

Méthodes et objectifs de sélection des plantes fourragères

P. Bourdon¹, D. Noël², M.-C. Gras³,
J.-F. Chosson³

L'amélioration des espèces fourragères pérennes s'est intensifiée depuis 30 ans en Europe. Des sélectionneurs nous présentent les principales méthodes, démarches et objectifs de la sélection.

RÉSUMÉ

Compte-tenu de la biologie des graminées et légumineuses fourragères, les sélectionneurs utilisent des méthodes de sélection récurrentes individuelles et familiales pour fabriquer des variétés synthétiques. Ces méthodes permettent de progresser simultanément sur plusieurs caractères agronomiques intéressants pour l'éleveur : la résistance aux maladies, la souplesse d'exploitation, le rendement... Pour ces espèces pérennes, les cycles de sélection sont très longs (donc coûteux et parfois peu rentables). Les critères de sélection évoluent en fonction de la prévision des nécessités du marché, des contraintes économiques et des évolutions de l'environnement. De nouveaux outils apparaissent (N.I.R.S, marquage moléculaire...) et devraient permettre de nouvelles avancées dans le futur.

MOTS CLÉS

Espèce fourragère, évolution, sélection variétale.

KEY-WORDS

Cultivar breeding, evolution, forage species.

AUTEURS

1 : S.A. Carneau, 26 rue Léon Rudent, F-59310 Orchies ; carneau.RD@wanadoo.fr

2 : Barenbrug Tourneur Recherches, Route de Bourret, F-82600 Mas-Grenier ;
dn@barenbrug-recherches.fr

3 : R2n, Centre de Recherche de Druelle, F-12510 Druelle ; MCGras@ragt.fr ; JFChosson@ragt.fr

1. Introduction

■ Historique

La sélection des plantes fourragères a réellement démarré en Europe après la seconde guerre mondiale ; **les obtenteurs français s'intéressaient plutôt à la luzerne, au dactyle et à la fétuque élevée** tandis que nos voisins européens développaient essentiellement des programmes d'amélioration sur le ray-grass anglais, le ray-grass d'Italie, la fétuque des prés, la fléole et les trèfles.

Les recherches publiques ont été très impliquées à l'origine dans la création variétale et ont aidé au développement de la recherche privée. Aujourd'hui, elles tendent à se désengager de la création variétale et se recentrent sur des thèmes de recherche fondamentale. Les sociétés privées ont pris le relais en investissant fortement depuis une trentaine d'années dans le domaine de l'amélioration des plantes fourragères : **une grande partie des nouvelles variétés inscrites** dans les listes officielles **est issue de la recherche privée**.

Pour remédier à la stagnation des volumes, aux fortes variations de prix, aux faibles marges prises sur les semences fourragères, on observe aujourd'hui **une tendance au regroupement d'entreprises** permettant une meilleure efficacité des efforts de sélection à l'échelle européenne.

■ Complexité de la tâche

Le travail d'amélioration des plantes fourragères est très important puisqu'il concerne un **grand nombre d'espèces de graminées et de légumineuses**. On pourrait citer facilement une dizaine d'espèces reconnues d'importance majeure comme par exemple le ray-grass d'Italie, le ray-grass anglais, le dactyle, la luzerne ou le trèfle blanc. D'autres espèces d'utilisation plus limitée gardent malgré tout un intérêt auprès de certains éleveurs, ce qui implique de maintenir également des programmes d'amélioration sur les bromes, la fétuque des prés, le sainfoin, le lotier...

■ Relation effort de sélection - taille du marché

L'importance économique de l'espèce détermine en grande partie l'effort de sélection qui y est associé. Par exemple, le nombre et la taille des programmes concernant le ray-grass anglais dépassent très largement l'effort consenti à l'amélioration de la fétuque élevée. Cependant, même si le marché est étroit, la taille du programme de sélection doit être suffisante pour atteindre le seuil d'efficacité et espérer des avancées significatives.

