

Développer les associations annuelles céréales - protéagineux dans les systèmes fourragers

Jean-Claude Emile¹, Jean-Paul Coutard², Emmanuel Forel³, David Stephany⁴

1 : Inra UE Fourrages Environnement Ruminants, F-86600 Lusignan ; jean-claude.emile@lusignan.inra.fr

2 : Ferme expérimentale de Thorigné d'Anjou, F-49220 Thorigné d'Anjou

3 : Chambre d'Agriculture de l'Ardèche, F-07000 Privas

4 : ADABio, F-01250 Ceyzeriat

Résumé

Les associations annuelles entre céréales et légumineuses, valorisées comme fourrages, font l'objet d'un regain d'intérêt pour leur insertion dans les systèmes d'élevage. Elles sont particulièrement économes en intrants, contribuent à l'autonomie énergétique et protéique de l'exploitation et constituent une voie de sécurisation du système fourrager, vis-à-vis des aléas climatiques et économiques. Associées à des céréales à paille en culture d'hiver ou à des maïs ou sorgho en cultures d'été, les légumineuses améliorent la productivité et surtout les valeurs protéique et énergétique de la céréale pure, ainsi que son efficacité pour le rationnement des troupeaux. Leur conduite est simple et économique. Les deux principaux freins à leur utilisation sont le pilotage de la proportion de légumineuse dans l'association et la prédiction de sa valeur alimentaire. A partir de données expérimentale et de terrain, le texte présente des recommandations sur la composition d'une association, la conduite culturale, la récolte, la valeur alimentaire et l'utilisation pour le rationnement des ruminants. Les associations constituent des ressources fourragères dont la place ne peut qu'être amenée à se développer dans les systèmes fourragers.

Les cultures annuelles associant une ou des espèce(s) de légumineuse à une ou des espèce(s) de céréales, et que l'on qualifie **d'associations céréales - protéagineux**, occupent une place importante parmi les ressources fourragères utilisées pour l'alimentation des ruminants. Leur intérêt stratégique dans les systèmes fourragers relève essentiellement de leur capacité à constituer une alternative fourragère crédible par rapport à d'autres cultures fourragères annuelles en situation séchante (productivité élevée avant la sécheresse estivale), de leur coût de production raisonnable et économe en intrants et enfin de leur contribution à l'autonomie énergétique et protéique de l'exploitation. Elles permettent aussi une adaptation tactique à des épisodes climatiques défavorables à la production fourragère, en association (BRUNSCHWIG et LAMY, 2008) ou en céréales pures (LE GALL *et al.*, 1998).

Ces cultures fourragères, dont l'usage est connu depuis fort longtemps, font actuellement l'objet d'un regain d'intérêt pour leur contribution à de nouveaux modes de production (faibles intrants, agroécologie, agriculture biologique) et vis-à-vis des évolutions des conditions climatiques. **Nous nous limiterons dans ce texte à l'utilisation de ces associations en fourrages**, même si la récolte en grain contribue également à l'autonomie du système de production.

On peut distinguer ces associations par la nature des espèces concernées et en particulier de la céréale.

Dans la majorité des cas, les céréales utilisées sont des **céréales à paille** (triticale, blé, avoine, orge...) et sont associées à une ou plusieurs **légumineuses** (pois, vesce, parfois féverole). Il s'agit dans la plupart des cas de cultures d'hiver, semées en automne et récoltées au printemps. On utilisera dans ce texte le terme **d'association avec céréales à paille** plutôt que le terme de « méteil » improprement employé (voir Encadré 1). L'usage de ces associations récoltées en grain ou en fourrage est courant dans les exploitations d'élevage, voire très fréquent dans les élevages en agrobiologie.

L'association peut également se baser sur des **céréales annuelles d'origine tropicale** (espèces dites en C₄) comme le maïs ou le sorgho, associées à des **légumineuses** (soja, haricot, vesce, pois, lupin). L'usage de ce type d'association, bien que très développé en zone tropicale (exemple de la milpa), reste très marginal en France. Après un certain nombre d'expérimentations dans les années 80 dans le Sud-Ouest et en Alsace, des essais et observations ont été mis en place plus récemment en Pays de Loire, Rhône-Alpes et Normandie pour le maïs ainsi qu'en Poitou-Charentes pour le sorgho. Il s'agit là de cultures à croissance estivale aux exigences différentes de celles des associations avec céréales à paille.

