

Les prairies multi-espèces, une innovation pour des systèmes fourragers performants

P.-V. Protin¹, P. Pelletier², F. Gastal^{3,4}, F. Surault³, B. Julier³, P. Pierre⁵, M. Straëbler⁶

1 : Pierre-Vincent Protin, ARVALIS-Institut du Végétal, Station Expérimentale de La Jaillière, F-44370 La Chapelle-Saint-Sauveur ; pv.protin@arvalisinstitutduvegetal.fr

2 : Pascale Pelletier, ARVALIS-Institut du Végétal, Ferme Expérimentale des Bordes, F-36120 Jeu-les-Bois ; p.pelletier@arvalisinstitutduvegetal.fr

3 : INRA UR4, URP3F, F-86600 Lusignan ; francois.gastal@lusignan.inra.fr ; fabien.surault@lusignan.inra.fr ; bernadette.julier@lusignan.inra.fr

4 : INRA UE 1373 FERLUS, Centre de recherche Poitou-Charentes, F-86600 Lusignan

5 : Institut de l'Élevage, 9, rue A. Brouard, CS 70510, F-49105 Angers cedex 02 ; patrice.pierre@idele.fr

6 : Michel Straëbler, GNIS, 44, rue du Louvre, F-75001 Paris ; michel.straebler@gnis.fr

Résumé

Les prairies multi-espèces, aussi appelées prairies à flore variée, sont plus complexes dans leur diversité floristique que les prairies monospécifiques, mais beaucoup plus simples que les prairies naturelles. La diversité qui les caractérise leur confère de multiples atouts déjà démontrés par des dispositifs de recherche (en microparcelles, moyennes parcelles fauchées ou même pâturées) et valorisés par les éleveurs depuis de nombreuses années. Production de fourrages, de protéines, valeur alimentaire équilibrée, installation facilitée, moindre concurrence des adventices, amélioration de la répartition annuelle de la production, de la pérennité et de l'appétence en font des prairies incontournables pour construire des systèmes fourragers performants. Les espèces associées sont choisies par les éleveurs et leurs conseillers pour leur complémentarité de fonctions et leur capacité d'adaptation, permettant ainsi aux mélanges de répondre à la diversité des conditions de milieux et des besoins des bassins de production fourragère rencontrés en France. Adaptation aux conditions pédoclimatiques (sécheresse estivale, submersion temporaire, pic de chaleur, gel, sols peu profonds, acides...) et au mode d'exploitation choisi par l'agriculteur pour répondre aux besoins de son système d'alimentation (pâturage, fauche, alternance des deux et rythme d'exploitation) exigent de véritables capacités de résilience du couvert en place.

Dans une recherche d'autonomie fourragère et protéique des élevages, les prairies multi-espèces font naturellement l'objet de beaucoup d'attentions de tous les acteurs de la recherche et du développement. L'innovation d'hier qui consistait à introduire de la diversité repose davantage aujourd'hui sur la définition de mélanges « types » mis au point dans les stations de recherche par couple milieu/mode d'exploitation, en parallèle de nombreuses expérimentations conduites dans des fermes innovantes, pilotes et testées grandeur nature par les éleveurs dans un souci permanent d'adapter leur système de production aux conditions changeantes et exigeantes de leur milieu (sols séchant acides, alternance hydrique, gestion du risque face à l'évolution climatique...).

1. Les prairies multi-espèces : définition technique et réglementaire

Les prairies multi-espèces, aussi appelées prairies à flore variée, prairies multiflore ou prairies multispécifiques, répondent aux mêmes objectifs. Elles sont le résultat d'une combinaison entre plusieurs espèces de graminées et/ou de légumineuses, dont les fonctions recherchées par les éleveurs sont complémentaires au sein du mélange : une économie de fertilisation azotée, une production mieux répartie sur l'année, une valeur alimentaire plus équilibrée, une ingestion améliorée, une adaptation aux hétérogénéités de sols ou, encore, une réponse aux évolutions du climat. Ces performances attendues doivent néanmoins faire l'objet de prudence pour le désherbage ou le maintien de l'équilibre entre graminées et légumineuses qui sont parfois difficiles à maîtriser.

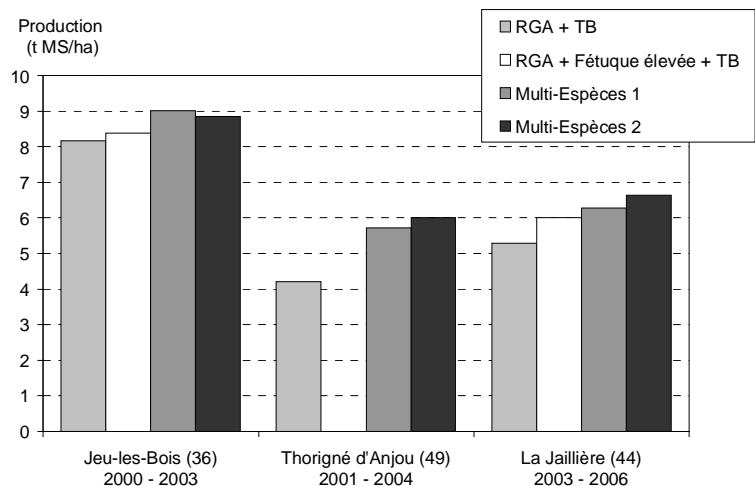
Les prairies multi-espèces sont obtenues par le semis d'un mélange comprenant au moins 3 espèces : une ou plusieurs graminées et une ou plusieurs légumineuses. Ce mélange est soit constitué par l'éleveur lui-même à partir d'espèces et de variétés en pur, soit proposé par les établissements semenciers ou par la distribution. Dans ce dernier cas, ce mélange doit respecter un certain nombre de règles. En effet, sur le plan réglementaire, la commercialisation des mélanges d'espèces fourragères est autorisée en France depuis 2004. Des règles de fabrication et de commercialisation ont alors été fixées pour encadrer cette pratique. Les mélanges fabriqués en France doivent être composés de variétés inscrites en liste A du catalogue français ou européen et appartenir aux espèces à certification obligatoire de plantes utilisées comme plantes fourragères. Elles doivent avoir subi avec succès les tests officiels de valeur agronomique et technologique pour la production fourragère. Le taux minimum d'incorporation d'un constituant est de 5 % du poids total du mélange (par exemple, minimum de 1,25 kg pour un mélange semé à 25 kg/ha). Un mélange se définit par une composition en espèces, variétés et poids de chaque constituant. Cette composition est déposée auprès du Service Officiel de Contrôle (SOC). Toute modification de composition entraîne la déclaration d'un nouveau mélange. Ces règles ne concernent pas la constitution d'un mélange par l'éleveur à partir d'espèces et variétés achetées en pur.

2. Les prairies multi-espèces : un levier agronomique incontournable

2.1. Un effet bénéfique sur la production et la qualité du fourrage

Afin d'apporter des réponses techniques sur l'intérêt des prairies multi-espèces comparativement aux associations, plusieurs expérimentations ont été conduites en France par l'INRA, ARVALIS – Institut du végétal et ses partenaires et des Chambres d'Agriculture. Des prairies multi-espèces « type pâture » se sont montrées plus productives que le ray-grass anglais - trèfle blanc (RGA-TB) comme l'illustrent les résultats obtenus dans 3 sites sur 4 années chacun (Figure 1). Les essais des sites de Jeu-les-Bois et Thorigné d'Anjou sont conduits en agriculture biologique, sans fertilisation azotée minérale ni organique. L'année la plus sèche dans chaque site, les écarts de production (en t MS/ha) en faveur de la prairie multi-espèces s'accroissent par rapport à l'écart moyen observé : l'écart augmente de +10 à +15 % à Jeu-les-Bois (Indre), de +40 à +81 % à Thorigné d'Anjou (Maine-et-Loire) et de +22 à +28 % à La Jaillière (Loire-Atlantique). En particulier dans les élevages de ruminants conduits en agriculture biologique, les prairies multi-espèces contribuent à sécuriser l'autonomie fourragère des exploitations et à les rendre moins sensibles aux aléas climatiques (Pelletier et al., 2011).

FIGURE 1 : Production annuelle de matière sèche comparée du RGA-TB et de prairies multi-espèces « type pâture » mesurée sur 3 sites (Jeu-les-Bois, Thorigné d'Anjou et La Jaillière ; moyennes sur 4 ans).



