

Valeur agronomique de prairies de ray-grass anglais composées de une ou plusieurs variétés

F. Surault, B. Julier, P. Barre

L'augmentation de la diversité génétique améliore-t-elle la valeur agronomique des prairies de graminées ? Cette hypothèse est souvent évoquée pour justifier le semis de mélanges de variétés, notamment avec le ray-grass anglais. Mais l'intérêt d'une telle pratique pour la production fourragère est très peu documenté. Un dispositif expérimental apporte aujourd'hui quelques éléments de réponse.

RÉSUMÉ

Dans un dispositif en microparcelles (à l'INRA de Lusignan), la valeur agronomique de mélanges de 2 ou 3 variétés de ray-grass anglais est comparée à la valeur agronomique des variétés (en culture pure) qui les composent. La production annuelle des mélanges de variétés de même précocité n'est jamais supérieure ni de meilleure qualité que celle de la variété la plus productive. Dans le cas des mélanges de variétés de précocités différentes, la production fourragère annuelle est "tamponnée" (c.a.d. intermédiaire entre celles des variétés le plus et le moins productives du mélange) et le fourrage de meilleure qualité ; une meilleure stabilité au cours des années de la production et de sa qualité n'a pas pu être montrée.

SUMMARY

Agricultural values of Perennial Ryegrass pastures constituted by one or several cultivars

Mono-specific grass pastures are sometimes sown with mixtures of several cultivars, especially as regards Perennial Ryegrass. There is however very little information available on the advantages of this practice. In a trial with micro-plots (at Lusignan, INRA research station), the agricultural value of mixtures of 2 or 3 Perennial Ryegrass cultivars was compared to that of these same cultivars grown alone. The yearly yields of the mixtures of cultivars of the same earliness never exceeded those of the highest-yielding cultivar, nor was their quality any better. When cultivars of different earliness were mixed, the yearly forage production was 'buffered' (i.e. intermediate between the highest-yielding and the lowest-yielding cultivars of the mixtures), and the forage was of a better quality; a better stability of the production along the years could however not be established.

Plusieurs études sur prairies montrent que l'augmentation de la diversité spécifique permet d'augmenter la productivité fourragère (HECTOR *et al.*, 1999 ; TILMAN *et al.*, 2001). Une explication envisageable est la **complémentarité pour l'accès aux ressources** et une meilleure exploitation de celles-ci. Aujourd'hui, dans 80% des prairies temporaires semées, les graminées fourragères sont associées à une ou plusieurs légumineuses (AGRESTE, 2010) et l'intérêt de ces associations est largement documenté (PFLIMLIN *et al.*, 1993 ; ZEMENCHIK *et al.*, 2002 ; DELABY *et al.*, 2007). Ces associations graminées - légumineuses autorisent une suppression de la fertilisation azotée tout en assurant une production élevée et de très bonne qualité.

Dans le cas des mélanges d'espèces de graminées, peu de données ont été publiées. Quelques résultats d'essais (VAN RUIJVEN et BERENDSE, 2003) montrent toutefois un intérêt pour ces mélanges et en particulier un mélange composé de ray-grass anglais, de dactyle et de fétuque élevée (JULIER, 2010). Ce mélange est considéré comme "surproductif" : le mélange d'espèces produit plus que la meilleure des espèces cultivées en pur. Le caractère surproductif du mélange s'explique par un accès aux ressources (eau et éléments nutritifs) différent entre les espèces qui composent le mélange, en particulier pour le dactyle et la fétuque élevée. Cette dernière est capable d'exploiter les horizons du sol les plus profonds alors que

AUTEURS

INRA, UR Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères (URP3F), le Chêne, RD 150, BP 80006, F-86600 Lusignan ; fabien.surault@lusignan.inra.fr

MOTS CLÉS : Cultivar, digestibilité, graminée, mélange fourrager, prairie, production fourragère, ray-grass anglais, rythme de coupe, valeur azotée, variabilité intraspécifique, variations interannuelles, variations saisonnières.

KEY-WORDS : Cultivar, cutting rate, digestibility, forage mixture, forage production, grass, grassland, inter-annual variations, intraspecific variability, nitrogen value, perennial ryegrass, seasonal variations.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Surault F., Julier B., Barre P. (2010) : "Valeur agronomique de prairies de ray-grass anglais composées de une ou plusieurs variétés", *Fourrages*, 204, 255-262.

le dactyle va explorer les horizons superficiels. Cet accès différent à la ressource en eau et en éléments nutritifs assure au mélange une production supérieure à l'espèce la plus productive.

Il existe très peu de données sur l'influence de la diversité intraspécifique sur la production. Pourtant, les éleveurs ont parfois recours aux mélanges de variétés de graminées (HUMPHREYS et O'KIELY, 2006 et 2007). Malheureusement, chez les plantes fourragères, aucune étude publiée ne compare la valeur agronomique d'un mélange à celle des variétés qui le composent cultivées en pur. Seules des études sur orge ou blé traitent des performances de mélanges de variétés. Certaines de ces études **sur céréales** montrent que les mélanges de variétés sont capables de produire plus que la meilleure des variétés qui les composent (SARANDON et SARANDON, 1995 ; COWGER et WEISZ, 2008 ; KIAER *et al.*, 2009) et que **les mélanges réduisent l'apparition des maladies foliaires** (JACKSON et WENNIG, 1997 ; FINCKH *et al.*, 2000). La supériorité de ces mélanges est basée sur l'augmentation de la diversité génétique du couvert permettant d'exploiter au maximum les ressources disponibles. C'est pourquoi des variétés très différentes sont utilisées en mélange. La différenciation entre variétés peut être limitée chez les **espèces fourragères** du fait de la **forte diversité présente dans les variétés**. Par exemple, chez la luzerne, JULIER *et al.* (2000) ont clairement démontré qu'il existait autant de diversité entre individus d'une même variété qu'entre individus de variétés différentes.

