

# Exploiter la diversité des légumineuses annuelles et pérennes pour des mélanges fourragers adaptés aux contraintes climatiques du sud de la France

J. Ferreyrolle<sup>1</sup>, P. Pierre<sup>2</sup>

Face au regain d'intérêt pour les légumineuses fourragères et au développement croissant des mélanges fourragers multi-espèces, on note que les espèces dominant actuellement le marché ne sont pas toujours adaptées à certaines situations limitantes, particulièrement dans le sud de la France. Et si la solution se trouvait dans l'immense diversité des légumineuses naturellement présentes dans le bassin méditerranéen ?

## RÉSUMÉ

Certaines espèces de légumineuses fourragères, annuelles (trèfles de Perse, vésiculé, souterrain, fraise ou encore la serradelle) ou pérennes (trèfles fraise et du Caucase) méritent d'être mentionnées ; elles sont ici présentées (atouts et limites agronomiques, alimentaires...) et répondent à des contraintes pédoclimatiques spécifiques. Elles peuvent trouver avantageusement leur place dans les mélanges fourragers et satisfaire certains besoins des éleveurs du sud de la France.

## SUMMARY

**Annual and perennial forage-species diversity: a tool for creating forage mixtures adapted to climatic conditions in southern France**

There is increasing interest in leguminous forage species, and more and more multispecies forage mixtures are being developed. However, the most common mixtures on the market are not necessarily well adapted to certain climatic conditions, including those found in southern France. In this context, certain leguminous annuals (Persian clover, arrowleaf clover, subterranean clover, strawberry clover, and serradella) or perennials (strawberry clover and Kura clover) could prove useful because they can handle certain pedoclimates. Here, we review the characteristics of these species (agricultural strengths and weaknesses, nutritional benefits and limitations, etc.). They could play an important role in forage mixtures and respond to the needs of farmers in southern France.

## 1. Les légumineuses en réponse à un contexte en évolution

Aujourd'hui, l'intérêt des légumineuses dans les productions agricoles n'est plus à démontrer. D'une part, le taux de protéines très élevé qu'elles contiennent assure la production de fourrages riches en MAT (Matières Azotées Totales), essentiels aux élevages. D'autre part, leur capacité à fixer l'azote de l'air grâce à leur association avec des bactéries du sol (les *Rhizobium*) réduit les apports

d'intrants nécessaires pour ces cultures, mais également pour celles qui leur sont associées ou leur succèdent dans la rotation.

**Les légumineuses ont largement contribué à la Révolution agricole** débutée dans les années 1800, permettant une forte croissance des productions. Dans les années 1950, elles représentaient plus de 6 millions d'hectares, soit 18% de la SAU française, avec de nombreuses espèces cultivées dont plusieurs très spécifiques de certains terroirs (sainfoin, serradelle... ; POINTEREAU, 2001). Mais le

### AUTEURS

1 : Semences de Provence, Le Mas des Saules, RD 6113, F-30300 Fourques ; julie.ferreyrolle@groupsud.com.

2 : Institut de l'Élevage, F-49105 Angers

**MOTS CLÉS** : Association végétale, biodiversité, environnement, facteur milieu, hydromorphie, légumineuse, mélange fourrager, *Ornithopus compressus*, *Ornithopus sativus*, production fourragère, résistance à la sécheresse, serradelle, *Trifolium ambiguum*, *Trifolium fragiferum*, *Trifolium resupinatum*, *Trifolium spp.*, *Trifolium subterraneum*, *Trifolium vesiculosum*, zone méditerranéenne.

**KEY-WORDS** : Biodiversity, edaphic factor, environment, forage mixture, forage production, hydromorphy, legume, Mediterranean region, *Ornithopus compressus*, *Ornithopus sativus*, plant association, resistance to drought, serradella, *Trifolium ambiguum*, *Trifolium fragiferum*, *Trifolium resupinatum*, *Trifolium spp.*, *Trifolium subterraneum*, *Trifolium vesiculosum*.

**RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE** : Ferreyrolle J., Pierre P. (2016) : "Exploiter la diversité des légumineuses annuelles et pérennes pour des mélanges fourragers adaptés aux contraintes climatiques du sud de la France", *Fourrages*, 226, 103-110.

développement de la chimie et l'exploitation du pétrole à grande échelle ont permis la fabrication d'azote chimique à bas prix, simplifiant les systèmes de production. La sole représentée par les légumineuses a alors chuté autour de 3,5 millions d'hectares et le nombre d'espèces travaillées s'est réduit aux principales (luzerne, pois...). La **prise de conscience actuelle** d'un besoin de diversification des assolements et d'un retour à des pratiques agroécologiques, associée à un marché mondial des protéines végétales tendu, notamment en raison des demandes exponentielles de la Chine, remet les légumineuses sur le devant de la scène agricole française. Le **plan Protéines végétales 2014 - 2020** (MAAF, 2014), porté par Stéphane LE FOLL, a pour objectif de « *s'engager durablement dans le développement de cultures de légumineuses pour améliorer la performance environnementale et économique de l'agriculture française* ». Outre un soutien pour l'augmentation des surfaces de culture des légumineuses, on observe un regain d'intérêt pour la diversité d'espèces de cette famille : aux côtés des trèfles ou de la luzerne, des plantes telles que le mélilot, la jarosse ou la serradelle sont citées.