■ La recherche d'aujourd'hui crée les variétés de demain

Le sélectionneur doit aussi essayer d'**anticiper les besoins et les contraintes des utilisateurs** de semences fourragères. Il convient d'être attentif aux conséquences des changements climatiques, aux

nouvelles réglementations européennes, aux contraintes du marché. Il faut naturellement innover, prendre des risques en s'engageant dans des programmes ambitieux mais également bien coller avec la réalité de la future demande et du contexte agricole de demain.

2. Méthodes de sélection des plantes fourragères

■ Tenir compte des contraintes liées à la biologie de nos espèces

Trois points importants conditionnent le choix de la méthode de sélection de nos espèces fourragères :

- **L'allogamie** qui signifie que la fécondation croisée est préférentielle avec nécessité de maintien d'une hétérozygotie, utile à l'expression de la vigueur hybride.

- **La complexité du génome**, en particulier **la polyploidie** qui concerne plusieurs espèces et qui a pour conséquence une réponse plus lente à la sélection.

- **La pérennité** de nos espèces qui impose une étude pluriannuelle.

On peut toujours trouver des cas particuliers comme l'autogamie des bromes, l'apomixie des pâturins ou la faible persistance des ray-grass d'Italie alternatifs, cependant nous nous préoccupons dans cet article du cas général très majoritaire.

■ Rassembler une large variabilité génétique

Il est difficile d'améliorer une espèce sans disposer d'une large diversité génétique qui sera, après évaluation et caractérisation, la source dans laquelle on pourra puiser et utiliser les caractères agronomiques intéressants.

Le sélectionneur a la chance de travailler des espèces qui existent encore très largement à l'état de populations naturelles (prairies, bords de chemin, friches...). Ce matériel génétique brut a déjà été modelé par la pression du milieu naturel, tout particulièrement le climat, mais a été également modelé par les conditions répétées d'utilisation (dominante fauche ou pâture, zone fortement piétinée, fertilisation organique élevée...). **Ces populations naturelles, appelées aussi écotypes, peuvent être collectées et utilisées comme matériel de départ** dans nos programmes de sélection.

Rappelons que le redémarrage de la sélection du ray-grass anglais en France a été précédé par une large prospection du territoire français en 1983-1984 par les sélectionneurs de l'ACVF et de l'INRA. Plus de 500 populations ont été rassemblées puis étudiées dans un réseau multilocal. Plusieurs cycles d'amélioration ont été nécessaires pour corriger les défauts et atteindre un niveau

agronomique satisfaisant. Les premières variétés issues de cette prospection collective ont été déposées et certaines ont été récemment inscrites au Catalogue français, ce qui illustre la possibilité de valoriser une large base génétique.

Le sélectionneur peut **aussi utiliser** les gènes d'intérêt de **plussieurs bases génétiques** : c'est le cas du dactyle où la recombinaison des origines françaises et espagnoles a permis de progresser nettement en allongeant la période de pousse (souplesse d'exploitation + pousse d'automne tardive) tout en maintenant une tolérance au froid convenable.

La ressource génétique est donc indispensable au sélectionneur. Elle permet aussi d'ouvrir d'autres perspectives et de faire naître de la créativité car il existe dans la nature des milliers d'espèces de graminées et de légumineuses plus ou moins éloignées des quelques espèces déjà sélectionnées. C'est une chance pour le futur et un réservoir de variabilité utilisable pour résoudre les enjeux agronomiques de demain, même si l'accessibilité à ces ressources génétiques sera à l'avenir plus réglementée.

■ Quel type de variété construire : structure hybride ou synthétique ?

Dans la période de démarrage des programmes de recherche sur les plantes fourragères, des tentatives ont été faites pour **créer des variétés hybrides** à structure génétique plus étroite, issues du croisement de lignées exprimant une bonne aptitude spécifique à la combinaison. Cette voie apparentée à la création de variété hybride, comme chez le maïs, a été **progressivement abandonnée** pour plusieurs raisons :

- Les lignées consanguines issues d'autofécondations successives étaient trop faibles pour être utilisées en croisement et produire suffisamment de semences. Un grand nombre disparaissait au premier stress climatique avant même d'avoir atteint un niveau de fixité suffisant.