Il nous semblait particulièrement intéressant de déterminer si les mélanges de variétés fourragères avaient un intérêt agronomique par rapport aux variétés exploitées en pur. Pour cela, nous avons travaillé avec l'espèce fourragère la plus utilisée, le ray-grass anglais diploïde qui présente aussi l'intérêt d'avoir une gamme de précocité très large et un nombre important de variétés. Dans un dispositif expérimental en microparcelles, nous avons étudié l'intérêt de ces mélanges de variétés issues des mêmes groupes de précocité. Dans ce même dispositif, nous avons aussi testé l'intérêt des mélanges de variétés avec des précocités d'épiaison différentes. Ces variétés ont des pics de production décalés au printemps. Associer, dans une prairie, deux ou trois variétés avec des pics de production décalés, permettrait-il d'augmenter sur l'année la production fourragère de ces couverts ?

1. Matériel et méthodes

■ Dispositif expérimental

Au printemps 2003, 19 prairies monospécifiques de ray-grass anglais diploïdes ont été semées en lignes dans un **dispositif expérimental en microparcelles** de 9 m² (7,5 m x 1,25 m) et conduites sous **deux rythmes de défoliation et deux niveaux de fertilisation azotée**. Cet essai était composé de 3 répétitions. Nous avons sélectionné **9 variétés de ray-grass anglais diploïde pour construire les 19 couverts prairiaux** : 3 variétés très précoces (épiaisons entre le 4 et 11 mai ; source : GEVES, 2003), 3 variétés demi-tardives (épiaisons entre le 24 et le 29 mai) et 3 variétés très tardives (épiaisons entre le 8 et 14 juin). Les variétés ont été sélectionnées pour leur inscription récente, leur origine génétique (divers obtenteurs), leur bonne productivité et leur résistance aux maladies à partir des résultats des essais CTPS. Les couverts ont été semés à une densité de 1 250 graines/m² (25 kg/ha) soit avec les variétés pures, soit avec des **mélanges à 2 ou 3 variétés de précocités identiques ou différentes**. Dans le cas des mélanges, le nombre de graines semées était le même pour chaque composant (50-50 ou 33-33-33). Les couverts composés d'une seule variété sont identifiés avec les numéros de 1.1 à 1.9 ; les couverts composés de deux variétés sont numérotés de 2.1 à 2.6 et enfin les couverts composés de trois variétés portent les numéros de 3.1 à 3.4 (tableau 1).

Tous les couverts ont été conduits sous deux rythmes de défoliation, avec une coupe tous les 25 à 30 jours en rythme de coupe rapide et une coupe tous les 45 à 50 jours en rythme de défoliation lent. Les variétés et les mélanges de variétés étaient conduits de la même façon quelle que soit la précocité des variétés. Le déclenchement de la première coupe s'effectuait lorsqu'il y avait environ 1,5 tonnes de MS/ha en rythme rapide et 3 tonnes de MS/ha en rythme lent sur les couverts les plus tardifs. Deux niveaux de fertilisation azotée ont été appliqués à tous les couverts mais seuls les résultats obtenus avec le niveau au potentiel sont exploités dans cet article. Pour ce dernier, la quantité d'azote apportée était comprise entre 160 et 190 unités/ha/an avec des apports de 40 et 60 unités N/ha après chaque coupe au printemps pour respectivement le rythme rapide et le rythme lent. La fumure phosphatée et potassique qui s'élevait à 90 kg P/ha et à 110 kg K/ha a été apportée chaque année en sortie d'hiver sur toutes les parcelles.

Couvert n°	Variétés très précoces			Variétés demi-tardives			Variétés très tardives		
	1.1 Hamilton	1.2 Vital	1.3 Belramo	1.4 Herbie	1.5 Brest	1.6 Milca	1.7 Ohio	1.8 Kerval	1.9 Barlatan
2.1	x	x							
2.2				x	x				
2.3							x	x	
2.4	x			x					
2.5	x						x		
2.6				x			x		
3.1	x			x			x		
3.2	x	x	x						
3.3				x	x	x			
3.4							x	x	x

TABLEAU 1 : **Composition variétale des 19 prairies mono-spécifiques de ray-grass anglais étudiées.**

TABLE 1 : **Cultivars composing the 19 mono-specific Perennial Ryegrass pastures studied.**

Mesures réalisées

Les parcelles ont été récoltées mécaniquement avec pesée de l'ensemble du fourrage récolté à chaque coupe, du printemps 2004 à l'automne 2008. Des échantillons de fourrage ont été réalisés à chaque coupe. Ils ont été pesés puis séchés à l'étuve à 60°C pendant 72 heures pour déterminer la teneur en matière sèche (MS). Les échantillons de fourrage sec ont été broyés à la grille de 1 mm pour déterminer la teneur en matières azotées totales (MAT ; AOAC, 1996), la teneur en parois végétales (NDF ; VAN SOEST et WINE, 1967 ; GOERING et VAN SOEST, 1971), la teneur en glucides solubles (LILA, 1977) et la solubilité enzymatique du fourrage (AUFRÈRE, 1982 ; LILA *et al.*, 1986). Pour ces mesures, seulement 10 à 15% des échantillons ont fait l'objet d'une détermination en chimie humide (méthode de référence), le reste des mesures a été prédit par spectrométrie dans le proche infrarouge avec une équation développée spécialement à partir des données de biochimie de cet essai.

