

# **La diversité des légumineuses fourragères.**

## **Intérêts et perspectives d'utilisation des légumineuses actuelles, nouvelles ou oubliées**

Patrice Pierre<sup>1</sup>, Pierre Bourdon<sup>2</sup>, Rémy Delagarde<sup>3</sup>, Alain Besnard<sup>4</sup>

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

2 : Semences de France, 21, Zac Carrière Dorée, BP 20008, F-59358 Orchies cedex ; pbourdon@semences-de-france.fr

3 : INRA - UMR1348, Agrocampus Ouest, PEGASE, F-35590 Saint-Gilles ; remy.delagarde@rennes.inra.fr

4 : ARVALIS-Institut du Végétal, Station expérimentale de La Jaillière, F-44370, La Chapelle-Saint-Sauveur ; a.besnard@arvalisinstitutduvegetal.fr

### **Résumé**

Trois espèces dominent aujourd'hui le marché des légumineuses fourragères dans les prairies temporaires françaises : luzerne, trèfle blanc et trèfle violet. Pour autant, la "grande famille" des légumineuses fourragères est riche d'une diversité d'espèces aux multiples aptitudes à l'égard des facteurs du milieu. Cette diversité peut s'avérer pertinente à mobiliser dans les prairies d'association ou multi-espèces. Elle devra s'appuyer sur des espèces (nouvelles ou oubliées) susceptibles d'apporter des fonctions ou des services complémentaires (agronomiques, fourragers, zootechniques) aux légumineuses actuelles. Ces légumineuses aujourd'hui secondaires devront aussi avoir une bonne aptitude à la « vie en société », c'est-à-dire en mélange avec des espèces plus ou moins agressives. Ce levier de la diversité ne pourra se pérenniser qu'au travers d'un marché et d'une demande suscitée par les éleveurs.

## Introduction

Dans un contexte de demande croissante en protéines, de raréfaction des ressources non renouvelables, de nécessité de préserver l'environnement (qualité des eaux, air et sols) et d'instabilité économique, un regain d'intérêt des agriculteurs et des pouvoirs publics s'exprime pour les légumineuses (CAVAILLES, 2009).

Lorsque l'on parle de légumineuses fourragères, on pense le plus souvent à la luzerne, au trèfle violet ou encore au trèfle blanc. Pour autant, il existe d'autres espèces comme les sainfoins, les lotiers, la minette, la coronille que l'on regroupe sous les termes de "légumineuses secondaires" ou encore de "petites légumineuses". L'utilisation de ces espèces dans les prairies temporaires est aujourd'hui le plus souvent réservée à des mélanges multi-espèces dans lesquels la recherche de diversité dans les composants du mélange est présentée comme un atout permettant de renforcer les potentialités agronomiques et zootechniques de ces mélanges. La "grande famille" des légumineuses est riche d'une diversité importante tant du point de vue de l'adaptation des espèces à des contextes pédoclimatiques diversifiés que de leurs utilisations potentielles dans les systèmes fourragers. La présente communication a pour objectif de faire une analyse critique de la diversité des légumineuses fourragères actuellement utilisées (et potentielles) dans les prairies temporaires françaises.

Une analyse historique de l'évolution de la diversité des légumineuses utilisées dans les prairies temporaires sera proposée en précisant les déterminants qui, au fil des différentes époques fourragères, ont contribué à faire régresser la diversité spécifique des légumineuses. Les prairies permanentes françaises constituent un réservoir potentiel de diversité sur lequel il pourrait être intéressant de s'appuyer en valorisant par exemple des espèces susceptibles de résister à des contraintes importantes de milieux. Ensuite, nous proposerons une analyse des services que cette diversité dans les prairies temporaires pourrait rendre au niveau des « intrants » ; nous l'illustrerons au travers de différentes utilisations développées dans des contextes différents. La recherche d'une plus grande diversité d'espèces de légumineuses dans les prairies temporaires nécessitera également de lever un certain nombre de freins techniques et économiques au développement de nouvelles espèces.

## 1. Diversité des légumineuses fourragères : de quoi parle-t-on ?

Les légumineuses fourragères sont des plantes de type dicotylédone appartenant à la famille botanique des Fabacées. Elles représentent la troisième famille botanique par leur nombre d'espèces (18 000 référencées) devant les Composées et les Astéracées. La plupart des légumineuses cultivées appartiennent aux sous familles des *Faboideae* ou *Papilionoideae* et, de façon plus précise, aux tribus des *Fabeae*, des *Phaseolae* et des *Trifolieae*. En France, on connaît environ 376 espèces de légumineuses naturelles ou subsponsanées (y compris les légumineuses cultivées en grandes parcelles). C'est environ, et seulement, 2 % de la flore mondiale de légumineuses (SCHNEIDER et HUYGHE, 2015).

Les légumineuses recouvrent une multitude d'espèces aux comportements différents que l'on peut distinguer au travers de plusieurs critères (Tableau 1):

- l'adaptation à des facteurs pédoclimatiques diversifiés, depuis les espèces des milieux humides jusqu'aux légumineuses des coteaux séchants ;
- la durée de vie de l'espèce et la succession des différentes étapes de son développement, distinguant ainsi les espèces annuelles des espèces pérennes ;
- le degré d'artificialisation de leur production, depuis les espèces spontanées jusqu'aux mélanges cultivés, en sec ou en irrigué.

Sur le territoire national, ce sont principalement trois légumineuses fourragères (la luzerne - *Medicago sativa* -, le trèfle blanc - *Trifolium repens* - et le trèfle violet - *Trifolium pratense* -) qui sont utilisées. De nombreuses autres espèces sont cultivées mais sur des surfaces moindres (comme le lotier - *Lotus corniculatus* -, d'autres trèfles - *Trifolium sp.* -, le sainfoin - *Onobrychis viciifolia* -, la coronille - *Coronilla varia* - et les mélilots - *Melilotus sp.* -).

Les espèces dominantes ont été choisies dans les années 1960 pour leur aptitude à la production de biomasse dans nos conditions pédoclimatiques et d'exploitation. Le secteur semencier et la

création variétale se sont focalisés sur ces principales espèces en délaissant les autres pour lesquelles le catalogue variétal français est réduit (JULIER et HUYGHE, 2010).

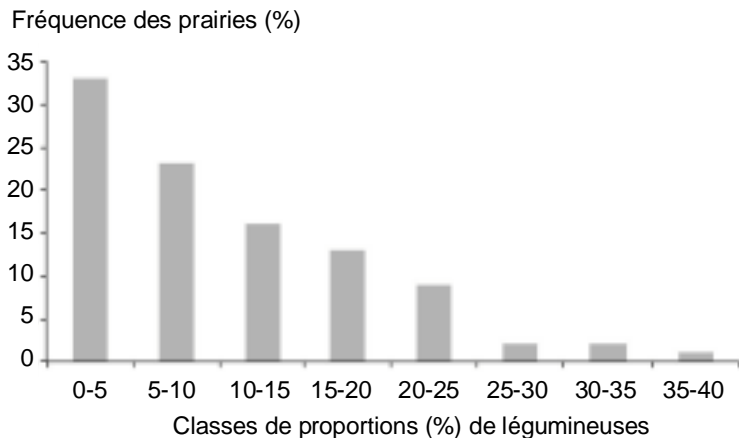
**TABLEAU 1 – Présentation schématique de la diversité des légumineuses fourragères au travers de quelques exemples d'espèces** (adapté de BELLON, 1993).