- Les lignées fixées survivantes, donc utilisables, étaient celles qui supportaient le mieux l'autofécondation alors que notre intérêt aurait dû aller plutôt vers l'utilisation de matériel auto-incompatible favorable à la création de véritables structures hybrides.

- La création de lignées permettait de mieux lire les caractéristiques agronomiques et de fixer les gènes d'intérêt ; cependant, la perte aléatoire d'une large variabilité génétique réduisait très rapidement les choix et l'intérêt de cette méthode.

- Le coût élevé de fabrication de telles variétés aurait été insupportable dans la situation de niveau de prix et de concurrence actuelle.

En partant du même objectif de création variétale exploitant la vigueur hybride, on peut mentionner l'**utilisation de la stérilité mâle** chez certaines espèces comme le ray-grass anglais, le dactyle, la fétuque élevée ou la luzerne... Les organes floraux mâles et femelles

des espèces fourragères sont situés à proximité, ce qui rend impossible la castration ; la stérilité mâle apporte une solution élégante pour créer de véritables variétés hybrides et valoriser au mieux l'hétérosis. La réalisation pratique de ce genre de construction variétale **n'a que rarement débouché sur des variétés commercialisables.**

Il faut d'abord remarquer que les sources de stérilité mâle sont peu fréquentes, rarement géniques et cytoplasmiques (hérédité maternelle), associées le plus souvent à un niveau agronomique insuffisant. De longues années de travail sont nécessaires pour introgresser les gènes de stérilité et de maintien dans du matériel génétique évolué et complémentaire. Par ailleurs, le coût de production d'une variété hybride commercialisée en génération F1 est particulièrement élevé, ce qui implique un surcoût à répercuter sur le prix de commercialisation de la semence. Le développement de tels produits passe donc par la mise en évidence d'un progrès agronomique très significatif.

En pratique, **les sélectionneurs se sont orientés depuis longtemps vers la création de variétés synthétiques** qui peuvent être définies comme une recombinaison contrôlée entre plusieurs composants issus d'origines différentes mais ayant comme point commun un phénotype et des qualités agronomiques semblables. Dans ce type de structure génétique, c'est le niveau d'hétérozygotie qui conditionne le maintien et l'expression d'une vigueur hybride suffisante. La semence commercialisée est en général issue de 4 générations successives de multiplication contrôlée du matériel de départ. **C'est certainement le schéma de production le moins coûteux mais il ne permet pas d'optimiser l'expression de la vigueur hybride** puisque la semence certifiée comprend à la fois des structures génétiques recombinées et consanguines.

■ Le schéma de sélection

C'est en fait l'itinéraire à suivre pour étudier le matériel génétique puis créer les variétés synthétiques. Il doit intégrer les contraintes biologiques liées aux espèces sélectionnées et mettre les plantes dans les meilleures conditions pour qu'elles expriment clairement leur phénotype et leurs caractéristiques agronomiques. Le schéma de sélection doit aussi être efficace afin que chaque cycle d'amélioration apporte un progrès génétique maximum par unité de temps.

Un cycle de sélection correspond à une période d'étude du matériel génétique suivie d'une phase de recombinaison de plantes élites sélectionnées à l'issue de cette étude. Le dispositif d'isolement de type polycross permet l'intercroisement, c'est-à-dire la recombinaison génétique des plantes sélectionnées. Chaque polycross regroupe des plantes de qualités, de phénotypes et de précocités de floraison identiques. Chez les graminées, la fécondation est anémophile (le pollen est transporté par le vent), tandis que chez les légumineuses, la fécondation est entomophile (les insectes transportent le pollen d'une plante à l'autre).