Dans le cadre de ce plan visant à augmenter l'autonomie protéique des élevages, l'importance des mélanges de graminées et de légumineuses est mis en avant au travers de la règle d'introduction de ces espèces « *en mélange avec un minimum de 50% de légumineuses en nombre de plantes* » (MAAF, 2014). L'intérêt des mélanges multi-espèces a été largement démontré, autant pour une réduction des besoins en azote de la culture que pour améliorer la productivité globale, la valeur alimentaire du fourrage obtenu ou encore limiter le désherbage par une meilleure couverture du sol (CHARLES et LEHMANN, 1989). Cependant, la variabilité des résultats de ces études met également en évidence que la constitution d'un « bon » mélange ne se fait pas au hasard et n'est pas universelle (GASTAL *et al.*, 2012). Les espèces le composant doivent être parfaitement adaptées aux conditions pédoclimatiques de la région concernée, ainsi qu'au mode d'exploitation et à la pérennité souhaitée.

## ■ Evolution climatique et production fourragère

Les changements climatiques actuels ont de sérieux impacts sur l'agriculture, particulièrement dans les régions affectées par des épisodes de chaleur et de déficits hydriques marqués (FAO, 2006). Au-delà d'un réchauffement climatique mondial, le principal constat est une **augmentation des événements extrêmes**. Dans le bassin méditerranéen, et notamment dans le sud de la France, on observe de plus en plus fréquemment des épisodes pluvieux intenses, entraînant une érosion des sols et un lessivage des éléments minéraux, suivis au printemps et en été, de périodes particulièrement sèches et chaudes, parfois prolongées (HOPKINS, 2012). La campagne 2015 a été notamment marquée par un déficit hydrique intense sur une grande partie de la France, avec des conséquences parfois désastreuses sur l'approvisionnement en fourrages. Si le développement des prairies cultivées multi-espèces per-

met une fixation importante de carbone atmosphérique, participant ainsi à la lutte contre le réchauffement climatique, encore faut-il que les espèces composant ces mélanges soient capables de résister à un stress hydrique important ou à des températures élevées. La prise de conscience de l'intérêt d'**espèces peut-être moins productives sous des conditions climatiques optimales, mais plus rustiques et sécurisant les stocks de fourrages** même en année sèche, se généralise. Le développement du sorgho fourrager (mono ou multicoups), plante en C4 avec une excellente efficacité en eau, jusque dans des régions de la moitié nord de la France en est une des preuves. Dans le bassin méditerranéen, on assiste aujourd'hui au retour en culture de certaines légumineuses délaissées, telles que le sainfoin, particulièrement adapté aux conditions climatiques séchantes.

## ■ La diversité naturelle des légumineuses au service d'une production fourragère en conditions séchantes

Depuis de nombreuses années, parallèlement aux travaux menés sur la composition des mélanges fourragers multi-espèces en Europe, et notamment en Suisse par les équipes de la Station Fédérale de Recherches Agronomiques de Changins, les Australiens ont cherché à optimiser la productivité de leurs prairies sous des conditions de stress hydrique parfois intense (NICHOLS *et al.*, 2012). Au-delà des espèces mondialement travaillées telles que le trèfle violet, le trèfle blanc ou la luzerne, ils se sont penchés sur la diversité des légumineuses fourragères et notamment des espèces naturellement présentes dans le bassin méditerranéen. Une société fourragère portugaise, Fertiprado, a choisi de s'inspirer de leurs travaux et explore depuis 25 ans, en partenariat avec des équipes européennes de recherche publique, le potentiel de ces espèces pour la composition de mélanges fourragers adaptés au stress hydrique. Et si une des solutions au manque de productivité ou de pérennité des fourrages sous les conditions climatiques du sud de la France se trouvait sous nos yeux depuis toujours, dans la diversité naturelle des légumineuses ?

Cette synthèse ne pouvant aborder l'intégralité des espèces explorées, le choix s'est porté sur certaines d'entre elles, annuelles et pérennes, pouvant être un levier pour une meilleure adaptation des mélanges fourragers aux contraintes climatiques du sud de la France<sup>1</sup>. Il est important de noter qu'aujourd'hui en Europe, la plupart de ces espèces « innovantes » ne sont pas soumises à une certification obligatoire (à l'exception du trèfle de Perse parmi celles détaillées dans cet article). La réglementation évolue au fur et à mesure du développement de ces légumineuses sur le marché, mais la traçabilité en matière de qualité et de variété n'est actuellement pas contrôlée de manière officielle et reste la responsabilité du fournisseur.

1 : Des photographies de ces espèces sont disponibles sur <http://afpf-asso.org/index/action/page/id/33/title/Les-articles/article/2082>

## 2. Les légumineuses annuelles

### ■ Le trèfle vésiculé : une productivité prolongée en été

Le trèfle vésiculé (*Trifolium vesiculosum*) ou « Arrow-leaf clover » en anglais, de par la forme très spécifique de ses folioles pointues avec une marque blanche en forme de flèche, est un trèfle annuel d'hiver au port semi-érigé à érigé, pouvant atteindre 1 m de haut. Sa floraison est abondante, avec des fleurs présentant un dégradé allant du rose jusqu'au blanc à l'extrémité de l'inflorescence.