	Légumineuses spontanées		Légumineuses cultivées	
	Herbacées	Ligneuses	Culture pure ou association	Multi-espèces
<b>Annuelles</b>	Trèfle douteux Luzerne tachetée Trèfle souterrain		Trèfle incarnat Trèfle de perse	
<b>Pluriannuelles à pérennes</b>	Trèfle des prés Trèfle porte-fraise	Bugrane rampante Genêts, Ajoncs Robiniers, Acacias	Luzerne, Trèfle violet	Trèfle blanc, Trèfle hybride, Lotier corniculé

## 2. Prairies permanentes et légumineuses : un réservoir de diversité pour une utilisation dans des milieux contrastés

Si les prairies permanentes sont dominées par les graminées, les légumineuses y sont presque toujours représentées et constituent la deuxième famille botanique constitutive du fonds prairial des prairies permanentes après les graminées.

L'analyse floristique d'un échantillon de 380 prairies permanentes françaises a montré que, dans la très grande majorité des prairies permanentes de plaine et de montagne, la proportion de légumineuses excède rarement 25 % du rendement au printemps (SCHNEIDER et HUYGHE, 2015) et est majoritairement inférieure à 10 % (Figure 1).



**FIGURE 1 – Fréquence des prairies permanentes selon la proportion de légumineuses qu'elles renferment** sur la base d'un échantillon de 380 prairies permanentes françaises (typologie issue de l'étude Casdar prairies permanentes (LAUNAY *et al.*, 2011).

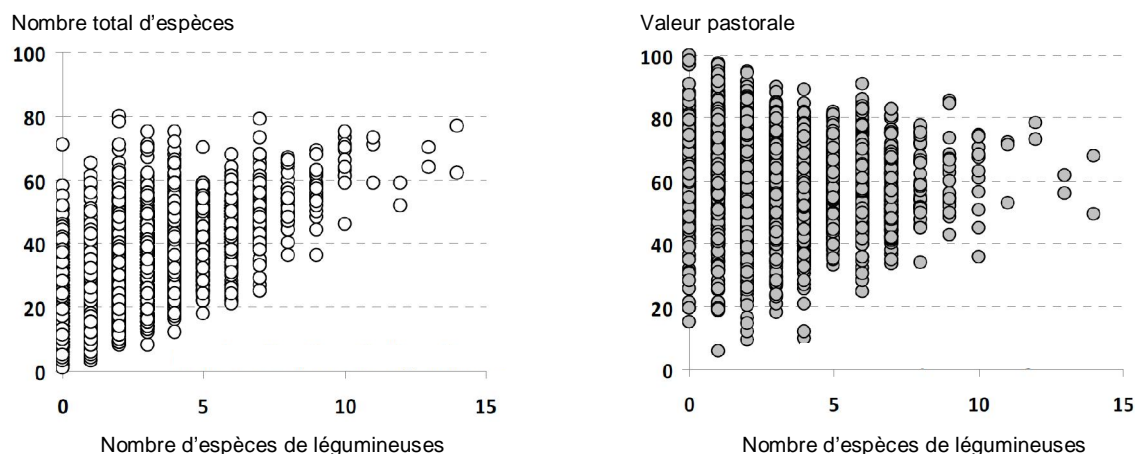
Si la contribution au rendement des légumineuses spontanées présentes dans les prairies permanentes s'avère modérée, la diversité et la nature des espèces rencontrées sont à l'inverse beaucoup plus importants.

L'analyse de 4 330 relevés floristiques récents de prairies permanentes (plaine et montagne) extraits de la base e-Flora-Sys (PLANTUREUX et AMIAUD, 2010) montre que des légumineuses sont présentes dans plus de 80 % des cas.

Une soixantaine d'espèce sont recensées dont une douzaine seulement sont observées dans plus de 5 % des relevés. *Trifolium repens* L. est l'espèce la plus fréquente (70 % des relevés) suivi de *Trifolium pratense* L. (45 % des relevés) et de *Lotus corniculatus* s.l. (dans 22 % de relevés). Les deux trèfles sont bien adaptés à des niveaux d'intensification importants en situation de pâturage et de fauche pour le trèfle blanc ou de faible pression de pâturage pour le trèfle violet. Les autres légumineuses comme les lotiers, vesces, gesses, assez fréquentes dans des prairies peu intensives, régressent très rapidement lorsque le niveau de fertilité du milieu s'accroît.

La Figure 2 illustre les liens entre le nombre d'espèces de légumineuses et la richesse spécifique des prairies ou leur valeur pastorale. La diversité d'espèces de légumineuses s'accompagne d'une diversité d'espèces globale (l'inverse étant moins vrai), tandis que les valeurs pastorales maximales sont observées lorsque le nombre d'espèces de légumineuses reste limité (de 0 à 6). En considérant la diversité des légumineuses présentes, l'abondance peut atteindre 5 à 20 % de la biomasse présente.

**FIGURE 2 – Liens entre le nombre d'espèces de légumineuses et la richesse spécifique des prairies ou leur valeur pastorale**, établis à partir de la base de données e-FLORA-sys (PLANTUREUX, 2010).



Dans les prairies permanentes, la nature des légumineuses rencontrées et leur abondance dans le couvert est sous l'influence de l'interaction entre les pratiques et les conditions de milieu. L'équilibre qui en résulte entre les espèces de légumineuses donne une physionomie au couvert prairial variable au cours d'une saison, d'une année et entre les années. Au sein d'un faciès de végétation, le niveau de diversité et en particulier le nombre d'espèces seront fonction de deux facteurs (ORTH et BALAY, 2010) :

- le niveau de contrainte imposé par le milieu. En milieux très humides ou très secs, très acides ou très peu fertiles, la végétation se diversifie au profit d'espèces adaptées à ces conditions pédoclimatiques. C'est le cas du trèfle souterrain dans les prairies de coteaux ou encore du lotier corniculé dans les prairies de faible fertilité ;

- l'hétérogénéité spatiale du milieu, qui aura pour effet l'apparition de taches au sein de la végétation ; la végétation prend l'aspect d'une mosaïque. Ces mosaïques peuvent aussi être liées à la biologie des espèces. C'est le cas de la luzerne tachetée qui se développe en taches à l'intérieur du couvert à la faveur de sa grenaison spontanée.

Les pratiques regroupent un ensemble d'actions liées à la valorisation du couvert prairial (pâturage, chargement, dates d'exploitation, alternance des modes d'exploitation...) et à son entretien (fertilisation azotée, intervention mécanique, fauche des refus). Elles modifient les équilibres entre les légumineuses et les graminées en jouant sur plusieurs niveaux (ORTH et BALAY, 2010) :

- la reproduction des espèces : les fauches tardives permettent la grenaison des espèces précoces. La colonisation de certaines prairies de fauche par le trèfle douteux en est une bonne illustration ;

- la prédominance de certaines espèces : certaines pratiques conduisent à accentuer les avantages compétitifs d'espèces particulières (CARRERE *et al.*, 2002).

Les relations entre fertilisation et diversité floristique ont été assez bien décrites. La compétition, qui s'établit dès que la fertilisation azotée est plus intensive, tend à favoriser les espèces les plus agressives. Des résultats déjà anciens (LECOMTE, 1982 ; VIVIER, 1971) montrent qu'une fertilisation azotée croissante fait évoluer la composition floristique en quelques années. La proportion de bonnes et moyennes graminées augmente nettement, tandis que la part des graminées médiocres, des légumineuses et des plantes diverses diminue. Dans le même temps, la production des prairies augmente de 30 à 40 %.

