, soit d'origine, soit multipliées, de 180 populations de dactyle, choisies parmi celles que nous avons collectées personnellement, à la banque de gènes du Centre Européen de Ressources Génétiques des Plantes Fourragères et à Gazon, situé en Poitou-Charentes. Pour chaque population, la quantité distribuée aux demandeurs est de 0,2 à 2 g, soit de 200 à 4 000 graines. Pour l'ensemble de ces populations, diverses informations sont disponibles, relatives aux données (écologiques et parfois climatiques) des sites d'origine et aux caractéristiques agronomiques observées à Lusignan ou parfois dans un autre lieu. Les données de passeport de la collection nationale (populations françaises) seront accessibles dans la base de données au cours de l'année 2000.

4. Organisation française pour la gestion des ressources génétiques des plantes fourragères et à gazon

Au début des années 90, nous avons pris conscience de l'insuffisance de moyens, de structure officielle et de reconnaissance pour les activités liées aux ressources génétiques. Les stations INRA de Lusignan, Clermont-Ferrand et Montpellier, le GEVES et les sélectionneurs privés concernés (RAGT, REGA, Desprez, Limagrain, Carneau, Barenbrug) ont mis en place un réseau de coopération pour la gestion de leurs ressources génétiques de plantes fourragères et à gazon (collection nationale : ressources génétiques d'origine française, et collection réseau : plus large que la collection nationale). Ce réseau est animé par un Comité de pilotage où les différents membres (ou conservateurs) sont représentés.

En 1994, avec le soutien financier du Ministère de la Recherche, de la région Poitou - Charentes, de l'INRA et du GIP-GEVES, un Centre Européen de Ressources Génétiques des Plantes Fourragères et à Gazon a été créé sur le Domaine pluridisciplinaire INRA du Magneraud, près de Surgères. Le GIP-GEVES en assure la gestion. La présence en Poitou - Charentes du Centre GIP-GEVES du Magneraud, à proximité de l'Unité de Génétique et d'Amélioration des Plantes Fourragères et à Gazon de Lusignan, donne à cette région une compétence scientifique et technique particulière pour ces ressources génétiques. Différents conservateurs du réseau, aujourd'hui principalement l'INRA, ont déjà confié à ce Centre les semences de la collection à la fois

disponibles et devant être conservées. Une base de données (Rg Four) rassemble toutes les informations nécessaires sur le matériel conservé. Concernant la disponibilité du matériel du réseau, il faut distinguer :

- la collection nationale, dont l'accès est facilité pour des demandeurs autres que les membres du réseau, sous réserve de réciprocité ;
- la collection d'origine étrangère, gérée par le réseau, pour laquelle il faut distinguer juridiquement deux cas : a) si l'on peut prouver que les accessions ont été acquises avant 1993, l'accès peut être facilité, b) si elles ont été acquises après 1993, date de la convention internationale sur la diversité biologique, leur statut relève du pays d'où provient la ressource génétique.

Conclusion : intérêt de ces ressources

Le programme de sélection et de création variétale que nous poursuivions à l'INRA a été mis en veille en 1992, alors qu'il y avait encore des progrès possibles pour différents caractères agronomiques intéressants tels que la résistance aux maladies, la rapidité d'installation, l'allongement de la durée annuelle de croissance, la digestibilité. L'introduction, la caractérisation et la conservation dynamique des ressources génétiques ont été arrêtées au même moment. Les sélectionneurs privés français ont pris le relais de la recherche publique pour la sélection. Ils devront s'impliquer davantage dans la conservation des populations naturelles. Les populations décrites dans cet article, constituent un matériel de choix pour leurs programmes d'amélioration (proches de celui que nous avons), pour des objectifs d'utilisation variés (exploitations plus ou moins intensives), soit en climat tempéré (matériel de Bretagne, nord de l'Espagne et nord du Portugal), soit en climat méditerranéen (populations du sud de l'Espagne et du Portugal, Algérie, Corse) pour lequel peu de variétés adaptées ont été créées à l'heure actuelle.

En second lieu, c'est un matériel d'intérêt pour l'analyse de la diversité génétique, soit au niveau inter-subspécifique, où on peut étudier les flux géniques entre diploïdes et tétraploïdes (matériel de Galice, du Portugal, d'Algérie) ou entre tétraploïdes différents (Corse, Portugal), soit au niveau intra-subspécifique.

D'autre part, en complétant les données floristiques et pédoclimatiques des sites de prospection, on pourrait rechercher dans quelle mesure elles expliquent les caractéristiques morphologiques et physiologiques des populations. Les écosystèmes les plus favorables à l'expression de la diversité peuvent être mis en évidence, permettant de préciser les biotopes à conserver *in situ* ou les plus intéressants à collecter.