Nature des données et analyses statistiques

Des analyses de variance ont été réalisées avec le logiciel SAS. Ces analyses ont permis de tester l'effet de la précocité d'épiaison et de la variété dans son groupe de précocité (variété hiérarchisée à la précocité d'épiaison) sur la valeur agronomique obtenue par les variétés de ray-grass anglais cultivées en pur (partie 2 ci-après). Le test de Tukey (comparaison des moyennes deux à deux) a été utilisé pour comparer les données de valeur agronomique des mélanges à celles des variétés en pur (parties 3 et 4). Enfin, dans la dernière partie (partie 6), les productions fourragères ont été recalculées en base 100 pour chaque année afin de s'affranchir de l'effet de l'année sur la production fourragère. Dans ce mode de calcul, 100 est égal à la moyenne de tous les couverts conduits avec le niveau de fertilisation N élevé chaque année.

2. Valeur agronomique des variétés de ray-grass anglais cultivées en pur

L'objectif est de vérifier, avant de comparer les mélanges de variétés, s'il existe des différences de production et de qualité du fourrage récolté entre les 9 variétés de ray-grass anglais utilisées dans ce dispositif et cultivées en pur. Les comparaisons sont réalisées entre variétés de même précocité et entre variétés de précocités différentes.

La précocité d'épiaison des variétés a toujours un effet important et significatif sur la production annuelle des couverts quel que soit le rythme de défoliation (tableau 2). L'écart de production entre variétés de précocités différentes est en moyenne de 2,5 t MS/ha/an. Ces écarts de production sont variables et compris entre 1,6 et 3,3 t MS/ha/an en rythme lent et entre 1,1 et 3,0 t MS/ha/an en rythme rapide. En toute logique,

Année	Production de MS		Teneur en MAT		Solubilité enzymatique	
	Préco	Var(Préco)	Préco	Var(Préco)	Préco	Var(Préco)
Rythme de coupe rapide						
2004	***	ns	***	ns	**	ns
2005	***	ns	***	ns	***	ns
2006	***	ns	***	ns	***	ns
2007	***	*	ns	ns	***	ns
2008	*	ns	ns	ns	***	ns
Moyenne	***	ns	***	*	***	ns
Rythme de coupe lent						
2004	***	**	***	ns	ns	ns
2005	***	ns	ns	ns	***	ns
2006	***	*	***	ns	***	ns
2007	***	ns	*	ns	*	ns
2008	***	ns	***	**	***	ns
Moyenne	***	***	***	**	***	**

ns : non significatif ; *, **, et *** : significatif aux seuils de 0,1, 0,5 et 0,01%

TABLEAU 2 : Effets de la précocité (Préco) et de la variété hiérarchisée à la précocité (Var(Préco)) sur la production et la qualité du fourrage récolté, selon le rythme de coupe.

TABLE 2 : Effects of the earliness ('Préco') and of the cultivar graded according to earliness ('Var(Préco)') on the yield and the quality of the forage, according to the cutting rate.

l'effet de la précocité d'épiaison est très important sur la production cumulée sur les cinq années d'exploitation. La précocité d'épiaison a aussi un impact sur la qualité du fourrage récolté. La digestibilité et, dans une moindre mesure, la teneur en MAT du fourrage récolté sont dépendantes de la précocité d'épiaison des variétés. Toutefois, pour les deux dernières années d'essai en rythme rapide et l'année avec les conditions climatiques les moins favorables (2005) en rythme lent, le niveau de précocité n'a pas eu d'effet sur la teneur en MAT du fourrage produit.

Lorsque l'on compare les variétés **dans un même niveau de précocité, la production de matière sèche est peu influencée par l'effet variétal** (tableau 2). Cet effet est seulement significatif pour une année (2007) en rythme de défoliation rapide et pour deux années en rythme lent (2004 et 2006). Les écarts de production entre variétés de même précocité sont compris entre 0,2 et 2,1 t MS/ha/an et l'écart moyen se situe aux alentours de 0,75 t MS/ha/an. Seule la production cumulée en rythme lent permet de mettre en évidence des différences de production fourragère entre les variétés. Le fourrage récolté de chaque variété diffère pour sa teneur en MAT moyenne sur les cinq années de production. Annuellement, la teneur en MAT n'est pas différente entre les variétés sauf pour la dernière année d'exploitation en défoliation lente. Pour la digestibilité du fourrage récolté annuellement, aucune différence significative n'apparaît entre variétés de même précocité. Il subsiste tout de même **un effet cumulatif, avec un effet variétal pour la digestibilité** moyenne du fourrage récolté sur les cinq années en rythme lent.

