

# ***Festulolium* : définitions et perspectives...**

M. Ghesquière, C. Mousset

**Bien qu'il ne fasse qu'épisodiquement parler de lui en France, le *Festulolium* a déjà une longue histoire ; cet article répond aux questions les plus fréquentes. Au-delà des définitions (biologique, juridique...), il s'agit de mieux comprendre ce qu'est un *Festulolium* et ce qu'il est susceptible d'apporter aux utilisateurs.**

## **RÉSUMÉ**

*Le genre Festuca recèle un très large potentiel d'adaptation au milieu et aux modes d'utilisation. Malgré leur différenciation, les fétuques ont préservé une grande compatibilité en croisement avec les espèces du genre Lolium, ray-grass anglais et ray-grass d'Italie, et de nombreux hybrides spontanés entre espèces des deux genres ont été décrits sous le nom de Festulolium. Il n'existe pas encore de catalogue des variétés cultivées de Festulolium en France ; toutes les variétés disponibles ont été inscrites à l'étranger ; de plus, la dénomination officielle de Festulolium ne s'applique actuellement qu'aux hybrides entre fétuque des prés et ray-grass d'Italie. Il conviendra de lever les limites de cette dénomination en élargissant la définition de Festulolium à l'ensemble des variétés tétraploïdes issues de croisements directs entre espèces de ray-grass et de fétuque. Cette nouvelle définition, qui exclut la fétuque élevée des croisements, fait ressortir l'intérêt de l'une de ses espèces ancêtres, Festuca glaucescens, pour sa pérennité et sa tolérance à la sécheresse.*

## **MOTS CLÉS**

Catalogue variétal, *Festuca glaucescens*, *Festulolium*, fétuque des prés, fétuque élevée, hybridation interspécifique, ray-grass anglais, ray-grass d'Italie, ray-grass hybride, sélection variétale.

## **KEY-WORDS**

Cultivar breeding, *Festuca glaucescens*, *Festulolium*, hybrid ryegrass, interspecific hybridization, italian ryegrass, list of cultivars, meadowfescue, perennial ryegrass, tall fescue.

## **AUTEURS**

INRA, Unité de Génétique et d'Amélioration des Plantes Fourragères, F-86600 Lusignan ; ghesquie@lusignan.inra.fr

	Ray-grass anglais <i>Lolium perenne</i> L.	Ray-grass d'Italie <i>Lolium multiflorum</i> Lam.
<b>Fétuque des prés</b> <i>Festuca pratensis</i> Huds.	x <i>Festulolium joffraeum</i> (Huds.) P. Fourm. 1935 (Syn. : <i>Festuca joffraea</i> Huds.)	x <i>Festulolium braunii</i> (K. Richt.) A. Camus 1927
<b>Fétuque élevée</b> <i>Festuca arundinacea</i> Schreb.	x <i>Festulolium holmbergii</i> (Dörrl.) P. Fourm. 1935	

TABEAU 1 : Taxonomie des hybrides spontanés au sein du complexe *Festuca - Lolium*.

TABLE 1 : Taxonomy of the natural hybrids in the *Festuca - Lolium* complex.

## 1. Qu'est-ce qu'un *Festulolium* ?

D'une façon très générale, un *Festulolium* est **un hybride** entre une espèce de fétuque et une espèce de ray-grass. Les *Festulolium* ont été décrits pour la première fois par des botanistes au début du XX<sup>e</sup> siècle. Ce sont eux qui ont forgé le mot *Festulolium* à partir de *Festuca* et *Lolium*, noms de genres auxquels appartiennent respectivement toutes les espèces de fétuque et toutes les espèces de ray-grass. Comme l'indique le tableau 1, la plupart des combinaisons ont été identifiées ; s'agissant d'hybrides spontanés résultant de croisements occasionnels, il faut que les deux espèces puissent coexister fréquemment et abondamment dans la nature. L'observation de *Festulolium* ne reflète donc pas exactement la compatibilité génétique entre espèces de ray-grass et de fétuque. Ainsi, **ce sont les *Festulolium* entre fétuque des prés et ray-grass anglais qui ont été repérés le plus souvent alors que les *Festulolium* entre fétuque élevée et ray-grass d'Italie**, pourtant très faciles à obtenir par croisement contrôlé, **n'ont pas** (encore) **de dénomination officielle**. Des hybrides spontanés entre ray-grass anglais et *Festuca rubra* sp., c'est-à-dire les fétuques rouges traçantes et demi-traçantes utilisées en gazon, ont été également reconnus.

## 2. Qu'est ce qu'une variété de *Festulolium* ?

Le tableau 2 recense, sans prétendre à l'exhaustivité, les variétés qui ont été sélectionnées en Europe à partir de croisements entre fétuque et ray-grass. En accord avec la grande compatibilité en croisement de ces deux genres, on trouve les deux espèces fourragères de fétuque, fétuque des prés et fétuque élevée, et les deux espèces de ray-grass, ray-grass d'Italie et ray-grass anglais. On note également qu'à partir d'un croisement donné, **les sélectionneurs ont pu aussi développer des variétés en rétrocroisant des hybrides dans l'une ou l'autre espèce parentale**, ray-grass d'Italie ou fétuque élevée. Pour cette raison, le nombre de chromosomes de ces variétés est également variable : tétraploïde (28 chromosomes) ou hexaploïde (42 chromosomes). En revanche, il n'y a pas de variétés de *Festulolium* diploïdes (14 chromosomes), les hybrides étant trop peu fertiles pour pouvoir en développer des variétés.