### 3. La diversité des légumineuses cultivées au fil des époques fourragères

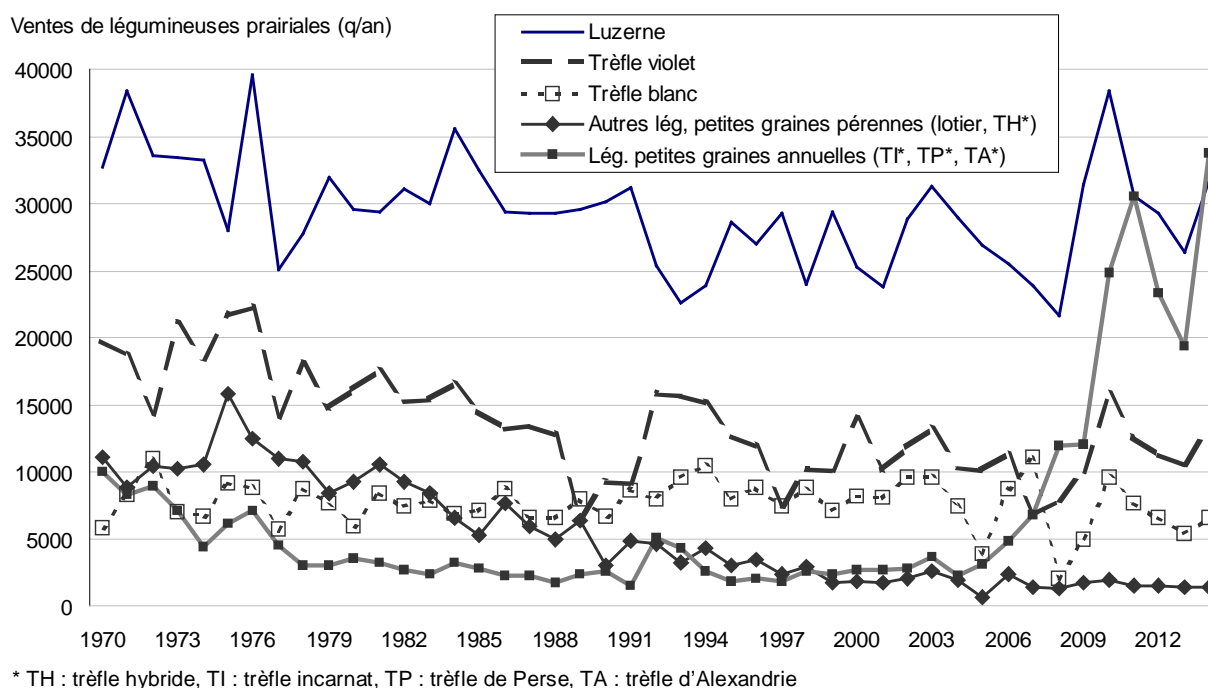
Durant la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle, l'alimentation des animaux provenait principalement des prairies permanentes naturelles pâturées ou exploitées en foin. Dans ce cadre, de nombreuses espèces de légumineuses spontanées étaient présentes dans le milieu : trèfles, lotiers, minette, vulnéraire, sainfoin... Ces populations naturelles étaient très bien adaptées aux conditions pédoclimatiques de chaque région.

Après la seconde guerre mondiale, avec le développement de la fertilisation et de la mécanisation, le concept de culture fourragère se développe. Le semis de prairies pour la fauche ou le pâturage se répand : la place des légumineuses dans les systèmes se trouve renforcée. Luzerne et trèfle violet sont notamment exploités en fauche pour la réalisation des stocks de fourrages en hiver.

Pour ces espèces, il s'agit surtout de populations locales de pays : luzerne flamande, du Poitou, luzerne de marais, de Provence, ou trèfle violet flamand, Mattenkleee...

A partir des années 1960, la modernisation des élevages, l'intensification et l'augmentation de la taille des troupeaux exigent une meilleure productivité des prairies, la dénomination de prairies artificielles fait son apparition. Le paysage fourrager se modifie profondément dans les années 1970 avec l'apparition d'une nouvelle technique de conservation, l'ensilage, et l'essor du maïs fourrage. Les légumineuses pérennes, qui représentent environ 30 % des ventes de semences fourragères en France, sont difficiles à ensiler et voient leur usage fortement concurrencé par les ensilages de ray-grass d'Italie et de maïs. La luzerne conserve sa place dans les systèmes fourragers par le biais d'un nouveau mode de conservation : la déshydratation. L'utilisation du trèfle blanc perdure en association avec le ray-grass anglais dans les prairies pâturées. En revanche, l'utilisation des autres légumineuses (lotier, sainfoin...) diminue significativement (Figure 3).

FIGURE 3 – Evolution des ventes de légumineuses en France depuis 1970 (source Gnis, 2015).



Durant cette période (1960-1970), les programmes de sélection portant sur les légumineuses fourragères apparaissent et s'intensifient. La recherche, réalisée par des instituts publics (INRA, RvP, Agroscope...) ou des entreprises semencières, porte principalement sur trois espèces : luzerne, trèfle violet et trèfle blanc.

Ces programmes aboutissent à la création de variétés plus performantes remplaçant les populations de pays utilisées précédemment. Les principaux progrès réalisés grâce à la sélection sont l'amélioration de la productivité fourragère, la résistance aux maladies (anthracnose et verticillium sur luzerne, sclérotinia et oïdium sur trèfle), la résistance aux parasites (nématodes des tiges sur luzerne et trèfle violet) et la pérennité.

Il reste néanmoins des verrous techniques qu'il faudrait surmonter pour le développement de ces espèces : leur aptitude à la conservation par voie humide comme l'ensilage, les risques de météorisation et la production grainière. Parallèlement, l'amélioration des techniques de production des semences de légumineuses et de l'outil industriel pour le triage des semences devrait permettre de fournir à l'utilisateur des semences certifiées de qualité.

**A partir des années 2000** apparaissent de nouvelles contraintes, économiques (augmentation des coûts de production, baisse des cours, recherche de l'autonomie en protéine), environnementales, politiques (PAC) et structurelles (augmentation de la taille des élevages). Dans ce contexte, l'intérêt des légumineuses pour l'alimentation animale et en interculture ressurgit. Cela se traduit par :

- l'augmentation de la part des légumineuses dans les mélanges prairiaux, qui passe de 11 % sur la campagne 2004/2005 à 30 % sur la campagne 2014/2015 (source GNIS, 2015), facilitée par la loi de 2004 autorisant la commercialisation de mélanges de semences pour prairies ;

- le développement des productions fourragères annuelles, notamment les méteils (mélange céréales - vesces - pois) ainsi que la redécouverte et le développement de légumineuses annuelles "oubliées" utilisées dans les mélanges fourragers de courte durée ou en interculture comme par exemple le trèfle incarnat. En Europe, en dehors des principales espèces de légumineuses fourragères utilisées (luzerne, trèfle violet, trèfle blanc), il existe aussi une grande diversité d'espèces qui peuvent présenter un intérêt pour les besoins de l'élevage de demain : luzernes annuelles, trèfle de Micheli, Sulla, trèfle raboteux, trèfle souterrain...