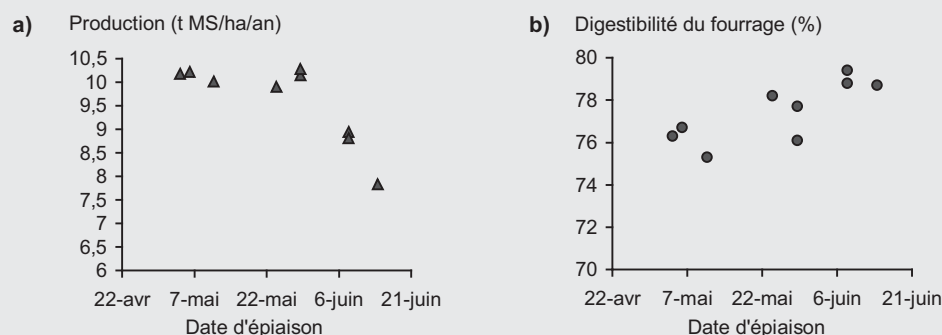


FIGURE 1 : Effet de la précocité d'épiaison des variétés de ray-grass anglais en culture pure a) sur la production et b) sur la digestibilité (moyennes sur 5 ans), avec un rythme de défoliation lent.

FIGURE 1 : Effect of the earliness of heading date of pure-grown Perennial Ryegrass cultivars on a) the forage yield and b) its digestibility (5-year means), with a slow cutting rate.

L'effet de la précocité d'épiaison sur la production fourragère annuelle et sur la qualité du fourrage produit est illustré par la figure 1. Les variétés des groupes "précoces" et "demi-tardifs" produisent aux alentours de 10,1 t MS/ha/an. Les variétés du groupe "très tardifs" ne produisent plus en moyenne que 8,5 t MS/ha/an. **Une date d'épiaison tardive tend à diminuer la production fourragère** des variétés (LAIDLAW, 2005). Pour la qualité du fourrage, l'effet de la précocité est inversé. Ce sont **les variétés les plus tardives** qui produisent **le fourrage le plus digestible** (en moyenne 79,2%) et les variétés précoces qui obtiennent les valeurs de digestibilité les plus faibles (en moyenne 76,3%).

Dans ce dispositif, **le principal critère de différenciation des neuf variétés est la précocité d'épiaison de celles-ci**. Dans un même groupe de précocité, excepté dans le groupe des très tardifs, il existe peu de différences entre les variétés mais le nombre de variétés étudiées reste faible avec seulement trois cultivars par groupe de précocité.

3. Valeur agronomique de prairies de ray-grass anglais composées de plusieurs variétés de même précocité

Les performances agronomiques (moyenne sur cinq années) des mélanges de variétés de ray-grass anglais de même précocité ont été comparées aux performances des variétés qui les composent cultivées en pur. L'objectif est de déterminer si les mélanges composés de variétés de même précocité d'épiaison apportent un avantage quantitatif ou qualitatif comparé à un couvert monovariétal. Les résultats de ces comparaisons sont présentés dans le tableau 3. Dans ce tableau, la production et la qualité du fourrage produit par les mélanges de variétés sont toujours comparées aux valeurs obtenues par la variété la plus productive du mélange lorsque celle-ci est conduite en pur.

Dans le cas des mélanges composés de **deux variétés de ray-grass anglais** de même précocité, **le mélange ne produit jamais plus que la meilleure variété** constituant le mélange et ce pour les trois niveaux de précocité et quel que soit le rythme de défoliation. La

Groupe de précocité	Rythme de coupe		Comparaison 1 variété vs mélange de 2 variétés			Comparaison 1 variété vs mélange de 3 variétés		
			1 variété	Mélange	P > F	1 variété	Mélange	P > F
Variétés précoces	Rapide	Production MS ⁽¹⁾	7,9	7,8	ns	8,1	8,3	ns
		Teneur en MAT ⁽²⁾	13,2	13,1	ns	13,2	12,6	**
		Digestibilité ⁽³⁾	79,1	79,2	ns	79,8	79,5	ns
	Lent	Production MS	10,2	9,6	ns	10,2	9,8	ns
		Teneur en MAT	10,9	10,5	ns	10,9	10,2	**
		Digestibilité	76,7	76,3	ns	76,7	75,9	*
Variétés demi-tardives	Rapide	Production MS	7,8	7,6	ns	8,0	8,3	ns
		Teneur en MAT	13,3	13,2	ns	13,3	12,6	**
		Digestibilité	82,4	82,4	ns	82,8	79,5	***
	Lent	Production MS	10,3	10,3	ns	10,3	9,8	**
		Teneur en MAT	10,5	10,3	ns	10,5	10,2	*
		Digestibilité	77,7	77,5	ns	78,2	75,9	**
Variétés tardives	Rapide	Production MS	6,9	6,6	ns	6,9	6,4	ns
		Teneur en MAT	13,8	13,6	ns	13,9	13,8	ns
		Digestibilité	82,9	82,9	ns	82,9	82,7	ns
	Lent	Production MS	9,0	8,8	ns	9,0	8,8	ns
		Teneur en MAT	11,3	10,8	ns	11,5	11,1	ns
		Digestibilité	79,4	79,4	ns	79,4	79,2	ns

TABLEAU 3 : Comparaison de valeurs agronomiques entre la variété pure la plus productive du mélange et le mélange de variétés de ray-grass anglais de même précocité, aux 2 rythmes de défoliation.