Longtemps considéré comme moins productif que le trèfle d'Alexandrie ou le trèfle incarnat à cause de sa période de dormance hivernale plus longue, il est aujourd'hui de plus en plus utilisé en mélange avec d'autres légumineuses annuelles, notamment en Australie, en Europe et aux USA. Son intérêt principal est une **période de végétation très longue étendue sur l'été** (THOMPSON, 2005). Sa production de matière sèche annuelle peut atteindre 10 t/ha en culture pure (HALL, 2008a), même si son usage en mélange est à privilégier. Son système racinaire très développé, pouvant atteindre 1,5 m de profondeur, lui permet de valoriser efficacement l'humidité du sol, lui conférant ainsi une très bonne résistance à la sécheresse. Ses besoins en eau sur la totalité de son cycle sont faibles (350 mm), avec une excellente capacité de valorisation des rares pluies estivales (HALL, 2008a). Ce développement prolongé durant l'été est également un atout dans le contrôle des adventices (THOMPSON, 2005). Une étude australienne récente a souligné son intérêt économique en couvert semi-permanent (CHRISTY *et al.*, 2015). Afin d'augmenter et de sécuriser la rentabilité d'exploitations d'élevage, des cultures de vente (blé et colza) ont été mises en place sur 20% de leur SAU (Surface Agricole Utile). Différentes légumineuses ont été utilisées comme plantes compagnes de ces cultures puis valorisées en fourrage durant l'interculture pour maintenir l'autonomie fourragère de l'élevage. Parmi les diverses espèces testées, le trèfle vésiculé et la luzerne ont montré les meilleurs résultats en termes de retour sur investissement. Il est important de souligner également dans cette synthèse une pratique courante en Australie mais difficile à transposer aux modes d'exploitation fourragers français : le ressemis des prairies. La **forte production de semences** du trèfle vésiculé (1,4 t/ha), dont une grande proportion de graines dures (20 à 90% selon la variété), permet de recréer un stock semencier dans le sol, assurant une régénération annuelle de ce trèfle (HALL, 2008a). Cette pratique est généralisée en Australie, où il est courant de retirer les animaux du pâturage à la période de floraison des légumineuses afin d'assurer leur pérennité (HACKNEY *et al.*, 2015), mais éloignée des systèmes d'exploitation français. Elle tend cependant à se développer dans certains pays méditerranéens tels que le Portugal.

En complément de ses atouts agronomiques, le trèfle vésiculé produit un **fourrage d'excellente qualité**. Riche en protéines (> 30%), sa digestibilité reste très élevée après maturité (THOMPSON, 2005), apportant de la souplesse à son

exploitation. De plus, la richesse en tanins de ses feuilles en fait un fourrage non météorisant. Ainsi, avec sa dormance hivernale lui conférant une bonne résistance au froid, et sa pousse longue en été malgré des conditions sèches, le trèfle vésiculé est particulièrement adapté à la composition de mélanges fourragers pour les conditions françaises.

### ■ Le trèfle de Perse : une sécurité face aux aléas climatiques

Le trèfle de Perse (*Trifolium resupinatum suaveolens*) est un trèfle annuel d'hiver mais présentant une dormance modérée, d'où son **usage mixte en Europe**, autant en semis de fin d'été que de printemps, selon la rigueur de l'hiver et la variété. Avec un port semi-érigé à érigé, il atteint une hauteur de 20 à 75 cm à floraison. Ses fleurs, roses à violettes à maturité, sont très odorantes et mellifères, aspect intéressant dans le cadre de la protection des abeilles et du maintien de la biodiversité. Originaire d'Asie centrale (comme son nom l'indique), il s'est largement répandu dans le bassin méditerranéen où les conditions climatiques lui conviennent parfaitement. Sa productivité est bonne (entre 8 et 12 t MS/ha), avec une pousse importante en été, permettant de faire jusqu'à 3 coupes, même pour un semis de printemps (LENOBLE et PAPINEAU, 1972). Il présente une résistance à la sécheresse plus élevée que celle du trèfle d'Alexandrie (GÖHL, 1982), mais une productivité globale plus faible. Dans le contexte climatique actuel, un de ses principaux atouts est sa tolérance à l'immersion (AWI, 2006). Lors d'épisodes pluvieux intenses, comme ceux relevés dans le sud de la France ces dernières années, les sols mettent plusieurs jours à absorber l'eau et les cultures se retrouvent immergées au moins partiellement (selon leur stade), occasionnant des dégâts parfois conséquents. La **capacité** du trèfle de Perse à **poursuivre son développement malgré l'immersion** sécurise la présence d'une légumineuse dans un mélange fourrager, même lors d'épisodes pluvieux intenses. De surcroît, il fait partie des rares légumineuses **tolérant la salinité des sols**, présentant ainsi un intérêt particulier pour les rotations en Camargue par exemple (usage en fourrage ou en interculture).

La valeur alimentaire du trèfle de Perse se rapproche de celle d'un trèfle blanc (LENOBLE et PAPINEAU, 1972) avec environ 20% de protéines et une teneur élevée en glucides solubles (entre 11 et 16% selon les variétés). Sa digestibilité en fourrage vert est supérieure à celle du trèfle violet ou de la luzerne (autour de 80%), grâce à sa pauvreté en lignine (1 à 4% selon les variétés). Il convient donc de **l'utiliser en mélange et non pur** sous risque de causer des acidoses chez les ruminants (LEDDIN *et al.*, 2010). Ce conseil d'usage en mélange est d'autant plus important que des cas de météorisation ont également été rapportés, même si ce risque varie selon les variétés employées.

### ■ Le trèfle souterrain : un trèfle aux multiples applications

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 yanninicum* 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, **ce 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'originaire 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 (GLADSTONES et COLLINS, 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 durée de vie 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 (lorsque 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 agroécologiques 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.