Un état des espèces de légumineuses inscrites au catalogue européen en 2013 est présenté dans le Tableau 2. Ces espèces sont pour la grande majorité des espèces à petites graines (poids de 1 000 graines, PMG < 50 g) en dehors de *Vicia sativa*. Elles ont des origines eurasiatiques de climat méditerranéen ou tempéré. Le caractère annuel ou pluriannuel des espèces a des conséquences sur leur positionnement dans les systèmes fourragers ou de cultures. Le nombre de variétés inscrites donne une indication sur la dynamique de la création variétale et du marché de ces différentes espèces en Europe.

**TABLEAU 2 – Diversité des légumineuses inscrites au catalogue européen en 2013** (d'après SCHNEIDER et HUYGHE, 2015).

Nom français	Nom latin	Pérennité	Nombre variétés UE
Luzerne	<i>Medicago sativa et M. x varia</i>	Pérenne	391
Trèfle violet	<i>Trifolium pratense</i>	Pérenne	215
Trèfle blanc	<i>Trifolium repens</i>	Pérenne	139
Vesce commune	<i>Vicia sativa</i>	Annuelle	137
Trèfle d'Alexandrie	<i>Trifolium alexandrinum</i>	Annuelle	36
Trèfle incarnat	<i>Trifolium incarnatum</i>	Annuelle	36
Lotier corniculé	<i>Lotus corniculatus</i>	Pérenne	30
Sainfoin	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Pérenne	28
Vesce velue	<i>Vicia villosa</i>	Annuelle	27
Trèfle de perse	<i>Trifolium resupinatum</i>	Annuelle	25
Trèfle hybride	<i>Trifolium hybridum</i>	Pérenne	18
Sainfoin d'Espagne	<i>hedysarum cornarium</i>	Pérenne	8
Luzerne lupuline	<i>Medicago lupulina</i>	Annuelle	4
	<i>Medicago x varia</i>	Pérenne	4
Vesce de Hongrie	<i>Vicia pannonica</i>	Annuelle	3
Fénu grec	<i>Trigonella foenum-gyaecum</i>	Annuelle	2
Galega d'Orient	<i>Galega orientalis</i>	Pérenne	1

## 4. Choix des légumineuses selon les usages

Les légumineuses fourragères et prairiales sélectionnées par les semenciers recouvrent une gamme diversifiée permettant d'adapter le choix des espèces aux objectifs agronomiques et zootechniques recherchés par l'éleveur. A l'implantation du couvert, la démarche de choix repose sur un certain nombre de questions auxquelles l'éleveur ou le conseiller doit répondre afin de cibler une ou plusieurs espèces de légumineuses. Cette démarche de choix repose sur les 4 points suivants (Tableau 3) :

- **la pérennité** du couvert envisagé et la place qu'il occupera dans la rotation et dans le système fourrager. Les espèces à installation rapide sont en général peu pérennes et conviennent assez bien à des rotations de courte durée (de 6 mois à 2 ou 3 ans). A l'inverse, les espèces à installation plus lente seront à privilégier dans des prairies de plus longue durée ;

- les **exigences des espèces à l'égard des conditions du milieu**. Elles conditionnent la mise en place des espèces, leur capacité de croissance et de fixation de l'azote dans des conditions de milieu potentiellement limitantes. La tolérance à l'acidité, la capacité à supporter des conditions d'hydromorphie ou de sécheresse sont des facteurs qui discrimineront le choix des espèces à intégrer dans le mélange ;

- **l'adaptation des espèces au mode d'exploitation** dominant envisagé. Les légumineuses à stratégie de colonisation de l'espace plutôt verticale (luzerne, trèfle violet, sainfoin, lotier) sont des espèces plutôt adaptées à la fauche. A l'inverse, les espèces à stratégie de colonisation plutôt horizontale (espèce à stolons rampants) seront plus adaptées au pâturage ;

- **le comportement des espèces en situation de mélange** est également un facteur à prendre en compte dans le choix et la densité de l'espèce à l'implantation. Certaines espèces comme le trèfle violet ou la luzerne peuvent présenter des niveaux d'agressivité importants qui en font des espèces peu sociables dans des prairies multi-espèces.

**TABLEAU 3 – Caractéristiques des principales légumineuses sélectionnées** (d'après SCHNEIDER et HUYGHE, 2015).

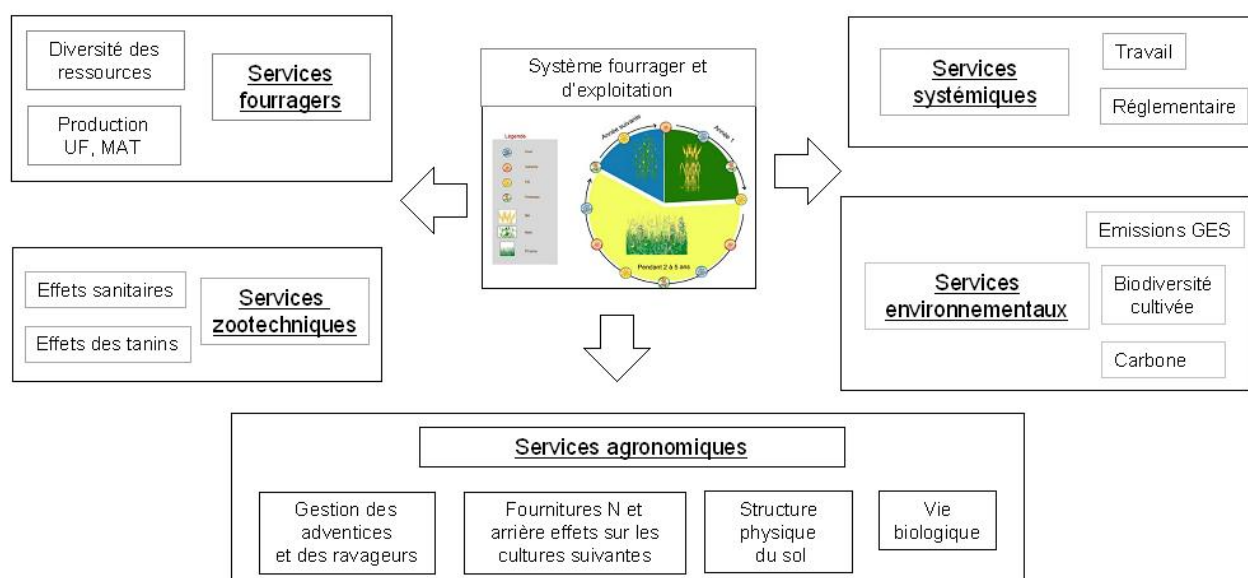
	Pérennité	Vitesse d'installation	Sol			Climat (T°)		Production			Adaptation		Comportement		
			Humide	Séchant	acide	Froid	Fortes	Printemps	Eté	Automne	Pâturage	Fauche	Agressivité	Productivité	Météorisante
Trèfle incarnat	6 à 8 mois														
Trèfle de Michéli	6 à 8 mois														
Trèfle de perse	6 à 8 mois														
Trèfle d'alexandrie	6 à 8 mois														
Minette	1 à 4 ans														
Trèfle violet	2 à 3 ans														
Lotier comiculé	2 à 3 ans														
Sainfoin	2 à 3 ans														
Trèfle hybride	2 à 4 ans														
Luzerne	3 à 4 ans														
Trèfle blanc	> 5 ans														

Très bien   
  Bien   
  Moyen   
  Mauvais

## 5. Diversifier les légumineuses cultivées pour plus de services rendus dans les prairies temporaires et le système fourrager

Une des principales caractéristiques des légumineuses fourragères réside dans leur capacité à former un partenariat (association symbiotique) avec une classe de bactéries (*Rhizobium sp.*) capables de fixer l'azote atmosphérique inerte (N<sub>2</sub>) pour le transformer en azote biologiquement utile. Cet azote est ensuite mis à la disposition du reste de l'écosystème par une diversité de circuits de recyclage : rhizodéposition, décomposition des organes végétaux morts, recyclage par les déjections des animaux (pâturage ou épandage) (VERTES *et al.*, 2010). Cette caractéristique essentielle permet d'apporter une **diversité de services à l'échelle de la rotation et plus largement du système fourrager** (Figure 4).

