

La diversité génétique dans les prairies naturelles

et son utilisation en sélection

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

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

Résumé

Les écotypes présents dans les prairies naturelles sont une source importante de diversité génétique pour la sélection des plantes fourragères. Trois espèces sont considérées ici : 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* L.).

Pour le trèfle violet, en Suisse, les variétés de ferme locales restent la ressource génétique la plus importante, plutôt que les écotypes de trèfle violet sauvage. De nouveaux résultats moléculaires confirment que le trèfle violet suisse de longue durée dit Mattenkee n'est pas issu de plantes sauvages de la région mais provient plutôt de l'introduction historique de trèfle violet cultivé des Pays-Bas. Néanmoins, les écotypes de trèfle violet des prairies naturelles sont utilisés dans des programmes de rétro-croisement pour introduire des caractères spécifiques, par exemple l'aptitude à la pâture.

Les écotypes du ray-grass d'Italie apparaissent particulièrement intéressants pour la sélection. Une collection récente a relevé un niveau élevé de résistance au flétrissement bactérien, qui était lié à une forte présence de souches agressives du pathogène *Xanthomonas translucens* pv. *graminis*. Associée à un rendement variable mais de niveau acceptable, cette résistance permet de sélectionner avec succès des variétés à partir d'écotypes par un schéma simple de sélection récurrente. La résistance à la rouille, nettement insuffisante dans les écotypes, reste un critère majeur à améliorer.

En contraste avec le ray-grass d'Italie, les écotypes de fétuque des prés accumulent des inconvénients qui nécessitent une sélection pendant plusieurs générations pour obtenir des variétés utiles pour la culture fourragère. La résistance au *Xanthomonas* des écotypes de fétuque des prés expérimentés n'approchait pas celle de la variété témoin. En revanche, la grande majorité des écotypes de fétuque des prés héberge l'endophyte bénéfique *Neotyphodium uncinatum*. La symbiose avec ce champignon, qui ne cause pas la production d'alcaloïdes nuisibles aux animaux dans les plantes infestées, est utile pour la résistance aux pucerons et aux maladies fongiques et améliore la force de concurrence.

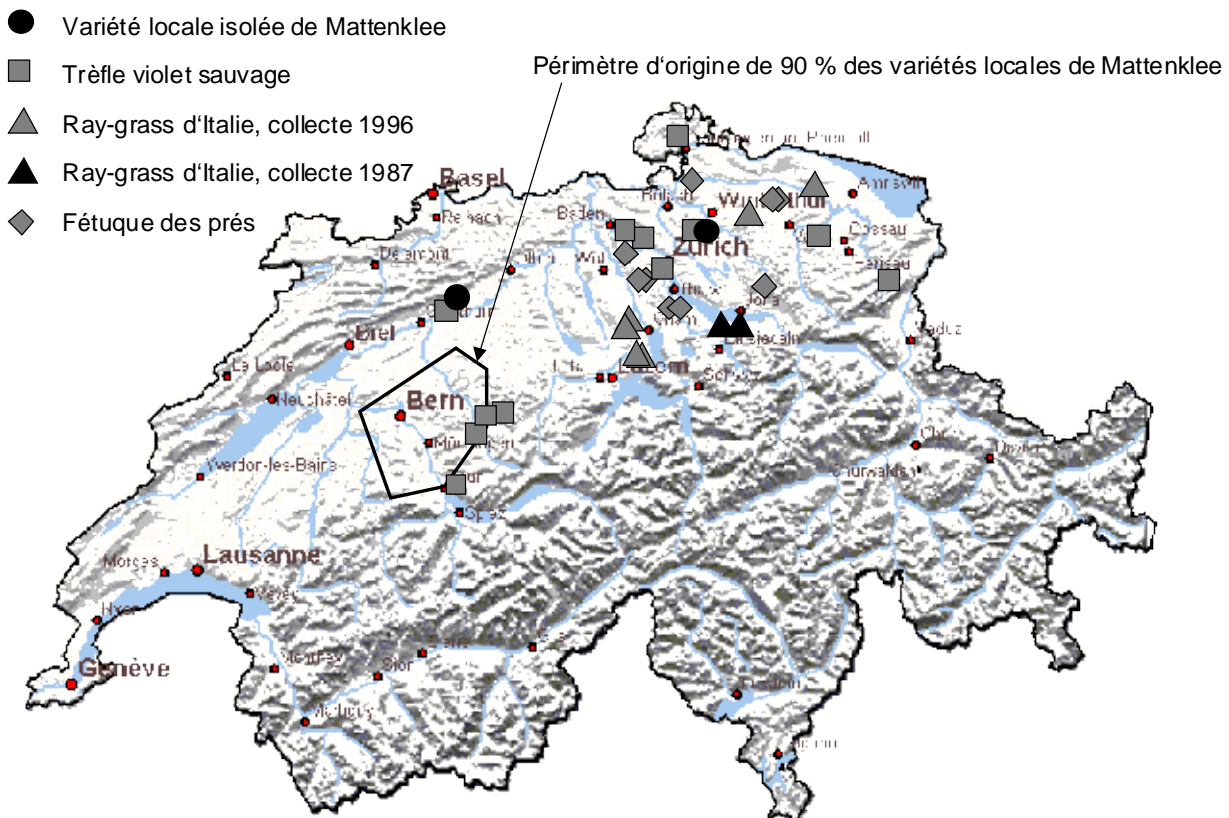
La diversité génétique dans les prairies naturelles est à la base de la réussite internationale des programmes suisses de sélection de plantes fourragères. Son maintien mérite une attention accrue en recherche et en politique agricole. Les programmes initiés dans le contexte des efforts globaux pour la conservation et l'utilisation durable des ressources génétiques vont contribuer à une amélioration des connaissances du potentiel des prairies naturelles pour servir de réservoir de diversité génétique.