**La classification officielle des hybrides entre fétuque et ray-grass est également très diverse**. Jusqu'en 2002, l'OCDE (Organisation de Coopération et de Développement Economique) reconnaissait 5 variétés de *Festulolium* - "Felopa", "Sulino", "Emrys",

Liste OCDE	Liste UE	Nb chromo- somes (n=7)	Obtenteur - Mainteneur
<b>1. Variétés issues d'hybridation directe.</b>			
<b>* Ray-grass d'Italie x fétuque des prés.</b>			
Agula	Pologne	4x	Hodowla Roślin Szkojewo Sp. z o.o., 03-813 <b>Szkojewo</b> (Pologne)
Felopa	Pologne	4x	idem
Rakopan <sup>1</sup>		4x	idem
Sulino	Pologne	4x	idem
Elmf		4x	
Emrys	Grande-Bretagne	4x	Institute for Grassland and Environmental Research (ex WPBS), <b>Aberystwyth</b> (Royaume-Uni)
Paulita	Allemagne	Allemagne Suède	Perryfields Holdings Ltd., Thom Farm, Evesham Road, <b>Inlborough</b> , Wores, WR7 4LJ (Royaume-Uni)
Perun	R. Tchèque, Estonie Grande-Bretagne	Royaume- Uni	Institut für Genetik und Kulturpflanzenforschung (IPK), <b>Gatersleben</b> (Allemagne)
Punia <sup>1</sup>		4x	Stechthelska Stanice, Hladka Zivotice S.R.O., 74247, <b>Hladka Zivotice</b> (République Tchèque)
		4x	Institut d'Agriculture, <b>Dotnuva</b> (Lituanie)
<b>* Ray-grass anglais x fétuque des prés.</b>			
Prior		Suède	Institute for Grassland and Environmental Research (ex WPBS), <b>Aberystwyth</b> (Royaume-Uni)
<b>2. Variétés issues de rétrocroisements après hybridation.</b>			
<b>* Ray-grass d'Italie x fétuque élevée rétrocroisée dans la fétuque élevée.</b>			
Felina <sup>1</sup>		6x	Stechthelska Stanice, Hladka Zivotice S.R.O., 74247, <b>Hladka Zivotice</b> (République Tchèque)
Hykor	Estonie	6x	idem
Karina <sup>1</sup>		6x	idem
<b>* Ray-grass d'Italie x fétuque élevée rétrocroisée dans le ray-grass d'Italie.</b>			
Bečva	Italie	Italie	Stechthelska Stanice, Hladka Zivotice S.R.O., 74247, <b>Hladka Zivotice</b> (République Tchèque)
Lofa	Estonie	4x	idem

1 et 2 : Les variétés ne figurant sur aucune liste sont soit récentes et supposées être en cours d'inscription (1) -elles sont au moins inscrites dans le pays d'origine de l'Obtenteur-Mainteneur-, soit anciennes et supposées avoir déjà fait l'objet d'une inscription (2).

TABLEAU 2 : Variétés recensées pour avoir été développées à partir d'hybridation entre ray-grass et fétuque, et situation actuelle au regard de leur inscription sur la liste des variétés de *Festulolium* admises à la certification des semences, édition 2002/2003, publiée par l'OCDE (<http://www.oecd.org/agr/see>) et celle de l'Union Européenne (UE ; <http://www.forum.europa.eu.int>).

TABLE 2 : *Registered cultivars created from intergeneric crosses between species of Festuca and of Lolium, and present situation regarding their presence on the Festulolium cultivar lists for seed certification, as published in 2002/2003 by the OCDE (<http://www.oecd.org/agr/see>) and by the European Union (UE ; <http://www.forum.europa.eu.int>).*

“Paulita” et “Perun” - comme étant toutes issues de croisements directs entre un ray-grass d'Italie et une fétuque des prés. En 2003, l'OCDE a élargi dans une annexe la liste de variétés de *Festulolium* éligibles pour la certification de semences avec 4 nouvelles variétés : “Agula”, “Bečva”, “Lofa” et “Hykor”. Au Catalogue européen, on trouve 4 variétés de *Festulolium* - “Bečva”, “Paulita”, “Perun” et “Prior” -, ces variétés ayant satisfait aux critères de distinction et de valeur agronomique minimum dans au moins l'un des quatre pays membres suivants : Italie, Suède, Royaume-Uni et Allemagne. **En France, il n'y a pas de catalogue de *Festulolium*** et le GEVES (Groupe d'Etudes des Variétés et Semences) ne dispose pas de données d'essais comparatifs de variétés de *Festulolium* avec des variétés témoins des espèces parentales.

On voit que **le terme *Festulolium* peut recouvrir des situations très différentes et que la dénomination actuelle est ambiguë à deux points de vue :**

- **Les espèces parentales utilisées en croisement.** L'Union Européenne dans sa directive 92/19/CEE a repris une définition botanique du *Festulolium* (*X Festulolium braunii* (K. Richt.) A. Camus) en la restreignant aux variétés résultant d'une hybridation entre un ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum* Lam.) et une fétuque des prés (*Festuca pratensis* Huds.). Or, la liste européenne est manifestement en désaccord avec cette définition puisque des variétés de *Festulolium* du Catalogue européen font clairement intervenir des espèces autres que celles de la définition : ray-grass anglais et fétuque élevée.

- **Le statut hybride.** Suivant la façon dont le nom de *Festulolium* a été construit, on s'attend implicitement à ce que les variétés commercialisées sous cette dénomination proviennent seulement d'hybridation directe et non de rétrocroisement. Or, une nouvelle fois, on trouve dans les listes OCDE et UE des variétés issues de rétrocroisements, dans la fétuque élevée comme dans le ray-grass d'Italie.

Sur ces deux points, le Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS), qui régleme pour le compte du Ministère de l'Agriculture l'inscription des variétés au Catalogue français, mène actuellement une action auprès de la Commission de l'Agriculture de l'UE pour :

- élargir la définition de *Festulolium* à l'ensemble des croisements entre espèces de ray-grass et fétuque ;
- mais la restreindre aux variétés issues de croisements directs à l'exclusion des formes dérivées de rétrocroisements.