Dans le cadre d'un dispositif expérimental mis en œuvre à Jeu-les-Bois en agriculture biologique, 7 prairies (4 associations et 3 prairies multi-espèces, TABLEAU 1) ont été évaluées en fauche exclusive, sans fertilisation azotée minérale ni organique, sur des sols sablo-limoneux peu profonds et drainés.

TABLEAU 1 : Composition des 7 prairies destinées à la fauche, communes aux 2 essais de Jeu-Les-Bois. 2 périodes, 1 essai par période : de 2000 à 2002 et de 2003 à 2005 (Espèces, variétés et doses de semis en kg/ha). Conduite en agriculture biologique. Source : ARVALIS – Institut du végétal, OIER des Bordes.

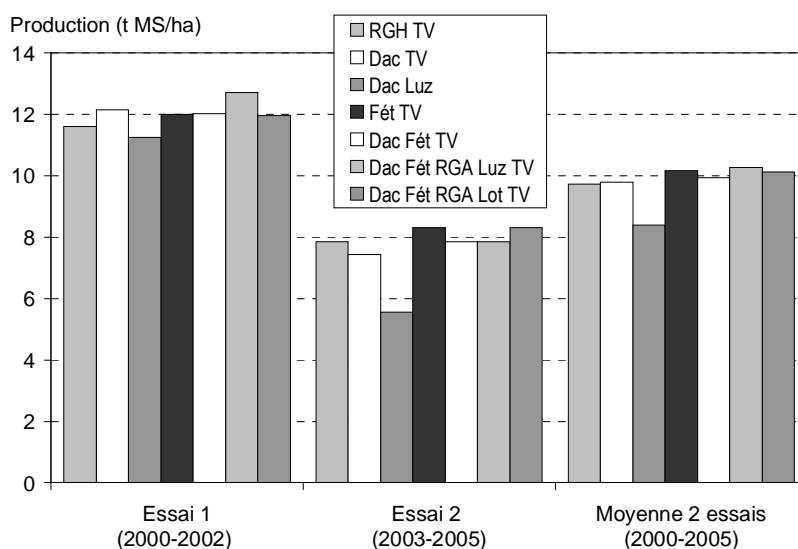
	Composition	Graminées			Légumineuses		
		Espèce(s)	Variété(s)	Dose	Espèce(s)	Variété	Dose ⁽²⁾
Associations	RGH TV	RGH	Barsilo	20	TV	Merviot	10 / 5
	Dac TV	Dactyle	Accord	17	TV	Merviot	10 / 5
	Dac Luz	Dactyle	Accord	12	Luzerne	Diane	15 / 8
	Fét TV	Fétuque élevée	Myléna/Madra ⁽¹⁾	20	TV	Merviot	10 / 5
Prairies multi-espèces	Dac Fét TV	Dactyle	Accord	8	TV	Merviot	10 / 5
		Fétuque élevée	Myléna/Madra	10			
	Dac Fét RGA Luz TV	Dactyle	Accord	4	Luzerne	Diane	10 / 5
		Fétuque élevée	Myléna/Madra	5	TV	Merviot	5 / 2
		RGA diploïde	Sydney/Carrera	5			
Dac Fét RGA Lot TV	Dactyle	Accord	4	TV	Merviot	5 / 2	
	Fétuque élevée	Myléna/Madra	5				
	RGA diploïde	Sydney/Carrera	5				
Prairie testée seulement dans l'essai 2 (voir partie 3.1 et figure 7)							
Dac Fét TV Luz ⁽³⁾	Dactyle	Accord	8	Luzerne	Diane	5 / 3	
	Fétuque élevée	Madra	10	TV	Merviot	5 / 2	

(1) variété essai 1/essai 2

(2) dose pleine / demi dans l'essai 2

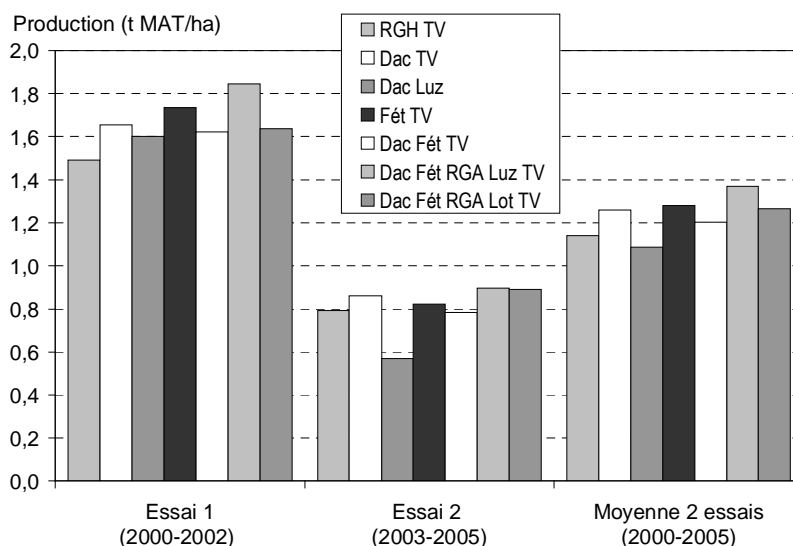
Il existe un effet année marqué entre les deux essais de Jeu-les-Bois : la production de MS à l'hectare est élevée dans l'essai 1 (11,2 à 12,7 t MS/ha) avec 3 années favorables à l'herbe, mais plus faible dans l'essai 2 (5,5 à 8,3 t MS/ha, dose pleine de légumineuses), en raison des années 2003 et 2005 très sèches (FIGURE 2). La prairie contenant de la luzerne comme seule légumineuse (association dactyle – luzerne) produit moins que les prairies contenant du trèfle violet.

FIGURE 2 : Production annuelle de matière sèche comparée d'associations et de prairies multi-espèces fauchées (2 essais de 3 ans à Jeu-les-Bois ; ARVALIS - Institut du végétal, OIER des Bordes).



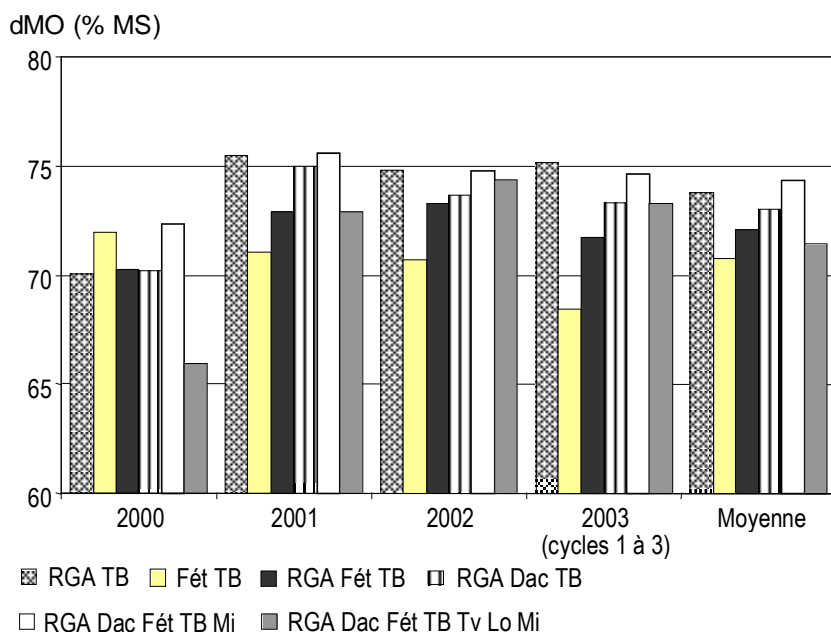
Les prairies multi-espèces offrent également un gain de production de protéines par hectare (produit du tonnage de MS/ha à chaque coupe et de la teneur de l'herbe en MAT (Matières Azotées Totales), cumulé à l'année). La prairie multi-espèces associant 3 graminées (dactyle, fétuque élevée et RGA diploïde, variétés tardives) et 2 légumineuses (luzerne et trèfle violet) s'est montrée la meilleure en termes de production de matière sèche (Figure 2) et de MAT à l'hectare (Figure 3), sur les 2 essais de 3 années chacun, à Jeu-les-Bois. Cette prairie produit 1,37 t MAT/ha, soit 26 % de plus que l'association dactyle-luzerne (1,09 t/ha) et 20 % de plus que le RGH-TV (1,14 t/ha).