En général, la durée du cycle est de 4 ans répartis en 3 années d'observations et mesures dans des dispositifs expérimentaux de type pépinière (étude des familles en plantes isolées), de type lignes

(étude de plantes clonées) et parcelles de comportement (étude de familles avec compétition entre plantes). La dernière année permet d'intercroiser les plantes choisies pour leurs qualités individuelles et appartenant à des familles performantes en essais : il s'agit donc d'une sélection individuelle et familiale.

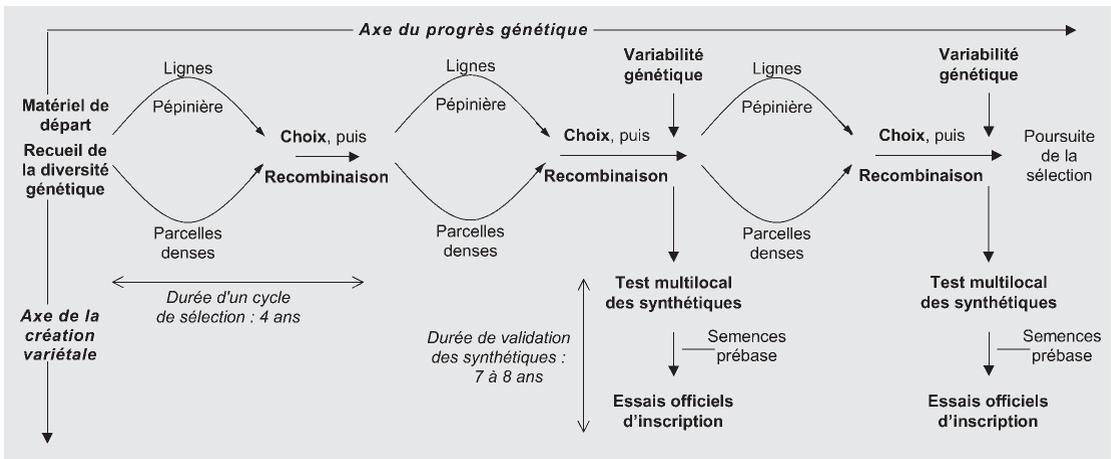
Un seul cycle de sélection ne permet pas en général une avancée significative. Il convient donc d'enchaîner **2 à 3 cycles pour aboutir à un progrès génétique visible et mesurable. Cette sélection individuelle et familiale est également appelée récurrente et multicaractères** puisque l'objectif de sélection est d'aboutir à un progrès simultané sur plusieurs caractères agronomiques bien identifiés dès le premier cycle ; cet objectif de départ est reconduit à chaque cycle pour une efficacité maximale. La sélection multicaractères est rendue nécessaire au regard de la longueur du cycle de sélection, des nombreux caractères agronomiques à améliorer et de la faible héritabilité associée aux caractères travaillés.

Pour éviter des croisements non souhaités, il est très important de réaliser des isolements suffisamment éloignés et séparés par des écrans de céréales chez les graminées. Des cages à isolement avec introduction d'insectes pollinisateurs sont nécessaires pour bien isoler les polycross de légumineuses.

Le schéma de sélection représenté dans la figure 1 indique qu'il est possible de **déboucher sur des synthétiques après plusieurs cycles de sélection**. Les synthétiques sont en fait des variétés expérimentales ayant *a priori* réalisé un progrès génétique suffisant **qu'il faut valider dans une expérimentation multilocale** représentative des futures zones d'utilisation et de la conduite d'exploitation.

FIGURE 1 : Schéma de sélection des plantes fourragères.

FIGURE 1 : *Breeding scheme for forage plants.*



Après 3 ans d'étude multilocale, il sera possible d'identifier les variétés synthétiques les plus performantes ayant une bonne souplesse d'utilisation vis-à-vis des milieux pédoclimatiques et de la pratique agricole (notion de plasticité). Seules 5 à 10% des synthétiques seront conservées après ce test multilocal pour poursuivre vers les 3 dernières étapes qu'il reste encore à franchir avant la commercialisation :

- Le contrôle de l'homogénéité phénotypique associée à la production de semences (génération prébase).