### 3. Pourquoi vouloir élargir la définition de *Festulolium* ?

Parce que **la définition actuelle limite manifestement le potentiel de croisement entre espèces de ray-grass et fétuque et donc d'amélioration pour des caractères d'intérêt majeur** comme la productivité, la valeur d'utilisation, la qualité, la pérennité, la tolérance aux stress... Par ailleurs, les recherches actuelles ne font que confirmer l'extrême similitude de l'organisation des gènes entre ray-grass et fétuque et la possibilité que ces espèces ont maintenue de les échanger en tout point le long de leurs chromosomes (KING *et al.*, 2002).

La figure 1 montre l'ensemble des espèces qui, selon nous, pourraient prétendre à la définition de *Festulolium*. On note quatre points essentiels : la présence du ray-grass anglais et du ray-grass hybride ; la présence d'une espèce de fétuque particulière, *Festuca glaucescens* ; l'absence de la fétuque élevée ; un niveau tétraploïde. Si l'on reprend ces points dans le détail :

- **Le ray-grass anglais et le ray-grass hybride** : ces espèces sont à même de jouer un rôle exactement identique à celui du ray-grass

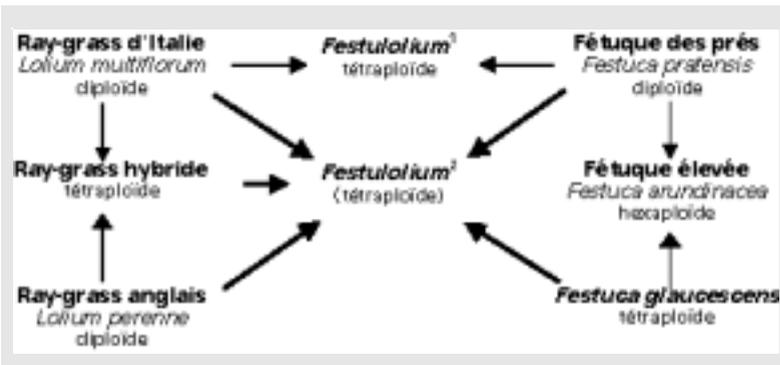


FIGURE 1 : **Définition actuelle du *Festulolium* (1) et proposition d'élargissement de la définition (2) aux hybrides issus de ray-grass anglais, ray-grass hybride et *Festuca glaucescens*.** Les ray-grass et la fétuque de prés nécessitent un doublement préalable de leur nombre de chromosomes (passage à un niveau tétraploïde) pour être intercroisés et donner des hybrides interspécifiques, ray-grass hybride et *Festulolium*.

FIGURE 1 : **Present definition of *Festulolium* (1) and proposal for extending the definition (2) to hybrids from crosses between Perennial Ryegrass, Hybrid Ryegrass, and *Festuca glaucescens*.** The ryegrasses and Meadow Fescue must have their chromosome number doubled (i.e. have to become tetraploid) prior to any interspecific (for Hybrid Ryegrass) or intergeneric (for *Festulolium*) cross.

d'Italie vis-à-vis de l'espèce de fétuque avec laquelle ils seraient croisés ; on ne voit pas pourquoi il faudrait les écarter d'une nouvelle définition du *Festulolium* compte tenu, d'une part, de l'apport qu'ils pourraient avoir sur un caractère comme le tallage et, d'autre part, du potentiel de recombinaison avec les fétuques *s.l.*, strictement équivalent chez les deux espèces de ray-grass. **La seule condition est que les ray-grass utilisés en croisement avec la fétuque soient tétraploïdes** pour obtenir *in fine* une variété de *Festulolium* qui le soit aussi. Pour cela, n'importe quel individu sélectionné dans une variété de ray-grass anglais ou hybride déjà tétraploïde peut être utilisé. Si les ray-grass sélectionnés sont diploïdes, il est toujours possible de doubler artificiellement le nombre de leurs chromosomes préalablement au croisement avec l'espèce de fétuque. Il faut rappeler que l'ensemble des ray-grass et la fétuque des prés n'existe naturellement qu'à l'état diploïde (14 chromosomes) et qu'un hybride direct entre ces espèces n'est pas assez (mâle) fertile pour envisager le développement d'un *Festulolium* diploïde. En revanche, doubler le nombre de chromosomes d'une espèce par utilisation d'un agent chimique ou physique est une technique que les sélectionneurs savent utiliser depuis longtemps pour faire des variétés tétraploïdes ou hybrides (JULIER et GHESQUIÈRE, 1996).

- ***Festuca glaucescens*** : c'est une espèce de fétuque à feuilles larges, tétraploïde, et que l'on trouve à l'état spontané dans les zones de montagne. Aussi compatible en croisement avec les ray-grass que la fétuque des prés, cette espèce présente deux avantages : d'une part, de niveau déjà **tétraploïde**, il n'est pas nécessaire de doubler le nombre de ses chromosomes pour la croiser avec un ray-grass ; d'autre part, **elle apporte des caractères de tolérance à la sécheresse** dont est dépourvue la fétuque des prés mais sans les inconvénients de la fétuque élevée (DURAND *et al.*, 1997).