FIGURE 3 : Production annuelle de MAT (Matières Azotées Totales) d'associations et de prairies multi-espèces fauchées (2 essais de 3 ans à Jeu-les-Bois ; ARVALIS – Institut du végétal, OIER des Bordes).



Toujours dans le cadre des expérimentations « prairies multi-espèces » conduites à Jeu-les-Bois en agriculture biologique, l'intérêt de diversifier la composition des prairies semées est testé en comparaison à des associations maïs, cette fois, en conditions réelles de pâturage (Pelletier et al., 2008a). Deux associations et 4 prairies multi-espèces sont comparées. Seuls les résultats de digestibilité de la matière organique (dMO) sont présentés dans cet article (Figure 4). La dMO varie sensiblement entre les différents couverts, selon la part respective de RGA et de fétuque élevée : la digestibilité la plus élevée (74-75 % MS) correspond aux prairies dans lesquelles le RGA est dominant (n°1 RGA-TB et n°5 multi-espèces dans laquelle le RGA - deux variétés 2n et 4n - représente 14 kg/ha au semis sur 28 kg/ha au total). La digestibilité la moins élevée (71 %) correspond aux prairies dans lesquelles la fétuque élevée est prépondérante (n°2 Fét-TB et n° 6 multi-espèces). Les deux autres prairies multi-espèces simples sont intermédiaires avec une dMO de 72-73 % MS.

FIGURE 4 : Digestibilité de la matière organique par année et en moyenne sur les 4 années (2000-2003) pour les 6 prairies pâturées à Jeu-les-Bois (ARVALIS – Institut du végétal, OIER des Bordes ; équation INRA 2007 Fourrages verts : Graminées-TB pour les prairies n° 1 à 5 ; (Graminées et PP) x (% Gr+Div) + (Légumineuses) x % Lég pour la prairie n° 6).



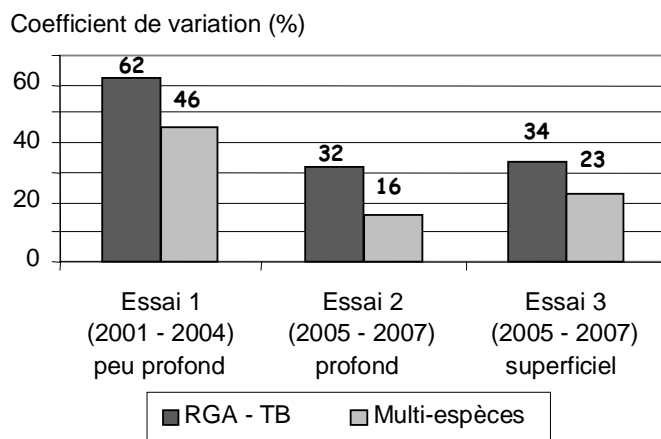
L'intérêt des prairies multi-espèces sur la productivité, la teneur en protéines et la digestibilité présenté précédemment est également illustré et confirmé par les essais conduits sur le dispositif INRA de Lusignan (Surault et al., 2008 ; Gastal et al., 2012).

2.2. Un compromis rusticité / qualité

Au-delà des gains de productivité permis par les prairies multi-espèces, l'assemblage des espèces du mélange relève d'un compromis entre la recherche de rusticité, en réponse aux facteurs pédoclimatiques ou à la gestion du risque climatique, et de qualité en lien avec la valeur nutritive (UFL/kg MS).

La rusticité d'une prairie multi-espèces peut se définir au travers de la capacité qu'aura le mélange à permettre un niveau de production élevé sur l'année, mais également entre les années. L'analyse de ce critère de rusticité a notamment été réalisée dans des essais comparant sur plusieurs années la production d'une composition multi-espèces de type RGA (7,5 kg/ha) + Fétuque élevée (9,5 kg/ha) + Pâturin des prés (3 kg/ha) + Trèfle blanc (3 kg/ha) + Trèfle hybride (3 kg/ha) + Lotier corniculé (3 kg/ha) à une prairie d'association de type RGA (20 kg/ha) + TB (3 kg/ha) à la Ferme Expérimentale de Thorigné d'Anjou. L'évolution du rendement et de sa variabilité a été mesurée dans différentes natures de sol de l'exploitation de 2001 à 2007.

FIGURE 5 : Evolution du coefficient de variation du rendement (t MS/ha) sur une série d'essais comparant une prairie multi-espèces et une prairie d'association sur différents types de sols à la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou (2001 à 2007).



Quel que soit le type de sol, l'effet multi-espèces contribue à atténuer la variabilité interannuelle du rendement, avec une diminution du coefficient de variation (Figure 5). Cet effet rusticité est lié à la complémentarité et à la productivité des espèces associées et à la précocité de démarrage en végétation des espèces et des variétés utilisées (Coutard *et al.*, 2012).

Une comparaison entre les facteurs rusticité et qualité a été réalisée sur le même site. Dans la situation d'un sol profond, le remplacement de la fétuque élevée (M3 ou M5) par 3 kg de fléole des prés et 7 kg de fétuque des prés (M7) permet de produire un fourrage avec une valeur énergétique proche de celle de l'association (M1) au détriment de la rusticité de la prairie :

- La productivité du mélange M7 est en moyenne intermédiaire entre celle de l'association M1 et celle des prairies comportant de la fétuque élevée (M3 ou M5) (Tableau 2).
- La variabilité interannuelle de M7 est comparable à celle de l'association M1.

TABLEAU 2 : Production et valeur énergétique de différentes compositions multi-espèces comparées dans une situation de sol favorable de 2005 à 2008 à la ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou.

Modalités comparées	M1	M3	M5	M7
<i>Mélanges semés</i>				
RGA	20	8	5	8
Fétuque élevée		10	13	
Fétuque des prés				7
Fléole des prés				3
Trèfle blanc	4	2	2	2
Trèfle hybride		3	3	3
Lotier comiculé		3	3	3
Total en kg/ha	24	26	26	26
<i>Production</i> moyenne (t MS/ha)	8.31	10.02	9.94	9.19
Coeficient de variation (%)	21.7	11.4	10.8	20.9
Valeur énergétique (UFL/kg MS)	0.96	0.88	0.87	0.93

2.3. Des prairies à usages multiples

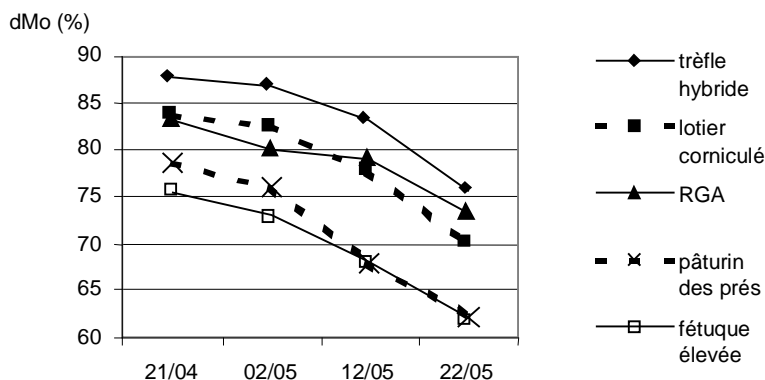
La diversité et la complémentarité recherchée entre les différents constituants (espèces et variétés) d'un mélange multi-espèces contribuent à élargir les modes de valorisation de ce type de prairie. Au-delà des associations dédiées au pâturage comme le RGA-TB, la prairie multi-espèces a élargi la gamme des usages possibles.

La présence d'une forte proportion de légumineuses (avec une digestibilité et une ingestibilité élevées) et de graminées à épiaison tardive permet de renforcer la souplesse dans les rythmes d'utilisation des mélanges multi-espèces :

- pour pratiquer des rythmes lents de pâturage (jusqu'à 40-45 jours) ;
- pour attendre si nécessaire des conditions météorologiques satisfaisantes pour réaliser un pré-fanage ou un enrubannage au premier cycle ;
- pour améliorer l'aptitude à la fenaison.

