

Les prairies multi-espèces, un levier pour des systèmes fourragers performants

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

Les espèces fourragères associées par les éleveurs sont choisies pour leur complémentarité de fonctions et leur capacité d'adaptation, permettant ainsi aux mélanges de répondre à la diversité des milieux et des besoins d'alimentation des troupeaux. Des résultats récents confirment et précisent ces aspects.

RÉSUMÉ

L'intérêt des prairies multi-espèces pour leur production (matière sèche et protéines), sa régularité interannuelle (rusticité) et sa digestibilité est confirmé par les essais présentés, conduits en fauche et en pâture, à différents niveaux d'intrants. Le maintien d'un couvert productif à long terme passe par une dose appropriée de légumineuses au semis, des variétés complémentaires (graminées et légumineuses, leur nombre étant moins important ; pérennité), l'adéquation entre espèces et rythme de coupe, une fertilisation azotée compatible avec la pérennité des légumineuses. Les connaissances sur le fonctionnement de ces couverts complexes méritent d'être approfondies mais des outils innovants sont d'ores et déjà disponibles pour faciliter le choix des espèces à associer pour construire des systèmes fourragers performants.

SUMMARY

Multi-species grasslands: a means of achieving efficient forage systems

Livestock farmers chose combinations of forage species based on the trait complementarity and species ability to adjust to environmental changes; the types of plant species included can therefore allow these communities to respond to diverse local conditions and the nutritive needs of livestock. Recent research has shed some light on these issues. Multi-species grasslands (whether for grazing or hay production) that receive different levels of inputs are of interest because of their yields (i.e. of dry matter and proteins) -overall and between years- and the digestibility of the forage they produce. Maintaining yields requires sowing appropriate quantities of legumes; including complementary varieties and balancing species within the community, and employing a cutting frequency and levels of nitrogen fertilizers that allow legumes to persist over the long term. Although we need to expand our knowledge of these complex crop communities, we now have access to innovative tools that will permit us to choose the right species when seeking to create efficient forage systems.

1. Les prairies multi-espèces : définitions techniques et réglementaires

Les prairies multi-espèces, aussi appelées prairies à flore variée, prairies multiflore, prairies multispécifiques ou mélanges, répondent aux mêmes objectifs : en combinant plusieurs espèces de graminées et/ou de légumineuses dont les fonctions sont complémentaires (BESNARD et

PELLETIER, 2012), elles permettent une économie de fertilisation azotée, une production mieux répartie sur l'année, une valeur alimentaire plus équilibrée, une ingestion améliorée, une adaptation à l'hétérogénéité des 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 les graminées et les légumineuses, parfois difficile à maîtriser.

AUTEURS

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

2 : ARVALIS-Institut du Végétal, Ferme Expérimentale des Bordes, F-36120 Jeu-les-Bois

3 : INRA UR4, URP3F, F-86600 Lusignan

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

6 : GNIS, 44, rue du Louvre, F-75001 Paris

MOTS CLÉS : Association végétale, dose de semis, espèce fourragère, fertilisation azotée, graminée, légumineuse, mélange fourrager, pérennité, prairie, production fourragère, rythme de coupe, valeur azotée.

KEY-WORDS : Cutting rate, forage mixture, forage production, forage species, grass, grassland, legume, nitrogen fertilisation, nitrogen value, persistency, plant association, seeding dose.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Protin P.V., Pelletier P., Gastal F., Surault F., Julier B., Pierre P., Straëbler M. (2014) : "Les prairies multi-espèces, un levier pour des systèmes fourragers performants", *Fourrages*, 218, 167-176.

Les prairies multi-espèces sont obtenues par le semis d'un mélange comprenant au moins 3 espèces, le plus souvent de 2 familles différentes (graminées, légumineuses...). Ce mélange est soit constitué par l'éleveur lui-même à partir des semences (pures) des espèces et variétés retenues, soit proposé par les établissements semenciers ou par la distribution. Dans ce dernier cas, le mélange doit respecter un certain nombre de règles. Depuis l'autorisation de commercialisation des mélanges en France, en 2004, des règles ont été fixées. 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. 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). Ces règles ne concernent pas la constitution d'un mélange par l'éleveur à partir d'espèces et variétés achetées « en pur ».

