

# La diversité génétique dans les prairies naturelles suisses et son utilisation en sélection

B. Boller, F.X. Schubiger, P. Tanner,  
P. Streckeisen, D. Herrmann, R. Kölliker

**Les écotypes présents dans les prairies naturelles sont une source importante et utile de diversité génétique pour la sélection des plantes fourragères, comme l'indiquent divers exemples. Le maintien de cette diversité mérite donc une attention particulière de la part de la recherche et de la politique agricoles suisses.**

## RÉSUMÉ

*En Suisse, les variétés locales de trèfle violet (issues de l'introduction historique de trèfles des Pays-Bas) restent la ressource génétique la plus importante, notamment pour les variétés de trèfle Mattenkle. Les écotypes de trèfle violet des prairies naturelles sont utilisés (par rétro-croisement) pour introduire des caractères spécifiques, par exemple l'aptitude à la pâture. Une collection récente d'écotypes de ray-grass d'Italie a relevé un niveau élevé de résistance au flétrissement bactérien, ce qui a permis de sélectionner des variétés résistantes par un schéma simple de sélection récurrente. En revanche, les écotypes de féтуque des prés sont moins facilement utilisables par la sélection ; notons qu'ils hébergent l'endophyte bénéfique *Neotyphodium uncinatum*, utile pour la résistance aux pucerons et aux maladies fongiques et qui améliore la force de concurrence.*

## MOTS CLÉS

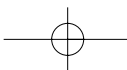
Endophyte, féтуque des prés, population naturelle, prospection génétique, ray-grass d'Italie, ressources génétiques, sélection variétale, Suisse, trèfle violet, *Xanthomonas*.

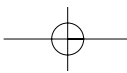
## KEY-WORDS

Cultivar breeding, endophyte, genetic prospection, genetic resources, Italian Ryegrass, Meadow Fescue, natural population, Red Clover, Switzerland, *Xanthomonas*.

## AUTEURS

Agroscope FAL Reckenholz, Station fédérale de recherches en agroécologie et agriculture, Reckenholzstrasse 191, CH-8046 Zurich (Suisse) ; beat.boller@fal.admin.ch





## Introduction

Les plantes qui poussent spontanément dans les prairies naturelles (sans semis par l'homme) - c'est-à-dire les écotypes - constituent une source importante de diversité génétique pour l'amélioration des plantes fourragères. Le semis de graminées et de trèfles fourragers est une procédure plutôt récente dans le développement de l'activité humaine en agriculture ; il n'est pratiqué que depuis environ deux centaines d'années. De ce fait, les variétés modernes ressemblent encore beaucoup à leurs parents des prairies naturelles. Néanmoins, il faut choisir avec prudence le matériel qu'on introduit dans un programme de sélection. En effet, souvent, de nouvelles introductions présentent des défauts majeurs pour des caractères importants. De bonnes connaissances des écotypes présents dans les prairies naturelles aideraient beaucoup à améliorer les chances de succès d'un renouvellement du matériel génétique en faisant des collectes. Cependant, on connaît très peu de choses sur le matériel prélevé et l'expérience du sélectionneur reste le guide principal pour faire son choix. Souvent, les sélectionneurs préfèrent utiliser des croisements entre variétés sélectionnées pour éviter les échecs rencontrés avec des écotypes.

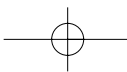
**Le programme d'amélioration des plantes fourragères géré par notre station de recherche à Zurich-Reckenholz se base principalement sur du matériel qui provient de collectes en Suisse.**

Nous présentons ici des résultats d'investigations de caractères agronomiques importants et des expériences en matière de sélection à partir d'écotypes. Nous allons considérer trois espèces dont plusieurs variétés issues de notre programme sont enregistrées dans la liste A en France et sont bien placées sur le marché français des semences fourragères : le trèfle violet (*Trifolium pratense* L.), le ray-grass d'Italie non alternatif (*Lolium multiflorum* Lam. var. *italicum* Beck) et la fétuque des prés (*Festuca pratensis* Huds.).

### 1. Le trèfle violet de longue durée dit **Mattenklee**

Le trèfle violet est un cas spécial parmi les plantes fourragères : le matériel utilisé à l'origine pour la sélection ne semble pas provenir de formes sauvages indigènes. On pense en effet que le trèfle violet cultivé provient du Proche-Orient et aurait été introduit en Europe d'abord par les Maures en Espagne, puis plus tard par les routes du commerce naval aux Pays-Bas d'où il aurait été dispersé vers la France et l'Europe centrale. Là, des variétés adaptées aux conditions locales se sont développées et perpétuées par semis de la semence récoltée par les paysans sur leur propre terrain. Nous appelons ce type de population "variété locale" pour le différencier des populations de trèfle violet sauvage, qui sont de vrais "écotypes" et qui se sont développées sans semis par l'homme dans les prairies naturelles.