ENCADRÉ 1 – Un peu de vocabulaire : association / méteil / MCPI...

Le terme méteil est défini à l'origine comme étant un mélange de seigle et de blé (ou de froment) que l'on sème et que l'on récolte ensemble (Petit Larousse et Robert), ce que confirme le Code Rural. En pratique, dans le langage courant, il recouvre aussi bien des associations céréales – protéagineux que des mélanges céréaliers (sans présence de protéagineux) et des mélanges de protéagineux (sans présence de céréales). Il n'est donc pas approprié. Le sigle MCPI (pour mélange céréale protéagineux immature) pourrait être employé dans la mesure où on se limite à la récolte en fourrage, en excluant la récolte en grain.

Les légumineuses sont essentiellement intéressantes dans les exploitations d'élevage, d'une part parce qu'elles contribuent, grâce à la fixation symbiotique de l'azote, à réduire les apports d'azote minéral dans la culture ou la rotation, et d'autre part parce qu'elles permettent d'améliorer la valeur protéique de la ration des ruminants. Ces deux points, qui constituent des avantages environnementaux et économiques non négligeables, sont largement débattus et valorisés dans les diverses contributions à ces journées.

Nous chercherons donc dans ce texte à examiner ce qu'implique la présence d'une légumineuse dans une association annuelle, en termes d'avantages mais aussi de limites. Puis nous synthétiserons les **connaissances et pratiques** pour conduire l'association tant au niveau de la culture que de son utilisation par les ruminants.

1. Ce que les légumineuses apportent dans l'association

Les principaux avantages apportés par la légumineuse concernent la productivité de l'association, sa qualité, son efficacité pour le rationnement des troupeaux et sa conduite simple et économique.

– Une productivité de l'association souvent supérieure à la culture pure

Les Tableaux 1 et 2 ci-dessous (respectivement pour céréales à paille et maïs ou sorgho) regroupent un certain nombre d'études qui permettent de qualifier la productivité, la valeur azotée et la valeur énergie d'une association et de la comparer à la céréale pure correspondante.

La productivité des associations avec céréales à paille, sur un total de plus de 50 comparaisons dans les 6 études citées, **est de l'ordre de 10 tonnes de matière sèche à l'hectare** (Tableau 1). Elle apparaît proche voire légèrement supérieure à celle de la céréale pure (102 % en moyenne). Cela est très satisfaisant compte tenu du plus faible potentiel productif des protéagineux.

Au pâturage (simulé par une récolte précoce), l'association d'une vesce à diverses céréales a permis d'obtenir un gain de biomasse de 30 à 55 % (NOVAK *et al.*, 2012) et, en intercultures, une

association triticales - vesce a fourni à Thorigné le même rendement que le triticales pur, en moyenne de-trois années (J.P. COUTARD, données non publiées).

TABLEAU 1 – Productivité, valeur protéique et valeur énergétique de l'association par rapport à la céréale à paille correspondante (choisie comme base 100).

Association	Productivité (t MS/ha) (% de la céréale)	Valeur azotée (g MAT/kg MS) (% de la céréale)	Valeur énergie UFL, DMO ou DMS (% de la céréale)
COUTARD ET FORTIN (2014) Triticale, avoine, pois, vesce	11,2 (101 %)	93 (161 %)	0,83 UFL (104 %)
NOVAK <i>et al.</i> (2011) Triticale, avoine, pois, vesce	8,7 (116 %)	109 (147 %)	
Casdar (2005) Triticale - pois	8,2 (108 %)	97 (151 %)	
OUKNIDER et JACQUARD (1986) Avoine - vesce	10,7 (97 %)	84 (137 %)	0,47 UFL (124 %)
JACOBS <i>et al.</i> (2012) Triticale - pois et blé - pois	13,7 (94 %)	109 (114 %)	62,9 % DMS (100 %)
PEP bovins lait Rhône Alpes (2008) Triticale, blé, avoine, pois, vesce	11,9 (96 %)	97 (145 %)	

La productivité des associations avec maïs ou sorgho, dans des milieux certes différents, est plus élevée, de l'ordre de 14 tonnes de matière sèche à l'hectare (Tableau 2). Elle est identique ou légèrement plus faible que celle de la céréale pure (91 à 99 %). La proportion de légumineuse dans l'association récoltée est parfois très faible.