2. Un levier agronomique incontournable

■ 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 de « type pâture »** se sont montrées plus productives que le ray-grass anglais - trèfle blanc (RGA-

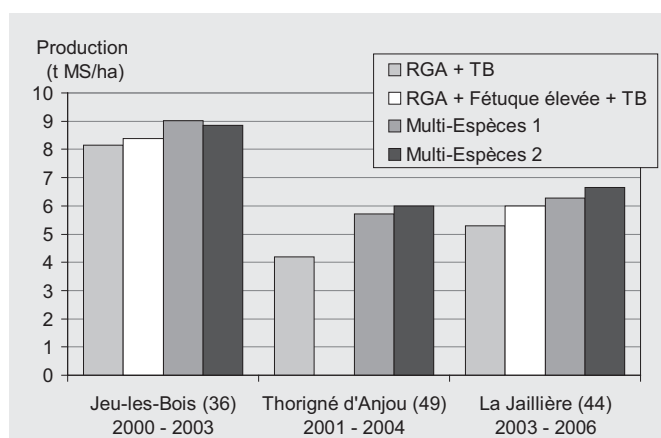


FIGURE 1 : Productions comparées d'une association (RGA-TB) et de prairies multi-espèces de "type pâture" mesurées sur 3 sites.

FIGURE 1 : Comparative yields of a forage association (RGA-TB) and multi-species grazing grasslands, measured at 3 experimental sites.

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/ha de matière sèche, MS) 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).

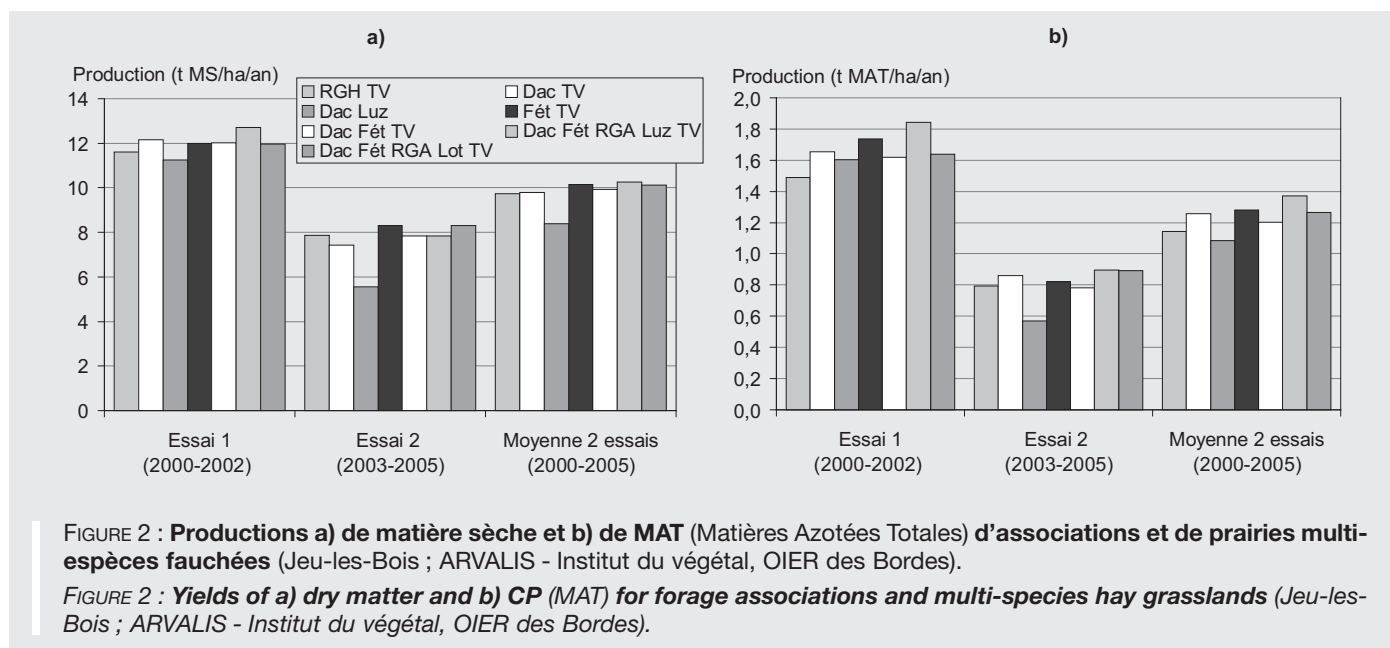
Dans le cadre d'un dispositif expérimental mis en œuvre à Jeu-les-Bois, en agriculture biologique, 7 prairies