Des formes particulièrement pérennes de trèfle violet ont été cultivées en Suisse dès le 19<sup>e</sup> siècle. A cette époque-là déjà, les provenances suisses de trèfle violet étaient hautement estimées en



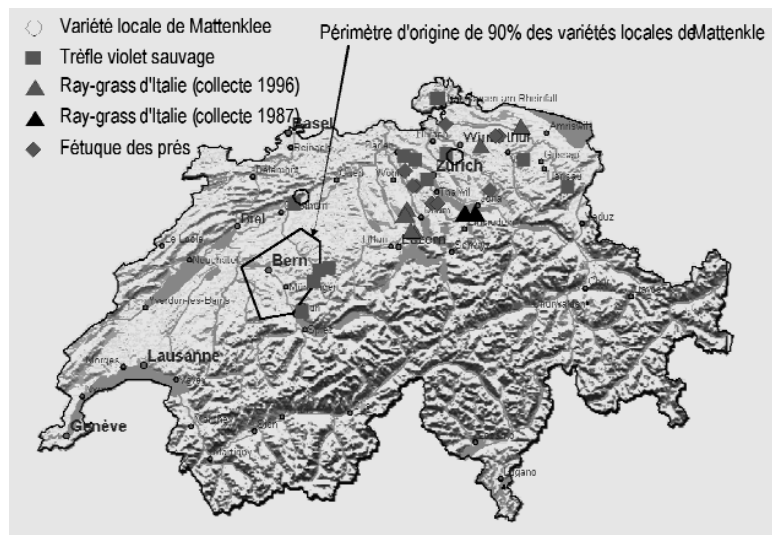
France : COURTIN (1857) mentionne que “le trèfle d’Argovie” était beaucoup cultivé en France parce qu’on le considérait comme le plus pérenne. Dès la fin du 19<sup>e</sup> siècle, ce trèfle violet de longue durée a été connu en Suisse comme “Mattenklee”, ce qui veut dire “trèfle d’une prairie fauchée”. **Ce Mattenklee est à la base de la sélection du trèfle violet en Suisse.** Plusieurs variétés de type Mattenklee sont également enregistrées en France, notamment nos variétés diploïdes Ruttinova, Milvus et Formica, et sont produites à grande échelle pour l’utilisation en France. Notre variété tétraploïde Témara, issue d’un traitement à la colchicine de matériel de sélection de type Mattenklee, reste témoin dans les essais officiels du CTPS depuis très longtemps et notre nouvelle variété Larus pourrait la remplacer dans le futur.

### ■ Évidence moléculaire de l’origine du Mattenklee

Des variétés locales de trèfle violet du type Mattenklee étaient cultivées jusqu’aux années 70 du 20<sup>e</sup> siècle, principalement dans les régions de collines au bord du plateau Bernois (figure 1). En 1970-1971, **environ 100 variétés locales ont été collectées** par le Dr. NÜESCH, ancien sélectionneur de plantes fourragères à Reckenholz, qui réalisait que la tradition du maintien de ces variétés était en train de disparaître dans les diverses fermes (NÜESCH, 1976).

FIGURE 1 : Sites de collection de trèfle violet (sauvage et variétés cultivées locales), de ray-grass d’Italie et de fétuque des prés considérés dans cette étude.

FIGURE 1 : Locations where samples of Red Clover (wild plants and landraces), of Italian ryegrass and Meadow Fescue considered in this study were taken.



Récemment, nous avons comparé cette collection avec d’autres matériels génétiques, en utilisant **des marqueurs moléculaires, pour valider l’hypothèse** de KOBLET et NÜESCH (1960) **selon laquelle le Mattenklee est dérivé du trèfle violet cultivé introduit des Pays-Bas, plutôt que du trèfle sauvage indigène.** 89 variétés locales de Mattenklee, 13 populations d’écotypes de trèfle violet sauvage collectées en Suisse (figure 1), 6 variétés modernes de type Mattenklee, 6 variétés modernes de trèfle violet de type “normal”, 4 populations d’écotypes et 2 variétés locales des Pays-Bas étaient analysées à l’aide de 212 marqueurs polymorphiques AFLP (HERRMANN *et al.*, 2005).

B. Boller et al.

Les marqueurs AFLP (*Amplified Fragment Length Polymorphism*) sont aléatoires et anonymes, mais ils sont utiles pour décrire des relations généalogiques parmi du matériel génétique très divers. En utilisant l'analyse UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic mean*) pour la fréquence des marqueurs AFLP dans les différents groupes de populations, nous avons trouvé les relations représentées en figure 2.