L'évolution de la digestibilité de la Matière Organique (dMO) d'une prairie multi-espèces, prédite à partir de la digestibilité à la pepsine-cellulase (DCS), a été suivie sur le premier cycle 2006 à Thorigné d'Anjou (FIGURE 6). Le RGA *Burton* (épiaison fin mai), le trèfle hybride *Dawn* et le lotier corniculé *Gran San Gabriele* ont une digestibilité élevée ; la baisse de digestibilité entre les 4 dates est modérée. La fétuque élevée *Dulcia* (épiaison le 9 mai) et le pâturin des prés *Lato* (épiaison le 3 mai) ont une digestibilité plus faible et qui chute à compter de l'épiaison.

FIGURE 6 : Evolution de la dMO (%) au premier cycle 2006 (ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou).



3. Les prairies multi-espèces : une innovation nécessitant une conduite adaptée

3.1. Effet de la dose de semis des légumineuses

Le coût élevé des semences et en particulier celui des légumineuses est souvent présenté comme un frein à l'implantation de prairies multi-espèces. Un essai conduit à Jeu-les-Bois par ARVALIS et l'OIER des Bordes (Pelletier et al., 2008b) a permis de tester l'effet de la réduction de moitié des doses de légumineuses semées sur la production et la qualité du fourrage récolté, par rapport aux doses pratiquées en associations simples ou en mélanges multi-espèces.

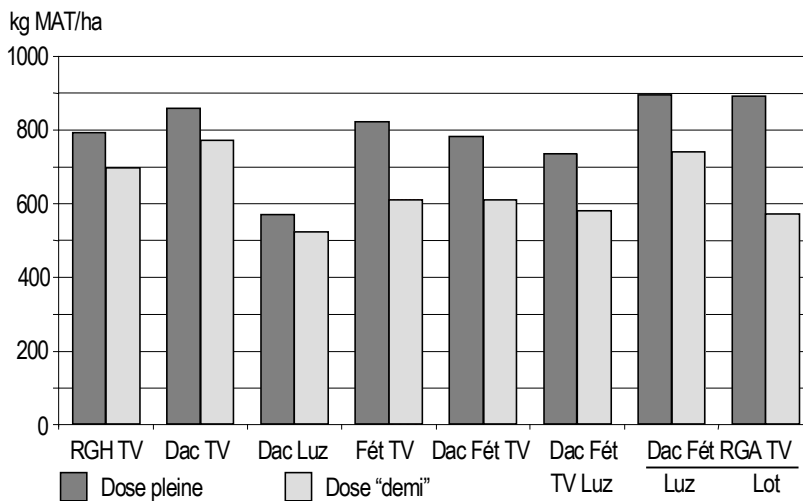
L'essai suivi pendant 3 ans (2003 à 2005) sur 8 prairies destinées à la fauche (TABLEAU 1) montre que, par rapport à une dose pleine de légumineuses au semis, la réduction de moitié engendre une diminution forte de - 14 % de la production de MS annuelle et - 1,02 t MS/ha, toutes prairies confondues. La baisse de la MAT produite atteint - 20 % et - 155 kg/ha/an, avec une baisse plus forte de - 24 % pour les prairies multi-espèces (FIGURE 7).

Les baisses de rendements observées à demi-dose, mises en regard des coûts actuels des matières premières riches en protéines, montrent la nécessité de maintenir les doses pleines pour les légumineuses lors du semis des prairies multi-espèces.

3.2. Effet du nombre d'espèces

La mise en évidence d'une relation entre l'augmentation du nombre d'espèces et l'augmentation de la productivité primaire dans les prairies avec des associations graminées - légumineuses (Hector et al., 1999 ; Tilman et al., 2001 ; Bullock et al., 2007) ou des mélanges de graminées (Van Ruijven et Berendse, 2003 ; Gastal et al., 2012) a été démontrée dans de nombreuses études. Cette relation positive entre le nombre d'espèces et la production repose sur la complémentarité entre les espèces pour l'acquisition des ressources du milieu (azote, lumière, eau...). Une prairie composée de plusieurs espèces peut être plus efficace pour tirer parti des ressources du milieu qu'une prairie composée d'une seule espèce.

FIGURE 7 : Effet de la réduction de moitié de la dose de légumineuses au semis sur la production de MAT à l'hectare pour 8 prairies fauchées.
Moyenne de 3 années d'essai (2003-2005) à Jeu-les-Bois.



Toutefois, cette relation n'est pas systématiquement démontrée (Tracy et Sanderson, 2004). D'après Kirwan et al. (2007), cette relation est plus particulièrement démontrée dans des dispositifs multilocaux où la puissance statistique des tests est supérieure et permet de détecter de faibles différences. D'après les mêmes auteurs, outre le nombre d'espèces, l'abondance de chaque espèce est aussi un élément important à prendre en compte. Un mélange composé de 10 espèces, où une espèce représente 90 % de la biomasse récoltée n'a pas la même valeur qu'un mélange composé des mêmes 10 espèces où chaque espèce représente 10 % de la biomasse. Une autre hypothèse pour expliquer cette relation serait le « *sampling effect* » (effet d'échantillonnage) ou le fait d'avoir plus de chance d'être en présence d'une espèce productive et/ou adaptée au milieu dans un mélange complexe que dans un mélange simple (Fridley, 2001).

Dans les végétations prairiales, qui sont souvent soumises à un niveau de nutrition en azote limitant, l'effet du nombre d'espèces est probablement en premier lieu déterminé par la complémentarité de nutrition azotée entre graminées et légumineuses (effet de facilitation lié à la capacité de fixation de l'azote atmosphérique des légumineuses, alors que les graminées sont dépendantes de l'azote minéral du sol ; Nyfeler et al., 2011). La diversité de profondeur d'enracinement permet des complémentarités entre espèces pour l'absorption de l'eau et des minéraux (Roscher et al., 2008). Ainsi, l'enracinement profond de la féruque élevée ou de la luzerne permet à ces espèces, lorsqu'elles sont en mélange avec du dactyle (Gastal et al., 2012) ou du trèfle blanc, de bénéficier d'une plus grande réserve utile et de mieux résister à un épisode de sécheresse. L'enracinement profond de ces espèces leur confère également une bonne capacité de prélèvement de l'azote minéral et sans doute des autres minéraux du sol en mélange. La diversité des stratégies d'occupation de l'espace aérien entre espèces (diversité de hauteur, port, propagation latérale) contribue à l'influence du mode de défoliation sur la dynamique des espèces en mélange. La diversité de vitesse d'implantation ou de pérennité entre espèces, ainsi que la diversité du rythme de croissance intra-annuelle (espèces à démarrage en végétation plus ou moins précoce), constituent également des sources de complémentarité qui peuvent contribuer à l'effet du nombre d'espèces dans les mélanges.

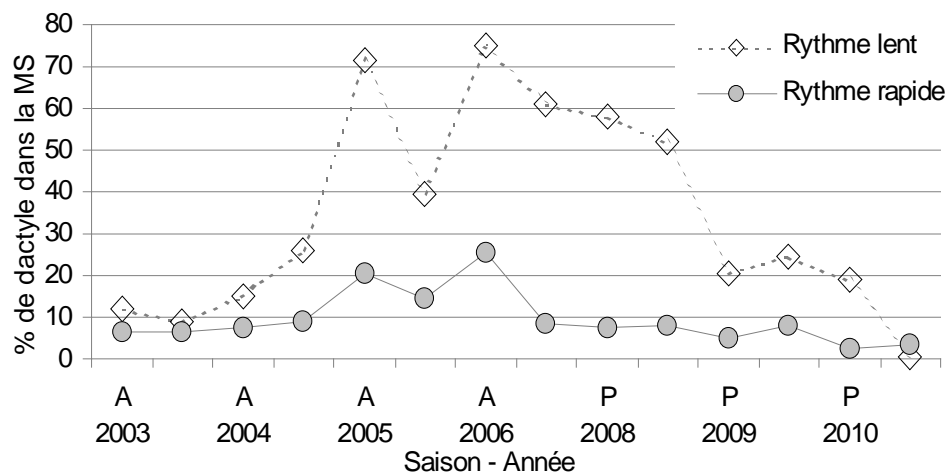
On constate souvent que l'effet positif du nombre d'espèces n'est pas linéaire et « plafonne » lorsque le nombre d'espèces devient important. Ceci conduit à limiter le nombre recommandé d'espèces à 5 ou 6 dans les mélanges semés. D'autre part, des études sont en cours pour déterminer l'effet du nombre de variétés sur la valeur agronomique. Les premiers résultats montrent principalement des effets additifs (Surault et al., 2010) avec des mélanges intermédiaires aux variétés pures.