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 dans les 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.), la fétuque des prés (*Festuca pratensis* Huds.) et le ray-grass d'Italie non alternatif (*Lolium multiflorum* Lam. var. *italicum* Beck).

FIGURE1 – 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



1. Le trèfle violet de longue durée dit Mattenkee

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 de l'Orient proche et a 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 a 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 développés sans semis par l'homme dans les prairies naturelles.

Des formes particulièrement pérennes de trèfle violet ont été cultivées en Suisse dès le 19^e siècle. À 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^e siècle, ce trèfle violet de longue durée a été connu en Suisse comme "Mattenkee", ce qui veut dire "trèfle d'une prairie fauchée". Ce Mattenkee est à la base de la sélection du trèfle violet en Suisse. Plusieurs variétés de type Mattenkee 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 Mattenkee, 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 Mattenkee

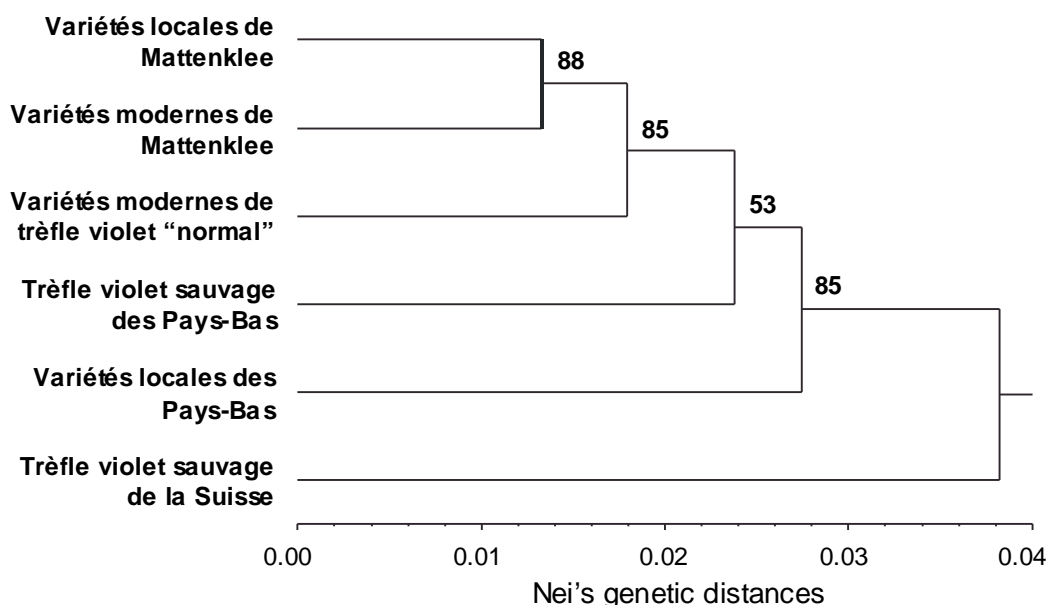
Des variétés locales de trèfle violet du type Mattenkee étaient cultivées jusqu'aux années 70 du 20^e siècle, principalement dans les régions de collines au bord du plateau Bernois (FIGURE 1). En 1970/1971, environ 100 variétés locales ont été collectées par le Dr. Bruno NÜESCH, ancien sélectionneur 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).