- **La fétuque élevée** : avec 42 chromosomes, **cette espèce est en effet déjà un hybride naturel entre la fétuque des prés et *F. glaucescens***, chacune d'elle lui ayant apporté respectivement 14 et 28 chromosomes (HUMPHREYS *et al.*, 1995). Cependant, les chromosomes de ces deux espèces n'ont pas la même affinité pour s'apparier avec ceux du ray-grass chez un hybride et au désavantage des chromosomes de *F. glaucescens*. Les hybrides tétraploïdes que l'on peut obtenir actuellement entre une fétuque élevée (hexaploïde) et un ray-grass (diploïde) vont donc consister en un mélange de 4 génomes différents de 7 chromosomes mais très instable et peu fertile. Utiliser un ray-grass tétraploïde pour le croisement améliore un peu la fertilité de l'hybride (pentaploïde dans ce cas) mais non sa stabilité. Les travaux de Antonín FOJTÍK à Hladvé Životice en république tchèque montrent bien qu'il n'y a que deux voies pour développer des variétés à partir de ce type d'hybride :

- le rétrocroisement dans un ray-grass tétraploïde, ce qui revient finalement à introduire quelques caractères de fétuque dans une variété de ray-grass ; l'expérience a montré cependant que ce sont surtout les gènes de la fétuque des prés qui sont transmis au ray-grass (HUMPHREYS et GHESQUIÈRE, 1994 ; GHESQUIÈRE *et al.*, 2000), ce qui fait alors perdre beaucoup d'intérêt à utiliser la fétuque élevée en croisement, en particulier pour améliorer la pérennité des ray-grass (HUMPHREYS et THOMAS, 1993) ;

- le rétrocroisement dans une fétuque élevée hexaploïde, qui revient cette fois à introduire quelques caractères de ray-grass dans une variété de fétuque élevée, pour améliorer l'appétence par exemple.

Dans les deux cas, **il ne s'agit plus de *Festulolium* au sens hybride du terme mais d'une espèce, fétuque ou ray-grass, possédant quelques caractères de l'autre espèce ; on parle alors de variétés "introgressées"**.

Pour stabiliser ce type d'hybrides issus de fétuque élevée, de nombreuses tentatives, non seulement en Tchécoslovaquie mais aussi en Suisse (KLEIJER, 1987), en Grande-Bretagne (LEWIS, 1983) et aux USA (EIZENGA *et al.*, 1991), ont cherché à doubler le nombre de chromosomes pour le faire passer de 28 à 56. A chaque fois, les descendance ont évolué vers 42 chromosomes, en perdant l'essentiel des chromosomes de ray-grass, pour aboutir à des types très proches d'une fétuque élevée pure.

- **Un niveau tétraploïde** : cette condition est **le seul moyen pour garantir que les *Festulolium* ainsi redéfinis seront bien de nature hybride**. Même s'il n'est pas parfaitement strict, l'appariement préférentiel entre chromosomes de fétuque, d'une part, et entre chromosomes de ray-grass, d'autre part, permet de stabiliser tout un ensemble de caractères à un niveau intermédiaire entre celui des espèces parentales et correspondant bien à l'idée que l'on se fait *a priori* d'un hybride interspécifique. Cette dernière condition exclut implicitement l'utilisation de la fétuque élevée du croisement de départ puisque l'on vient de voir que ce schéma ne peut qu'aboutir soit à une variété hexaploïde (fétuque élevée "introgressée"), soit effectivement à une variété tétraploïde mais consistant en un ray-grass "introgressé" et, de plus, par des gènes originaires de fétuque des prés.

#### **4. Pourquoi restreindre la définition de *Festulolium* aux hybrides directs ?**

Ou, ce qui revient au même, **pourquoi écarter les variétés "introgressées"** c'est-à-dire celles où l'hybride de départ a été recroisé par l'une ou l'autre espèce parentale ? D'une part, pour des raisons de clarté et avec le souci de garantir aux utilisateurs que les variétés commercialisées sous le nom de *Festulolium* présenteront bien un ensemble équilibré des qualités du ray-grass et de la fétuque ; d'autre part, pour des raisons d'ordre génétique. Le rétrocroisement d'hybride interspécifique dans l'une des espèces parentales est une méthode de sélection qui a fait ses preuves lorsqu'il s'agit de transférer un caractère favorable relativement simple d'une espèce dans une autre qui en est dépourvue. On a pu ainsi améliorer la tolérance du blé à la rouille par introgression de gènes homéologues du seigle situés sur le chromosome 1. Cependant, les caractères qui justifient l'hybridation entre ray-grass et fétuque ne sont pas de cette nature ; plus exactement, les connaissances sur les bases génétiques des caractères gouvernant la production fourragère ne sont pas suffisamment avancées pour les améliorer de façon aussi ciblée. En l'état actuel, rétrocroiser un *Festulolium* va donc surtout résulter en une "dilution" des gènes d'une

TABLEAU 3 : Principaux caractères botaniques distinctifs entre ray-grass et fétuques.

TABLE 3 : *Main distinctive botanical characters between ryegrasses and fescues.*

	Ray-grass anglais	Ray-grass d'Italie	Fétuque des prés	Fétuque élevée
Infloréscence	épi d'épillets	épi d'épillets	panicule étalée	panicule étalée
Nombre de glumes	1 (externe)	1 (externe)	2	2
Ligule	non	non	oui	oui
Préfoliation	pliée	enroulée	enroulée	enroulée
Glumelle inférieure	non aristée	aristée	non aristée	arête courte
Oreillettes	glabres	glabres	glabres	ciliées
Nombre fleurs/épillet	< 10	> 10		
Couleur	vert foncé	vert clair		
Fluorescence des racines sous-éclairage UV	non	oui	non	non

espèce dans l'autre et ce, d'autant plus que le nombre de rétrocroisements successifs augmente. **Par rapport à l'hybride, la valeur du rétrocroisement pour tout un ensemble de caractères quantitatifs ne pourra que tendre vers celle de l'espèce "receveuse"**, celle dont les gènes sont présents de façon majoritaire : ray-grass si l'hybride a été rétrocroisé par un ray-grass, fétuque s'il a été rétrocroisé par une fétuque.