3.3. Effet du rythme de coupe

Le choix des espèces dans une prairie temporaire doit se raisonner en fonction du milieu dans lequel elle sera implantée, mais aussi en fonction du rythme de défoliation qui lui sera imposé. Le ray-grass anglais et le trèfle blanc, ainsi que des espèces moins cultivées comme la féruque rouge ou le pâturin des prés, tendent à être favorisées par un rythme de défoliation rapide (pâturage). A l'opposé, le dactyle (FIGURE 8), la féruque élevée, le trèfle violet et surtout la luzerne sont favorisés par une conduite en fauche avec des temps de repousse longs.

Le rythme de défoliation est aussi pour l'éleveur un levier lui permettant de faire évoluer la flore de sa prairie (Moog et al., 2002). Toutefois, ce processus est lent et les leviers les plus efficaces pour faire évoluer la flore d'une prairie, notamment l'équilibre graminées - légumineuses, restent la fertilisation azotée, phosphatée et potassique.

Figure 8 : Evolution de la part du dactyle (% dans la biomasse récoltée réalisées chaque année au printemps et à l'automne) dans une prairie composée de 8 espèces (dactyle, ray-grass anglais, fétuque rouge, fétuque des prés, fléole des prés, pâturin des prés, trèfle blanc et trèfle violet) et soumise à deux rythmes de défoliation pendant 8 ans. Essai conduit à l'INRA de Lusignan (Surault et al., 2008).



Le rythme de défoliation a également un effet sur le développement de la flore adventice. Dans une étude conduite à l'INRA de Lusignan (Vienne) pendant 8 années qui comparait 25 prairies soumises à 2 rythmes de défoliation et 2 niveaux d'azote (Surault et al., 2008), les prairies conduites en rythme lent contenaient 30 % d'adventices en moins. La compétition pour la lumière est à l'origine de cette différence. Dans le même dispositif, tous les couverts conduits en rythme lent avaient une production fourragère nettement supérieure.

3.4. Pilotage de la fertilisation azotée

Grâce à leur capacité de fixation symbiotique de l'azote atmosphérique, les légumineuses sont autonomes vis-à-vis de cet élément et contribuent à enrichir le sol en azote et à le rendre disponible pour satisfaire les besoins des graminées (Nyfeler et al., 2011).

Un essai récent conduit sur la Station Expérimentale ARVALIS de La Jaillière illustre les gains de production (t MS/ha) et de qualité (exprimée en kg MAT/ha, soit % MAT x kg MS/ha) permis par la prairie multi-espèces fauchée avec ou sans fertilisation azotée (Ray-grass hybride, RGH + Fétuque élevée + Trèfle Violet + Luzerne) par comparaison à la prairie de graminées pures fauchée et fertilisée (RGH + Fétuque élevée). L'essai a été semé à l'automne 2009 à raison de 5 kg/ha pour le RGH, 8 kg/ha pour la fétuque élevée, 10 kg/ha pour la luzerne et 5 kg/ha pour le trèfle violet. La prairie de graminées pures a été semée aux mêmes doses que les graminées de la prairie multi-espèces. Le dispositif en micro-parcelles a permis de tester l'effet de doses d'azote variant de 0 à 200 kg/ha apportées à 200°C cumulés depuis le 1/01 au cours des campagnes 2010 (1^{re} année de la prairie) et 2011 (2^e année).

Les courbes de réponse à l'azote ainsi obtenues (FIGURE 9a et b) montrent un gain de production permis par la présence des légumineuses de 1,5 t MS/ha sur le 1^{er} cycle en 1^{ère} année (2010) et 1,3 t MS/ha en 2^e année (2011), pour les parcelles n'ayant reçu aucun apport d'azote. Il est important de souligner les conditions climatiques très favorables aux légumineuses pendant les hivers 2009-2010 et 2010-2011. Les températures clémentes et la pluviométrie modérée en sortie d'hiver ont permis des niveaux de rendements élevés, respectivement 4 et 6 t MS/ha sur les parcelles sans apport d'azote, récoltées les 3/05/10 et 27/04/11.

Les économies d'azote sont importantes. Pour obtenir la même quantité de MAT produite par hectare avec la prairie multi-espèces non fertilisée (FIGURE 9c et d), il faudrait apporter environ 50 kg N/ha la première année (2010) et 120 kg N/ha la deuxième année (2011).

Enfin, même si des gains de rendement sont observés sur les prairies multi-espèces fertilisées à faibles doses (50 kg N/ha, FIGURE 9a et b), les modifications observées sur l'équilibre graminées/légumineuses, dès la deuxième année de la prairie (FIGURE 10) sont telles que le risque est important de voir s'estomper la proportion des légumineuses au cours du temps et donc leur effet sur la fourniture d'azote à la prairie.

FIGURE 9: Effet d'une dose croissante d'azote sur la production et la qualité d'une prairie de graminées (RGH + Fétuque élevée), comparée au 1^{er} cycle, à une prairie multi-espèces (RGH + Fétuque élevée + Trèfle Violet + Luzerne), en 1^{re} année (a et b) et en 2^e année (c et d). Station ARVALIS La Jaillière. La qualité est exprimée en kg MAT/ha, soit % MAT x kg MS/ha.

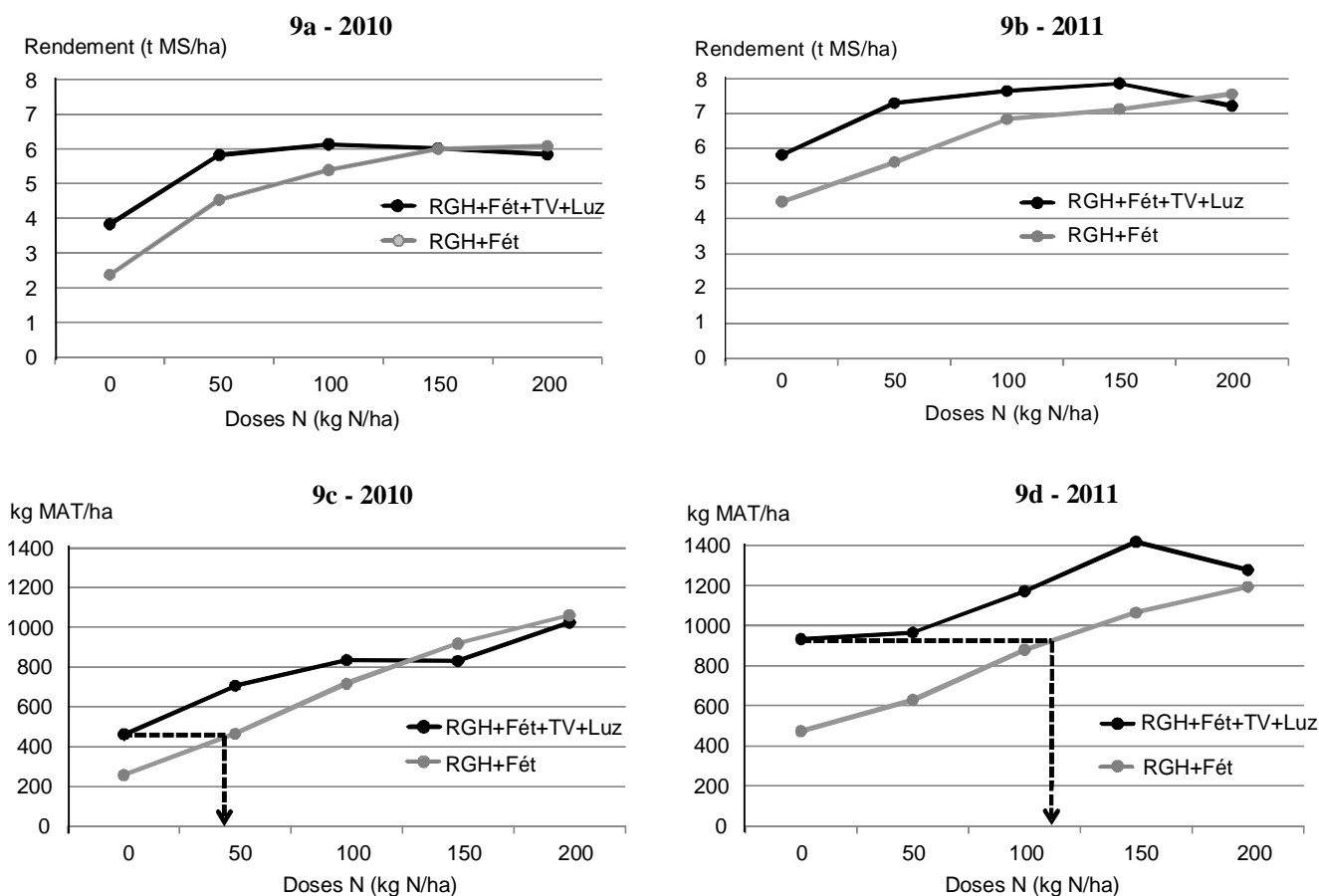
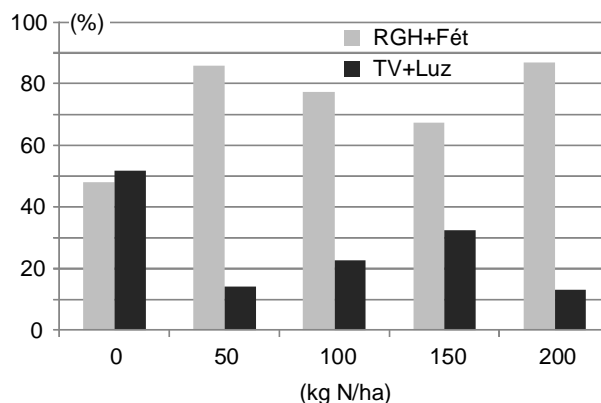