| Composition ⁽¹⁾ | Graminées | | | Légumineuses | | |
|---|----------------|-----------------------------|--------------|---------------|-------------------|-----------------------------|
| | Espèce | Variété | Dose (kg/ha) | Espèce | Variété | Dose ⁽²⁾ (kg/ha) |
| Associations | | | | | | |
| RGH TV | RGH | Barsilo | 20 | Trèfle violet | Merviot | 10 / 5 |
| Dac TV | Dactyle | Accord | 17 | Trèfle violet | Merviot | 10 / 5 |
| Dac Luz | Dactyle | Accord | 12 | Luzerne | Diane | 15 / 8 |
| Fét TV | Fétuque élevée | Myléna/Madra ⁽²⁾ | 20 | Trèfle violet | Merviot | 10 / 5 |
| Prairies multi-espèces | | | | | | |
| Dac Fét TV | Dactyle | Accord | 8 | Trèfle violet | Merviot | 10 / 5 |
| | Fétuque élevée | Myléna/Madra | 10 | | | |
| Dac Fét RGA Luz TV | Dactyle | Accord | 4 | Trèfle violet | Diane | 10 / 5 |
| | Fétuque élevée | Myléna/Madra | 5 | | | |
| Dac Fét RGA Lot TV | RGA diploïde | Sydney/Carrera | 5 | Lotier | Gran San Gabriele | 10 / 5 |
| | Dactyle | Accord | 4 | | | |
| Dac Fét RGA Lot TV | Fétuque élevée | Myléna/Madra | 5 | Trèfle violet | Merviot | 5 / 2 |
| | RGA diploïde | Sydney/Carrera | 5 | | | |
| Prairie testée seulement dans l'essai 2 (cf. partie 3. et figure 6) | | | | | | |
| Dac Fét TV Luz ⁽³⁾ | Dactyle | Accord | 8 | Luzerne | Diane | 5 / 3 |
| | Fétuque élevée | Madra | 10 | Trèfle violet | Merviot | 5 / 2 |

1 : RGH/RGA : ray-grass hybride / anglais, TV : trèfle violet, Dac : dactyle, Luz : luzerne, Fét : fétuque, Lot : lotier
2 : essai 1 / essai 2
3 : dose pleine / demi-dose pour les légumineuses dans l'essai 2

TABEAU 1 : Composition des prairies destinées à la fauche, communes aux 2 essais de Jeu-les-Bois (essai 1 : de 2000 à 2002 ; essai 2 : de 2003 à 2005 ; conduite en agriculture biologique ; source : ARVALIS - Institut du végétal, OIER des Bordes).

TABEAU 1 : Seeding composition of hay grasslands, used in 2 trials on sites located in Jeu-Les-Bois (trial 1 : 2000 - 2002 ; trial 2 : 2003 - 2005; organic agriculture employed; source : ARVALIS - Institut du végétal, OIER des Bordes).



(4 associations et 3 prairies multi-espèces, tableau 1) ont été évaluées au cours de 2 essais de 3 ans **en fauche exclusive**, sans fertilisation azotée minérale ni organique, sur des sols sablo-limoneux peu profonds et drainés.

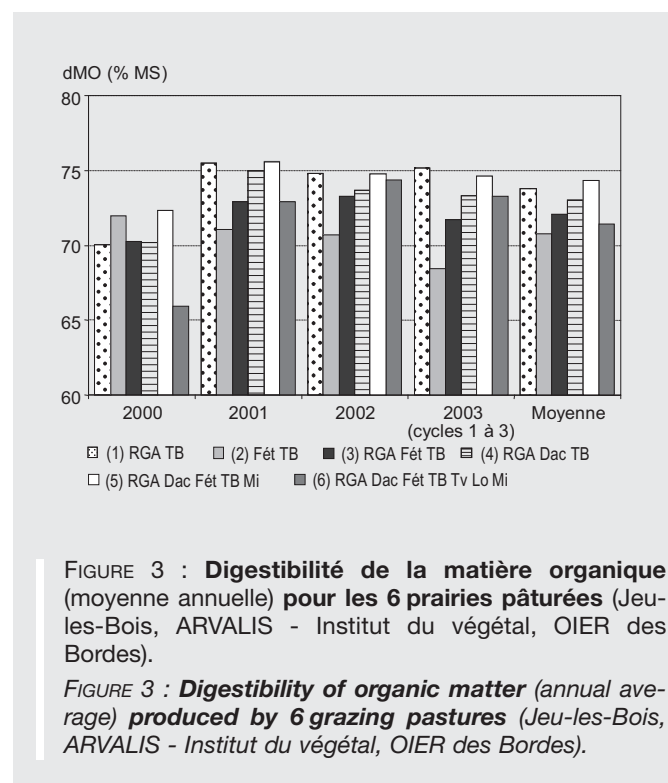
Il existe un effet année marqué entre les deux essais de Jeu-les-Bois : la production de MS à l'hectare est élevée dans l'essai 1 (de 11,2 à 12,7 t MS/ha) avec 3 années favorables à l'herbe, mais plus faible dans l'essai 2 (de 5,5 à 8,3 t MS/ha, dose pleine de légumineuses), en raison des années 2003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