Pour cette raison, et en attendant de mieux connaître le contrôle génétique des caractères que les sélectionneurs souhaitent exploiter par hybridation interspécifique, restreindre le terme *Festulolium* à des hybrides directs reste le seul moyen pour qu'il recouvre **un produit sans ambiguïté sur ses performances auprès des utilisateurs.**

## 5. A quoi reconnaît-on une variété de *Festulolium* ?

Il existe quelques caractères botaniques spécifiques entre fétuque et ray-grass d'Italie rappelés dans le tableau 3. Cependant, ces caractères n'aident guère à l'identification des *Festulolium* : ils ne sont pas faciles à observer ; aucun d'entre eux n'est contrôlé génétiquement de façon simple ; de plus, comme on l'a vu précédemment, les variétés de *Festulolium* sont (doivent être) tétraploïdes et, ainsi que toutes les variétés fourragères d'espèces pures, **les *Festulolium* sont des variétés synthétiques. Il existe donc naturellement une grande diversité d'un individu à l'autre au sein de la même variété.** Si l'on peut trouver des individus de type intermédiaire pour des caractères discriminant le ray-grass et la fétuque - le plus évident étant l'inflorescence de type épi ramifié (figure 2) - d'autres individus pourront ne pas le manifester. L'expression du degré de ramifica-



FIGURE 2 : Inflorescence en épi ramifié caractéristique d'un *Festulolium*.

FIGURE 2 : *A branched spike-like inflorescence characteristic of Festulolium.*

tion des inflorescences peut même varier entre tiges chez un même individu de *Festulolium* ou au cours de repousses successives. Qui plus est, il est possible de sélectionner ces caractères vers un type parental au sein d'une même variété ; ainsi, certains *Festulolium* à valeur agronomique hybride pourtant avérée, ne présentent que des inflorescences en épis, c'est-à-dire typiques d'un ray-grass.

Il en ressort que **ces caractères**, même s'ils peuvent être utilisés pour le diagnostic entre espèces pures de ray-grass ou de fétuque, **ne doivent être utilisés que très prudemment** pour conclure que l'on est en présence d'une variété de *Festulolium*. De nombreux individus présentant simultanément plusieurs caractères intermédiaires sont un bon indice. En revanche, l'absence d'un ou de plusieurs critères ne permet pas de démontrer que la variété n'est pas un *Festulolium*. De la même façon, il est pratiquement impossible de déduire les espèces parentales qui ont été utilisées en croisement à partir d'une simple observation botanique d'une variété de *Festulolium*.

Antonín FOJTIK (1994) avait bien remarqué cette caractéristique à l'occasion de la sélection des variétés "Bečva" et "Lofa". Ces variétés proviennent d'hybrides tétraploïdes entre ray-grass d'Italie et fétuque élevée qui ont été ensuite recroisés dans le ray-grass d'Italie. En retenant les types les plus pérennes dans ces rétrocroisements, il a été possible d'obtenir des variétés morphologiquement similaires à des ray-grass anglais ou hybrides alors que ces espèces n'étaient intervenues à aucun moment dans le plan de croisement. A. FOJTIK émettait alors la théorie "that the species *L. perenne* may be synthesised by hybridization of *L. multiflorum* x *F. arundinacea*." Cette remarque est très importante sur le fond car elle **dissocie l'origine génétique d'un croisement d'avec le phénotype auquel peut éventuellement parvenir le sélectionneur et, par là, les caractéristiques des variétés que peuvent en attendre les utilisateurs.**

Cela a été une source de difficultés à l'occasion de la diffusion de la variété "Lofa" en France. Si on applique strictement la définition, "Lofa" n'est pas un *Festulolium* pour au moins deux raisons : l'espèce de fétuque utilisée en croisement est la fétuque élevée et non la fétuque des prés ; la variété est issue d'un rétrocroisement et non d'une hybridation directe. Ceci étant, le travail de sélection a abouti à un type nettement distinct d'un ray-grass d'Italie mais proche d'un ray-grass hybride. En toute rigueur, c'est donc à un ray-grass d'Italie qu'il faudrait comparer la variété "Lofa" pour mettre en évidence un progrès génétique alors que, du point de vue des utilisateurs, la question est simplement de savoir ce que "Lofa" apporte par rapport aux ray-grass hybrides existant sur le marché ! Il n'y a pas de réponse simple pour le moment, sauf à dire que l'identification précise de l'origine des variétés de *Festulolium*, ou prétendues comme telles, sera une condition essentielle pour garantir à la fois le droit des sélectionneurs à faire valoir les produits de leur sélection et la demande des utilisateurs. **Avec les insuffisances des caractères phénotypiques, il est clair que seul le marquage moléculaire aura ce potentiel pour statuer sur le caractère hybride des variétés de *Festulolium* proposées au Catalogue comme pour distinguer les variétés entre elles.**

## 6. Que peut-on attendre d'un *Festulolium* ?

C'est par son comportement au champ qu'un *Festulolium*, au sens hybride du terme, pourra être reconnu, en tous cas mieux que par une description de type botanique :

- lors d'un semis de printemps, on pourra noter la présence d'épis dans le courant de l'été ; certains *Festulolium* présentent en effet un faible degré d'alternativité qu'on ne retrouve pas, ou plus, chez les variétés actuelles de ray-grass d'Italie non-alternatives ou hybrides ;

- dans tous les cas, leur installation est plus lente que celle de ray-grass purs et pourra se traduire par une productivité plus faible des premières coupes ;

- c'est l'année suivant le semis qui permettra de distinguer le plus nettement les variétés de *Festulolium* des ray-grass, en particulier des ray-grass d'Italie. Alors que ceux-ci peuvent être déjà très dégradés soit déjà par les effets de la sécheresse, soit par une forte sensibilité aux rouilles ou au flétrissement bactérien, un *Festulolium* se caractérisera par une plus grande pérennité et une repousse feuillue ; il ne prendra pas cet aspect desséché, si caractéristique du ray-grass anglais, ou de prairie clairsemée composée de tiges grêles, tout aussi caractéristique d'un ray-grass d'Italie, voire d'un ray-grass hybride. A l'automne, c'est une prairie de *Festulolium* non dégradée qui pourra se régénérer, sans nécessiter de broyage, et assurer un pâturage aussi longtemps que les conditions climatiques le permettent ;