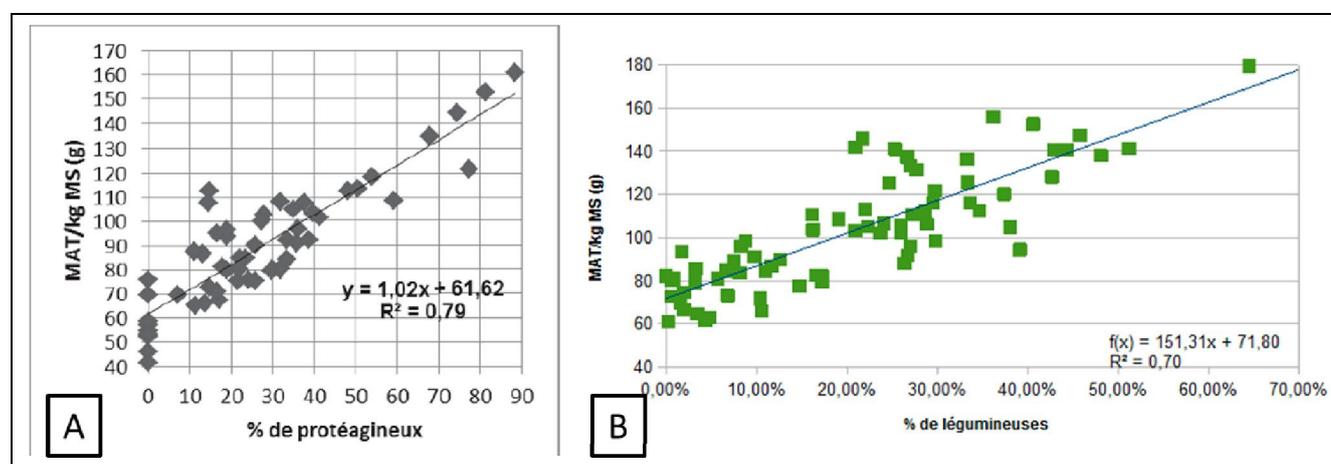
TABLEAU 2 – Productivité, valeur protéique et valeur énergie de l'association par rapport au maïs (ou sorgho) correspondant (choisie comme base 100).

Association	Productivité (t MS/ha) (% de la céréale)	Valeur azotée (g MAT/ kg MS) (% de la céréale)	Valeur énergie UFL, ou DMS (% de la céréale)
MARTY et EYCHENNE (1980) Maïs - soja	13,0 (91 %)	85 (121 %)	0,78 UF (92 %)
MONCOULON et AFFANE (1983) Maïs - soja	13,0 (96 %)	93 (121 %)	0,85 UFL (97 %)
ANDRIGHETTO <i>et al.</i> (1992) Maïs - soja	16,4 (99 %)	93 (119 %)	
PEP Rhône-Alpes (2015) Maïs - soja	14,1 (99 %)	103 (123 %)	0,86 UFL (101 %)
CA Normandie (2013) Maïs - soja	17,1 (94 %)	75 (99 %)	
CRA Pays de Loire (2005) Maïs - soja		58 (126 %)	0,88 UFL (99 %)
DA SILVA <i>et al.</i> (2014) Sorgho - soja - haricot	12,6 (94 %)	73 (164 %)	69,2 dMS (102 %)

- Un fourrage de meilleure qualité

Dans la grande majorité des comparaisons effectuées, et pour tous les types d'associations, **la présence de la légumineuse améliore nettement la valeur azotée du fourrage**. Les associations avec céréales à paille (Tableau 1) ont une teneur en MAT moyenne de 98 g par kg soit 42 % de plus que le témoin. Sans surprise, plus la part de légumineuse est élevée, plus la valeur azotée de l'association est élevée (Figure 1, selon COUTARD et FORTIN (2014) et réseau PEP (2008) en Rhône-Alpes), comme cela a également été relevé dans 2 grandes études conduites en réseau d'expérimentation dans les années 2005 à 2011 (YVERGNAUX *et al.*, 2007 ; CORRE-HELLOU *et al.*, 2013). Cette amélioration est liée certes à la valeur intrinsèque de la légumineuse mais aussi à l'élévation concomitante de la valeur azotée de la céréale. Celle-ci a récemment été évaluée à + 0,38 g de MAT par % de protéagineux dans l'association par J.P. COUTARD (communication personnelle, 35 comparaisons entre 2007 et 2015), confirmant ainsi des observations réalisées sur des associations récoltées en grain (COUTARD 2010).