**FIGURE 4 – Schématisation des services rendus par les légumineuses à l'échelle du système fourrager et de l'exploitation.**



Des points d'amélioration dans ces services rendus à l'échelle du système peuvent être proposés en intégrant une meilleure prise en compte de la diversité spécifique et variétale permise par les légumineuses fourragères. Nous centrerons notre analyse autour de trois groupes de services : agronomiques, fourragers et zootechniques.

### – Services agronomiques

Les légumineuses utilisées en culture pure ou en association jouent un rôle majeur dans le fonctionnement du système en lien avec les services agronomiques qu'elles sont capables d'apporter au sein du couvert et à l'échelle de la rotation :

- **Structure du sol** : Le système racinaire souvent très développé des légumineuses favorise la structure du sol. Certaines espèces, comme la luzerne, développent un puissant un pivot qui permet d'avoir une action en profondeur favorisant ainsi l'infiltration de l'eau et l'alimentation en eau des plantes.

- **Fourniture d'azote** : La fixation de l'azote par les légumineuses leur confère un rôle majeur dans la rotation. Les nodosités présentes au niveau du système racinaire captent l'azote atmosphérique qui est directement valorisé par les espèces végétales présentes. Au cours de l'année, en culture associée, on estime qu'une légumineuse pérenne est capable de fixer entre 100 et 300 kg d'azote par ha et par an et d'en fournir de l'ordre de 40 à 50 kg aux graminées associées (LEDGARD et STEELE, 1992 ; LOUARN *et al.*, 2010 et 2015). Cet azote est également libéré et mis à disposition des cultures suivantes. Le supplément de fourniture d'azote dû à la minéralisation des résidus de légumineuses est important. Pour la luzerne en pure, par exemple, il peut atteindre entre 100 et 160 kg N/ha sur les 18 premiers mois avec plus de 50 % de l'azote libéré dès la première année.

- **Limitation du salissement** : En association avec des graminées comme le dactyle, les fétuques ou encore le ray-grass anglais, les légumineuses exercent une concurrence vis-à-vis des adventices grâce à un recouvrement important du sol. On peut aussi les utiliser en regarnissage des prairies ou en interculture (tournesol, colza, orge de printemps).

### – Un moteur azoté sensible aux aléas

La proportion de légumineuses dans les prairies, en particulier semées, varie généralement avec le temps, au cours de l'année sous l'effet des conditions de températures et d'alimentation en eau (avec un développement maximal du trèfle en fin de printemps - été) et entre les années sous l'effet de nombreux facteurs : climatiques, liés à la gestion (par exemple déclin de la légumineuse après



piétinement des animaux et compaction de sols peu portants) et à la disponibilité en azote du sol. Cette situation complexifie la conduite de la parcelle avec à la clé des impacts sur le potentiel de production du couvert et la qualité de la végétation (VERTES *et al.*, 2010).

Plusieurs leviers pourraient s'avérer intéressants pour régulariser le fonctionnement du moteur azoté de la prairie dans des milieux plus contrastés ou encore sous l'effet de l'évolution du couvert et du vieillissement de la prairie :

- En sélectionnant des variétés de légumineuses plus robustes à l'égard de certains facteurs de stress comme l'hydromorphie ou le stress hydrique. Le souhait de disposer de variétés moins sensibles à l'engorgement est souvent avancé par les éleveurs chez la luzerne.

- Des aptitudes différenciées des variétés pourraient ainsi être intéressantes à valoriser dans le cas de mélanges multi-espèces dans lesquels on rechercherait une plus grande diversité variétale. Les travaux menés à l'INRA de Lusignan confirment l'intérêt de cette stratégie dans la recherche d'un meilleur équilibre dans le temps des différents constituants du mélange et d'une plus grande robustesse à l'égard d'un aléa. Cette étape nécessitera un travail parallèle sur le comportement en situation de mélange des espèces et variétés sélectionnées pour des utilisations en mélange.

## – Services fourragers

Les légumineuses présentent de multiples avantages sur le plan fourrager. Parmi ceux-ci, on peut faire référence à la capacité du trèfle blanc à avoir une pousse relativement stable dans le temps, en particulier lors de la période estivale, en conditions arrosées. En revanche, le trèfle blanc démarre plus tard en végétation en lien avec son besoin de chaleur et de lumière dans la phase de démarrage. Ainsi, il faut une température minimale de 9°C pour que le trèfle blanc se développe. Sa production reste inférieure au printemps à celle des graminées mais, en été, en conditions favorables, elle est supérieure.

Dans les situations pâturées, la recherche d'espèces présentant un démarrage plus précoce de la végétation au début du printemps peut être un levier à mobiliser. Dans les prairies de coteaux ou très sèches, des légumineuses annuelles sont en capacité de faire leur cycle très précocement avant l'arrivée de la période sèche. Leur grenaison spontanée permet un ressemis naturel dans le couvert comme dans le cas du trèfle souterrain.

Du côté de la valeur fourragère, les légumineuses présentent généralement une bonne digestibilité sur l'ensemble du cycle en lien avec l'importance des feuilles par rapport aux tiges. Les feuilles sont toujours plus digestibles que les tiges car peu lignifiées, riches en matières azotées et en matières minérales. Les légumineuses fournissent donc des fourrages riches en azote et dont les valeurs sont relativement stables dans le temps. De plus, elles sont très bien consommées par les animaux.

Les problèmes rencontrés ne se situent pas tant du côté de la valeur fourragère que dans la difficulté de les récolter, par voies humide ou sèche. Dans le cas de la luzerne, la perte des feuilles au moment de la récolte en foin est souvent présentée par les éleveurs comme un facteur limitant son développement dans l'exploitation. La recherche de variétés permettant une meilleure persistance du feuillage dans les différentes phases de la récolte (à la fauche, au fanage ou pressage) serait pertinente à creuser au travers de deux leviers :

- le développement de variétés plus robustes à l'égard de modes de récolte agressifs sur le feuillage des légumineuses ;

- l'utilisation de plantes partenaires de la légumineuse, ciblées au regard de leur capacité à limiter mécaniquement la perte de feuilles dans la phase finale du séchage sans compromettre la contribution de la légumineuse au sein du mélange.

## – Services zootechniques

En lien avec leur capacité à fixer l'azote de l'air, les légumineuses présentent des concentrations élevées en protéines foliaires hautement solubles. Après ingestion par l'animal, ces protéines fourragères sont rapidement métabolisées par la flore du rumen et ceci peut conduire à une valorisation assez médiocre des protéines (valeurs PDI faibles et des rejets nuisibles pour l'environnement ; HUYGHE et TABEL, 2009).