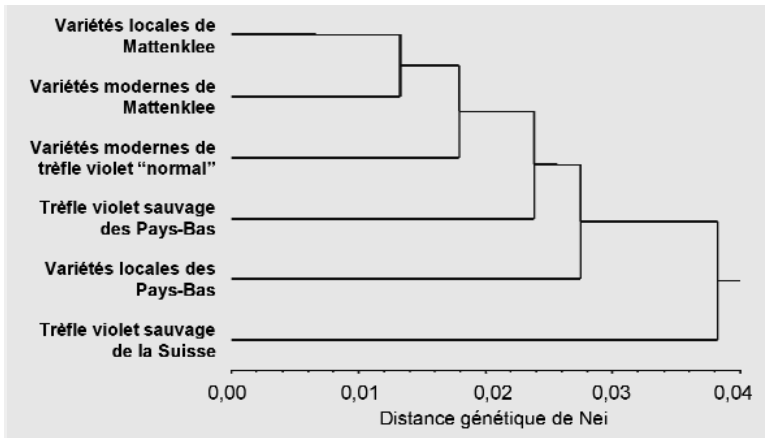


FIGURE 2 : Groupement UPGMA de 6 types de populations de trèfle violet établi à partir des coefficients de distance génétique dérivés de fréquences de marqueurs AFLP.

FIGURE 2 : UPGMA groupings of 6 types of Red Clover populations for the determination of coefficients of genetic distance based on the frequencies of AFLP markers.

Les variétés locales de Mattenkleee sont les plus proches des variétés modernes de type Mattenkleee, et l'ensemble de ces populations Mattenkleee est beaucoup moins distinct des variétés modernes de trèfle violet de type "normal" que du trèfle violet sauvage d'origine suisse. Le matériel des Pays-Bas, sans doute influencé par les pratiques agricoles anciennes (variétés locales et trèfle violet sauvage), est plus proche de l'ensemble des variétés cultivées suisses (locales et modernes) que du trèfle violet sauvage de la Suisse. Il semble probable que les provenances des Pays-Bas dites "sauvages" ont été fortement influencées par des variétés cultivées. En revanche, le trèfle violet sauvage de la Suisse s'avère le plus distant du matériel cultivé et ne peut guère être considéré comme l'ancêtre prédominant du Mattenkleee. L'analyse moléculaire conforte donc l'hypothèse de KOBLET et NÜESCH (1960) et condamne définitivement l'hypothèse selon laquelle le Mattenkleee dériverait du trèfle des prairies naturelles suisses, comme l'écrivait entre autres JULÉN (1959) dans le livre allemand de référence d'amélioration des plantes cultivées.

### ■ Utilisation du trèfle violet des prairies naturelles en sélection ?

Ces résultats suggèrent qu'une introduction de matériel sauvage provenant des prairies naturelles dans un programme de sélection de trèfle violet est assez risquée. En effet, **le trèfle violet sauvage présente des niveaux de production et de pérennité très modestes, qui excluent la possibilité d'en tirer une variété candidate par sélection récurrente.** Ainsi, **l'introduction de gènes intéressants ne peut se faire que par une série de rétrocroisements avec du matériel de sélection avancé** pour éliminer la plupart du génome sauvage.

Nous avons utilisé un tel schéma avec un certain succès pour **introduire une source intéressante de résistance à l'oïdium** qui provenait de matériel sauvage collecté au Monténégro. Il en est résulté la variété Pavo enregistrée en Suisse et en Allemagne, qui est à la fois bien résistante à l'oïdium (*Erysiphe polygoni*) et à l'antracnose (*Colletotrichum trifolii*), et cette dernière résistance entraîne une pérennité extraordinaire quand le climat est favorable au champignon (BOLLER *et al.*, 2004). Malheureusement, les rétrocroisements n'ont pas réussi à restituer complètement le potentiel de rendement du Mattenkee et la variété Pavo ne sera pas inscrite en France faute d'une production de matière sèche suffisante. Des programmes de sélection sont en cours à Reckenholz pour introduire d'autres caractères non présents dans le matériel de sélection de trèfle violet conventionnel (tableau 1).

Origine	% théorique de matériel sauvage	Caractère désiré	Résultat
Îles de Raab (Croatie)	12,5	Agressivité réduite grâce à un port plus étalé	variété Pica
Cetinje (Monténégro)	12,5	Résistance à l'oïdium et à l'antracnose	variété Pavo
Région de Grindelwald (Suisse)	6,25 à 12,5	Floraison très précoce et intense	variété candidate
Région d'altitude du Jura (Suisse)	25	Aptitude à la pâture, résistance au piétinement	variété candidate

TABLEAU 1 : Matériel de trèfle violet collecté en prairies naturelles et utilisé par rétro-croisement à Reckenholz.