## ■ La serradelle : la reine des sols acides

Il existe **deux espèces principales** de serradelle utilisées en agriculture : la serradelle rose (*Ornithopus sativus*), encore appelée « *French serradella* » en anglais, et la serradelle jaune (*Ornithopus compressus*). Ces légumineuses annuelles d'hiver sont originaires du bassin méditerranéen (Europe et nord de l'Afrique) mais leur usage en pâture s'est aujourd'hui répandu en Europe de l'Est, aux USA, en Australie et en Nouvelle-Zélande. Leur résistance au froid est cependant limitée et les serradelles ne survivent pas à une longue période de fortes gelées (températures < -5°C en continu). De port bas à semi-érigé, les plantes peuvent atteindre 80 cm. La floraison est blanche à rose ou jaune, selon l'espèce.

Les serradelles présentent des intérêts agronomiques indéniables. Leur **aptitude à se développer dans des sols acides**, jusqu'à des pH très faibles (4), en fait une alternative à de nombreuses légumineuses, telles que la luzerne, inadaptées à ces conditions (BOLLAND, 1985). Adaptées à de nombreux types de sols, elles affectionnent particulièrement les sols sableux mais sont à éviter dans les sols argileux, à fort risque de battance. Les serradelles présentent une **excellente résistance au stress hydrique**, leur potentiel de développement maximal nécessitant entre 250 et 500 mm de pluviométrie annuelle (FU *et al.*, 1994 ; DEAR *et al.*, 2008). Leur système racinaire profond et très ramifié, caractère particulièrement marqué pour la serradelle jaune (LOI, 2007), leur confère une bonne valorisation de l'eau.

Des études récentes ont mis en évidence l'intérêt de la serradelle dans la lutte naturelle contre les adventices. En Australie, DOOLE conseille l'usage de la serradelle **pour réduire la présence de ray-grass résistants aux herbicides**, avec des effets positifs dès la première année de culture si le ray-grass est résistant à une seule famille d'herbicide et avec une réduction significative des populations de ray-grass multi-résistantes au bout de 3 ans consécutifs de culture de la serradelle (DOOLE *et al.*, 2009). En Pologne, où l'on assiste aujourd'hui à un fort développement de la serradelle, son utilisation comme **plante compagne de différentes céréales à paille** (avoine, orge, seigle, blé) a révélé, sur 3 années d'étude, une réduction systématique à la fois du nombre (-45 %) et de la biomasse (-48 %) des adventices en comparaison de la culture pure (STANIAK *et al.*, 2015). Ce caractère « désherbant naturel » des serradelles est très utile dans le contexte français actuel où l'on tend vers une réduction des intrants et où les moyens de désherbage des mélanges légumineuses - graminées restent rares. Au-delà de cette réduction des adventices, les études polonaises ont mis en évidence une augmentation du rendement des céréales à paille cultivées avec de la serradelle

dans le cadre d'une exploitation en céréales immatures (BOJARSZCZUK *et al.*, 2015) et un impact positif sur le nombre de grain et le PMG (Poids de Mille Grains) des céréales en culture de vente (STANIAK *et al.*, 2015).

La productivité annuelle des serradelles en fourrage est bonne mais variable selon les variétés, entre 6 et 16 t MS à l'hectare (DEAR *et al.*, 2008). Après la floraison, la maturité intervient très rapidement, avantage notable dans le cas de la production de foin (HUMPHREYS, 1978). En contrepartie, il est essentiel de les **récolter sans tarder à partir de la floraison** afin de conserver leur valeur alimentaire (DEAR *et al.*, 2008). Pâturé ou fauché autour de la floraison, le fourrage obtenu présente un taux de protéines d'environ 25 %, avec une digestibilité supérieure à 75 %. Hautement appétent, il présente également l'avantage d'être **non météorisant** (REVELL, 2007). Utilisées principalement en mélange avec d'autres légumineuses et des graminées, deux modes d'exploitation du fourrage sont possibles. Dans le cadre d'un mélange annuel, les serradelles exprimeront pleinement leur potentiel en remplacement d'une luzerne par exemple sur des sols acides ou en conditions très séchantes, avec une dernière valorisation en fin de printemps. Elles sont également **bien adaptées à la pâture**, tolèrent une charge animale élevée et constitueront une composante de choix dans les prairies de longue durée, à condition de les laisser monter à graines durant le premier été de culture. Leur forte capacité de réensemencement, avec un taux de semences dures pouvant atteindre 90 % pour certaines variétés, permettra alors leur maintien dans la prairie sur plusieurs années. Il est cependant important de noter qu'en l'absence dans le sol du *Rhizobium* qui leur est spécifique, leur maintien est difficile et leur productivité plus faible (HAYES *et al.*, 2015). Il y a donc, dans le cas des serradelles, un intérêt certain à employer des semences inoculées.

### 3. Les légumineuses pérennes

#### ■ Le trèfle fraise : une alternative au trèfle blanc

Le trèfle fraise (*Trifolium fragiferum*), ou porte-fraise, tire son nom de la ressemblance de ses inflorescences roses avec le fruit éponyme. C'est un trèfle pérenne qui **se multiplie sous forme de stolons** comme le trèfle blanc, avec une **persistance de 4 à 5 ans**. Il est originaire du bassin méditerranéen (Europe, nord de l'Afrique et Asie) et est aujourd'hui exploité, notamment aux USA, en Australie et en Nouvelle-Zélande, en fourrage ainsi qu'en engrais vert. Son caractère **très mellifère** en fait un trèfle bien adapté à un usage en couvert végétal. De port bas, avec une hauteur à floraison entre 20 et 30 cm, il a un développement très proche de celui du trèfle blanc. Pouvant être semé indifféremment à l'automne ou au printemps, il est, comme tout trèfle pérenne, relativement lent à s'installer (REED, 2008). Il s'associera donc parfaitement, dans le cadre de mélanges multi-espèces, à un trèfle annuel qui assurera la productivité en protéines dès l'implantation, le relais étant assuré par le trèfle fraise dès la seconde année de culture.