TABLE 3 : Compared agricultural values of the highest-yielding cultivar in the mixture and of the mixture of Perennial Ryegrass cultivars of the same earliness for the two cutting rates.

1 : Production moyenne annuelle des couverts (t MS/ha)

2 : Teneur moyenne en matières azotées totales du fourrage récolté (%MS)

3 : Solubilité enzymatique moyenne du fourrage récolté

ns : non significatif ; *, **, et *** : significatif aux seuils de 0,1, 0,5 et 0,01%

qualité du fourrage produit par les mélanges de variétés n'est pas différente de celle des variétés cultivées seules. Dans la plupart de ces comparaisons, c'est la variété pure qui a tendance à produire légèrement plus que le mélange de variétés avec un fourrage de meilleure qualité mais ces différences ne sont pas significatives (tableau 3).

Les **mélanges composés de trois variétés de même précocité ne produisent jamais significativement plus** de fourrage que la meilleure variété composant le mélange et la qualité du fourrage produit par les mélanges n'est jamais supérieure aux couverts monovariétaux. Dans certains cas, les mélanges offrent même un fourrage de moindre qualité. Dans les groupes "précoces" et "demi-tarifs", la variété la plus productive en culture pure produit un fourrage avec une teneur en MAT et une digestibilité supérieures au fourrage produit par le mélange de trois variétés. Au sein du groupe "tardifs", les différences de qualité du fourrage en faveur de la meilleure variété ne sont pas significatives (tableau 3). Si l'on compare plus précisément les résultats année **par année** (résultats non présentés), **lorsqu'il y a des différences de qualité du fourrage ou de production, c'est toujours à l'avantage de la variété pure et non du mélange de variétés.**

Lorsque l'on compare les mélanges (deux vs trois variétés) dans chaque groupe de précocité, l'ajout d'une variété dans les couverts n'a pas d'impact sur la production fourragère ou la qualité du fourrage récolté.

Dans la partie précédente, nous avons vu que les variétés de même précocité avaient une valeur agronomique relativement proche. Lorsque ces variétés sont associées dans des mélanges, **les performances agronomiques de ces mélanges diffèrent peu de celles obtenues par les variétés cultivées en pur.** Lorsque celles-ci diffèrent c'est toujours à l'avantage des couverts monovariétaux.

4. Valeur agronomique de prairies de ray-grass anglais composées de plusieurs variétés de précocités différentes

L'objectif est de déterminer si les mélanges composés de variétés de ray-grass anglais avec des précocités d'épiaisons différentes ont une production fourragère annuelle et une qualité du fourrage produit supérieures ou inférieures à la meilleure des variétés qui compose le mélange (tableau 4).

Au cours des cinq années d'expérimentation, la production annuelle de matière sèche des mélanges de variétés conduits en rythme rapide est comprise entre 4,9 et 9,9 t MS/ha. Sur la même période, la qualité du fourrage récolté sur ces couverts fluctue beaucoup moins. La teneur en MAT est comprise entre 11,4 et 15,9% alors que la digestibilité varie de 78,0 à 85,8%. En rythme lent, la production annuelle est supérieure et comprise entre 6,8 et 11,9 t MS/ha. La qualité du fourrage est logiquement inférieure à celle récoltée en rythme rapide. La teneur en MAT de la biomasse est comprise entre 8,9 et 12,3% alors que la digestibilité oscille entre 74,6 et 81,6%.

Pour le rythme rapide et en moyenne sur les cinq années, **aucun des mélanges ne produit plus que la variété la plus productive.** Les mélanges produisent même généralement moins que cette dernière, avec une perte de production comprise entre 100 et 600 kg MS/ha/an. En revanche, **la biomasse récoltée sur les mélanges de variétés est toujours de meilleure qualité** que celle récoltée sur la variété pure. La digestibilité est significativement supérieure de 1,2 à 2,2 points en moyenne sauf pour le mélange 2.6 où c'est la teneur en MAT qui est significativement supérieure de 0,3 point. Lorsque l'on compare les résultats annuels, une tendance générale se dégage. Les mélanges sont significativement moins productifs que le meilleur des cultivars les deux premières années (2004 et 2005). En revanche, la

Type de mélange		Rythme rapide			Rythme lent		
		1 variété	Mélange	P > F	1 variété	Mélange	P > F
2 variétés (2.4) (précoce – ½ tardive)	Production MS ⁽¹⁾	7,85	7,75	ns	10,18	9,94	ns
	Teneur en MAT ⁽²⁾	12,7	12,9	ns	10,2	10,2	ns
	Digestibilité ⁽³⁾	79,1	80,3	*	76,3	77,1	ns
2 variétés (2.5) (précoce – très tardive)	Production MS	7,85	7,39	**	10,18	9,80	ns
	Teneur en MAT	12,7	13,0	ns	10,2	10,6	ns
	Digestibilité	79,1	81,0	***	76,3	78,2	***
2 variétés (2.6) (½ tardif – très tardive)	Production MS	7,57	7,22	*	10,15	9,48	**
	Teneur en MAT	13,2	13,5	*	10,5	10,5	ns
	Digestibilité	82,2	82,3	ns	76,1	78,3	**
3 variétés (3.1) (précoce – ½ tardive – très tardive)	Production MS	7,85	7,25	***	10,18	9,73	ns
	Teneur en MAT	12,7	12,9	ns	10,2	10,7	ns
	Digestibilité	79,1	81,3	***	76,3	77,3	*

1 : Production moyenne annuelle des couverts (t MS/ha)
 2 : Teneur moyenne annuelle en matières azotées totales du fourrage récolté (%MS)
 3 : Solubilité enzymatique moyenne annuelle du fourrage récolté
 ns : non significatif ; *, **, et *** : significatif aux seuils de 0,1, 0,5 et 0,01%

TABLEAU 4 : Comparaison de valeurs agronomiques de la variété pure la plus productive et du mélange de variétés de ray-grass anglais de précocités différentes, aux 2 rythmes de défoliation.