Accepté pour publication, le 27 juin 2000.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Borrill M. (1978) : *Evolution and Genetic Resources in Cocksfoot, Annual Report Welsh Plant Breeding Station (1977)*, Aberystwyth, 190 p.
- Borrill M., Carroll C.P. (1969) : "A chromosome atlas of the genus *Dactylis* (part 2)", *Cytologia*, 34, 6.
- Ghesquiere M., Mousset C. (1990) : *Conservation des ressources génétiques chez les graminées fourragères : la multiplication en pools de populations spontanées*, Contrat MRT. Etude des formes spontanées de plantes fourragères en France et dans la zone méditerranéenne (88-91), *Compte rendu des journées Ressources Génétiques*, INRA-Clermont, 15-16 mai, 9 pp.
- Jones K., Carroll C.P., Borrill M. (1961) : "A chromosome atlas of the genus *Dactylis*", *Cytologia*, 26, 333.
- Knight R. (1973) : "The climatic adaptation of populations of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) from southern France", *J. Appl. Ecol.*, 10, 1.
- Lumaret R. (1988) : "Cytology, Genetics and evolution in the genus *Dactylis*", *CRC Critical Reviews in plant Science*, vol. 7, Issue 1, 55-91.
- Mitchell K.J. (1956) : "Growth of pasture species under controlled environment. I. growth at various level of constant temperature", *New Zealand J. Sci. Techn.*, 1, 38, 203-216.
- Mousset C. (1989) : "Prospection et étude de populations spontanées de dactyle, conservation de la variabilité génétique", *Fourrages*, 118, 187- 196.

Mousset C. (1992) : "Le dactyle", *Amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélection*, A. Gallais et H. Bannerot éd., INRA. Editions, Paris, 285-298.

Mousset C. (1995) : "Les dactyles ou le genre *Dactylis*", *Ressources génétiques des graminées fourragères et à gazon*, J.M. Prosperi, F. Balfourier, P. Guy éd., INRA-BRG, Paris, 28-52.

Mousset C., Gallais A. (1974) : "L'importance de la résistance aux maladies des variétés de dactyle", *Fourrages*, 57, 61-69.

Mousset C., Gallais A. (1977) : "Résultats de 2 cycles de sélection récurrente individuelle et familiale pour la résistance aux rouilles et à la hauteur à épiaison chez le dactyle", *Nouvelles des fourrages à l'INRA*, éditions SEI, Etude n° 63, 175-177.

Mousset C., Chosson J.F. (1986) : "Caractéristiques physiologiques, morphologiques et agronomiques d'écotypes de dactyle de la côte nord de l'Espagne, de Galice et du nord du Portugal", *C.R. de la réunion de la Société Portugaise de production fourragère*, mai 1986, 14 p.

Mousset C., Angevain M. (1988a) : *Rapport de prospection des graminées fourragères et médics en Algérie (du 20/06 au 15/07 1988)*, INRA Lusignan - Montpellier, ITGC et INA El Harrach (Algérie).

Mousset C., Ghesquiere M. (1988b) : *Rapport de prospection des graminées fourragères au nord du Portugal (du 25 au 29 juillet 1988)*, INRA Lusignan et DRAEDM - Braga (Portugal).

Mousset C., Jadas-Hecart J., Prosperi J.M. (1987) : *Rapport de prospection de graminées et de médics au sud de l'Espagne et du Portugal (12-20 juillet 1987)*, INRA Lusignan - Montpellier et INIA - Elvas (Portugal), 11 p.

Mousset C., Volaire F., Ghesquiere M. (1992) : "Caractérisation des populations corses de dactyle. Etude de l'adaptation en zone méditerranéenne", *Fourrages*, 130, 191- 209.

Rebischung J. (1953) : "Etudes sur la variabilité des populations naturelles françaises du dactyle", *Ann. Inst. Nat. Rech. Agr.*, 3, 311.

Stebbins G.L., Zohary D. (1959) : "Cytogenetic and evolutionary studies in the genus *Dactylis*. I. Morphology, distribution, and interrelationships of the diploid subspecies", *Univ. Calif. Berkeley Publ Bot.*, 31, 1.

Volaire F. (1991) : "Agronomical evaluation of local populations of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) in Corsica", *Agr. Med.*, 121, 263- 271.

SUMMARY

Collecting, utilizing and managing the genetic resources of Cocksfoot at the INRA Station of Lusignan

The agricultural and economic importance of the main sub-species of Cocksfoot, *Dactylis glomerata* ssp. *glomerata*, is emphasized. From 1968 to 1992, breeders at the INRA Station of Lusignan have set up a programme for the creation of improved cultivars adapted to regions with a temperate climate. The collection of 700 voluntary populations of Cocksfoot made it possible, in three stages (first Brittany and Cotentin, then N.W. Galicia and Portugal, finally Mediterranean regions with the adjunction of the sub-species *hispanica*), to release continually improved cultivars (7) during taht period. The agricultural interest of these populations, with a view of meeting breeding objectives, is expounded.

The problem is to conserve such a precious genetic variability. Would it be possible to have an *in situ* conservation in certain pedoclimatic situations ? There are 600 populations conserved for a long-term period in the freezer, and 180 populations, representing the variability of the various large climatic regions, stored since 1993 in the European Centre for Genetic Resources of Poitou-Charentes. Their seed and the relevant 'passport' data are accessible under conditions.