Si son usage est proche de celui du trèfle blanc, il affectionne plus particulièrement les **conditions séchantes** du sud de la France. La pousse du trèfle fraise est ralentie voire stoppée en hiver, mais maximale au printemps et en été, avec une bonne résistance à la sécheresse et aux températures élevées, notamment grâce à un système racinaire bien développé. Ses besoins hydriques annuels se situent autour de 500 mm. Associer trèfle blanc et trèfle fraise dans un mélange fourrager assure ainsi la présence d'une légumineuse en toutes conditions. Il **tolère très bien l'immersion** en cas d'épisodes pluvieux intenses et de sols mal drainés (TOWNSEND, 1985) et survit à plus de 2 mois sous l'eau grâce à un mécanisme de réponse trophique qui entraîne l'élévation de ses stolons jusqu'à la surface de l'eau (STEVENS et MONSEN, 2004). C'est, avec le trèfle de Perse, une des légumineuses les plus tolérantes à la salinité des sols, ainsi qu'à des teneurs significatives en aluminium. Il présente une meilleure résistance aux sols acides que les trèfles violet ou blanc, mais **sera plus productif en conditions alcalines** (PIRES *et al.*, 1991). Sa capacité de développement sur des types de sols variés (sableux, argileux, voire des tourbières) et sous une gamme de pH très large (de 5,5 à 9) facilite son utilisation.

Sa valorisation en fourrage peut se faire en pâture, foin ou ensilage. Une fois bien implanté, avec des stolons développés, le trèfle fraise se montre plus résistant au pâturage intensif que le trèfle blanc (PEDERSON, 1995). Peu de publications détaillent sa valeur alimentaire, la rapprochant systématiquement de celle du trèfle blanc, autant pour ses avantages que ses inconvénients (MCDONALD, 2006). Le trèfle fraise **peut donc être météorisant et augmenter le risque de calculs urinaires chez les ovins** ; c'est pourquoi il convient de **l'utiliser systématiquement en mélange** avec des graminées et d'autres légumineuses. Il présente cependant un taux de phyto-oestrogènes (et notamment d'isoflavones) très bas, sans risque d'effet sur la reproduction des animaux (REED, 2008).

#### ■ Le trèfle du Caucase : un record de longévité

Le trèfle du Caucase (*Trifolium ambiguum* M.B.), encore appelé trèfle Kura, est une légumineuse pérenne originaire du Caucase et de la partie orientale de l'Europe de l'Est comme son nom l'indique. 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 Etats-Unis et par la suite au Canada, en Angleterre, en Nouvelle-Zélande, en Australie et dans l'ancienne Tchécoslovaquie (TAYLOR et SMITH, 1998). Celle-ci fut d'abord utilisée sur des fermes apicoles américaines.

Le trèfle du Caucase est cultivé aujourd'hui principalement dans les pâturages de Nouvelle-Zélande, d'Australie et d'Amérique du Nord **en remplacement du trèfle blanc sous certaines conditions pédoclimatiques**. De port bas à semi-érigé, sa hauteur à floraison peut atteindre 30 à 50 cm, avec des fleurs blanches à rose pâle. Sa particularité est **une pérennité hors normes** (plus de 10 ans) grâce à un

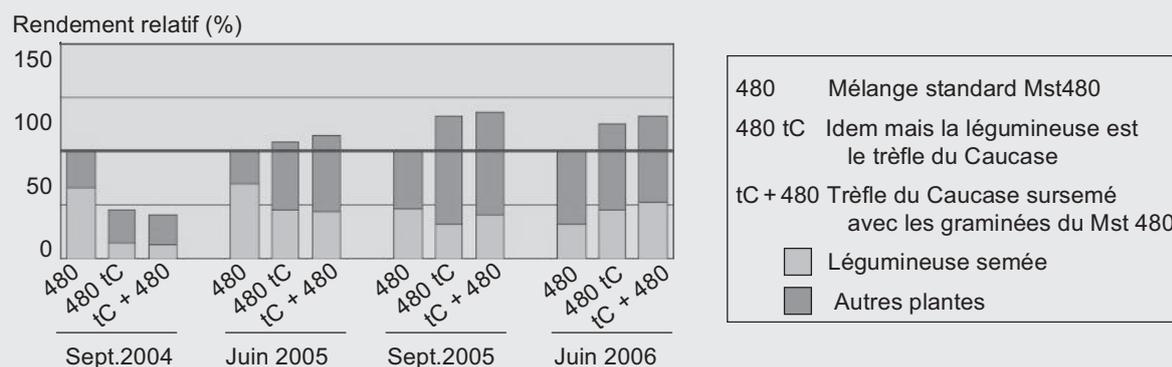


FIGURE 1 : Rendements relatifs récoltés pour 3 mélanges avec ou sans trèfle du Caucase (d'après BETTLER *et al.*, 2007).