FIGURE 1 – Relation entre la valeur azotée de l'association et la proportion de protéagineux dans l'association a) en Pays de la Loire (COUTARD *et al.*, 2014) et b) en Rhônes-Alpes (PEP Bovins lait, 2008).



Pour les associations avec maïs ou sorgho le gain moyen en valeur azotée (MAT = 83 g/kg MS) est également conséquent (+ 25 %), même si les proportions de légumineuses sont faibles.

La valeur énergétique de l'association récoltée est en moyenne de 109 % de celle de la céréale à paille pure correspondante (Tableau 1). Dans un essai récent, ARRIGO *et al.* (2015) ont comparé les valeurs alimentaires de l'avoine, du triticale et du pois par rapport à des associations. Les valeurs obtenues sur céréales confirment les données relevées par EMILE *et al.* (2007) et la valeur du pois leur est supérieure. Les associations y apparaissent d'autant plus intéressantes (tant en énergie qu'en azote) que la proportion de protéagineux y est élevée (de 8 à 30 %). On peut aussi noter (Tableau 2) que les associations avec du maïs ou du sorgho, espèces de bonne valeur alimentaire, ne sont pas forcément pénalisées, en raison d'une part des valeurs élevées de la digestibilité du soja et des haricots et d'autre part de leur relativement faible proportion dans le mélange.

Au final, l'association présente donc une valeur azotée très améliorée par rapport à la céréale pure, sans pour autant pénaliser la valeur énergétique.

- Une valorisation zooteknique souvent supérieure à celle de la céréale en culture pure

Les associations fourragères annuelles ont été le plus souvent évaluées par rapport à des ensilages d'herbe (graminées pures ou associations). Il existe peu de comparaisons zootekniques entre une association et la céréale pure correspondante.

A Lusignan, deux essais successifs ont eu pour objectif d'évaluer les effets de l'association de légumineuse dans une céréale ensilée. Chacune des 2 années, un triticale conduit en culture pure a été comparé à une association binaire triticale-pois et à une association quaternaire triticale-avoine-

pois-vesce sur les aspects agronomiques, environnementaux et zootechniques (EMILE *et al.*, 2008 ; NOVAK *et al.*, 2011). Les deux associations ont fourni un fourrage de meilleure qualité (digestibilité et teneur en MAT), mieux ingéré et ont permis des productions laitières plus élevées (Tableau 3), à complémentation identique. Le meilleur rendement à la récolte du triticale seul peut s'expliquer par la fumure minérale (80 N pour le triticale et 0 N pour les associations). Avec le maïs, un premier essai conduit dans le Sud Ouest par MARTY et EYCHENNE (1980) a conclu à l'intérêt de l'association soja - maïs pour l'élevage ovin. Un essai avec des vaches laitières (MONCOULON *et al.*, 1986) a mis en évidence un gain d'ingestibilité et de production laitière en faveur de l'association, à complémentation identique.

TABLEAU 3 – Comparaison zootechnique d'une association par rapport à la céréale pure correspondante.
Associations céréale - protéagineux à Lusignan (86) et maïs - soja à Toulouse (31).

	Protéagineux (%)	Rendement (t ms/ha)	MAT (%)	Valeur énergie (% DMS ou UFL)	Ingestibilité (kg ms/jour)	Lait (kg/jour)
<u>Association céréale à paille et protéagineux</u> (Lusignan, 2006 et 2007 ; EMILE <i>et al.</i> , 2008 ; NOVAK <i>et al.</i> , 2011)						
Triticale	0	10,9	7,9	56,7 % DMS	9,3	19,2
Triticale - pois	34	7,0	11,0	61,4% DMS	10,8	20,6
Triticale-avoine-pois-vesce	36	8,2	11,3	61,7% DMS	11,6	21,3
<u>Association maïs -soja</u> (Toulouse, 1986 ; MONCOULON <i>et al.</i> , 1986)						
Maïs	0	13,5	8,1	0,88 UFL	13,0	18,2
Maïs - soja	17	13,0	9,3	0,85 UFL	15,0	19,2

– Une réduction de la consommation d'intrants

La conduite de la culture est particulièrement avantageuse d'un point de vue environnemental. Dans ces essais comme dans la plupart des exploitations, excepté pour les associations avec maïs ou sorgho, aucun apport de pesticide n'est réalisé (ni désherbant, ni fongicide). Par ailleurs, aucune intervention mécanique n'est nécessaire entre le semis et l'ensilage.