FIGURE 10 : Effet d'une dose croissante d'azote sur les proportions de graminées (RGH et Fét) et de légumineuses (TV et Luz) de la prairie multi-espèces au premier cycle, au cours de la campagne 2011, 2^e année de production, Station ARVALIS La Jaillière.



Comme en témoignent ces résultats, les prairies multi-espèces permettent de réaliser d'importantes économies d'azote : lorsque les légumineuses représentent 40 à 50 % de la matière sèche en été, la contribution de celles-ci à la fourniture d'azote à la prairie est suffisante et permet très souvent d'éviter un apport d'engrais azoté.

3.5. De la « sociabilité des espèces fourragères » à la prairie multi-espèces

La force de concurrence et l'agressivité de certaines espèces fourragères sont deux facteurs importants à prendre en compte dans l'assemblage des différents constituants d'un mélange multi-espèces, en plus de l'effet variétal et de la dose au semis. Le caractère plus ou moins « sociable » de certaines espèces peut modifier l'équilibre et entraîner une simplification du mélange au fil du temps et parfois des difficultés d'utilisation, notamment lors du pâturage lorsque la proportion de légumineuses est trop importante.

Le comportement d'une espèce fourragère en situation de mélange est la résultante d'une combinaison de multiples facteurs intervenant à différentes périodes clés de la vie de la prairie :

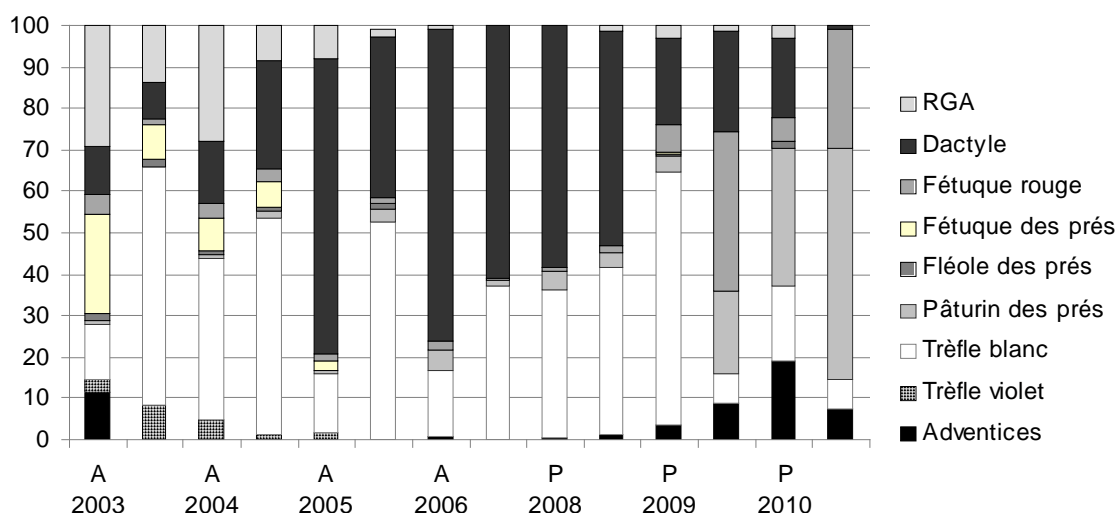
- dans la phase d'installation de la prairie, en lien avec la vitesse d'implantation de l'espèce ;
- dans la phase d'exploitation au printemps, en lien avec la vigueur au démarrage, le port de l'espèce et sa vitesse de croissance ;
- dans la période estivale, en lien avec sa capacité ou non à résister à la sécheresse estivale ;
- dans la période automnale, dans sa capacité à redémarrer après la période de sécheresse ;
- et au cours du temps, en lien avec la plus ou moins grande pérennité de l'espèce.

Une meilleure connaissance de ces différents facteurs et de leurs interactions dans la configuration d'une prairie multi-espèces pourrait permettre de définir ce critère de « sociabilité » et prédire plus précisément l'évolution dans le temps de la composition semée.

3.6. Evolution dans le temps des espèces semées en lien avec la vitesse d'installation et la pérennité des espèces

Des essais conduits sur des prairies multi-espèces dans le centre et l'ouest de la France (Lusignan, Jeu-les-Bois, Thorigné d'Anjou et la Jaillière) permettent aujourd'hui de dégager des grandes tendances quant à l'évolution des espèces au cours du temps. La FIGURE 11 présente un exemple d'évolution de la flore d'une prairie conduite en rythme de défoliation lent pendant 8 années à l'INRA de Lusignan, dans un essai en micro-parcelles.

FIGURE 11 : Evolution de la part des espèces (% de la biomasse) dans une prairie composée de 8 espèces et conduite en rythme de défoliation lent (coupe tous les 45 à 50 jours au printemps) à l'INRA de Lusignan.



Plus généralement, l'essai multi-espèces de longue durée conduit sur Lusignan montre que :

- le **ray-grass anglais**, qui s'implante rapidement, est très présent dans les prairies les deux premières années, puis sa contribution chute rapidement, laissant sa place à des espèces plus pérennes ;

- le **dactyle** s'implante plus lentement, mais sa contribution augmente régulièrement pour atteindre un maximum après 3 à 4 années d'exploitation, puis elle diminue et le dactyle finit par disparaître après 7 à 8 ans ;

- la **fétuque élevée** s'implante très lentement. Sa contribution à la biomasse reste faible les deux premières années, puis elle augmente de façon régulière au cours du temps pour atteindre 80 à 90 % après 8 années d'exploitation ;

- comme toutes les fétuques, la **fétuque des prés** est très lente à s'installer. Dans les prairies de l'ouest de la France, son évolution est très dépendante des conditions climatiques et en particulier des périodes chaudes et sèches ;

- le **pâturin des prés** et la **fétuque rouge**, parfois utilisés dans des mélanges complexes, restent peu présents dans les couverts les premières années. Cependant, grâce à leur bonne pérennité, ils peuvent représenter une part non négligeable de la biomasse produite après 7 à 8 années d'exploitation ;

- l'évolution de la part de la **luzerne** dans les associations reste très aléatoire. L'implantation, le rythme et la hauteur de coupe sont des aspects déterminants pour la survie de cette espèce dans les couverts prairiaux ;

- le **trèfle blanc** est généralement peu présent la première année. Par la suite, son développement peut-être explosif et reste dépendant de l'agressivité de la variété choisie.