TABLE 1 : *Red Clover accessions sampled in natural pastures and used in back-crosses at the Reckenholz breeding station.*

## 2. Le ray-grass d'Italie non alternatif

Le ray-grass d'Italie persiste dans les prairies naturelles des zones douces et humides au bord du plateau suisse. Lorsque la fumure et la fréquence d'utilisation sont à l'optimum pour l'espèce, le ray-grass d'Italie peut gagner des proportions très importantes du couvert végétal. C'est à partir de matériel de collecte de ray-grass d'Italie dans les prairies naturelles suisses que le programme de sélection de graminées fourragères de notre station a été fondé il y a 50 ans. Après traitement à la colchicine, des variétés tétraploïdes très renommées comme Lipo, Cervus et Ellire ont été obtenues. La variété Axis, qui a contribué largement à la reconnaissance en France des avantages du ray-grass d'Italie diploïde, a également été obtenue à partir d'écotypes suisses.

### ■ Potentiel de performance des écotypes du ray-grass d'Italie

Récemment, nous avons étudié des écotypes de différentes régions pour estimer leur potentiel de renouvellement génétique de notre matériel de sélection. En 1996, nous avons fait une collecte d'au moins 50 inflorescences de ray-grass d'Italie en 6 lieux (figure 1) ; à chaque endroit, des tiges infestées de *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* ont été également prélevées. Les populations de ray-grass d'Italie ont été multipliées en isolation, et des cultures pures de *Xanthomonas* ont été isolées du matériel infesté. Le niveau de résistance des populations de ray-grass d'Italie et l'agressivité des isolats de *Xanthomonas* ont été testés par un essai d'inoculation en serre (tableau 2).

B. Boller et al.

Origine / variété ou souche témoin	Sensibilité des populations de ray-grass d'Italie au flétrissement bactérien <sup>(1)</sup>		Agressivité des isolats de <i>Xanthomonas</i> envers le ray-grass d'Italie <sup>(2)</sup>	
	Note de sensibilité <sup>(3)</sup>	% de plantes tolérantes	Note d'agressivité <sup>(3)</sup>	% de plantes tolérantes
Gachnang	2,74 a	74,6 a	4,12 a	43,0 a
Root	3,14 b	63,9 b	2,98 d	63,8 e
Wiggwil	3,33 bc	62,3 bc	3,43 c	63,5 e
Ellighausen	3,37 bc	57,9 cd	4,20 a	47,3 ab
Beinwil	3,59 cd	56,4 d	3,76 b	54,5 cd
Michaelskreuz	3,75 d	54,9 d	4,16 a	50,2 bc
Axis (résistant)	3,81 d	57,9 cd		
Adret (sensible)	6,46 e	6,4 e		
RI-026 (isolat témoin)			3,75 b	57,6 d

Les chiffres suivis uniquement de lettres différentes, sont statistiquement différents ( $p < 0,05$ )

1 : Moyenne obtenue après inoculation avec 7 isolats de *Xanthomonas*

2 : Moyenne obtenue après inoculation de 8 populations / variétés de ray-grass d'Italie

3 : Échelle de notation : 1 : très résistant / très peu agressif ; 9 : très sensible / très agressif

**Les populations d'écotypes présentent un niveau de résistance au flétrissement bactérien étonnant.** Les notes de sensibilité de ces populations sont toutes plus faibles que le témoin résistant, Axis (ou équivalente pour l'une d'elles), et 4 d'entre elles sont même significativement plus résistantes. Inutile de dire que toutes sont largement plus résistantes que le témoin sensible, Adret. A chacun des 6 endroits, un isolat agressif de *Xanthomonas* a été trouvé. Trois des 6 isolats sont même significativement plus agressifs que l'isolat RI-026 que nous utilisons dans notre test de routine en sélection pour la résistance.

Les écotypes ont été également testés en parcelles à Zurich-Reckenholz pour leur performance agronomique (tableau 3). **Les productions de matière sèche ne sont, en moyenne, que légèrement inférieures à la variété témoin Axis** et deux populations (Root et Michaelskreuz) semblent particulièrement prometteuses. En revanche, la résistance aux maladies foliaires, surtout à la rouille, n'est pas acceptable. Cependant, il y a des différences entre les populations qui suggèrent la présence d'une résistance utilisable par une sélection récurrente. **De plus, les écotypes présentent une variation très forte en alternativité. Ce fait rend possible la sélection d'un ray-grass d'Italie à la fois alternatif et pérenne.** Notre nouvelle variété de ray-grass d'Italie alternatif Daxus provient en majorité d'écotypes.