- l'appétence des animaux pour les *Festulolium* pourra être plus faible que pour les ray-grass purs surtout si *F. glaucescens* a été utilisée en croisement ; on retrouve bien chez l'hybride la marque des caractères organoleptiques défavorables du parent fêtuque élevée lorsque celle-ci est consommée en vert ; en revanche, quand les animaux n'ont pas le choix, ce qui est le plus souvent le cas dans la pratique, ceux-ci pourront bénéficier d'une herbe d'une digestibilité bien plus proche de celle du ray-grass que de la fêtuque élevée ou de *F. glaucescens* (GHESQUIÈRE *et al.*, 1996 ; EMILE *et al.*, 1997).

Il est important de noter que les qualités des *Festulolium* rappelées ci-dessus ne sont encore qu'indicatrices. Une première raison tient au fait que, ne disposant pas de liste de variétés de *Festulolium* au Catalogue français, il n'existe pas d'essais officiels les ayant situés, entre eux et vis-à-vis des espèces pures, dans une large gamme géographique et d'utilisation. Si la définition des *Festulolium* s'élargit, il semble évident que les *Festulolium* devront avoir des recommandations différentes suivant l'espèce de fêtuque ou de ray-grass qui a été utilisée en croisement. De la même façon qu'au Catalogue des ray-grass hybrides, il existe une mention "type anglais" ou "type Italien", un catalogue *Festulolium* français pourra préciser ultérieurement ce type de mention sur la base du croisement de départ déclaré par l'obteneur mais, surtout, sur la base des résultats de l'évaluation multilocale du réseau du GEVES.

## 7. Que faut-il retenir des *Festulolium* ?

### ■ Les *Festulolium* : ni des hybrides de maïs, ni des mélanges d'espèces

L'intérêt des *Festulolium* ne procède pas de la même démarche que celle qui a conduit aux hybrides de maïs. Une première raison est d'ordre technique : les espèces ray-grass et fétuque sont éminemment variables et n'ont rien de commun avec les lignées fixées de maïs que l'on utilise pour faire des hybrides ; d'autre part, les semences commerciales de variétés de *Festulolium*, comme chez toutes les espèces fourragères, ne peuvent être produites que sous la forme de variétés synthétiques, c'est-à-dire après 3 à 4 générations de multiplication d'une dizaine de plantes sélectionnées. Un *Festulolium* n'a donc rien à voir avec un hybride F1 de maïs chez lequel tous les individus sont rigoureusement identiques génétiquement. Cependant, même tous différents, le fonctionnement tétraploïde évoqué plus haut garantit que tous les individus d'une variété de *Festulolium* vont bien partager, en moyenne, l'ensemble des gènes du ray-grass et de la fétuque et se comporter en conséquence de façon prévisible. De ce point de vue, un *Festulolium* apportera une sécurité d'utilisation sans commune mesure avec celle d'un mélange ray-grass + fétuque dont la production fourragère, en admettant qu'elle soit parfaitement maîtrisée par l'éleveur, passera inévitablement de celle d'un ray-grass pur à celle d'une fétuque pure en l'espace de 2 années.

### ■ Les *Festulolium* : une combinaison équilibrée des qualités de la fétuque et du ray-grass

Une deuxième différence par rapport aux hybrides de maïs tient dans la nature de la production fourragère : chez le maïs, on cherche à optimiser les phénomènes d'hétérosis qui se manifestent, en particulier sur la vitesse de croissance, lorsque l'on croise deux lignées fixées non apparentées. Si la démarche se justifie pour une culture qui ne dépasse pas 5 mois de végétation, elle n'a que peu d'intérêt pour une culture qui va être installée pour 3 années au moins et être exploitée à de multiples reprises, et de façons également très diverses (ensilage, foin, pâturage...). **La stratégie *Festulolium* vise plutôt une complémentarité harmonieuse sur le long terme de qualités déjà acquises chez l'une ou l'autre des espèces parentales.** Une conséquence importante est que, par le simple fait de croiser deux espèces très contrastées, le niveau d'une variété de *Festulolium* ne pourra être, au mieux, qu'égal à celui du meilleur des 2 parents, caractère par caractère. Il est illusoire d'attendre d'un *Festulolium* à la fois la haute digestibilité d'un ray-grass d'Italie, la pérennité d'une fétuque élevée... et plus généralement, une combinaison optimum pour tous les caractères. Si un catalogue français de *Festulolium* s'ouvre, c'est à des variétés antérieures de *Festulolium* prises comme témoin que les variétés candidates devront être comparées et non aux variétés témoins des Catalogues ray-grass ou fétuque.

Cela étant, **l'étude de Festulolium tirés de F. glaucescens a révélé des résultats inattendus plutôt favorables. La digestibilité des feuilles** reste plus proche de celle d'un ray-grass que d'une fétuque ; ces *Festulolium* sont également **très peu remontants**, ce qui est un facteur de maintien de la valeur alimentaire des repousses par rapport à un ray-grass d'Italie pur. Un exemple de complémentarité entre espèces conduisant à un avantage chez l'hybride est donné par la pérennité. Les ray-grass, d'Italie surtout, ont un enracinement superficiel qui les rend sensibles à la sécheresse en été ; ils ont cependant une meilleure régulation de leur consommation d'eau que la fétuque au sens où ils ferment plus rapidement leurs stomates lorsque leur potentiel hydrique chute au cours de la journée. Cette aptitude fait défaut chez la fétuque élevée qui satisfait ses besoins en eau en allant la chercher loin en profondeur grâce un enracinement puissant. L'étude de *Festulolium* a montré qu'en associant ces deux mécanismes complémentaires de tolérance à la sécheresse, on peut obtenir des hybrides bien **plus pérennes** que le ray-grass alors que le niveau des deux caractères, individuellement, n'y est qu'intermédiaire par rapport aux espèces parentales (DURAND, comm. pers.).