Certaines espèces de légumineuses contiennent des composés secondaires (les tanins) qui, selon leur nature et leur concentration, peuvent apporter des services zootechniques intéressants. Relativement abondants dans des **légumineuses fourragères comme le sainfoin et le lotier corniculé**, les tanins présentent des propriétés antiparasitaires intéressantes. De plus, en se complexant aux protéines, les tanins diminuent la dégradation et la solubilité de ces dernières, permettant ainsi un flux d'azote non ammoniacal plus important au niveau de l'intestin grêle et une meilleure efficacité de l'azote alimentaire (MIN et al., 2000).

A une échelle expérimentale, le mélange de lotier avec de la luzerne ou du trèfle permettait de réduire sensiblement la dégradabilité globale des protéines (JULIER *et al.*, 2003). La dégradabilité des protéines du mélange est inférieure à la moyenne des dégradabilités des deux fourrages initiaux. Cela signifie que les tanins du lotier ont pour partie réduit la dégradation des protéines de la luzerne ou du trèfle. Enfin, d'autres travaux ont montré que la polyphénol oxydase, abondante par exemple dans le trèfle violet, réduisait également, mais de façon indirecte, la protéolyse dans le rumen (MERRY *et al.*, 2006).

Ces résultats permettent d'envisager pratiquement l'introduction d'espèces riches en tanins dans deux types de configuration (JULIER *et al.*, 2003) :

- des mélanges de légumineuses comme par exemple les associations luzerne - lotier, luzerne - sainfoin ou encore luzerne - coronille ;
- des compositions multi-espèces en diversifiant les légumineuses autour de plusieurs espèces apportant cette fonction complémentaire dans le mélange.

L'utilisation des espèces riches en tanins nécessite le développement de variétés plus agressives susceptibles de mieux s'adapter à des milieux contrastés et présentant une plus grande aptitude à la vie en mélange. Toute la difficulté est de maintenir les différentes espèces au cours des cycles de coupes - repousses pendant plusieurs années (JULIER et HUYGHE, 2010).

## **6. Regards prospectifs sur quelques stratégies d'utilisation de légumineuses "nouvelles ou oubliées"**

Cette partie s'attachera à décrire deux exemples illustrant la valorisation de légumineuses nouvelles ou oubliées dans les prairies d'association ou multi-espèces. Ces deux situations ont été choisies en lien avec les fonctions ou services complémentaires que ces espèces peuvent contribuer à apporter aux prairies temporaires : le trèfle souterrain pour sa précocité et le trèfle du Caucase pour sa grande pérennité.

### **– Un exemple de légumineuse annuelle à ressemis spontané : le trèfle souterrain**

Le trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum*) est une légumineuse annuelle, dont le cycle de vie est centré sur la fin d'hiver. Les botanistes distinguent trois sous-espèces (KATZNELSON, 1974 ; ZOHARY et HELLER, 1984) :

- *Trifolium subterraneum* L., inféodé aux sols acides et légers, à calice couvert et pédoncule fructifère court et vigoureux ;
- *Trifolium brachycalycinum* K. et M. qui se rencontre dans des sols plus lourds et plus alcalins, à calice non couvert et pédoncule fructifère long et mince ;
- *Trifolium yannanicum* K. et M. résistant à l'hydromorphie du sol.

Il germe normalement en automne et fleurit assez tôt au printemps (mars-mai), pour fructifier et mourir en début d'été (juin). Une de ses spécificités est que les gousses, après fécondation, ont un géotropisme positif, les graines s'enterrant d'elles-mêmes, entre les mois d'avril et de juin selon la précocité des variétés. Cela lui confère la propriété de constituer chaque année une banque de graines dans le sol (jusqu'à plusieurs centaines de kg/ha), non consommées et non consommables par les animaux au pâturage, qui lui permet de se "pérenniser". Les graines germent à l'automne suivant après la levée de dormance estivale suite aux alternances de températures (MASSON *et al.*, 1993).

Bien qu'originaires du bassin méditerranéen et des côtes atlantiques d'Europe et d'Afrique du Nord (MORLEY et KATZNELSON, 1965), le trèfle souterrain est surtout cultivé en Australie où il occupe plus de 10 millions d'hectares. L'introduction du trèfle souterrain se serait faite vers 1830 par contamination de semences importées du Royaume-Uni et d'autres pays d'Europe (GLADESTONE et SCOLLINS, 1983). Les variétés sélectionnées depuis longtemps en Australie sont très productives : jusqu'à 4 - 6 t MS/ha entre janvier et juin dans des conditions méditerranéennes françaises (DELAGARDE et GINTZBURGER, 1993). Sa valeur alimentaire est excellente, équivalente à celle du trèfle blanc (DELAGARDE, 1991).

Dans les systèmes d'élevage, le trèfle souterrain peut trouver sa place dans plusieurs situations :

- en climat très chaud et sec l'été, où la pérennité des plantes pérennes semées peut être compromise certains étés. Le trèfle souterrain permet alors une production importante de légumineuses de qualité sans craindre la mortalité estivale des légumineuses pérennes ;

- dans les prairies semées de longue durée, en complément des légumineuses pérennes, pour assurer une production de légumineuses en hiver et début de printemps (là où les pérennes sont encore peu productives) ;

- en enherbement (effet couverture et anti-érosion) dans des systèmes arboricoles ou viticoles, permettant un pâturage de petits ruminants en hiver et au printemps, sans risque de concurrence pour l'eau en période estivale (mort du trèfle souterrain) ;

- dans des systèmes agro-écologiques non encore développés en France, en alternance un an sur deux avec des cultures de céréales (*ley-farming system* sur des millions d'hectares en Australie). La dormance de certaines variétés de trèfle souterrain lui permet de passer un an complet dans le sol, et de ne lever qu'un an sur deux, entre deux cultures de céréales à paille. Ainsi, la céréale ne nécessite pas de fertilisation azotée, et le trèfle n'est jamais ressemé (levée de dormance naturelle). Le trèfle souterrain est pâturé par des troupeaux de ruminants au début du printemps.

### - Un exemple de légumineuse pour des pâturages permanents : le trèfle du Caucase

Le trèfle du Caucase encore appelé trèfle de Kura (*Trifolium ambiguum* M.B.) est une légumineuse fourragère de haute qualité nutritive destinée à un usage au pâturage. Cette plante originaire du Caucase est remarquable pour sa rusticité et sa persistance. Son adaptation à nos prairies temporaires pourrait constituer un levier pour les prairies temporaires de longue durée dans lesquelles la proportion de trèfle blanc a parfois des difficultés à se maintenir avec le vieillissement du couvert (LABERGE et SEGUIN., 2005).

Le trèfle Kura se retrouve à l'état naturel dans le Caucase et la partie orientale de l'Europe de l'Est. Dans ces régions, les troupeaux le consomment depuis des millénaires mais il ne fut jamais domestiqué. La plante fut introduite et étudiée pour son potentiel agricole en 1911 aux États-Unis et par la suite au Canada, en Angleterre, en Nouvelle-Zélande, en Australie et dans l'ancienne Tchécoslovaquie (TAYLOR et SMITH 1998). Le trèfle Kura fut d'abord utilisé sur des fermes apicoles américaines. Depuis la découverte de souches de rhizobium compatibles avec la plante dans les années 1960 (HELY, 1963), l'intérêt pour le trèfle Kura est motivé par sa capacité à devenir une composante pérenne des pâturages pour bovins et ovins.