**TABLEAU 2 : Sensibilité de 6 populations d'écotypes suisses de ray-grass d'Italie et agressivité de 6 isolats de *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* prélevés aux mêmes endroits, par rapport à des témoins.**

*TABLE 2 : Sensitivity of 6 populations of Italian Ryegrass ecotypes from Swiss grasslands and aggressivity of 6 isolates of *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* sampled at the same locations, relatively to controls.*

**TABLEAU 3 : Performances agronomiques de 6 populations d'écotypes suisses de ray-grass d'Italie par rapport au témoin Axis.**

*TABLE 3 : Agricultural performances of 6 populations of Swiss ecotypes of Italian Ryegrass, relatively to the control Axis.*

Origine / variété	Rendement MS (% du témoin)		Sensibilité à la rouille <sup>(2)</sup>	Sensibilité à la "pourriture des neiges" <sup>(2)</sup>	Sensibilité aux taches des feuilles <sup>(2)</sup>	Alternativité <sup>(2)</sup>
	A2 <sup>(1)</sup>	A3 <sup>(1)</sup>				
Gachnang	90,2 c	88,2 d	4,27 b	4,50 c	3,50 b	3,0 a
Root	105,3 a	100,8 a	5,23 c	2,83 a	3,50 b	4,0 ab
Wiggwil	95,1 bc	96,6 abc	6,66 d	3,00 a	3,67 b	4,3 b
Ellighausen	101,4 ab	90,6 bc	5,67 c	4,00 bc	5,17 c	4,0 ab
Beinwil	102,4 ab	98,9 ab	6,09 cd	2,83 a	3,50 b	4,7 b
Michaelskreuz	105,1 a	100,1 a	5,30 bc	3,33 ab	3,83 b	6,0 c
Axis	100,0 ab	100,0 a	1,57 a	4,33 c	2,67 a	4,0 ab

Les chiffres suivis uniquement de lettres différentes sont statistiquement différents ( $p < 0,05$ )

1 : Rendement total en matière sèche, A2 : l'année suivant l'année du semis ; A3 : seconde année après l'année du semis

2 : Echelle de notation : 1 : très résistant / très peu alternatif ; 9 : très sensible / très alternatif

Ces résultats démontrent que les écotypes de ray-grass d'Italie des prairies naturelles sont une ressource génétique intéressante, par exemple pour la résistance au *Xanthomonas*. La forte présence de ce pathogène semble entraîner une sélection naturelle pour des plantes résistantes et les écotypes que nous avons prélevés peuvent contribuer à la création de variétés plus résistantes. Le caractère remontant du ray-grass d'Italie lui permet, en été, de former des semences même avec un rythme d'utilisation commun dans l'agriculture moderne. Cela favorise la recombinaison génétique et laisse plus de possibilités de sélection naturelle que pour des espèces qui ne fleurissent qu'en première pousse au printemps.

### ■ Utilisation des écotypes du ray-grass d'Italie en sélection

Le bon niveau de production des écotypes et leur résistance élevée au *Xanthomonas*, la maladie majeure limitant le succès de nouvelles variétés en Suisse (BOLLER et LEHMANN, 1996), permettent de sélectionner des variétés à partir du matériel collecté en prairies naturelles en relativement peu de cycles de sélection. Toutefois, **la forte sensibilité à la rouille de ces écotypes est un inconvénient majeur** auquel il faut chercher à remédier.

Le développement de la variété diploïde Oryx (BOLLER *et al.*, 2002) est un bon exemple de cette possibilité de sélectionner une variété à partir d'écotypes de ray-grass d'Italie. Cette variété provient d'une collection de 98 plantes prélevées en 1987, en prairies naturelles, sur trois sites voisins d'altitude moyenne (590 à 780 m) dans la région de Schindellegi-Feusisberg en Suisse orientale (figure 1). Les descendances F1 des ces plantes, issues de fécondation libre, ont été observées comme plantes isolées pour 3 ans et 135 plantes (9%) ont été sélectionnées pour une fécondation mutuelle. Dans un second cycle, 94 plantes (6%) de la F2 observée pour 2 ans ont été sélectionnées et les 81 descendances les plus vigoureuses de ces plantes mères ont été choisies et forment la variété Oryx. La sélection a été encore poursuivie pour une troisième génération, F3. Les résultats agronomiques de ces différents cycles de sélection, obtenus en essais séparés mais avec un témoin commun, Axis, sont présentés au tableau 4. Chaque essai en parcelle a été répété en trois lieux.

Il est évident que, par rapport au témoin, la population la moins sélectionnée, F1, a la meilleure production et la résistance à la "pourriture des neiges" (*Microdochium nivale*) la plus marquée, mais elle est très sensible à la rouille. Dans les générations suivantes, la résistance à la rouille est nettement améliorée, surpassant la résistance

TABLEAU 4 : Performances agronomiques de 3 générations successives sélectionnées à partir d'écotypes de ray-grass d'Italie prélevés en 1987 dans la région de Schindellegi-Feusisberg.