Si l'on extrapole cette analyse aux autres espèces potentielles, on peut prévoir que les *Festulolium* tirés de ray-grass anglais pourront bénéficier des capacités de tallage de ce dernier, permettre par exemple une grande souplesse d'utilisation, du pâturage à l'ensilage en passant par des stocks sur pied. L'utilisation du ray-grass anglais ouvre aussi sur les utilisations non fourragères comme en gazon et où la fétuque s.l. viendrait apporter une tolérance élargie aux conditions de pH, de stress hydrique, par défaut comme en excès, de froid ou de ressources en azote du sol.

De façon générale, c'est **un très large potentiel d'adaptation au milieu et aux modes d'utilisation que l'on pressent pour les Festulolium plutôt que des performances en productivité** jamais atteintes à ce jour ; **un essai comparatif de Festulolium réalisé à une échelle européenne** est actuellement en train de le montrer de façon très claire en ce qui concerne la pérennité (**projet SAGES** - Sustainable Grasslands Withstanding Environmental Stress ; <http://www.iger.bbsrc.ac.uk/igerweb/SAGES>).

Cette caractéristique des *Festulolium* n'exclut pas qu'il faudra sans doute redéfinir spécifiquement certains itinéraires techniques, comme en production de semences. Si le potentiel des *Festulolium* est pour une large part encore à découvrir par l'ensemble de la filière fourrages, celle-ci est aussi appelée à participer à la définition de ces nouveaux itinéraires pour contribuer à exploiter tout le potentiel des *Festulolium*.

## ■ Les *Festulolium* : une “ressource génétique”

Au-delà des questions de définition des variétés de *Festulolium*, il est important de réaliser que la plupart des hybrides que l'on peut obtenir entre une fétuque et un ray-grass sont toujours suffisamment fertiles pour permettre de nouveaux croisements soit entre hybrides, même issus d'espèces de fétuque différentes, soit avec l'une ou l'autre

espèce parentale par rétrocroisement. Le rétrocroisement d'un hybride tétraploïde avec un ray-grass diploïde donne par exemple des descendants (triploïdes) d'une fertilité tout à fait correcte. On considère ainsi que, dès qu'un génome complet de ray-grass est présent à l'état diploïde (14 chromosomes) chez un hybride, quelles que soient les espèces de fétuque utilisées en croisement et le nombre final de chromosomes de l'hybride, celui-ci possédera toujours un minimum de fertilité, au moins femelle. Cette propriété est tout à fait remarquable au sens où **des espèces de fétuque, souvent totalement incompatibles en croisement, sont susceptibles d'échanger à nouveau des gènes au travers d'un "Festulolium"**, comme de les transmettre vers un ray-grass. Les "Festulolium" s.l. peuvent alors jouer un rôle "d'espèce pont" en remettant en contact et en redistribuant les gènes chez des espèces qui ont été séparées par l'évolution depuis plusieurs millions d'années. Cette capacité est d'autant plus intéressante lorsqu'on sait **la diversification en espèces au sein du genre Festuca** : 107 espèces rien qu'en France et si l'on inclut les espèces à feuilles fines, contre 8 espèces de ray-grass seulement dans le monde. Ceci suggère que le genre *Festuca* est plus "évolué" que le genre *Lolium* et qu'à ce titre, il a pu "expérimenter" avec succès une plus grande diversité de biotopes. C'est cette **valeur d'adaptation acquise chez les fétuques au cours de l'évolution des graminées** qui est actuellement exploitée dans le programme européen SAGES évoqué précédemment et que l'on cherche à introduire dans les ray-grass par rétrocroisement de *Festulolium* de toutes origines.

## Pour conclure

Cette notion "d'espèce pont" suggère clairement qu'une population tétraploïde de *Festulolium* concentre une diversité de gènes assez unique dans le monde végétal ; sachant qu'en France comme partout dans le monde, tout sélectionneur peut utiliser une variété fourragère comme matériel de départ pour un nouvel objectif d'amélioration, les *Festulolium* mettent ainsi en accès libre pour la communauté des scientifiques et des sélectionneurs un ensemble de gènes dispersés parmi au moins 2 espèces de ray-grass et 2 espèces de fétuque. Parce qu'ils recourent à une hybridation "naturelle" et non à la transformation génétique, les *Festulolium* évitent donc non seulement les difficultés techniques mais aussi juridiques inhérentes aux OGM, tout en ménageant un potentiel d'innovation variétale au moins aussi large. Cette caractéristique des *Festulolium* n'est pas la moindre pour leur souhaiter un développement rapide au-delà des questions de définition et des préoccupations variétales immédiates.