TABLE 4 : Compared agricultural values of the highest-yielding cultivar and of the mixture of Perennial Ryegrass cultivars with different earliness, for the two cutting rates.

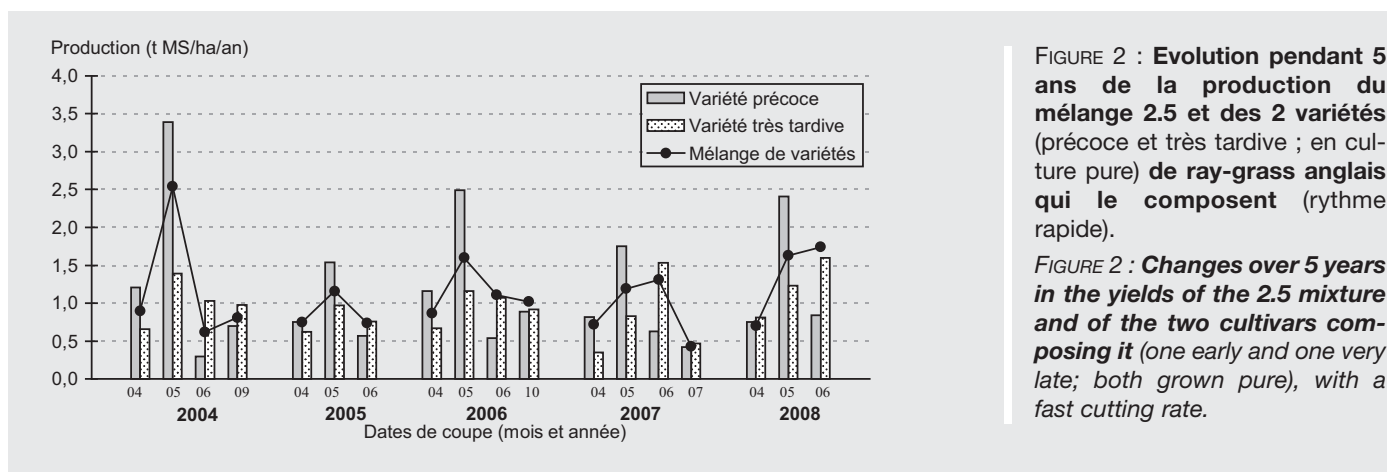


FIGURE 2 : Evolution pendant 5 ans de la production du mélange 2.5 et des 2 variétés (précoce et très tardive ; en culture pure) de ray-grass anglais qui le composent (rythme rapide).

FIGURE 2 : Changes over 5 years in the yields of the 2.5 mixture and of the two cultivars composing it (one early and one very late; both grown pure), with a fast cutting rate.

digestibilité de la biomasse produite par les mélanges est significativement supérieure les quatre dernières années, à l'exception du mélange 2.6. Lorsque les différences observées sont significatives, le gain obtenu est conséquent avec un fourrage plus digestible de 1 à 4 points en moyenne sur l'année.

En rythme lent, il devient difficile de dégager une tendance générale car les différences observées sont pour la plupart non significatives. Toutefois, **il semble qu'au terme des cinq années, les mélanges offrent un fourrage plus digestible**. Dans 3 comparaisons sur 4, les différences sont significatives et les valeurs de digestibilité sont supérieures de 1 à 2,2 points en moyenne.

Le gain de productivité envisagé avec l'utilisation des mélanges composés de variétés de différentes précocités n'est pas vérifié. La production annuelle de ces couverts est égale ou inférieure à la meilleure variété composant le mélange. En comparaison à cette dernière, la qualité du fourrage récolté est supérieure avec les mélanges. Il est nécessaire d'analyser la répartition de la production sur l'année pour comprendre comment se décompose cette production au fil des saisons.

5. Répartition sur l'année de la production fourragère des mélanges de variétés de différentes précocités

Lorsqu'elles sont en culture pure, les trois variétés (de précocités différentes) utilisées dans les mélanges présentent les caractéristiques suivantes :

- En rythme rapide, la variété la plus précoce est toujours la plus productive lors des deux premières coupes de printemps (avril et mai), alors que la variété la plus tardive produit plus lors de la troisième coupe de printemps (juin). Pour la coupe d'automne, la variété très précoce a généralement une production inférieure aux deux autres variétés demi-tardive et tardive.

- En rythme de défoliation lent, les différences de production liées aux différences de précocités d'épiaison sont encore plus marquées qu'en rythme rapide.