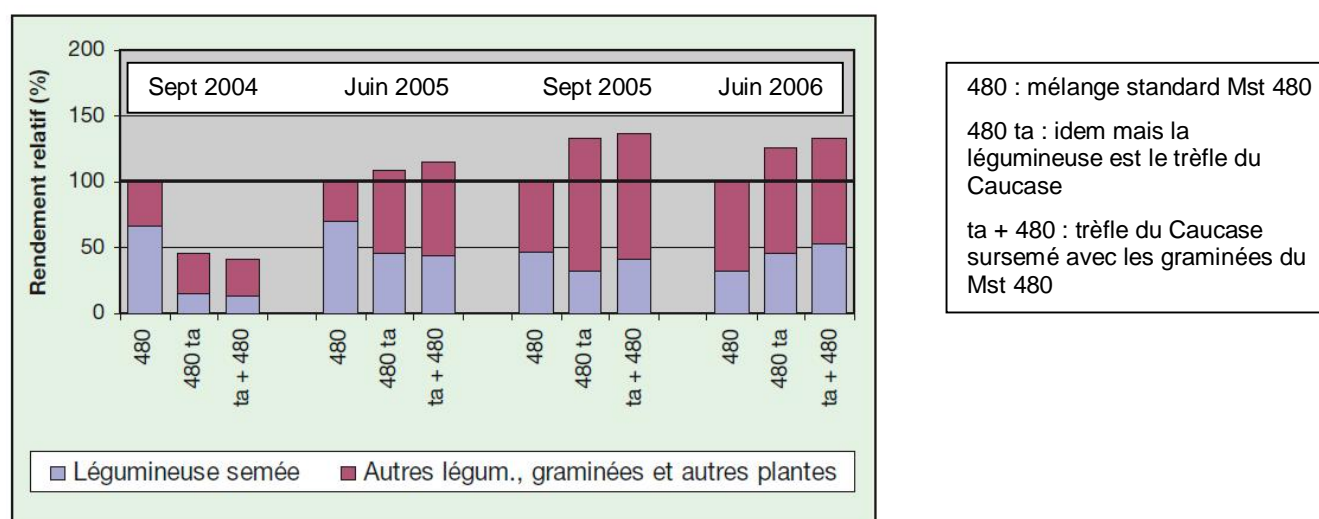
On retrouve des formes diploïdes, tétraploïdes et hexaploïdes au sein de l'espèce : la polyploidie est un phénomène rare chez les espèces du genre *Trifolium* (KANENBERG *et al.*, 1982). Avec des feuilles plus grandes et un contenu cellulaire plus volumineux, les formes hexaploïdes sont les plus avantageuses pour l'utilisation au pâturage (TAYLOR *et al.*, 1998).

Le trèfle du Caucase développe un système imposant de rhizomes par lequel il se multiplie et perdure. Sa production est inférieure à celle des autres légumineuses les deux premières saisons de croissance ; elle dépasse ensuite celle de plusieurs autres légumineuses autour de la troisième saison de croissance en pâturage. Ce trèfle se caractérise par sa grande persistance, caractéristique qui fait défaut à la plupart des autres légumineuses fourragères dont les populations déclinent rapidement.

En Nouvelle-Zélande et dans le Midwest américain, le trèfle du Caucase persiste toujours 20 ans après sa mise en place et produit annuellement jusqu'à 11 tonnes/ha de fourrage (SEGUIN *et al.*, 1999). Il survit également aux périodes de sécheresse (DEAR *et al.*, 1985). Cette espèce jouit d'une bonne rusticité, pouvant s'adapter à des conditions édaphiques variées (DEAR *et al.*, 1985), et il possède de plus une bonne valeur nutritive (SEGUIN *et al.*, 2003). Cette espèce a donc un potentiel d'utilisation intéressant dans les pâturages permanents où il est souvent difficile de maintenir une proportion optimale de légumineuses sur une longue période.

Les possibilités de cultiver cette espèce en Suisse ont été testées entre 2004 et 2006. Le trèfle du Caucase a été comparé au trèfle blanc (*Trifolium repens* L.) sur trois sites présentant différentes conditions pédoclimatiques (BETTLER *et al.*, 2007). Cet essai a permis de suivre durant trois ans l'évolution des deux espèces semées soit en culture pure, soit associées aux graminées du mélange standard pour le pâturage (Mst 480). Dans les régions sèches en été, la part de trèfle blanc a fortement chuté de 2004 à 2006, tandis que, malgré ses difficultés d'implantation, le trèfle du Caucase prenait toujours plus d'importance (Figure 5).

**FIGURE 5 – Rendements relatifs récoltés pour trois mélanges avec ou sans trèfle du Caucase (d'après BETTLER *et al.*, 2007).**



La principale faiblesse de cette légumineuse est sa lenteur d'implantation. Il est important de choisir une variété à vigueur élevée et d'inoculer la semence avec la bonne souche de rhizobium. Durant l'année de semis, la concurrence des autres plantes a limité le développement du trèfle du Caucase dans les mélanges. Malgré ces inconvénients, cette nouvelle légumineuse très persistante offre des avantages par rapport au trèfle blanc dans les régions sèches.

## Conclusion

Dans les prairies temporaires, l'utilisation des légumineuses est aujourd'hui centrée sur trois espèces principales : le trèfle blanc, le trèfle violet et la luzerne et le plus souvent dans le cadre de prairies d'association de moyenne ou longue durée. L'utilisation de ces légumineuses permet d'apporter un certain nombre de services agronomiques, fourragers et zootechniques que les éleveurs valorisent de plus en plus dans les systèmes fourragers. Néanmoins, ces légumineuses présentent aussi des inconvénients ou inaptitudes sur lesquels les attentes sont fortes de la part des éleveurs. Parmi celles-ci, on peut citer la sensibilité de la fixation symbiotique de l'azote aux aléas ou encore son manque de persistance dans le cas des prairies de longue durée. Ce questionnement se trouve renforcé par le développement des prairies multi-espèces qui posent la question de la diversification des légumineuses avec l'objectif d'incorporer au mélange des espèces aux fonctions complémentaires.

La grande famille des légumineuses est riche d'une diversité importante d'espèces aux adaptations multiples. La recherche d'une plus grande diversité dans les espèces de légumineuses cultivées dans les prairies temporaires est un levier qui peut s'avérer pertinent à développer. L'introduction de ces espèces nouvelles ou oubliées nécessitera de lever un certain nombre de verrous techniques et économiques qui conditionneront leur développement dans les systèmes fourragers. Sur un plan technique, ces espèces devront apporter des services complémentaires aux espèces sélectionnées actuelles : une fixation symbiotique mieux répartie sur l'année, une plus grande résistance à l'égard des aléas, une plus grande pérennité sont autant de leviers sur lesquels ces espèces peuvent apporter leur contribution au sein de prairies multiespèces

Le développement de ces leviers devra aussi s'appuyer sur des espèces ayant une bonne aptitude à la vie en société. Les nombreuses espèces de légumineuses rencontrées dans nos prairies permanentes ont souvent des contributions modérées au rendement et sont pour la plupart peu agressives. Des schémas de sélection sont à initier autour de ces espèces dites secondaires.

Enfin, cette évolution vers une plus grande diversité ne pourra voir le jour qu'au travers d'un marché en réponse à une demande à faire émerger chez les éleveurs.