FIGURE 1 : Relative yields for 3 forage mixtures in which Kura clover was present or absent (after BETTLER *et al.*, 2007).

système racinaire important basé sur des rhizomes, dont la biomasse souterraine peut dépasser les 7 t/ha. L'extension annuelle des rhizomes est d'environ 1 m par an (GENRICH *et al.*, 1998). Ce maintien sous forme de rhizomes lui confère un intérêt particulier pour conserver dans les prairies une bonne proportion de légumineuses sur un pas de temps long, caractère qui fait défaut à la plupart des trèfles utilisés actuellement en France. Mais c'est également ce qui est responsable de son principal défaut : sa **lenteur à s'installer**. Sa vigueur au démarrage est bonne, puis la plante stoppe son développement aérien à partir du stade 3 feuilles pour privilégier la mise en place de son système racinaire (BLACK *et al.*, 2006). Durant cette période, ce trèfle est sensible à la concurrence des autres composants du mélange et des adventices. Un levier possible pour accélérer son installation est l'usage de semences inoculées avec la souche de *Rhizobium* qui lui est spécifique, décrit comme non présent dans les sols en dehors de ses régions d'origine (SEGUIN et LABERGE, 2005). **A partir de la seconde année d'implantation, sa productivité est excellente**, autour de 10 t MS/ha, **avec un démarrage au printemps plus rapide que la plupart des espèces fourragères**, graminées comprises (SCOTT, 1998). Ce rendement est capable de se maintenir sur des durées exceptionnelles, parfois même après plus de 20 ans d'implantation et de fournir encore une production jusqu'à 11 t MS/ha de fourrage (SEGUIN *et al.*, 1999).

Un autre atout du trèfle du Caucase conféré par son système racinaire puissant est sa **grande résistance à la sécheresse**. SPENCER *et al.* ont mis en évidence qu'il était capable de survivre à des épisodes de stress hydrique extrême entraînant la destruction totale des populations de trèfle blanc (SPENCER *et al.*, 1975). Ses besoins hydriques annuels sont d'environ 400 mm (HALL, 2008b). Des études menées en Suisse entre 2004 et 2006, en comparaison au trèfle blanc (*Trifolium repens* L.) sur trois sites présentant différentes conditions pédoclimatiques, ont confirmé l'intérêt du trèfle du Caucase en conditions séchantes. 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. 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 1) pour représenter 60% du mélange au terme des essais (BETTLER et THOMET, 2007). De même, sur la durée, la meilleure productivité en fourrage a été obtenue avec les mélanges contenant du trèfle du Caucase. De plus, ce bon comportement face à la sécheresse et aux hautes températures ne se fait pas au détriment de sa résistance hivernale, comme le révèle son utilisation au Canada ou dans le nord des USA. Le trèfle du Caucase offre donc une alternative intéressante au trèfle blanc pour les prairies des régions sèches, autant dans le bassin méditerranéen que sur des plateaux ou des zones montagneuses plus continentales.

La pérennité et la longue durée d'implantation du trèfle du Caucase l'orientent vers un **usage optimal en pâturage**, renforcé par sa **proportion élevée de feuilles** (plus de 85%) par rapport aux tiges (PETERSON *et al.*, 1994). 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* (KAN-NENBERG *et Elliott*, 1962). 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 SMITH, 1998). Sa valeur alimentaire et son appétence sont excellentes, similaires à celle du trèfle blanc (BETTLER et THOMET, 2007). Cependant, sa haute digestibilité en fait également un **fourrage météorisant** qu'il convient d'**utiliser en mélange avec des graminées**. Pauvre en phyto-œstrogènes, il pourra être utilisé sans risque sur des brebis gestantes (SEGUIN et LABERGE, 2005).

Afin de profiter des avantages du trèfle du Caucase dans les mélanges fourragers, il conviendra donc de l'associer avec des graminées ainsi qu'avec d'autres légumineuses assurant une forte production de protéines dès l'implantation, tout en veillant à utiliser des espèces et variétés moyennement agressives. Au-delà de son utilisation en fourrage, sa pérennité en fait un excellent **moyen de lutte contre l'érosion des sols**. Il est bien adapté à la mise en place d'un couvert permanent, limitant ainsi le lessivage des éléments minéraux. **Le semis de maïs ensilage sous couvert de**

**trèfle du Caucase** donne de très bons résultats et **permet une réduction des apports d'azote, sans perte de rendement** (ALBRECHT *et al.*, 2015).

## Conclusion

Face aux aléas climatiques auxquels la France, et particulièrement le sud du pays, est confrontée de plus en plus régulièrement, des solutions existent grâce à l'exploration de la diversité des légumineuses à notre disposition. Il n'y a cependant pas « d'espèce miracle » et la seule règle reste d'employer la « bonne » espèce dans le « bon » mélange selon l'objectif visé et les conditions pédoclimatiques ciblées. Si cette synthèse s'est focalisée sur certaines légumineuses en réponse à un contexte précis, leur diversité naturelle est beaucoup plus large et d'autres espèces font et feront à l'avenir leur apparition dans des mélanges fourragers ou des couverts végétaux, comme les luzernes annuelles (*Medicago sp.*), la biserrule (*Biserrula pelecinus*) et de nombreux trèfles (*Trifolium isthmocarpum*, *glomeratum*, *spumosum*...).

L'adaptation naturelle de certaines espèces aux contraintes pédoclimatiques (sécheresse, immersion, salinité des sols...) fournit aux sélectionneurs une ressource génétique presque illimitée. Au delà de l'identification de leurs intérêts et comportements spécifiques, la création variétale travaille aujourd'hui à l'amélioration des cultivars, en nombre encore souvent limité pour ces espèces, pour répondre aux attentes du marché. La sélection cherche en priorité à concentrer les atouts de chaque espèce dans des variétés plus productives tout en palliant les défauts qu'elles pourraient présenter dans les contextes d'exploitation visés (lenteur d'implantation par exemple). Ainsi, des hybrides interspécifiques entre du trèfle blanc et du trèfle du Caucase ont récemment été créés afin d'augmenter le système racinaire du trèfle blanc dans un but d'amélioration de sa résistance à la sécheresse et de sa pérennité (MARSHALL *et al.*, 2015). L'exploitation de la diversité des légumineuses ouvre ainsi de vastes perspectives pour répondre aux évolutions du climat et suivre l'évolution des pratiques agricoles.