- Le dépôt pour étude dans les **essais officiels** afin de valider le niveau de la performance agronomique et de vérifier l'identité et l'unicité de la nouveauté. **L'inscription nationale est une reconnaissance de la nouveauté et du progrès génétique accompli** : c'est une assurance de bonne performance pour l'utilisateur.

- Le **développement de la production** pour disposer de semences certifiées en quantité suffisante pour le développement commercial : il y a **en général 4 générations de multiplication** entre le matériel de départ et la génération commerciale.

Depuis le recueil de la variabilité génétique jusqu'à la mise sur le marché, **il aura donc fallu pratiquement 20 ans pour aboutir à la création d'une variété performante commercialisable.**

3. Les objectifs de la sélection des plantes fourragères

Les critères de sélection sont définis par : les caractéristiques de l'espèce, les besoins de l'éleveur et des animaux, la zone de commercialisation, les contraintes de mise en marché, la définition des critères d'inscription.

■ Connaissance de l'espèce à améliorer

Chaque espèce fourragère est connue au travers de ses avantages agronomiques et de ses limites d'utilisation. D'une manière générale, le sélectionneur aura en premier lieu à **corriger les défauts et amplifier les qualités de cette espèce en utilisant la variabilité génétique dont il dispose**. Cela a été le cas par exemple pour la création des fétuques élevées à feuilles souples, la sélection du ray-grass d'Italie pour le rendement ensilage et la pérennité.

■ Les objectifs naissent aussi des critiques et des besoins des utilisateurs

Les utilisateurs sont les éleveurs qui choisissent l'espèce et la variété pour des utilisations précises, et les animaux qui consomment le fourrage pour produire du lait ou de la viande.

L'éleveur est particulièrement **intéressé par les systèmes d'utilisation**, par exemple une spécialisation fauche ou pâture. Il recherche plus précisément une variété facile à utiliser, c'est-à-dire qui se récolte sans problème de verse ou de séchage, qui se pâture sans générer trop de refus (remontaisons, maladies...).

Il est également sensible au **niveau de production** lorsqu'il réalise des réserves de fourrage (ensilage, foin) et, en zone océanique, il recherche plus particulièrement un bon étalement de la production fourragère pour avoir la possibilité de faire pâturer précocement les parcelles saines et garder les animaux à l'extérieur le plus tard en saison.

La **persistance** de la prairie est également une préoccupation majeure de l'éleveur car les plantes subissent de nombreux stress d'origines variées, comme le tassement des machines de récolte, les rythmes d'exploitation intensifs, le surpâturage, les effets mécaniques de l'arrachement ou du piétinement... sans oublier les stress climatiques qui amplifient les effets liés aux problèmes d'exploitation.

L'éleveur se préoccupe de plus en plus de la valeur alimentaire et de la qualité des fourrages que consomme le troupeau. Selon le besoin des animaux en croissance ou en production, il aura des exigences différentes (valeur énergétique, teneur en matière sèche, richesse en protéines...). Il aura souvent besoin d'associer, dans une même prairie, graminée(s) et légumineuse(s) afin d'offrir directement aux animaux une ration mieux équilibrée car il est soucieux des performances animales tout en surveillant le niveau d'une complémentation coûteuse.

Les animaux sont sensibles à la présentation et à la qualité des fourrages offerts. Des différences importantes d'**appétence et d'ingestibilité** sont notées fréquemment en condition de choix ou lors d'un changement de parcelle. La bonne conduite des prairies conditionne très fortement la qualité des fourrages récoltés ou pâturés. Cependant, une variété mal choisie peut occasionner des problèmes de refus ou une réduction de l'ingestibilité : feuillage lignifié, remontaisons intenses ou forte sensibilité à une maladie. De la même manière, l'animal produit des effets sur la plante ; ainsi, une variété mal adaptée verra sa pérennité considérablement réduite.