## Références bibliographiques

- BELLON S. (1993) : Mieux connaître la place des légumineuses fourragères. L'expérience méditerranéenne, *Fourrages* (1993) 135, 289-310
- BETTLER V., THOMET P. (2007) : "Le trèfle du Caucase (*Trifolium ambiguum* M.B.), une nouvelle légumineuse pour la pâture en Suisse ?", *Revue Suisse Agric.*, 39 (2), 61 - 66.
- CARRERE P., DUMONT B., CORDONNIER S., ORTH D., TEYSSONEYRE F., PETIT M. (2002) : "L'exploitation des prairies de montagne peut-elle concilier biodiversité et production fourragère ?", Actes du colloque INRA-ENITAC Agriculture et produits alimentaires de montagne, Collection Actes, ENITAC, 8, 41-46.
- CAVAILLÈS E. (2009) : La relance des légumineuses dans le cadre d'un plan protéines : quels bénéfices environnementaux ? [www.Developpement-durable.gouv.fr](http://www.Developpement-durable.gouv.fr), 42 p.
- DEAR BS, ZORIN M. (1985) : Persistence and productivity of *Trifolium ambiguum* M. Bieb. (*Caucasian clover*) in a high altitude region of South- Eastern Australia. *Aust J Exp Agric* ; 25 : 124-32.
- DELAGARDE R. (1991) : Choix variétal et gestion de la pâture de trèfle souterrain (*Trifolium subterraneum* L.) par les ovins en Crau, Mémoire D.A.A, ENSAM, Montpellier, 85 pages.
- DELAGARDE R., GINTZBURGER G. (1993) : Effets du pâturage ovin sur la production de biomasse et de semences du trèfle souterrain en Crau. *Premiers résultats Fourrages* 135, 327-333.
- GLADSTONES J.S., COLLINS W.J. (1983) : "Subterranean clover as a naturalized plant in Australia", *J. orthe Australian Inst. of Agric. Sei.*, 191-202.
- HELY FW.(1963) : Relation between effective nodulation and time to initial nodulation in a diploid line of *Trifolium ambiguum* M. Bieb. *Aust J Biol Sci* ; 16 : 43-54.
- HUYGHE C., TABEL C., (2009) : Amélioration génétique de la valeur alimentaire des espèces fourragères pérennes et innovation variétale *Fourrages* 198, 99-113
- HUYGHE C., VIGNAU-LOUSTAU L. (2008) : *Stratégies fourragères*, France agricole éditions.
- JULIER B., HUYGHE C. (2010) : Quelles légumineuses fourragères (espèces et variétés) et quelles conduites pour améliorer l'autonomie protéique des élevages herbivores ? *Innovations Agronomiques* 11, 101-114.
- JULIER B., LILA M., HUYGHE C., MORRIS P., ALLISON G., ROBBINS M. (2003) : Effet des tannins condensés sur la solubilité des protéines de légumineuses fourragères. *Fourrages* 175, 373-377
- KANENBERG LW, ELLIOTT FC.(1962) : Ploidy in *Trifolium ambiguum*, M. Bieb. in relation to some morphological and physiological characters. *Crop Sci* 1962 ; 2 : 378-81.
- KATZNELSON J.S. (1974) : "Biological flora of Israel 5. The subterranean clovers of *Trifolium* subsect. *Calymorphum* Katzn. *Trifolium subterraneum* L. (*sensu lato*)", *Israel J. Bot.*, 23, 69-108.
- LABERGE G., SEGUIN P. (2005) : *Cahiers Agricultures* vol. 14, n° 5,
- LAUNAY F., BAUMONT R., PLANTUREUX S., FARRIE J.P., MICHAUD A., POTTIER E. (2011) : *Prairies permanentes : des références pour valoriser leur diversité*, éditions Institut de l'Elevage, 128p.
- LECONTE D. (2002) : "Biodiversité et réversibilité de la friche", *Dossier de l'environnement, INRA*, 21, 151-162.
- LEDGARD S.F., STEELE K.W. (1992) : Biological nitrogen fixation in mixed legume/grass pastures. *Plant and Soil* 141, 137-153.

- LOUARN G., CORRE-HELLOU G., FUSTEC J., LO-PELZER E., JULIER B., LITRICO I., HINSINGER P., LECOMTE C., (2010) : Déterminants écologiques et physiologiques de la productivité et de la stabilité des associations graminées-légumineuses. *Innovations Agronomiques* 11, 79-99.
- LOUARN G., PEREIRA-LOPÈS E., FUSTEC J., MARY B., VOISIN A.S., DE FACCIO CARVALHO P.C., GASTAL F., (2015) : The amounts and dynamics of nitrogen transfer to grasses differ in alfalfa and white clover based grass-legume mixtures as a result of rooting strategies and rhizodeposit quality. *Plant and Soil* in press.
- MASSON P., ROCHON J.J., GOBY J.P., B. ANTHELME B. (1993) : Intérêt des légumineuses annuelles à ressemer pour le pâturage hivernal en région méditerranéenne. *Fourrages* 135, 335-341.
- MERRY R.J., LEE M.R.F., DAVIES D.R., DEWHURST R.J., MOORBY J.M., SCOLLAN N.D., THEODOROU M.K. (2006) : "Effects of high-sugar ryegrass silage and mixtures with red clover silage on ruminant digestion. 1. In vitro and in vivo studies of nitrogen utilization", *J. of Animal Sci.* 84, 3049-3060.
- MIN B.R., MCNABBW.C., BARRY T.N., PETERS J.S. (2000) : "Solubilization and degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase (EC 4.1.1.39; Rubisco) protein from white clover (*Trifolium repens*) and *Lotus corniculatus* by rumen microorganisms and the effect of condensed tannins on these processes", *J. of Agricultural Sci.*, 134, 305-317.
- MORLEY F.H.W., KATZNELSON J.S. (1965) : "Colonization in Australia by *Trifolium subterraneum* L.", Symp. on Genetics of colonizing species, 169-282, Academie press, New-York.
- ORTH D., BALAY C. (2010) : biodiversité des prairies permanentes, une méthode simple de diagnostic, Educagri Editions, ouvrage + cdrom 137 pages.
- PLANTUREUX S., AMIAUD B., (2010). e-FLORA-sys, a website tool to evaluate the agronomical and environmental value of grasslands. *Grassland Science in Europe* 15, 732-737
- SCHNEIDER A., HUYGHE C. (coord.) (2015) : *Les légumineuses pour des systèmes agricoles et alimentaires durables*, éd. Quae, 512 p.
- SEGUIN P, MUSTAFA AF. (2003) : Chemical composition and ruminal nutrient degradabilities of fresh and ensiled Kura clover (*Trifolium ambiguum* M.B.). *Can J Anim Sci* ; 83 : 577-82.
- SEGUIN P, SHEAFFER CC, EHLKE NJ, BECKER RL. (1999) : Kura clover establishment methods. *J Prod Agric* ; 12 : 483-7.
- STRAËBLER M. (2015) : "Ventes de semences fourragères en mélange : Quelles compositions et quelles tendances observe-t-on ?", *Colloque Climagie*.
- TAYLOR NL, SMITH RR. (1998) : Kura clover (*Trifolium ambiguum* M.B.) breeding, culture and utilization. *Adv Agron* ; 63 : 153-78.
- VERTES F., JEUFFROY M.-H., JUSTES E., THIEBEAU P., CORSON M. (2010) : Connaître et maximiser les bénéfices environnementaux liés à l'azote chez les légumineuses, à l'échelle de la culture, de la rotation et de l'exploitation, *Innovations Agronomiques* 11, 25-44
- VIVIER M. (1971) : *Les prairies permanentes du bassin et du Pays d'Auge*, EDE Calvados, 373 p.
- ZOHARY M., HELLER D. (1984) : "The genus *Trifolium*", *Israel Acad. of Sci. And Humanities*, Jerusalem.