La figure 2 illustre la répartition de la production du mélange 2.4 conduit en rythme rapide. Cette répartition de la production chez les autres mélanges de variétés est sensiblement identique et ne diffère pas entre les deux rythmes de défoliation. Quelle que soit l'année ou la coupe, le mélange produit une quantité de biomasse intermédiaire entre la variété la plus productive et la variété la moins productive. **Les fortes irrégularités de production de la variété précoce sont tamponnées dans le cas du mélange par la présence dans le couvert d'une variété plus tardive** (figure 2).

Les mélanges de variétés n'apportent **pas de gain de productivité sur l'année**. En effet, la moindre production du mélange par rapport à la variété la plus précoce (donc la plus productive) lors des deux premières coupes de printemps n'est pas comblée lors de la coupe de juin bien que le mélange soit toujours plus productif que la variété la plus précoce (figure 2). Avec le mélange de variétés, les pics de production de la variété précoce sont écrêtés. La production intermédiaire des mélanges, à chaque coupe pour les 5 années d'exploitation, suggère que les deux ou trois variétés composant les mélanges sont toujours présentes après 5 années d'essais.

6. Stabilité de la production fourragère dans le temps

Afin de déterminer si la production fourragère des mélanges de variétés de ray-grass anglais est plus stable dans le temps, celle-ci a été recalculée en base 100 pour faciliter les comparaisons entre années. Dans ce calcul, 100 est la moyenne de la production annuelle de tous les couverts. **L'écart type, calculé à partir des productions annuelles des variétés et des mélanges en base 100, est un bon indicateur de la stabilité de la production entre années.**

Chez les variétés pures, la variété précoce conduite en rythme rapide et la variété demi-tardive conduite en rythme lent obtiennent les écarts types les plus élevés avec respectivement 5,7 et 6,8 (tableau 5). Les mélanges composés de deux ou de trois variétés de ray-grass

Mélange ou variété	Rythme rapide		Rythme lent	
	Mini - Maxi	Ecart type	Mini - Maxi	Ecart type
Mélange 2.4	86,2 – 96,0	3,9	112,3 – 123,4	4,0
Variété précoce	86,1 – 100,1	5,7	113,5 – 123,1	3,7
Variété ½ tardive	85,7 – 92,4	2,5	111,7 – 130,3	6,8
Mélange 2.5	81,9 – 97,3	6,4	110,6 – 121,8	4,5
Variété précoce	86,1 – 100,1	5,7	113,5 – 123,1	3,7
Variété très tardive	77,7 – 83,1	2,3	101,0 – 109,3	3,0
Mélange 2.6	82,7 – 87,0	1,9	101,7 – 128,2	10,0
Variété ½ tardive	85,7 – 92,4	2,5	111,7 – 130,3	6,8
Variété très tardive	77,7 – 83,1	2,3	101,0 – 109,3	3,0
Mélange 3.1	81,4 – 87,4	2,8	109,2 – 119,5	4,1
Variété précoce	86,1 – 100,1	5,7	113,5 – 123,1	3,7
Variété ½ tardive	85,7 – 92,4	2,5	111,7 – 130,3	6,8
Variété très tardive	77,7 – 83,1	2,3	101,0 – 109,3	3,0

TABLEAU 5 : **Productions de matière sèche annuelles extrêmes** (exprimées en base 100) **et écarts types** (sur 5 ans) **des variétés pures et des 4 mélanges composés de variétés de précocités différentes.**

TABLE 5 : **Extreme values of the yearly Dry Matter production (base 100) with their standard deviations (over 5 years) of the pure cultivars and of the 4 mixtures composed of cultivars of different earliness.**

anglais n'ont pas des écarts types moins élevés que les variétés qui les composent. Pour les mélanges, les valeurs sont supérieures ou intermédiaires aux variétés pures sauf dans le cas du mélange 2.6 (en rythme rapide). Dans cette configuration, **la production fourragère des mélanges n'est pas plus stable que pour les variétés pures.**

Conclusion

A un même niveau de précocité, les variétés étudiées dans cet essai sont agronomiquement proches. Par conséquent, les mélanges de variétés de même précocité n'apportent rien de plus que la meilleure variété du mélange cultivée pure. Lorsque des variétés de précocités différentes sont associées, la production fourragère annuelle n'est pas améliorée (en comparaison avec la meilleure variété du mélange) mais le fourrage produit est de meilleure qualité lorsque la prairie est conduite en rythme rapide. Avec ces couverts, la production à chaque coupe est intermédiaire entre la variété la plus productive et la variété la moins productive. Le mélange écrête le pic de production de la variété la plus précoce sur les premières coupes de printemps et limite sa perte de production lors des coupes suivantes. Pour l'éleveur, il est souvent difficile de choisir "la" variété la mieux adaptée au contexte pédoclimatique local. L'utilisation d'un mélange de variétés lui permet de sécuriser la production de sa prairie.

L'analyse des données de production coupe par coupe suggère que les variétés semées dans les mélanges sont encore toutes présentes après 5 années d'exploitation. Pendant cette période, des prélèvements de

matériel végétal ont été réalisés sur les parcelles et les outils de biologie moléculaire dont nous disposons doivent nous permettre de déterminer comment la composition variétale a évolué au sein des mélanges.

Accepté pour publication,
le 20 octobre 2010.