Intervention présentée aux Journées de l'A.F.P.F.,  
"Les légumineuses fourragères et prairiales : quoi de neuf ?",  
les 21 et 22 mars 2016

**Remerciements** : Un grand merci aux équipes de la société Fertiprado, et particulièrement Joao Paulo Crespo, José Freire et Ana Barradas, pour m'avoir fait découvrir la diversité des légumineuses et nous permettre, grâce à leur travail de sélection sur ces espèces, de tenter d'apporter des solutions concrètes aux agriculteurs français.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBRECHT K.A., OCHSNER T.E., SCHWAB A.R., JOKELA W.E. (2015) : "Intercropping maize and Caucasian clover to reduce environmental impact of maize silage production", *Grassland Science in Europe*, 20.
- AWI (2006) : "Trifolium resupinatum. Sustainable grazing on saline land initiative and the CRC Salinity", SALTdeck Series, Australia.
- 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.
- BLACK A.D., MOOT D.J., LUCAS R.J. (2006) : "Spring and autumn establishment of Caucasian and white clovers with different sowing rates of perennial rye-grass", *Grass and forage Sci.*, 61 (4), 430-441.
- BOJARSZCZUK J., KSIEZAK J., STANIAK M. (2015) : "Comparison of the productivity of cereals with undersown serradella grown for green mass", *J. Res. Applications in Agricultural Engineering*, 60 (3), 16-20.
- BOLLAND M.D.A. (1985) : "Serradella (*Ornithopus sp.*): maturity range and hard seed studies of some strains of five species", *Australian J. Experim. Agric.*, 25, 580-587.
- CHARLES J.P., LEHMANN J. (1989) : "Intérêt des mélanges de graminées et de légumineuses pour la production fourragère en Suisse", *Fourrages*, 119, 311-320.
- CHRISTY B., MCLEAN T., TOCKER J., NIE Z., HARRIS R. (2015) : "Economic value of grazing inter-crops in the high rainfall zone of Southern Australia", *Proc. 17<sup>th</sup> ASA Conf.*, 20-24 september 2015.
- DEAR B., HACKNEY B., CROCKER G., SANDRAL G. (2008) : "French Serradella", *Primefacts*, 633.
- 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 p.
- 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.
- DOOLE G.J., PANNELL D.J., REVELL C.K. (2009) : "Economic contribution of French serradella (*Ornithopus sativus* Brot.) pasture to integrated weed management in Western Australian mixed-farming systems: an application of compressed annealing", *Australian J. Agricultural and Resource Economics*, 53, 193-212.
- FAO (2006) : *Livestock's Long Shadow: environmental issues and options*, [www.fao.org/newsroom/en/news/2006/1000448/index.html](http://www.fao.org/newsroom/en/news/2006/1000448/index.html)
- FU S.M., HAMPTON J.G., WILLIAMS W.M. (1994) : "Description and evaluation of serradella (*Ornithopus L.*) accessions", *New Zealand J. Agricultural Research*, 37 (4), 471-479.
- GASTAL F., JULIER B., SURAULT F., LITRICO I., DURAND J.L., DENOUE D., GHESQUIERE M., SAMPOUX J.P. (2012) : "Intérêt des prairies cultivées multi-espèces dans le contexte des systèmes de polyculture-élevage", *Innovations Agronomiques*, 22, 169-183.
- GENRICH K.C., SHEARER C.C., EHLKE N.J. (1998) : "Kura clover growth and development during the seeding year", *Crop Sci.*, 38, 735-741.
- GLADSTONES J.S., COLLINS W.J. (1983) : "Subterranean clover as a naturalized plant in Australia", *J. Australian Inst. of Agric. Sci.*, 49, 191-202.
- GÖHL B. (1982) : *Les aliments du bétail sous les tropiques*, FAO, Division de Production et Santé Animale, Roma, Italy.
- HACKNEY B., NUTT B., LOI A., YATES R., QUINN J., PILTZ J., JENKINS J., WESTON L., O'HARE M., BUTCHER A., BUTCHER C., WOLFE T., HOWIESON J. (2015) : "On-demand harseeded pasture legumes - a paradigm shift in crop-pasture rotations for southern Australian mixed farming systems", *Proc. 17<sup>th</sup> ASA Conf.*, 20-24 september 2015.