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 Mattenkee est dérivé du trèfle violet cultivé introduit des Pays-Bas, plutôt que du trèfle sauvage indigène. 89 variétés locales de Mattenkee, 13 populations d'écotypes de trèfle violet sauvage collectées en Suisse (FIGURE 1), 6 variétés modernes de type Mattenkee, 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). 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.

Les variétés locales de Mattenkee sont les plus proches des variétés modernes de type Mattenkee, et l'ensemble de ces populations Mattenkee 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 Mattenkee.

Donc, l'analyse moléculaire conforte l'hypothèse de KOBLET et NÜESCH (1960) et condamne définitivement l'hypothèse selon laquelle le Mattenkee dériverait du trèfle des prairies naturelles en Suisse, comme l'écrivait entre autres JULEN (1959) dans le livre allemand de référence d'amélioration des plantes cultivées.

FIGURE2 – Groupement UPGMA de 6 types de populations de trèfle violet à la base de coefficients de distance génétique dérivés de fréquences de marqueurs AFLP



– Utilisation du trèfle violet des prairies naturelles en sélection ?

En pratique, 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 rendement 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 rétro-croisements 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'anthracnose (*Colletotrichum trifolii*), et cette dernière résistance entraîne une pérennité extraordinaire quand le climat est favorable au champignon (BOLLER *et al.*, 2004). Malheureusement, les rétro-croisements 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'un rendement suffisant en matière sèche. 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).

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

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 (Montenegro)	12,5	Résistance à l'oïdium	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

2. Le ray-grass d'Italie non alternatif

Le ray-grass d'Italie (*Lolium multiflorum* Lam.) 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 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).

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.

Origine / variété ou souche témoin	Sensibilité des populations de ray-grass d'Italie au flétrissement bactérien				Agressivité des isolats de <i>Xanthomonas</i> vers le ray-grass d'Italie			
	Note de sensibilité		% de plantes tolérantes		Note d'agressivité		% 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 différentes ($p < 0,05$)

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 rendements en matière sèche ne sont, en moyenne, que légèrement inférieurs 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.

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.

TABLEAU 3 – Performance agronomique de 6 populations d'écotypes de ray-grass d'Italie par rapport au témoin Axis.

Origine / variété	Rendement MS A1, % du témoin	Rendement MS A2, % du témoin	Sensibilité à la rouille	Sensibilité à la "pourriture des neiges"	Sensibilité aux taches des feuilles	Alternativité
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 ($p < 0,05$)

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

Le bon niveau de rendement 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 le rendement le meilleur 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 notoirement bonne du témoin Axis en F3. En revanche, l'avantage du matériel d'écotypes pour le rendement et 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 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).

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.

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

Génération	Rendement MS A1 (% de la moyenne)		Sensibilité à la rouille		Sensibilité à la "pourriture des neiges"	
	Matériel écotypes	Axis témoin	Matériel écotypes	Axis témoin	Matériel écotypes	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

3. La fétuque des prés

La présence de la fétuque des prés (*Festuca pratensis* Huds.) 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.

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 ont été nécessaires pour arriver à un plateau de résistance au *Xanthomonas* (BOLLER *et al.*, 2001).

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

Origine/variété	Utilisation du site de collecte	% de fétuque des prés dans la prairie	Note de sensibilité 10 j après inoculation		% de plantes tolérantes 10 j après inoculation	
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 ($p < 0,05$)

– 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 recourbés. 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-formyllooline et N-acetyllooline (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 naturelles en Suisse. L'endophyte est 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%. 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 rétro-croisements 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.

Références bibliographiques

- BOLLER B., LEHMANN J. (1996): "Impact of selection for *Xanthomonas* resistance on yielding ability of Italian ryegrass in Switzerland", pp. 147-154 dans: K. KROHN AND V. H. PAUL (eds.): The 2nd International Conference on Harmful and beneficial Microorganisms in Grassland, Pastures and Turf, IOBC / wprs Bulletin 19(7), INRA, Avignon.
- BOLLER B., TANNER P., SCHUBIGER F. X., STRECKEISEN P. (2001): "Selecting meadow fescue ecotypes for reduced susceptibility to bacterial wilt", pp. 103-107 dans: Breeding for 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 Heroísmo.
- 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.
- 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.", pp. 242-305 dans: Züchtung der Futterpflanzen, Handbuch der Pflanzenzüchtung, 2. Auflage, Vierter Band, H. KAPPERT ET W. RUDORF (eds.), Paul Parey, Berlin et Hamburg.
- 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 *Epichloe/Neotyphodium* endophytes", *Journal 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 fétuque des prés", *Revue suisse d'agriculture*, 23, 369-375.
- SCHMIDT D. (1994): "Du nouveau sur les endophytes de la fétuque des prés", *Revue suisse d'agriculture*, 26, 57-63.