Au regard de ces remarques, **le sélectionneur doit essayer de traduire des besoins et problèmes d'utilisation en critères de sélection** à mettre en œuvre sur telle ou telle espèce. Il sera souvent difficile de reproduire fidèlement les conditions d'exploitation mais il conviendra de s'en approcher, de simuler les rythmes et les stress d'utilisation pour mettre les plantes en situation afin d'identifier les mieux adaptées.

Les critères liés à la production fourragère ou à l'amélioration du niveau de tolérance aux principales maladies ne sont pas difficiles à définir et à mettre en œuvre. Par contre, dès que l'on s'intéresse à l'animal et surtout à la valorisation du fourrage par l'animal, il est nécessaire de bien connaître les étapes et les mécanismes de transformation ainsi que les éléments nutritifs importants à prendre en compte.

Travailler avec l'animal en sélection végétale n'est pas très évident, ni fréquent, et il est toujours plus facile de le faire intervenir en fin de sélection lorsque l'on dispose de suffisamment de semences pour établir des surfaces fourragères importantes (test d'appétence *in situ* ou en cafétéria d'auges, test d'ingestibilité en cages métaboliques, digestibilité avec vaches fistulées, test de production laitière...).

Ces tests animaux sont particulièrement **lourds et coûteux** et surtout **ne permettent pas de comparer et de trier parmi un grand nombre de géotypes**. Pour ces raisons, les sélectionneurs ont mis en œuvre **des tests indirects dont les résultats sont corrélés avec les tests animaux**. Par exemple, les analyses de digestibilité, courantes

sur de nombreuses espèces (luzerne, ray-grass anglais, fétuque élevée...), utilisent des techniques enzymatiques ou d'analyse de spectres d'absorption dans le proche infrarouge. Cette dernière technique (infra-analyseur) permet aussi d'établir des calibrations sur d'autres critères importants pour comparer la valeur alimentaire des génotypes en sélection ; citons la teneur en matière azotée, en glucides solubles, la valeur énergétique...

D'autres tentatives de calibration sont en cours pour aboutir à un outil utilisable en sélection : c'est le cas du rapport Limbe / [Limbe + Gaine] (en masse) qui synthétise l'architecture du ray-grass anglais en liaison avec sa facilité d'utilisation au pâturage (programme collectif ACVF-INRA).

■ Connaître les limites d'adaptation climatique des futures variétés afin de définir précisément les zones de commercialisation potentielles

Malgré une certaine plasticité d'adaptation des variétés synthétiques, il est important de bien vérifier les limites de chaque variété synthétique en matière d'adaptation climatique. Le sélectionneur peut aussi agir plus en amont dans les programmes en identifiant le plus tôt possible le matériel tolérant au froid, à la sécheresse ou à certains parasites spécifiques. En effet, les régions utilisatrices situées en milieu climatique stressant ont besoin de variétés bien adaptées à leurs conditions. La photopériode joue aussi un rôle très important dans l'expression du potentiel de croissance.

Cette exigence impose au sélectionneur de posséder une base génétique large, de tester en milieux naturels stressant, de simuler le stress en conditions artificielles, d'expérimenter sous des latitudes différentes. La validation finale des variétés synthétiques dans **un large réseau multilocal** permet en général de bien orienter la commercialisation des futures variétés vers les zones où elles sont le mieux adaptées.

■ Le sélectionneur doit aussi intégrer les contraintes du marché

Le marché français des fourragères est complexe à cause de la multitude d'espèces utilisées et du grand nombre de variétés inscrites au catalogue. La commercialisation récente des mélanges n'aide pas à éclairer la situation.

Les variétés les plus performantes techniquement n'émergent pas facilement à la lecture des tableaux de présentation des résultats officiels, ni même en conditions d'utilisation car il est difficile, même en culture monovariétale, de mesurer le potentiel de production sur des espèces pérennes exploitées à plusieurs reprises chaque année.

Il en va de même pour les aspects de "qualité" qui déterminent les performances animales ; ils ne peuvent être perçus qu'au travers d'indicateurs indirects comme l'appétence, l'absence de refus, le feuillage sain...