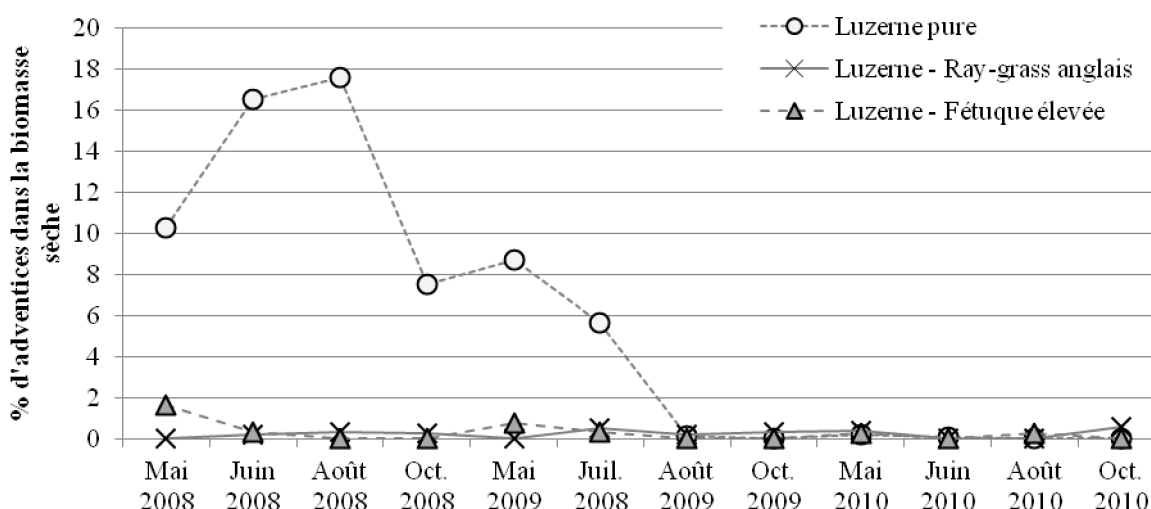
L'intérêt des prairies multi-espèces est d'associer des espèces avec des vitesses d'implantation et des pérennités différentes. La succession des espèces dans le temps doit permettre d'assurer une production fourragère précoce et, dans le même temps, d'améliorer la production sur le long terme. Le choix des espèces doit prendre en compte les objectifs de durée de vie de la prairie : l'éleveur ne fera pas les mêmes choix si sa prairie doit être conservée 3 ans ou 6-7 ans.

3.7. Effet sur le salissement

Depuis quelques années, des études montrent que l'augmentation du nombre d'espèces (Tracy et al., 2004 ; Picasso et al., 2008) ainsi que l'abondance de chaque espèce (Wilsey et Polley, 2002) dans les prairies limitent le développement des adventices dans les couverts. Deux mécanismes peuvent expliquer cette relation. Le premier mécanisme repose sur l'effet de complémentarité des espèces pour l'acquisition des ressources du milieu qui crée un environnement particulièrement compétitif et défavorable au développement des adventices. Le second, comme pour la production, repose sur le « sampling effect » (Wardle, 2001). Dans une prairie complexe, il y a plus de chance d'avoir une espèce adaptée au milieu, productive, qui limite le développement des adventices.

A l'INRA de Lusignan, dans un essai où le nombre d'espèces variait de 2 à 8, le nombre d'espèces semées n'a pas eu d'effet sur la diminution de la fréquence des adventices dans les couverts (8 années d'observations). En revanche, dans un autre essai où des associations binaires luzerne - graminée étaient comparées à des luzernes pures, la présence d'une graminée dans le couvert a significativement diminué la fréquence des adventices dans la biomasse récoltée lors des 6 premières coupes (FIGURE 12).

FIGURE 12 : Evolution de la part des adventices dans 3 couverts de luzerne avec ou sans graminées exploitées pendant 3 années à Lusignan.



Dans ce type d'association simple, la graminée avec son port étalé couvre plus rapidement l'inter-rang dans la phase d'implantation que la luzerne ; l'interception de la lumière par le couvert est accrue (Kruidhof et al., 2008), ce qui limite fortement le développement des adventices.

Outre le nombre ou la nature des espèces dans une prairie, le risque d'envahissement par les adventices est fortement lié à la productivité de la prairie (Tracy et Sanderson, 2004 ; Annicchiarico et Pecetti, 2010). Le maintien dans le temps d'une prairie productive est un élément efficace de lutte contre les adventices.

4. Des outils d'aide à la conception des prairies multi-espèces pour faciliter le transfert d'innovation

4.1. Un nouveau guide pour la préconisation des mélanges de semences pour les prairies en France

Un nouvel outil d'aide à la composition des mélanges prairiaux, en fonction du type de sol et du mode d'exploitation de la future prairie, vient d'être mis à la disposition des techniciens, des prescripteurs, des semenciers et des éleveurs. Issu d'une réflexion collective large, cet outil, accessible gratuitement par Internet (www.afpf-asso.org, rubrique Outils), a pour ambition d'accélérer et de faciliter le transfert des connaissances dans ce domaine. Au-delà de l'expertise transmise, il sera un moyen efficace pour évaluer l'offre grandissante de mélanges commerciaux.

Le développement des connaissances et des expériences locales, mais aussi le développement des mélanges de semences fourragères disponibles sur le marché a conduit l'AFPF (Association Française pour la Production Fourragère) à construire ce guide technique (AFPF, 2014) « référent » au niveau national. Il a pour objectif d'orienter les utilisateurs dans leur choix pour constituer un mélange en cohérence avec les contraintes du milieu (sol, climat) et les modes d'exploitation privilégiés des prairies. Le comportement en mélange des différentes espèces est hiérarchisé selon le type d'espèces et selon son intérêt fourrager.

Grâce à cet outil « lancé » en 2014, l'AFPF propose une démarche originale d'amélioration continue des préconisations. Les remontées d'informations et d'expériences locales ultérieures viendront enrichir ces préconisations. Pour cela, l'AFPF ouvre son site www.afpf-asso.org aux remarques qui seront intégrées après avis d'experts dans les futures versions.

4.2. Herbe-book, un outil de référence pour choisir les variétés fourragères

En matière de variétés fourragères, l'innovation et le progrès sont constants, avec environ 30 nouvelles variétés inscrites chaque année au catalogue français. Pourtant, le transfert de l'information et des progrès réalisés vers les éleveurs manque d'efficacité, en raison des difficultés pour comparer les variétés nouvellement inscrites avec celles existantes, et de l'absence d'outil de diffusion rapide et partagé.

Herbe-book (www.herbe-book.org) répond maintenant à ce besoin. Outil Internet dynamique, gratuit et facile d'accès, Herbe-book permet pour les principales espèces fourragères¹ de réaliser des comparaisons entre variétés par des classements et tris successifs sur les différents critères. Cet outil, mis en ligne depuis 2011, est le résultat d'un travail mené par les membres du CTPS (Comité Technique Permanent de la Sélection) et du GEVES (Groupe d'Etude et de contrôle des Variétés Et des Semences). L'outil met en œuvre une méthode statistique qui permet de comparer entre elles des variétés inscrites, même si elles sont été testées séparément, pour l'ensemble des critères de choix importants pour les éleveurs. Le recalcul et la mise à jour de la base sont réalisés une fois par an, en décembre de chaque année, avec les nouvelles inscriptions de l'année écoulée, de façon à ce que l'ensemble des conseillers, éleveurs et metteurs en marché des variétés fourragères disposent de la même information au moment de leur choix respectif pour la campagne de semis à venir.

¹ bromes, dactyle, fétuque élevée, fétuque des prés, fléole, ray-grass anglais, ray-grass d'Italie, luzerne, trèfle violet et trèfle blanc

Cet outil est devenu rapidement la référence pour l'ensemble du monde de l'élevage en matière de choix des variétés fourragères. Il reçoit plus de 25 000 visites annuelles après un peu plus de 2 ans d'existence.

L'efficacité de ces deux outils en termes d'aide au transfert d'innovation réside dans leur conception collective, leur évolution permanente et leur diffusion auprès de l'ensemble des acteurs : prescripteurs, metteurs en marché et éleveurs.