TABLE 4 : *Agricultural performances of 3 succeeding generations in a breeding programme based on Italian Ryegrass ecotypes sampled in 1987 in the region of Schindellegi-Feusisberg.*

Génération	Rendement MS A1 (% de la moyenne)		Sensibilité à la rouille		Sensibilité à la "pourriture des neiges"	
	Ecotypes	Axis témoin	Ecotypes	Axis témoin	Ecotypes	Axis témoin
F1	109,3	100,6	6,4	1,9	3,4	5,3
F2 (Oryx)	105,4	100,2	3,0	2,3	4,1	5,2
F3	103,7	100,0	2,6	2,8	3,5	4,6

B. Boller et al.

notoirement bonne du témoin Axis en F3. En revanche, l'avantage du matériel d'écotypes pour le niveau de production et pour la résistance à la "pourriture des neiges" a successivement baissé de génération en génération. La variété Oryx, correspondant à la F2, a passé avec succès les tests variétaux officiels de VAT (valeur agronomique et technologique) en France (1997-1999), en Suisse (1997-1999) et en Allemagne (2000-2002). Mais une variété candidate de la F3 n'a pas réussi les tests variétaux en Suisse (2002-2004) faute de rendement et pérennité.

Ces résultats démontrent clairement qu'**il est toujours possible de développer des variétés de ray-grass d'Italie en faisant de la sélection récurrente** parmi du matériel bien choisi d'écotypes. Pourtant, il semble qu'**une sélection forte pour réduire la sensibilité à la rouille entraîne une baisse de la productivité** qui n'est pas négligeable. Les causes de cette baisse restent à déterminer : elle peut être soit liée à des corrélations négatives directes entre résistance à la rouille et rendement, soit due à un resserrement trop fort de la diversité génétique par la sélection continue dans un matériel déjà limité.

### 3. La fétuque des prés

La présence de la fétuque des prés a diminué fortement dans les prairies naturelles. On pense que cette diminution est surtout due à l'intensification de la fumure et à l'augmentation de la fréquence d'utilisation. Sous ces conditions, la fétuque des prés souffre de la concurrence des espèces mieux adaptées à ces pratiques, comme les ray-grass.

#### ■ Sensibilité des écotypes de fétuque des prés au flétrissement bactérien

Le flétrissement bactérien causé par *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* est une des maladies les plus importantes qui limitent l'installation et la pérennité de la fétuque des prés. Par conséquent, si l'on veut utiliser du matériel d'écotypes en sélection, il est important de connaître le niveau de résistance contre cette bactérie.

Origine / variété	Utilisation du site de collecte	% de fétuque des prés dans la prairie	Note de sensibilité <sup>(1)</sup>	% de plantes tolérantes <sup>(2)</sup>
Preval	-	-	3,04 a	85,8 a
Albis F	fauche	3	4,06 b	61,9 b
Gibswil	pâturage	4	4,47 bc	54,3 bc
Birmensdorf P	pâturage	5	4,66 c	49,3 cd
Hüttlingen P	pâturage	6	4,75 c	47,3 cd
Hüttlingen F	fauche	6	4,83 cd	40,8 de
Spreitenbach	pâturage	10	4,93 cde	40,5 de
Birmensdorf F	fauche	6	5,28 de	31,7 ef
Albis P	pâturage	8	5,32 de	29,4 ef
Rheinau	pâturage	10	5,36 e	28,6 f

Les chiffres suivis uniquement de lettres différentes sont statistiquement différents ( $p < 0,05$ )  
 1 : Échelle de notation, 10 j après inoculation : 1 : très résistant, 9 : très sensible  
 2 : Les plantes avec une note de sensibilité inférieure à 5 étaient considérées tolérantes

TABLEAU 5 : Sensibilité de 9 populations d'écotypes suisses de fétuque des prés à *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* par rapport à la variété témoin Préval.

TABLE 5 : Sensitivity to *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* of 9 populations of Swiss Meadow Fescue ecotypes, relatively to the control cultivar Préval.



Nous avons fait une collection d'écotypes de la fétuque des prés dans 9 prairies naturelles en Suisse en 1999. La semence d'environ 50 plantes prélevées a été utilisée pour un test de la sensibilité au *Xanthomonas* réalisé en serres (BOLLER *et al.*, 2001). Tous les écotypes sont plus sensibles que la variété Préval (tableau 5).

Pourtant, il y a des différences significatives entre les écotypes. Les différences ne sont pas liées à l'utilisation - fauche ou pâture - des sites d'origine. En revanche, **on a observé une corrélation significative et négative entre le pourcentage de fétuque des prés dans la prairie d'origine et la tolérance de l'écotype au *Xanthomonas***. Bien que le nombre de sites de cette enquête soit limité, on peut constater que l'on trouve, dans les prairies naturelles, du matériel de fétuque des prés intéressant pour la sélection vis-à-vis de la résistance au *Xanthomonas*, surtout lorsque la fétuque n'est pas abondante.