La légumineuse permet de limiter fortement, voire de supprimer, l'apport d'azote minéral ce qui n'est pas le cas avec une céréale pure. Elle peut contribuer à la fourniture d'azote pour les cultures suivantes dans la rotation.

2. Les difficultés rencontrées avec les associations

Les 2 principaux freins à l'utilisation des légumineuses en association sont la difficulté de piloter la composition de l'association et la difficulté à connaître sa valeur alimentaire. D'autres difficultés peuvent aussi être évoquées.

– On ne maîtrise pas vraiment le produit final

L'une des phrases qui revient le plus souvent lorsque l'on parle des associations annuelles céréales - légumineuses, c'est que "**on sait ce que l'on sème mais on ne sait pas ce que l'on va récolter**".

Il y a effectivement de nombreux paramètres qui interviennent entre la proportion de semences dans la trémie du semoir et ce que l'animal va ingérer : nombre de graines, densité, écartement, disponibilité des nutriments, impacts des ravageurs, des adventices, interaction entre espèces semées (allogamie...), type de sol, altitude, impacts des conditions climatiques... Pour certains éleveurs cette incertitude sur l'obtention d'un fourrage connu (en quantité et en qualité) constitue un

réel frein à l'adoption des associations. Pour d'autres, en particulier dans le cas du maïs et du sorgho, c'est la trop faible proportion de légumineuse dans le fourrage récolté qui peut inciter à ne pas se compliquer la vie en essayant une association.

Il n'existe pas vraiment de recettes mais des tendances (reprises dans le chapitre suivant) qui permettent de disposer de quelques leviers dont les effets sont à peu près connus : la proportion de légumineuse au semis, la date de semis, l'éventuel décalage entre les semis, l'apport azote, la date de récolte, une exploitation préalable au pâturage. Cependant, **l'éleveur doit aussi savoir s'adapter au produit qu'il a obtenu et en tenir compte dans son utilisation** pour l'alimentation de son troupeau (niveau de production, type animal, rationnement...).

- La valeur alimentaire est difficile à évaluer

La valeur alimentaire d'une association est nettement plus compliquée à évaluer que celle d'une culture pure classique (un maïs, un triticale, un pois, une vesce). Elle dépend de la nature des espèces présentes, de leur proportion relative et des éventuelles interactions entre ces espèces au sein du mélange. Les tables de valeur alimentaire font l'hypothèse de l'additivité de la valeur alimentaire, c'est-à-dire que par exemple une association équilibrée (50-50 en matière sèche) à la récolte aura la valeur moyenne des 2 espèces qui la composent. Malheureusement, cette hypothèse n'est pas vérifiée et l'estimation de la valeur d'une association à partir de ses composants peut être remise en cause (COUTARD, 2010 ; COUTARD et FORTIN, 2014 ; ARRIGO, 2014 ; ARRIGO *et al.*, 2015). D'autre part ceci suppose de connaître la proportion des espèces au sein de l'association, ce qui n'est pas vraiment aisé à l'échelle d'un élevage.

Cet aspect constitue de fait l'un des 2 points les plus fréquemment cités par un panel de praticiens parmi les questions posées à la recherche sur les fourrages (MAXIN, 2015). Il existe encore peu de données de référence, pour permettre de qualifier les associations et construire des équations de prédiction satisfaisantes. En pratique les laboratoires d'analyse n'ont souvent à leur disposition que des équations monospécifiques ou des équations encore trop peu robustes. **Les travaux récemment engagés** (MAXIN *et al.*, 2016) **devraient permettre de disposer prochainement d'une équation satisfaisante**, au moins pour les associations avec céréales à paille.

- Autres freins à l'adoption des associations annuelles.