Conclusion

La réussite des prairies multi-espèces nécessite une véritable expertise en matière de choix d'espèces et de variétés. Les résultats présentés, issus de nombreux essais sur les prairies multi-espèces fauchées ou pâturées, réalisés dans différentes régions fourragères françaises, en témoignent. En plus d'être adaptée au contexte pédoclimatique, et au mode d'exploitation qui lui est dévolu, chaque espèce du mélange doit apporter une fonction complémentaire des autres afin d'assurer la production, la qualité et la pérennité de la prairie. L'ajustement des doses de semis et du type variétal, le pilotage de la fertilisation azotée et, plus largement, la connaissance du fonctionnement des prairies multi-espèces doivent faire partie des démarches de conseils. La performance des systèmes fourragers repose sur la diffusion des innovations créées dans ces nombreuses expérimentations conduites dans les stations de recherche, fermes pilotes et autres tests grandeur nature mis en place par les éleveurs. De nouveaux outils tels que Herbe-book ou encore des guides techniques intègrent maintenant cette dimension pour faciliter le transfert de l'innovation.

Il reste maintenant à mieux comprendre les processus de fonctionnement des espèces entre elles dans les communautés, les phénomènes de facilitation - complémentarité ou, au contraire, de dominance - compétition. Les règles d'assemblage des espèces et des variétés doivent être mieux définies, et, à terme, la sélection de variétés adaptées à la vie en mélanges compléteront les leviers techniques permettant aux éleveurs de disposer de prairies multi-espèces productives et pérennes et répondant totalement à leurs attentes et à leurs besoins.

Références bibliographiques

- AFPF (LACAN X., DERAËDT M., ESTRADE O., GASTAL F., HUYGHE C., KNODEN D., PELLETIER P., PIERRE P., PROTIN P.V., STRAËBLER M.) (2014) : « Préconisations agronomiques pour les mélanges de semences pour prairies en France - 2014 », AFPF, 6 p.
- ANNICCHIARICO P., PECETTI L. (2010): "Forage and seed yield response of lucerne cultivars to chemically weeded and non-weeded managements and implications for germplasm choice in organic farming", *European Journal of Agronomy*, 33, 74-80.
- BESNARD A., PELLETIER P. (2012) : « Principales espèces fourragères et éléments de conduite », brochure ARVALIS-Institut du végétal – GNIS, ISBN 978-2-86492-744-0 - ref. 7440, 40p.
- BULLOCK J.M., PYWELL R.F., WALKER K.J. (2007): "Long-term enhancement of agricultural production by restoration of biodiversity", *Journal of Applied Ecology*, 44, 6-12.
- COUTARD J.P., PIERRE P. (2012) : « Des prairies à flore variée pour l'autonomie des élevages de ruminants », *Rencontres Recherches Ruminants*, 19, 257-260.
- prairies en France », Guide technique AFPF, 6 p.
- FRIDLEY J.D. (2001): "The influence of species diversity on ecosystem productivity: how, where and why ?", *Oikos*, 93, 514-526.
- GASTAL F., JULIER B., SURAULT F., LITRICO I., DURAND J.-L., GHESQUIERE M., SAMPOUX J.-P. (2012) : "Intérêt des prairies et cultures fourragères pérennes multi-espèces dans le contexte des systèmes de polyculture-élevage", *Actes des carrefours de l'innovation agronomique*, Poitiers, 24 octobre 2012.
- HECTOR A., SCHMID B., BEIERKUHNLIN C., CALDEIRA M.C., DIEMER M., DIMITRAKOPOULOS P.G., FINN J.A., FREITAS H., GILLER P.S., GOOD J., HARRIS R., HÖGGER P., HUSS-DANELL K., JOSHI J., JUMPPONEN A., KÖRNER C., LEADLEY P.W., LOREAU M., MINNS A., MULDER C.P.H., O'DONOVAN G., OTWAY S.J., PEREIRA J.S., PRINZ A., READ D.J., SCHERER-LORENZEN M., SCHULZE E.-D., SIAMANTZIOURAS A.-D.S., SPEHN E.M., TERRY A.C., TROUMBIS A.Y., WOODWARD F.I., YACHI S., LAWTON J.H. (1999): "Plant diversity and productivity experiments in European grasslands", *Science*, 286, 1123-1127.

- KIRWAN L., LÜSCHER A., SEBASTIA M.T., FINN J.A., COLLINS R.P., PORQUEDDU C., HELGADOTTIR A., BAADSHAUG O.H., BROPHY C., CORAN C., DALMANNSDOTTIR S., DELGADO I., ELGERSMA A., FOTHERGILL M., FRANKOW-LINDBERG B.E., GOLINSKI P., GRIEU P., GUSTAVSSON A.-M., HÖGLIND M., HUGUENIN-ELIE O., ILIADIS C., JORGENSEN M., KADZIULIENE Z., KARIOTIS T., LUNNAN T., MALENGIER M., MALTONI S., MEYER V., NYFELER D., NYKANEN-KURKI P., PARENTE J., SMIT H.J., THUMM U., CONNOLLY J. (2007) : “Evenness drives consistent diversity effects in intensive grassland systems across 28 European sites”, *Journal of Ecology*, 95, 530-539.
- KRUIDHOF H.M., BASTIAANS L., KROPFF M.J. (2008): “Ecological weed management by cover cropping : effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring”, *Weed Research*, 48, 492-502.
- MOOG D., POSCHOLD P., KAHMEN S., SCHREIBER K.-F. (2002): “Comparison of species composition between different grassland management treatments after 25 years”, *Applied Vegetation Science*, 5, 99-106.
- NYFELER D., HUGUENIN-ELIE O., SUTER M., FROSSARD E., LÜSCHER A. (2011): “Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140, 155-163.
- PELLETIER P., BRANDON G., FOUSSIER T. (2011) : Autonomie alimentaire en élevage bovin viande biologique : 10 années d’observations. *Renc. Rech. Ruminants*, 18, 69-72.
- PELLETIER P., BRANDON G., FOUSSIER T. (2008a) : Prairies d’associations et multi-espèces pour le pâturage en production bovin viande. *Actes des Journées AFPP*, 182-183, Paris, 26-27 mars 2008.
- PELLETIER P., BRANDON G., AUSSEMS E., FOUSSIER T. (2008b) : Prairies d’associations et multi-espèces pour la fauche en agriculture biologique. Influence de la dose de légumineuses. *Actes des Journées AFPP*, 184-185, Paris, 26-27 mars 2008.
- PICASSO V.D., BRUMMER E.C., LIEBMAN M., DIXON P.M., WILSEY B.J. (2008): “Crop species diversity affects productivity and weed suppression in perennial polycultures under two management strategies”, *Crop Science*, 48, 331-342.
- PIERRE P., HUBERT F., COUTARD J.P., FOUGERE M., CAPELE E., BULOT N., RALU R., DELAGARDE R., FUSTEC J., COUVREUR S., BESNARD A., BATTEGAY S., METAY X. : « La prairie multi-espèces », guide du Groupe régional des Pays de la Loire (2007).
- ROSCHER C., THEIN S., SCHMID B., SCHERER-LORENZEN M. (2008): “Complementary nitrogen use among potentially dominant species in a biodiversity experiment varies between two years”, *Journal of Ecology*, 96, 477-488.
- SURAUULT F., VERON R., HUYGHE C. (2008): “Production fourragère de mélanges prairiaux et d’associations à diversité spécifique initiale variée”, *Fourrages*, 194, 161-174.
- SURAUULT F., JULIER B., BARRE P. (2010): “Valeur agronomique de prairie de ray-grass anglais composées de une ou plusieurs variétés”, *Fourrages*, 204, 255-262.
- 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.
- TRACY B.F., RENNE I.J., GERRISH J., SANDERSON M.A. (2004): “Effects of plant diversity on invasion of weed species in experimental pasture communities”, *Basic and Applied Ecology*, 5, 543-550.
- TRACY B.F., SANDERSON M.A. (2004): “Productivity and stability relationships in mowed communities of varying species composition”, *Crop Science*, 44, 2180-2186.
- TRACY B.F., SANDERSON M.A. (2004): “Forage productivity, species evenness and weed invasion in pasture communities”, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 102, 175-183.
- VAN RUIJVEN J., BERENDSE F. (2003): “Positive effects of plant species diversity on productivity in the absence of legumes”, *Ecology Letters*, 6, 170-175.
- WARDLE D.A. (2001): “Experimental demonstration that plant diversity reduces invasibility – evidence of a biological mechanism or a consequence of sampling effect ?”, *Oikos*, 95, 161-170.
- WILSEY B.J., POLLEY H.W. (2002): “Reductions in grassland species evenness increase dicot seeding invasion and spittle bug infestation”, *Ecology Letters*, 5, 676-684.