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 2a) et de MAT à l'hectare (figure 2b), 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).

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 3). 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.

L'intérêt des prairies multi-espèces pour la production, la teneur en protéines et la digestibilité présenté ici est également illustré et confirmé par les essais conduits sur le dispositif INRA de Lusignan (SURAULT *et al.*, 2008 ; GASTAL *et al.*, 2012).



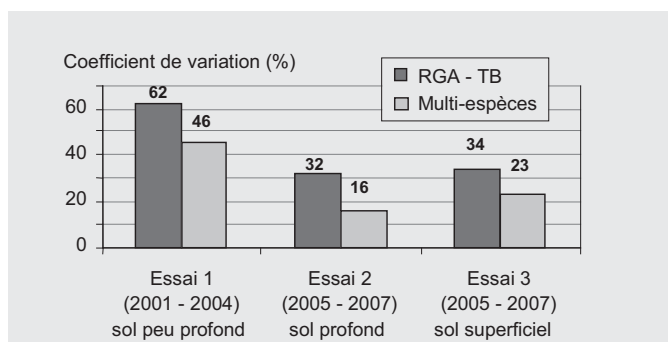


FIGURE 4 : Evolution du coefficient de variation de la production (MS/ha) dans une série d'essais comparant une prairie multi-espèces et une association sur différents types de sols (Thorigné-d'Anjou).

FIGURE 4 : Relative changes in the coefficient of variation of yields (DM/ha) from a series of trials in which a multi-species grassland and a forage association were grown on different soil types (Thorigné-d'Anjou).

■ 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 (valeur nutritive).

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 sur plusieurs 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 - fétuque élevée - pâturin des prés - trèfle blanc - trèfle hybride - lotier corniculé (doses de semis respectives de 7,5 - 9,5 - 3 - 3 - 3 - 3 kg/ha) à une association de type RGA - trèfle blanc (20 et 3 kg/ha) à la Ferme Expérimentale de Thorigné-d'An-

| Mélange | M1 | M3 | M5 | M7 |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Dose de semis (kg/ha) | | | | |
| - 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 corniculé | | 3 | 3 | 3 |
| Total (kg/ha) | 24 | 26 | 26 | 26 |
| Production moyenne (t MS/ha) | 8,31 | 10,02 | 9,94 | 9,19 |
| Coefficient de variation (%) | 21,7 | 11,4 | 10,8 | 20,9 |
| Valeur énergétique (UFL/kg MS) | 0,96 | 0,88 | 0,87 | 0,93 |

TABLEAU 2 : Composition au semis, production et valeur énergétique de différentes prairies multi-espèces dans une situation de sol favorable de 2005 à 2008 (ferme expérimentale de Thorigné-d'Anjou).

TABLE 2 : Seeding composition, yields and energetic values of forage from different multi-species grasslands that experienced favorable soil conditions (2005-2008, Thorigné-d'Anjou).

jou (agriculture biologique). L'évolution de la production et de sa variabilité a été mesurée dans les différentes natures de sol de l'exploitation de 2001 à 2007.

Quel que soit le type de sol, **l'effet multi-espèces atténue la variabilité interannuelle de la production**, comme l'atteste la diminution du coefficient de variation (figure 4). Cet « effet rusticité » est lié à la complémentarité des espèces associées et à la précocité de démarrage en végétation des espèces et des variétés utilisées (COUTARD et PIERRE, 2012).