- HALL E. (2008a) : "Arrowleaf clover", *Pastures australia*, [http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/pastures/Html/Arrowleaf\\_clover.htm](http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/pastures/Html/Arrowleaf_clover.htm)
- HALL E. (2008b) : "Caucasian clover", *Pastures Australia*, [http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/pastures/Html/Caucasian\\_clover.htm](http://keys.lucidcentral.org/keys/v3/pastures/Html/Caucasian_clover.htm)
- HAYES R.C., SANDRAL G.A., SIMPSON R., PRICE A., STEFANSKI A., NEWELL M.T. (2015) : "A preliminary evaluation of alternative annual legume species under grazing on the Southern Tablelands of NSW", *Proc. 17<sup>th</sup> ASA Conf.*, 20-24 september 2015.
- HOPKINS A. (2012) : "Climate changes and grasslands : impacts, adaptation and mitigation", *CIHEAM Options méditerranéennes Série A, Séminaires méditerranéens*, 102, 37-46.
- HUMPHREYS L.R. (1978) : "Tropical pastures and fodder crops", *Intermediate Tropical Agriculture*, Longman Group Ltd, 13-50.
- KANNENBERG L.W., ELLIOTT F.C. (1962) : "Ploidy in *Trifolium ambiguum*, M. Bieb. in relation to some morphological and physiological characters", *Crop Sci.*, 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.
- LEDDIN C.M., STOCKDALE C.R., HILL J., HEARD J.W., DOYLE P.T. (2010) : "Increasing amounts of crushed wheat fed with Persian clover herbage reduced ruminal pH and dietary fibre digestibility in lactating dairy cows", *Anim. Prod. Sci.*, 50 (9), 837-846.
- LENOBLE M., PAPINEAU J. (1972) : "Le trèfle de Perse - Son intérêt comme fourrage annuel d'été", *Fourrages*, 52, 89-97.
- LOI A. (2007) : "Yellow serradella", *Pastures australia*.
- MAAF (2014) : *Plan protéines végétales pour la France 2014 - 2020*, Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt.
- MARSHALL A.H., LOWE M., COLLINS R.P. (2015) : "Variation in response to moisture stress of young plants of interspecific hybrids between White clover (*T. repens* L.) and Caucasian clover (*T. ambiguum* M. Bieb)", *Agriculture*, 5, 353-366.
- MASSON P., ROCHON J.J., GOBY J.P., B. ANTHELME B. (1993) : "Intérêt des légumineuses annuelles à ressemis pour le pâturage hivernal en région méditerranéenne", *Fourrages*, 135, 335-341.
- MCDONALD K. (2006) : "Strawberry clover", *Perennial pastures for Western Australia*, Bulletin 4690.
- MORLEY F.H.W., KATZNELSON J.S. (1965) : "Colonization in Australia by *Trifolium subterraneum* L.", *Symp. on Genetics of colonizing species*, 169-282, Academic press, New-York.
- NICHOLS P. G. H., REVELL C.K., HUMPHRIES A.W., HOWIE J. H., HALL E.J., SANDRAL G. A., GHAMKHAR K., HARRIS C. A. (2012) : "Temperate pasture legumes in Australia - their history, current use, and future prospects", *Crop and Pasture Sci.*, 63, 691-725.
- PEDERSON G.A. (1995) : "White clover and other perennial clovers", *Forages*, 5(1), 227-236.
- PETERSON P.R., SHEAFFER C.C., JORDAN R.M., CHARLES C.J. (1994) : "Responses of Kura clover to sheep grazing and clipping : I. Yield and forage quality", *Agron. J.*, 86, 655-660.
- PIRES A.L., AHLRICHS J.L., RHYKERD C.L. (1991) : "Response of 11 forage species to treatment of acid soil with calcitic and dolomitic lime", *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 23, 541-558.
- POINTEREAU P. (2001) : "Légumineuses : quels enjeux écologiques ?", *Courrier de l'environnement de l'INRA*, 44, 69-72.
- REED K. (2008) : "Strawberry Clover", *Pastures australia*.
- REVELL C. (2007) : "French serradella - soft seeded", *Pastures australia*.
- SCOTT D. (1998) : "Sixteen years of Caucasian clover under contrasting managements", *Proc. N Z Grassl. Assoc.*, 60, 115-118.
- SEGUIN P., LABERGE G. (2005) : "Le trèfle Kura : une légumineuse pour les pâturages permanents", *Cahiers Agriculture*, 14 (5), 429-435.
- SEGUIN P., SHEAFFER C.C., EHLKE N.J., BECKER R.L. (1999) : "Kura clover establishment methods", *J. Prod. Agric.*, 12, 483-7.
- SPENCER K., HELY F.W., GOVANS A.G., ZORIN M., HAMILTON L.J. (1975) : "Adaptability of *Trifolium ambiguum* Bieb. to a montane environment", *J. Aust. Inst. Agric. Sci.*, 41, 268-270.
- STANIAK M., KSIEZAK J., BOJARSZCZUK J., FARIASZEWSKA A. (2015) : "Evaluation of productivity of four cereals species with undersign serradella", *J. Research and Applications in Agricultural Engineering*, 60 (4), 89-93.
- STEVENS R., MONSEN S.B. (2004) : "Forbs for Seeding Range and Wildlife Habitats", *Restoring Western Ranges and Wildlands*, USDA Forest Service Gen. Tech Rep. RMRS- GTR-136.
- TAYLOR N.L., SMITH R.R. (1998) : "Kura clover (*Trifolium ambiguum* M.B.) breeding, culture and utilization", *Adv. Agron.*, 63, 153-78.
- THOMPSON R.B. (2005) : "Arrowleaf clover", *Primefacts*, 102.
- TOWNSEND C.E. (1985) : "Miscellaneous perennial clovers", Taylor J.L. (ed.), *Clover Science and Technology*, ASA/CSSA/SSSA, Madison, Wisconsin, 563-578.
- ZOHARY M., HELLER D. (1984) : *The genus Trifolium*, Israel Acad. of Sci. and Humanities, Jerusalem.



Association Française pour la Production Fourragère

---

La revue *Fourrages*

est éditée par l'Association Française pour la Production Fourragère

**[www.afpf-asso.org](http://www.afpf-asso.org)**



AFPF – Maison Nationale des Eleveurs, Bureau 406, 149 rue de Bercy, F-75595 Paris cedex 12  
(tél. : 33 (0)1 40 04 52 00 ; e-mail : [afpf.versailles@gmail.com](mailto:afpf.versailles@gmail.com))

Association Française pour la Production Fourragère