Le semis est parfois plus compliqué en raison de la taille différente des graines (féverole avec céréale à paille, soja et haricot avec sorgho...) qui suppose de prendre des précautions au semis (qualité du mélange, éviter la stratification, profondeur) ou d'effectuer des semis décalés.

La **maîtrise des adventices** ne constitue pas une difficulté pour les associations avec céréales à pailles. La très grande majorité d'entre elles sont conduites sans désherbage, chimique ou mécanique. Le couvert est suffisamment dense pour limiter le développement des adventices qui peuvent aussi contribuer à la production fourragère (en ensilage comme au pâturage). Mais pour le maïs et le sorgho, la situation est plus compliquée en raison du mode de semis (en rangs espacés de 30 à 75 cm) et de leur démarrage de végétation souvent plus faible que celui de certaines adventices. La présence de la légumineuse rend le désherbage chimique plus complexe et plus difficile à réussir. Le doublement des rangs rend le contrôle mécanique plus malaisé.

Le risque de verse se retrouve avec tous les types d'associations. C'est le cas avec les MCPI lorsque le développement des légumineuses est excessif et que les céréales ne peuvent plus faire office de tuteur. C'est aussi le cas avec du maïs ou du sorgho car les haricots peuvent casser les tiges de la céréale en raison de leur poids.

Enfin, il est nécessaire d'être vigilant et d'éviter le **retour trop fréquent des protéagineux dans la rotation**. Cela pose notamment problème lorsque l'on introduit de la féverole dans l'association fourragère alors qu'elle est également cultivée en culture pure dans la rotation.

3. Comment cultiver les associations annuelles ?

A partir d'observations et d'expérimentations en fermes ou en stations expérimentales (Encadré 2), un certain nombre de recommandations générales peuvent être formulées, autour de la composition de l'association, de la conduite de la culture puis de la récolte.

ENCADRÉ 2 – Des brochures de recommandations techniques pour les associations.

La conduite et la valorisation des associations font l'objet depuis quelques années de nombreuses recommandations pratiques issues d'observations de terrain et de résultats expérimentaux. De nombreuses brochures couvrant une grande diversité de situations pédoclimatiques et de productions sont disponibles.

★ localisation géographique des brochures recensées

N'hésitez pas à demander la liste (non exhaustive !) et les liens correspondants aux auteurs ou à l'AFPF.

N'hésitez pas à nous faire connaître vos brochures, pour améliorer cette liste.



– Le choix des espèces

Les principaux objectifs poursuivis lors de la composition d'une association sont la récolte d'un mélange productif, riche en légumineuses, de valeur nutritive satisfaisante, sans risque de verse, tout en maîtrisant les adventices et en limitant les intrants.

Pour une association avec céréale à paille, la céréale doit donc être productive, couvrante, constituer un bon tuteur, être résistante aux maladies. Cela explique l'utilisation privilégiée du triticale, accompagné ou non d'avoine. Le blé et l'orge sont en effet moins couvrants, plus sensibles aux maladies fongiques, et constituent un moins bon tuteur pour le pois fourrager et la vesce. Le développement végétatif du ou des protéagineux doit être compatible avec la céréale associée. Cela rend le pois protéagineux peu adapté à une association avec le triticale (moindre accès à la lumière). L'association du pois fourrager et de la vesce commune permet d'avoir 2 espèces complémentaires pour remplir les fonctions de fixation symbiotique, richesse en énergie et matières azotées.

Les associations les plus fréquemment rencontrées sont : triticale - pois - vesce, et triticale - avoine - pois - vesce. L'association binaire triticale - pois est également utilisée. En Rhône-Alpes, il est conseillé d'introduire la vesce velue, plus résistante au froid, en zone d'altitude (> 700 m). De façon générale les légumineuses sont d'autant plus présentes que les conditions sont plus favorables (plaine, sols profonds). En zone méditerranéenne, l'association triticale - vesce commune semble constituer un bon compromis entre rendement et qualité (HECHMI, 1999). L'association peut être composée directement par l'éleveur à partir des variétés à sa disposition, en fonction de ses objectifs d'utilisation et de ses parcelles, mais peut aussi être réalisée à partir de mélanges partiels ou complets proposés par les semenciers et leurs distributeurs.