Une comparaison entre les facteurs de rusticité et de qualité a été réalisée sur le même site. En sol profond, le remplacement de la fétuque élevée des mélanges M3 ou M5 (tableau 2) par 3 kg de fléole des prés et 7 kg de fétuque des prés (M7) permet de produire un **fourrage de qualité**, avec une valeur énergétique proche de celle de l'association (M1) mais **au détriment de la rusticité de la prairie** :

- la production 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.

■ Des prairies aux usages variés

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. 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 préfanage ou un enrubannage au premier cycle ;
- pour améliorer l'aptitude à la fenaison.

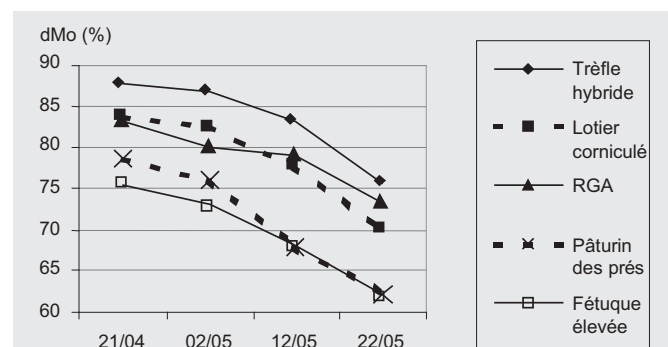


FIGURE 5 : Evolution de la dMO au premier cycle (2006, Thorigné-d'Anjou).

FIGURE 5 : Changes in OMD during the first growth cycle (2006, Thorigné-d'Anjou).

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 5). Le RGA Burton (épiant 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.

3. Une conduite à adapter

■ 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 la réduction de moitié de la dose de semis des légumineuses engendre une diminution forte de la production de MS annuelle : -1,02 t MS/ha soit -14 %, toutes prairies confondues. La baisse de la MAT produite atteint -20 % et -155 kg/ha/an, avec une baisse plus forte (-24 %) pour les prairies multi-espèces (figure 6).

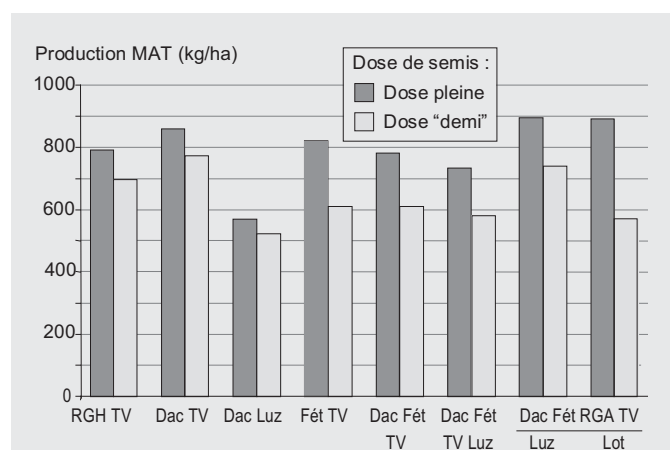


FIGURE 6 : Effet de la réduction de moitié de la dose de légumineuses au semis sur la production de MAT pour 8 prairies fauchées (moyenne de 3 années d'essai, 2003-2005, à Jeu-les-Bois ; doses de semis : cf. tableau 1).

FIGURE 6 : Effect of a 50% reduction in the quantity of legumes sown on CP yield in 8 hay grasslands (average for 3 trials, 2003-2005, Jeu-les-Bois; quantity sown: see table 1).

Les **baisses de production 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.

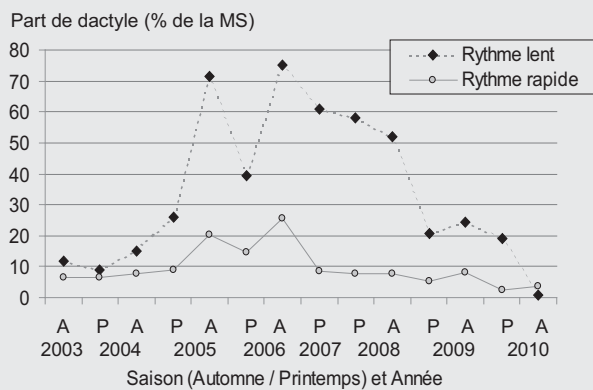
■ Effet du nombre d'espèces

Une relation positive 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 effet positif repose sur la complémentarité entre les espèces pour l'acquisition des ressources du milieu (azote, lumière, eau...).