Accepté pour publication, le 29 juillet 2003

Lors de la dernière réunion de la Commission en date du 10 décembre 2003, il a été décidé que la directive 66/401/EC du 14 juin 1966 réglementant le marché des semences fourragères sera modifiée, à prise d'effet au 30 septembre 2004, en prévoyant notamment d'élargir la définition de *Festulolium* à l'ensemble des croisements entre espèces du genre *Festuca* et espèces du genre *Lolium*.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- DURAND J-L., GASTAL F., ETCHEBEST S., BONNET A-C., GHESQUIÈRE M. (1997) : "Interspecific variability of plant water status and leaf morphogenesis in temperate forage grasses under summer water deficit", *European J. of Agron.*, 1/3, 99-107.
- EIZENGA G.C., BURRUS P.B. JR, PEDERSEN J.F., CORNELIUS P.L. (1991) : "Meiotic stability of 56-chromosome tall fescue hybrid derivatives", *Crop Sci.*, 31, 1532-1535.
- EMILE J-C., GHESQUIÈRE M., TRAINÉAU R., JADAS-HÉCART J., MOUSSET C. (1997) : "Evaluation de la valeur alimentaire de génotypes de fétuque élevée obtenus par différentes stratégies d'amélioration", *Fourrages*, 151, 373-387.
- FOJTÍK A. (1994) : "Methods of grass improvement used at the Plant Breeding Station Hladké -ivotice", *Genet. Pol.*, 35A, 25-31.
- GHESQUIÈRE M., BARRE P., MARHADOUR S., KERLAN M-C. (2000) : "Estimation of introgression rate of a fescue isozymic marker into tetraploid Italian ryegrass at early generations of backcross", *Euphytica*, 114(3), 223-231.
- GHESQUIÈRE M., EMILE J-C., JADAS-HÉCART J., MOUSSET C., TRAINÉAU R., POISSON C. (1996) : "First in-vivo assessment of feeding value in *Festulolium* hybrids using *Festuca arundinacea* var. *glaucescens* as genitor and selection for palatability", *Plant breeding*, 115(4), 238-244.
- HUMPHREYS M.W., THOMAS H. (1993) : "Improved drought resistance in introgression lines derived from *Lolium multiflorum* x *Festuca arundinacea* hybrids", *Plant Breeding*, 11, 155-161.
- HUMPHREYS M.W., GHESQUIÈRE M. (1994) : "Assessing success in gene transfer between *Lolium multiflorum* and *Festuca arundinacea*", *Euphytica*, 77(3), 283-289.
- HUMPHREYS M.W., THOMAS H.M., MORGAN W.G., MEREDITH M.R., HARPER J.A., THOMAS H., ZWIERZYKOWSKI Z., GHESQUIÈRE M. (1995) : "Discriminating the ancestral progenitors of hexaploid *Festuca arundinacea* using GISH", *Heredity*, 75, 171-174.
- JULIER B., GHESQUIÈRE M. (1996) : "Possibilités nouvelles offertes par les biotechnologies chez les plantes fourragères", *Fourrages*, 147, 273-292.
- KING J., ARMSTEAD I.P., DONNISON I.S., THOMAS H.M., JONES R.N., KEARSEY M.J., ROBERTS L.A., THOMAS A., MORGAN W.G., KING I.P. (2002) : "Physical and genetic mapping in the grasses *Lolium perenne* and *Festuca pratensis*", *Genetics*, 161, 315-324.
- KLEIJER G. (1987) : "Cytogenetics studies of crosses between *L. multiflorum* Lam. and *F. arundinacea* Schreb. III. The generation C1, C2 and C3", *Plant Breeding*, 99, 144-145.
- LEWIS E.J. (1983) : "Cytogenetics aspects of interspecific hybridization in relation to breeding in the ryegrass/fescue complex", *Annual Report of the Welsh Plant Breeding Station, 1982*, University College of Wales, Aberystwyth (United-Kingdom), 218-235.

## AUTRES RÉFÉRENCES D'ARTICLES GÉNÉRAUX

- GHESQUIÈRE M., JADAS-HÉCART J. (1995) : "Les fétuques ou le genre *Festuca*", *Les Ressources Génétiques des Graminées Fourragères et à Gazon*, Prosper J.M., P. Guy & F. Balfourier (éds), INRA & BRG, Paris, France, 53-70.

- KERGUÉLEN M., PLONKA F. (1989) : "Les *Festuca* de la flore de France (Corse comprise)", *Bull. Soc. Bot. du Centre-Ouest*, nouvelle-série. Numéro-spécial 10. 368 p.
- PETO F.H. (1933) : "The cytology of certain intergeneric hybrids between *Festuca* and *Lolium*", *J. Genet.*, 28, 113-156.
- SULINOWSKI S. (1967) : "Interspecific and intergeneric hybrids in grasses of the *Festuca* and *Lolium* genera", *Genet. Pol.*, 8, 17-30.
- THOMAS H., HUMPHREYS M.O. (1991) : "Progress and potential of interspecific hybrids of *Lolium* and *Festuca*", *J. Agric. Sci., Cambridge*, 117, 1-8.
- ZWIERZYKOWSKI Z. (1996) : "Interspecific and intergeneric hybrids of the *Lolium-Festuca* complex obtained in Poland in the years 1964-1994 and maintained in the collection at the Institute of Plant Genetics in Poznan", *J. Appl. Genet.*, 37(1), 79-100.

## SUMMARY

### ***Festulolium* : definitions and prospects**

Although the subject of *Festulolium* is mentioned at intervals only in France, it has none the less a long history behind it ; this paper tries to answer the more frequent questions raised about it. Beyond the definitions (biological, legal, etc.), the aim is to give a better understanding of what constitutes a *Festulolium* and of the advantages it may bring to its users.

Among the grasses, the genus *Festuca* possesses a large potential of adaptation to the environment and to the various possible utilizations. The species of this genus, in spite of their differentiation, have remained widely compatible in crosses with the species of the genus *Lolium*, Perennial Ryegrass and Italian Ryegrass, and numerous natural hybrids between these genera have been described under the name *Festulolium*. There is no official list yet in France of the cultivated *Festuloliums*, as all the available cultivars have been registered in other countries; moreover, at the present moment, the name *Festulolium* applies only to hybrids between Meadow Fescue and Italian Ryegrass. This limitation ought to be removed and the definition of *Festulolium* extended to include all the tetraploid cultivars bred from direct crosses between species of *Festuca* and of *Lolium*. This new definition, which excludes Tall Fescue from the parents of the crosses, nevertheless brings out the interest of one of its ancestral species, *Festuca glaucescens*, which is responsible for the qualities of perennity and resistance to drought that it transmitted to it.