Dans ces conditions, il est souvent difficile de mettre en avant les avantages agronomiques d'un produit pour essayer de valoriser de longues années de recherche. L'aspect "nouveau" est souvent un meilleur vecteur d'aide à la vente et à la valorisation que le progrès génétique réalisé.

Malheureusement, du fait du manque de lisibilité pour l'éleveur, **des nouveautés à fort progrès génétique ont de forts risques de ne pas être développées commercialement surtout si leur productivité grainière est insuffisante**. Dans ce marché des fourragères, traditionnellement de faible rentabilité, la marge dégagée par une variété dépend étroitement de son coût de production. Pour optimiser sa rentabilité, il est possible de jouer simultanément sur trois paramètres:

- produire les semences dans les meilleures situations pédoclimatiques et chez les meilleurs agriculteurs - multiplicateurs pour bien faire exprimer le potentiel grainier ;
- réduire le prix de revient en produisant dans les pays où le coût de production est plus bas, et dans les pays où le rapport de change des monnaies est favorable ;
- améliorer la productivité grainière des nouvelles variétés.

Ce dernier aspect concerne directement le sélectionneur. Nous constatons régulièrement **une liaison négative entre qualités fourragères et productivité grainière** : de ce fait, la productivité grainière prend une place de plus en plus importante parmi les critères de sélection car les aspects économiques ne peuvent être ignorés. La difficulté en matière de sélection fourragère est de progresser sur les nombreux caractères agronomiques déjà évoqués dans cet article. Il est nécessaire de fixer des priorités mais aussi de rechercher des compromis puisque certains caractères sont antagonistes.

■ Interaction avec les critères d'inscription

Les critères pris en compte dans les règles d'inscription, ainsi que leur poids respectif, interviennent également dans la conduite des programmes de sélection et dans le choix des variétés à déposer. Il y a un parallélisme étroit entre les critères issus des besoins des utilisateurs et ceux qui sont étudiés prioritairement dans les épreuves officielles d'inscription. En France, presque tous les intervenants de la filière fourragère sont représentés dans les instances du CTPS ce qui permet, après échanges et concertations, de définir les règles d'inscription et de les faire évoluer si nécessaire. Naturellement, il faut tenir compte d'autres règles et d'autres critères pour des dépôts dans d'autres pays car le profil variétal souhaité n'est pas le même.

Utilisation en élevage	Utilisation en déshydratation
Productivité grainière	Productivité grainière
Rendement fourrager sous différents rythmes d'exploitation	Rendement sur deux ans (4 coupes par an)
Résistance au pâturage (été – automne)	Résistance à la verse
Aptitude à l'association	Résistance au complexe parasitaire : nématodes, anthracnose, verticilliose
MAT, digestibilité	MAT, digestibilité
Pérennité, état sanitaire	

TABLEAU 1 : **Caractères sur lesquels ont porté la sélection de la luzerne utilisée en exploitation ou en déshydratation.**

TABLE 1 : Breeding objectives for lucerne, utilized for forage or for pellets.

■ Exemples de sélection multicaractères

Les caractères agronomiques sur lesquels ont porté la sélection de variétés de luzerne et de ray-grass anglais pour deux modes d'utilisation sont présentés tableaux 1 et 2 à titre d'exemple.

Epiaison précoce à intermédiaire	Epiaison tardive à très tardive
Productivité grainière	Productivité grainière
Rendement : – coupes de réserve au printemps – pâturage ensuite	Rendement en coupes fréquentes pour simuler le pâturage Très faibles remontaisons
Port assez dressé	Bonne couverture du sol
Tolérance à la verse	Bon rapport Limbe / [Limbe + Gaine] pour faciliter le pâturage
Digestibilité	Aptitude à l'association avec le trèfle blanc
Tolérance à l'oïdium, la rhynchosporiose, la rouille brune	Tolérance à la rouille couronnée, aux helminthosporioses
Pérennité	Pérennité