En comparaison avec le ray-grass d'Italie, **les écotypes de la fétuque des prés semblent beaucoup moins utiles pour une sélection directe vers une variété**. Ils sont également très sensibles aux maladies foliaires et leur port étalé limite leur force de concurrence. Un nombre important de cycles de sélection est nécessaire pour obtenir des niveaux de résistance et de productivité acceptables. Dans le programme de la RAC Changins, quatre à six générations de sélection récurrente avec des inoculations artificielles ont été nécessaires pour arriver à un plateau de résistance au *Xanthomonas* (BOLLER *et al.*, 2001). Apparemment, là où on trouve des écotypes de fétuque des prés, la présence de ce pathogène est insuffisante pour favoriser une sélection naturelle de génotypes résistants.

### ■ La symbiose avec l'endophyte *Neotyphodium uncinatum*

La fétuque des prés est naturellement colonisée par un endophyte transmis par la semence, *Neotyphodium uncinatum* (GAMS *et al.*, 1990). Cette espèce se distingue facilement des autres *Neotyphodium* (autrefois nommés *Acremonium*) par ses spores recourbées. De nombreux travaux ont montré des **effets bénéfiques** de cette association, notamment une meilleure vigueur et une résistance élevée contre les pucerons et des champignons pathogènes (SCHMIDT, 1994). De même, la compétitivité en association peut être améliorée (MALINOWSKI *et al.*, 1997). Ces effets bénéfiques sont associés à une teneur élevée des alcaloïdes N-formylololine et N-acetylololine (LEUCHTMANN *et al.*, 2000). Cependant, la fétuque des prés associée à son endophyte *Neotyphodium uncinatum* ne contient ni l'alcaloïde ergovaline, typique de l'association de la fétuque élevée avec *Neotyphodium coenophialum*, ni l'alcaloïde peramine, typique de celle du ray-grass anglais avec *Neotyphodium lolii* (LEUCHTMANN *et al.*, 2000). Par conséquent, **la fétuque des prés endophytée ne cause pas de problèmes sanitaires pour le bétail et l'on peut profiter des effets positifs de la symbiose sans risque pour les animaux**.

La fétuque des prés des prairies naturelles est fortement envahie par l'endophyte. SCHMIDT (1991) a trouvé *Neotyphodium uncinatum* dans plus de 2/3 des plantes prélevées dans 10 prairies

B. Boller et al.

naturelles en Suisse. L'endophyte était présent sur 9 des 10 sites. En 2003, nous avons prélevé des tiges de fétuque des prés dans 23 prairies naturelles pour récolter de la semence. Une inspection préliminaire des plantes issues de cette semence a révélé la présence de l'endophyte vivant à chaque lieu, à un taux moyen de 86% des plantes. Dans 17 des 23 prairies, plus de 90% des plantes contenaient l'endophyte.

Une **forte présence de l'endophyte** *Neotyphodium uncinatum* est donc le cas normal **pour les populations naturelles** de la fétuque des prés. S'il existe des variétés de fétuque des prés plus ou moins indemnes d'endophytes, il est probable qu'elles ont perdu leur symbiote naturel au cours des générations de sélection ou de multiplication. **Dans nos programmes de sélection de la fétuque des prés, nous faisons attention à ne pas perdre le champignon** et les variétés suisses modernes comme Preval contiennent l'endophyte à des taux élevés.

## Conclusions et perspectives

Les prairies naturelles sont un réservoir important de variété génétique pour la sélection des plantes fourragères. Selon l'espèce, l'adaptabilité des écotypes à la culture en prairies temporaires varie considérablement. Souvent, la résistance aux maladies des écotypes est insuffisante. Donc, plusieurs cycles de sélection récurrente ou un schéma de rétrocroisements sont nécessaires pour arriver à un niveau de résistance acceptable.

Des trois espèces considérées dans cet exposé, les écotypes de ray-grass d'Italie apparaissent les plus adaptés à une utilisation directe en sélection. Le comportement particulier de cette graminée, qui continue à produire des inflorescences pendant tout l'été, favorise une évolution génétique rapide des populations naturelles. Ces écotypes peuvent répondre, au niveau génétique, à des changements des conditions d'environnement. Par exemple, une résistance remarquable au *Xanthomonas* s'est développée dans les prairies naturelles, en parallèle avec la dispersion du pathogène.

La valeur des prairies naturelles comme lieu de maintien des ressources génétiques de plantes fourragères a reçu peu d'attention par le passé. Les efforts globaux pour le maintien de la biodiversité ont initié des programmes nationaux pour la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques. Dans ce contexte, nous sommes en train de comparer le comportement des écotypes de ray-grass d'Italie et de fétuque des prés avec les conditions existant sur les lieux de prélèvement. Nous espérons trouver des critères pour mieux caractériser le potentiel des différents types de prairies naturelles en vue de les utiliser comme source de diversité génétique utilisable pour l'agriculture.