Toutefois, cette relation n'est **pas systématiquement observée** (TRACY et SANDERSON, 2004). D'après KIRWAN *et al.* (2007), elle est plus particulièrement démontrée dans des dispositifs multiloceaux 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 la mobilisation des ressources en eau et en minéraux (ROSCHER *et al.*, 2008). Ainsi, l'enracinement profond de la fétuque élevée ou de la luzerne permet de mieux résister à un épisode de sécheresse. 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



Composition de la prairie : dactyle, fétuque rouge, fétuque des prés, fléole des prés, pâturin des prés, ray-grass anglais, trèfle blanc, trèfle violet

FIGURE 7 : Evolution de la part du dactyle dans une prairie composée de 8 espèces et soumise à 2 rythmes de défoliation pendant 8 ans (SURAULT et al., 2008).

FIGURE 7 : Change in the proportion of cocksfoot in an 8-species grassland subject to 2 cutting frequencies over an 8-year period (SURAULT et al., 2008).

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) : les mélanges ont des résultats intermédiaires à ceux des variétés pures.

■ Effet du rythme de coupe

Le choix des espèces d'une prairie temporaire doit se raisonner en fonction du milieu (PIERRE et al., 2007) 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 fétuque rouge ou le pâturin des prés, tendent à être favorisées par un rythme de défoliation rapide (pâturage). A l'opposé, le dactyle (figure 7), la fétuque 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 composition floristique de sa prairie (MOOG et al., 2002). Toutefois, ce processus est lent et **les leviers les plus efficaces** pour faire évoluer la composition d'une prairie, notamment l'équilibre graminées - légumineuses, **restent les fertilisations azotée, phosphatée et potassique.**

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.

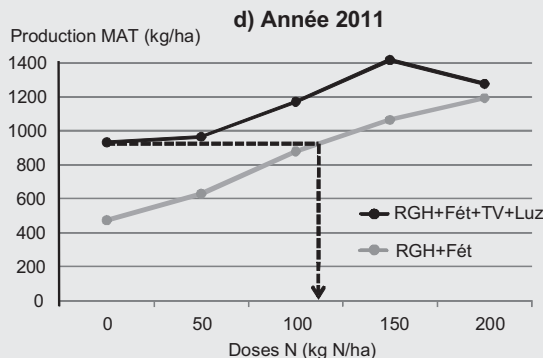
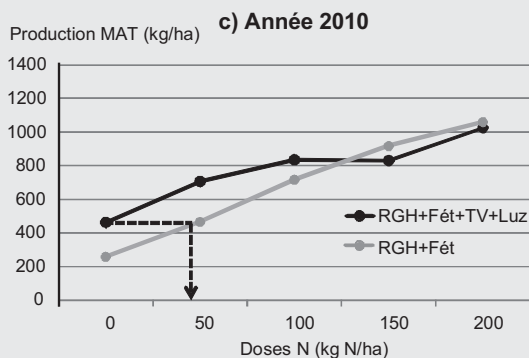
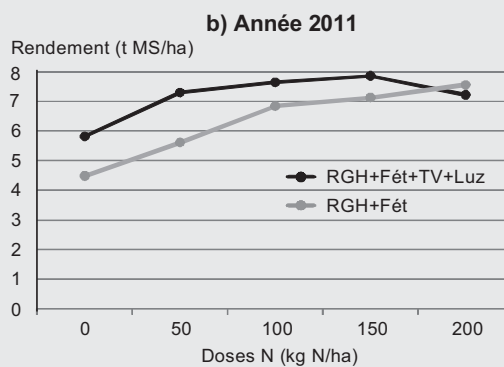
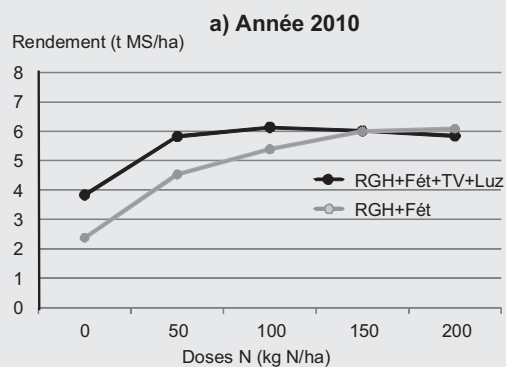


FIGURE 8 : Effet d'une dose croissante d'azote sur la production et la qualité (exprimée en kg MAT/ha) d'une prairie de graminées (au 1^{er} cycle) comparée à une prairie multi-espèces, en 1^{re} année (a et c) et en 2^e année (b et d). (station ARVALIS La Jaillière).