Le soja semble être l'espèce la mieux adaptée à l'association avec le maïs : on parle parfois de culture de maya. Le soja, dont le développement sera perturbé par l'ombrage du maïs, devra être suffisamment tardif pour être encore récoltable lors de l'ensilage, malgré les éventuels coups de chaud en fin de cycle. En Rhône-Alpes, les recommandations pour le choix de la variété de soja vont du groupe 00 au groupe 1 en fonction du type de maïs (indices 280 à 360). Parmi 6 associations binaires testées en Alsace, CHAPOT (1990) a montré que seules celles avec un soja ou des haricots grimpants

(haricot d'Espagne et haricot commun) ont donné satisfaction, ces dernières ayant cependant manifesté une sensibilité à la verse. Plus récemment, les tentatives en Pays de Loire, Normandie ou Rhône-Alpes avec d'autres légumineuses (féverole, vesce, pois) ont été jusqu'à ce jour décevantes, en raison des décalages de cycle trop importants entre les espèces et de la sensibilité de ces protéagineux aux chaleurs estivales. Pour le sorgho, un essai conduit à Lusignan (EMILE, 2016, ce document) confirme l'intérêt du soja pour son association avec un sorgho grain (DA SILVA, 2014) mais montre aussi que l'association avec un haricot commun grim pant (type haricot tarbais) lui est plus profitable, à la fois pour la teneur en MAT, la digestibilité et la contribution au rendement total.

Il n'y a pas vraiment de dogme pour la densité de semis et la proportion entre espèces. Cependant, la proportion de légumineuses reste l'un des leviers permettant de tenter de piloter la nature du fourrage récolté. Les doses de semis doivent être raisonnées en grains par m². En fonction des besoins de l'éleveur, la quantité de céréale doit être autour de 200 à 300 grains au m² et la ou les légumineuses entre 30 et 50 grains au m². Réduire la densité de triticales ne pénalise pas toujours le rendement, en raison de sa capacité de tallage, et renforce légèrement la part de protéagineux.

- Itinéraire technique

Le labour, suivi de l'utilisation d'un semoir à céréales classique, constitue un bon moyen pour maîtriser les adventices et détruire les précédents culturaux, en particulier en agrobiologie. Le semis peut également être effectué à la volée (distributeur d'engrais) après façons superficielles et sans labour. Un semis précoce (plus précoce que celui des céréales pures pour le grain), permet en général de semer dans de meilleures conditions et de disposer d'une biomasse importante dès le début du printemps, voire d'assurer un pâturage préalable. Il peut également permettre de réaliser des semis de prairie sous couvert.

Pour les associations avec maïs et sorgho, la question des semis décalés se pose en raison des décalages entre les cycles et vitesses de développement des espèces. Cependant, les résultats ne sont pour l'instant pas concluants (PELZER *et al.*, 2014) et la mise en œuvre pratique soulève de nombreuses questions techniques (semis, contrôle des adventices).

Hors agrobiologie, **la fumure azotée minérale peut être vue comme un outil de pilotage de la proportion de légumineuse**. Les résultats du projet Casdar 8058 (CORRE-HELLOU *et al.*, 2013), associant des essais en stations expérimentales et des suivis en fermes (Bretagne et Deux-Sèvres), montrent que l'apport de 50 unités d'azote minéral au stade épi à 1 cm permet en moyenne d'augmenter le rendement de l'association de 1 t MS/ha, au détriment du rendement et de la proportion de la légumineuse. L'apport tardif d'azote augmente la teneur en MAT du fourrage sans influencer sur la proportion de légumineuse. Toujours hors agrobiologie, les pratiques observées vont de l'absence d'apport d'azote minéral à une simple réduction de 30 unités d'azote par rapport à une culture pure.

Les associations avec céréales à paille peuvent être conduites en général sans aucune protection (limaces, adventices, ravageurs, maladies), ce qui ne veut pas dire qu'elles en sont indemnes. La résistance aux maladies doit être intégrée dans le choix des espèces et variétés de céréales utilisées. La maîtrise des adventices est facilitée par le choix d'espèces et de variétés couvrantes et par certains précédents (prairie multispécifique par exemple). En revanche, pour les associations avec maïs ou sorgho, les adventices doivent être maîtrisées par voie chimique ou mécanique (en général 1 passage de herse étrille puis 2 binages).