TABLEAU 2 : **Caractères sur lesquels ont porté la sélection du ray-grass anglais diploïde ou tétraploïde en vue d'une utilisation précoce ou tardive.**

*TABLE 2 : **Breeding objectives for perennial ryegrass, diploid and tetraploid, for an earlier or a later utilization.***

4. Conclusion

Les nombreux cycles de sélection réalisés depuis le début de nos programmes nous ont permis d'obtenir un progrès génétique intéressant pour des critères importants pour les éleveurs européens :

- la productivité,
- la répartition du rendement,
- la souplesse d'exploitation,
- la résistance aux maladies (rouilles...),
- l'appétence,
- la pérennité, etc.

Dans les années à venir, les schémas de sélection ne devraient pas se modifier de façon importante car la biologie des plantes restera une contrainte incontournable. En revanche, le sélectionneur disposera d'outils nouveaux permettant de mieux caractériser son matériel génétique :

- l'utilisation du N.I.R.S. (pour la digestibilité, la teneur en sucres solubles...) devrait permettre d'évaluer la valeur alimentaire des fourrages à plus grande échelle ;

- l'utilisation des marqueurs permettra au sélectionneur de mieux connaître la diversité de son matériel génétique, voire de réaliser des tris très tôt dans le processus de sélection.

Pour les critères de sélection, le sélectionneur devra adapter ses objectifs de sélection aux évolutions économiques et environnementales.

Intervention présentée aux Journées de l'A.F.P.F.,
"Génétique et prairies",
les 15 et 16 mars 2005.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CHAPMAN G.P. (1996) : *The Biology of Grasses*, CAB INTERNATIONAL, 273 p.
- EMILE J.C., HAZARD L., BETIN M., MONNERIE C. (2000) : "Cultivar effect in perennial ryegrass on milk production of dairy cows", *Proc. of the 18th Gen. Meet. of the European Grassland Fed.*, Aalborg, Denmark, 22-25 May 2000, 235-237.
- EMILE J.C., SURAULT F., HAZARD L., BETIN M. (2001) : "Comparer des génotypes de ray-grass anglais par la production laitière au pâturage", *Nouveaux regards sur le pâturage*, Journées AFPPF, 21-22 mars 2001, A21.
- GALLAIS A. (1990) : *Théorie de la sélection en amélioration des plantes*, Editions Masson, 588 p.
- GALLAIS A., BANNEROT H. (1992) : *Amélioration des espèces végétales cultivées*, INRA Editions, 768 p.
- GILLET M. (1980) : *Les graminées fourragères. Description, fonctionnement, applications à la culture de l'herbe*, Editions Gauthier-Villars, Collection Nature et Agriculture, 306 p.
- HAZARD L., BETIN M., SURAULT F., EMILE J.C. (2001) : "Modifier la structure du couvert pour améliorer les variétés de graminées", *Nouveaux regards sur le pâturage*, Journées AFPPF, 21-22 mars 2001, A15.
- HAZARD L., EMILE J.C., BETIN M., SURAULT F., FLORES LESAMA M. (2002) : "Methodology for evaluating herbage varieties on short term intake rates of grazing dairy cows", *Proc. of the 19th Gen. Meet. of the European Grassland Fed.*, La Rochelle, France, 27-30 may 2002, 252-253.

SUMMARY

Methods and targets of forage plant breeding

There has been an intensification of the breeding of forage plants in Europe these 30 years, as is shown by the numerous cultivars registered in the various European lists during that period. Because of the biology of the forage grasses and legumes, the breeders tend to use recurrent methods of selection, on individual plants and on families, in order to create synthetic cultivars. In this way, simultaneous progress has been possible in various agricultural characteristics of interest to livestock farmers : resistance to diseases, flexibility of management, yield, etc. In perennial species, the breeding cycles are very long, so that the programmes are costly and sometimes of little profitability. The breeding objectives change with the anticipated market requirements, the economic constraints, and the variations of the environment. New tools appear (N.I.R.S., molecular markers, etc.) that should bring about new progress in the future.