FIGURE 8 : Effect of increasing nitrogen levels on the yields and quality (kg CP/ha) of forage (1st cycle) from a grassland composed of grasses compared to forage from a multi-species pasture, 1st year (a and c) and 2^d year (b and d).

■ 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 × kg MS/ha) permis par la prairie multi-espèces fauchée avec ou sans fertilisation azotée (ray-grass hybride - fétuque élevée - trèfle violet - luzerne) par comparaison à la prairie de graminées pures fauchée et fertilisée (ray-grass hybride - 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 (figures 8a et b) montrent, pour les parcelles n'ayant reçu aucun apport d'azote, un gain de production permis par la présence des légumineuses de 1,5 t MS/ha sur le 1^{er} cycle en 1^{re} année (2010) et 1,3 t MS/ha en 2^e année (2011). 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 production élevés, respectivement 4 et 6 t MS/ha sur les parcelles sans apport d'azote, récoltées les 3 mai 2010 et 27 avril 2011.

Les économies d'azote sont importantes. Pour obtenir la même quantité de MAT produite par hectare avec la prairie multi-espèces non fertilisée (figures 8c et d), il aurait fallu 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 production sont observés sur les prairies multi-espèces fertilisées à faibles doses (50 kg N/ha, figures 8a et b), les modifications observées sur l'équilibre graminées - légumineuses, dès la 2^e année de la prairie (figure 9), 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.

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, leur contribution à la fourniture d'azote à la prairie est suffisante et permet très souvent d'éviter un apport d'engrais azoté.**

■ 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 de prédire plus précisément l'évolution dans le temps de la composition semée.

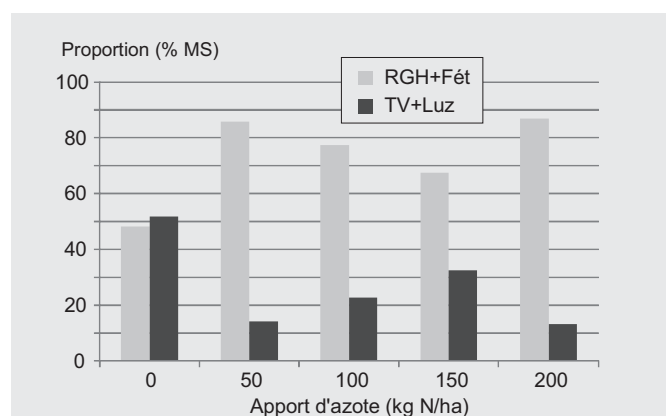


FIGURE 9 : Effet d'une dose croissante d'azote sur les proportions de graminées (RGH et Fét) et de légumineuses (TV et Luz) d'une prairie multi-espèces au 1^{er} cycle (2011 : 2^e année de production, station ARVALIS La Jaillière).

FIGURE 9 : Effect of increasing nitrogen levels on the proportions of grasses (RGH and Fét) and legumes (TV and Luz) in a multi-species pasture (in La Jaillière, 1st cycle, 2011: 2nd year of production, ARVALIS).

■ 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. L'essai multi-espèces de longue durée (8 années) conduit en rythme de défoliation lent sur micro-parcelles à l'INRA de 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 (figure 7) 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** permet ainsi d'assurer une production fourragère précoce et, dans le même temps, d'améliorer la production sur le long terme.