Remerciements : Les auteurs remercient vivement Rodrigue VERON qui a assuré le suivi technique de ce dispositif pendant 5 ans ainsi que Catherine LEVEQUE, Fabienne CHATAIGNER, Véronique MENANTEAU et Corinne MELIN qui ont réalisé les analyses biochimiques et assuré le développement des équations NIRS.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGRESTE (2010) : *Pratiques culturales 2006, Agreste. Les dossiers*, n°8, juillet 2010, 86 p.
- AOAC (1996) : "AOAC Official Method 968.06 Protein (crude) in animal feed. Dumas Method", *AOAC Official Methods of Analysis*, 4, 13-15.
- AUFRÈRE J. (1982) : "Etude de la prévision de la digestibilité des fourrages par une méthode enzymatique", *Annales de Zootechnie*, 31, 111-129.
- COWGER C., WEISZ R. (2008) : "Winter wheat blends (mixtures) produce a yield advantage in north Carolina", *Agronomy J.*, 100, 169-177.
- DELABY L., PECCATTE J.R., AUFRÈRE J., BAUMONT R. (2007) : "Description et prévision de la valeur alimentaire de prairies multi-espèces. Premiers résultats", *Rencontres Recherches Ruminants*, 14, p 249.
- FINCKH M.R., GACEK E.S., LANNOU C., MERZ U., MUNDT C.C., MUNK L., NADZIAK J., NEWTON A.C., DEVALLAVIEILLE-POPE C., WOLFE M.S. (2000) : "Cereal variety and species mixtures in practice, with emphasis on disease resistance", *Agronomie*, 20, 813-837.
- GROUPE D'ETUDE ET DE CONTRÔLE DES VARIÉTÉS ET DES SEMENCES (2003) : *Nouvelles variétés proposées à l'inscription du catalogue sur la liste A du catalogue Français. Résultats agronomiques CTPS*, GEVES.
- GOERING H.K. VAN SOEST. P.J. (1971) : *Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures, and some applications)*, *Agric. Handb.*, 379, U.S. Gov. Print. Office, Washington, DC.
- HECTOR A. et al. (1999) : "Plant diversity and productivity experiments in European grasslands", *Science*, 286, 1123-1127.
- HUMPHREYS J., O'KIELY P. (2006) : "Amount and quality of grass harvested for first-cut silage for differing spring-grazing frequencies of two mixtures of perennial ryegrass cultivars with contrasting heading date", *Grass and Forage Sci.*, 61, 77-88.
- HUMPHREYS J., O'KIELY P. (2007) : "Effects of two mixtures of perennial ryegrass cultivars with contrasting heading dates, and differing in spring-grazing frequency and silage harvest date, on characteristics of silage from first-cut swards", *Grass and Forage Sci.*, 62, 389-404.
- JACKSON L.F., WENNIGR.W. (1997) : "Use of wheat cultivar blends to improve grain yield and quality and reduce disease and lodging", *Fields Crops Research*, 52, 261-269.
- JULIER B (2010) : "Diversité intra-spécifique et performance des cultures fourragères pérennes", *Journée de l'Association des Sélectionneurs Français*, 4 février 2010.
- JULIER B., HUYGHE C., ECALE C. (2000) : "Within- and among-cultivar genetic variation in alfalfa: Forage quality, morphology, and yield", *Crop Sci* 40, 365-369.

- KIAER L.P., SKOVGAARD I.M., OSTERGARD H. (2009) : "Grain yield increase in cereal variety mixtures: A meta-analysis of field trials", *Field Crops Res.*, 114, 361-373.
- LIDLAW A.S. (2005) : "The relationship between tiller appearance in spring and contribution to dry-matter yield in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) cultivars differing in heading date", *Grass and Forage Sci.*, 60, 200-209.
- LILA M. (1977) : "Influence des modalités de séchage sur la mesure de la teneur des fourrages en éléments azotés et glucidiques. Conséquences lors des récoltes d'essais en champs", *Annales Amélioration des Plantes*, 24, 465-475.
- LILA M., BARRIÈRE Y., TRAINÉAU R. (1986) : "Mise au point d'étude d'un test enzymatique de la digestibilité des fourrages pauvres ou riches en amidon", *Agronomie*, 6, 85-91.
- PFIMLIN A., ANNEZO J.F., LE GALL A., BOSCHER B., BAYON D., HÉNOT A.Y., KÉROUANTON J., LE VIOL B., LYMES T. (1993) : "Intérêt des prairies de ray-grass anglais - trèfle blanc dans les exploitations laitières bretonnes", *Fourrages*, 135, 389-395.
- SARANDON S.J., SARANDON R. (1995) : "Mixture of cultivars-pilot field trial of an ecological alternative to improve production or quality of wheat (*Triticum aestivum*)", *J. of Applied Ecology*, 32, 288-294.
- TILMAN D., REICH P.B., KNOPS J., WEDIN D., MIELKE T., LEHMAN C. (2001) : "Diversity and productivity in a long-term grassland experiment", *Science*, 294, 843-845.
- VAN RUIJVEN J., BERENDSE F. (2003) : "Positive effects of plant species diversity on productivity in the absence of legumes", *Ecology Letters*, 6, 170-175.
- VAN SOEST P.J., WINE R.H. (1967) : "Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents", *J. of the AOAC*, 50, 50-55.
- ZEMENCHIK R.A., ALBRECHT K.A., SHAVER R.D. (2002) : "Improved nutritive value of kura clover - and birdsfoot trefoil - grass mixtures compared with grass monocultures", *Agronomy J.*, 94, 1131-1138.