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

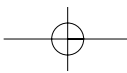
## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOLLER B., LEHMANN J. (1996) : "Impact of selection for *Xanthomonas* resistance on yielding ability of Italian ryegrass in Switzerland", *The 2<sup>nd</sup> Int. Conf. on Harmful and beneficial Microorganisms in Grassl., Pastures and Turf*, K. Krohn et V.H. Paul eds., IOBC / wprs Bulletin 19 (7), INRA, Avignon, pp. 147-154.
- BOLLER B., TANNER P., SCHUBIGER F.X., STRECKEISEN P. (2001) : "Selecting meadow fescue ecotypes for reduced susceptibility to bacterial wilt", *Breeding vor stress tolerance in fodder crops and amenity grasses*, P. Monjardino, A. da Câmara et V. Carnide eds., Department of Agricultural Sciences-University of Azores, Angra do Heroismo, pp. 103-107.
- BOLLER B., SCHUBIGER F.X., TANNER P. (2002) : "Oryx und Rangifer, neue Sorten von Italienischem Raigras", *Agrarforschung*, 9, 260-265.
- BOLLER B., TANNER P., SCHUBIGER F.X. (2004) : "Merula und Pavo: neue, ausdauernde Mattenkleesorten", *Agrarforschung*, 11, 162-167.
- COURTIN A. (1857) : *Die Culturgräser und Futterkräuter. Praktisches Handbuch für Landwirthe, Gutsbesitzer, Gärtner etc.*, Schweizerbart, Stuttgart, 74 pp.
- GAMS W., PETRINI O., SCHMIDT D. (1990) : "*Acremonium uncinatum*, a new endophyte in *Festuca pratensis*", *Mycotaxon*, 37, 67-71.
- HERRMANN D., BOLLER B., WIDMER F., KÖLLIKER R. (2005) : "Optimisation of bulked AFLP analysis and its application for exploring diversity of natural and cultivated populations of red clover", *Genome* (in press).
- JULÉN G. (1959) : "Rotklee, *Trifolium pratense* L.", *Züchtung der Futterpflanzen, Handbuch der Pflanzenzüchtung, 2. Auflage, Vierter Band*, H. Kappert et W. Rudolf eds., Paul Parey, Berlin et Hamburg, pp. 242-305.
- KOBLET R., NÜESCH B. (1960) : "Physiologische und genetische Studien am schweizerischen Mattenklee", *Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte*, 38, 401-407.
- LEUCHTMANN A., SCHMIDT D., BUSH L.P. (2000) : "Different levels of protective alkaloids in grasses with stroma-forming and seed-transmitted *Epicloae/Neotyphodium* endophytes", *J. of Chemical Ecology*, 26, 1025-1036.
- MALINOWSKI D., LEUCHTMANN A., SCHMIDT D., NÖSBERGER J. (1997) : "Symbiosis with *Neotyphodium uncinatum* endophyte may increase the competitive ability of meadow fescue", *Agronomy Journal*, 89, 833-839.
- NÜESCH B. (1976) : "Untersuchungen und Beobachtungen an Hofsorten des Schweizer Mattenklees", *Schweizerische Landwirtschaftliche Forschung*, 15, 401-410.
- SCHMIDT D. (1991) : "Les endophytes de la féтуque des prés", *Revue suisse d'agriculture*, 23, 369-375.
- SCHMIDT D. (1994) : "Du nouveau sur les endophytes de la féтуque des prés", *Revue suisse d'agriculture*, 26, 57-63.

## SUMMARY

**Natural diversity in the Swiss natural grasslands and its utilization for breeding**

The ecotypes present in the natural grasslands of Switzerland are an important source of genetic diversity, which is useful for the breeding of forage plants. In red clover, old landraces (which derive from cultivated strains introduced in historical times from the Netherlands) remain the most important genetic resource for the Swiss long-lived red clover 'Mattenklee'. Nevertheless some ecotypes from

**B. Boller et al.**

Swiss natural grasslands are being used in back-crosses in order to introduce some specific characters, such as the resistance to grazing. The ecotypes of Italian ryegrass seem particularly interesting in a breeding programme. In a recent collection, a high level of resistance to bacterial wilt was found which makes it possible to create new cultivars thanks to a simple process of recurrent selection. Resistance to rust, which is clearly insufficient in the ecotypes, remains a major character to improve. The ecotypes of meadow fescue cumulate disadvantages, requiring several generations of breeding before a useful forage cultivar can be created, but they contain the beneficial endophyte *Neotyphodium uncinatum*; the symbiosis with this fungus is useful for the resistance to aphids and to fungal diseases, and improves the competitiveness of the plants. The genetic diversity existing in the natural grasslands of Switzerland is one reason of the international success of the Swiss forage breeding programmes. It should be maintained through an increased attention given to it in research and in agricultural policies.