■ Effet sur le salissement

Depuis quelques années, des études montrent que **l'augmentation du nombre d'espèces** (TRACY et al., 2004a ; PICASSO et al., 2008) ainsi que **l'abondance de**

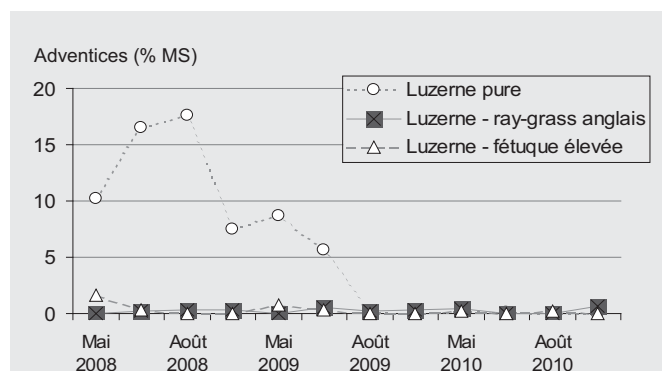


FIGURE 10 : Evolution de la part des adventices dans 3 couverts de luzerne, avec ou sans graminées, exploités pendant 3 années à Lusignan.

FIGURE 10 : Change in the proportion of self-propagating species in 3 alfalfa fields, with and without grasses, farmed for a 3-year period in Lusignan.

chaque espèce (WILSEY et POLLEY, 2002) dans les prairies **limitent le développement des adventices** dans les couverts. Deux mécanismes peuvent expliquer cette relation : i) l'effet de complémentarité des espèces pour l'acquisition des ressources du milieu crée un environnement particulièrement compétitif et défavorable au développement des adventices ; ii) comme pour la production, le « *sampling effect* » (WARDLE, 2001) explique que, dans une prairie complexe, il y a plus de chance d'avoir une espèce adaptée au milieu, productive, limitant 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 10). 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, 2004b ; 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 innovants pour concevoir des prairies multi-espèces

■ Un nouveau guide pour la préconisation des mélanges prairiaux

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 ont 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'espèce et selon son intérêt fourrager.

Grâce à cet outil diffusé 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 dans les futures versions, après avis d'experts.

■ 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 ont 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 leurs choix respectifs pour la campagne de semis à venir.

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.

En termes d'aide au transfert d'innovation, l'efficacité de ces deux outils 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 ou fermes pilotes et dans les tests grandeur nature mis en place par les éleveurs. De nouveaux outils tels que Herbe-book ou encore des guides techniques s'intègrent maintenant dans cette dynamique de transfert rapide 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.

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

Intervention présentée aux Journées de l'A.F.P.F.
 "Concilier productivité et autonomie en valorisant la prairie",
 les 25-26 mars 2014.

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, Versailles, 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", *Europ. J. 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", *J. 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.
- 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., BEIERKUHNEIN C., CALDEIRA M.C., DIEMER M., DIMITRAKOPOULOS P.G., FINN J.A., FREITAS H., GILLER P.S., GOOD J., HARRIS R., HÖGBERG 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", *J. 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 Veg. Sci.*, 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", *Agric., Ecosystems and Env.*, 140, 155-163.
- PELLETIER P., BRANDON G., FOUSSIER T. (2008a) : *Prairies d'associations et multi-espèces pour le pâturage en production bovin viande*. Actes des Journées AFPF, 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 Journées AFPF*, AFPF, Versailles, 184-185.
- PELLETIER P., BRANDON G., FOUSSIER T. (2011) : "Autonomie alimentaire en élevage bovin viande biologique : 10 années d'observations", *Renc. Rech. Ruminants*, 18, 69-72.
- 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 Sci.*, 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. (2007) : *La prairie multi-espèces. Guide pratique du Groupe régional Prairie des Pays de la Loire*, Chambre Régionale Pays de la Loire, 21 p.
- 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", *J. Ecology*, 96, 477-488.
- SURAULT F., VERON R., HUYGHE C. (2008) : "Production fourragère de mélanges prairiaux et d'associations à diversité spécifique initiale variée", *Fourrages*, 194, 161-174.
- SURAULT 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., SANDERSON M.A. (2004a) : "Productivity and stability relationships in mowed communities of varying species composition", *Crop Sci.*, 44, 2180-2186.
- TRACY B.F., SANDERSON M.A. (2004b) : "Forage productivity, species evenness and weed invasion in pasture communities", *Agric., Ecosystems and Env.*, 102, 175-183.
- 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.
- 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.



Association Française pour la Production Fourragère

La revue *Fourrages*

est éditée par l'Association Française pour la Production Fourragère

www.afpf-asso.org



AFPF – Centre Inra – Bât 9 – RD 10 – 78026 Versailles Cedex – France

Tél. : +33.01.30.21.99.59 – Fax : +33.01.30.83.34.49 – Mail : afpf.versailles@gmail.com

Association Française pour la Production Fourragère