- Mode d'exploitation et récolte

Les associations avec céréales à paille peuvent supporter et **valoriser différents modes d'exploitations** (pâturage, ensilage, foin, enrubannage). Elles peuvent également subir plusieurs exploitations successives. L'usage mixte le plus fréquent, rencontré en élevage ovin et plus rarement en élevage bovin, est la combinaison entre un pâturage précoce en fin d'automne (semis précoce) ou en début de printemps (au stade feuille de la céréale à paille) et un ensilage en mai-juin. Si les conditions sont bonnes, un pâturage des repousses pourra aussi être envisagé.

L'ensilage est à réaliser de préférence au stade laiteux-pâteux de la céréale, entre 30-35 % MS, sans dépasser une teneur en MS supérieure à 40 %, préjudiciable à la conservation de l'ensilage. La récolte peut s'effectuer en coupe directe (moins de travail, moins de mécanisation, moins de risques de pertes) avec une ensileuse à faucheuse frontale ou une ensileuse à bec rotatif. Il faut veiller au bon réglage de l'ensileuse pour réaliser un hachage suffisamment fin. Le taux de

matière sèche évoluant très rapidement au cours des derniers jours, il faut réaliser un suivi pour ne pas récolter trop sec (difficulté de tassement du silo). En cas de récolte précoce, un préfanage de 1 ou 2 jours, sans brassage, suivi d'une récolte avec une ensileuse équipée d'un pick-up, est nécessaire pour récolter autour de 30 % MS minimum, afin de favoriser l'ingestion du fourrage.

En cas de récolte tardive (de la céréale en particulier) et/ou d'une forte proportion de légumineuse, l'apport d'un conservateur peut s'avérer utile. Il est également conseillé de réaliser des silos dont la largeur permette un avancement rapide du front d'attaque, surtout s'ils sont consommés en période estivale. L'enrubannage, bien que plus coûteux, est également un mode de récolte adapté, en particulier pour les petits ruminants et pour les bovins au pâturage.

En ce qui concerne les associations avec maïs ou sorgho, la récolte en ensilage ne diffère pas de celle des cultures pures.

Une récolte précoce permet d'obtenir un fourrage de meilleure qualité mais avec une production de biomasse plus faible (Tableau 4). A Lusignan, en 2010, la récolte plus précoce de 16 jours d'une association triticale - pois a pénalisé le rendement (- 11 %) mais la qualité a été notablement améliorée tant pour la MAT (+ 34 %) que pour la digestibilité (+ 18 %). A Thorigné, en 2014 et 2015, trois récoltes espacées de 17 puis 25 jours ont été mises en œuvre (J.P. COUTARD, données non publiées). La récolte la plus précoce s'accompagne là aussi d'une meilleure valeur azotée (+ 24 %) et d'une meilleure digestibilité (+ 9 %) mais avec un rendement nettement plus faible (- 56 %). Ces résultats sont similaires à ceux observés par JACOBS *et al.* (1982) dans une gamme de précocité plus étendue (de 11 à 35 % MS).

TABLEAU 4 – Effet de la date de récolte sur la productivité et la qualité de l'association (Lusignan, 2009, et Thorigné, 2014 et 2015).

	Protéagineux (%)	Rendement (t ms/ha)	MS (%)	MAT (g/kg MS)	Digestibilité (%)
Triticale - pois (Lusignan 2010, données non publiées)					
Récolte précoce J0	36,0	8,1	28,4	98	69,1
Récolte tardive J16	34,5	9,1	48,3	73	58,7
Triticale - pois - vesce (Thorigné, 2014 et 2015)					
Récolte précoce J0	17,7	4,9	18,3	10,4	73,0
Récolte intermédiaire J17	21,0	7,1	23,4	9,3	66,6
Récolte tardive J42	23,7	11,1	38,2	8,4	67,6

Une récolte précoce permettra aussi d'exploiter des repousses au pâturage en été ou d'implanter une culture de printemps dans de meilleures conditions.

Enfin, un fourrage récolté plus jeune permet des performances zootechniques plus élevées. Ainsi à Lusignan, 2 ensilages ont été réalisés à partir d'une même association triticale avoine - pois - vesce en 2010, l'un précocement (avec un préfanage afin d'obtenir des teneurs en MS comparables) et l'autre plus tardivement (Tableau 5). La valeur énergétique de l'ensilage précoce (mesures *in vivo* effectuée au Pin au Haras) est supérieure à celle de la récolte tardive. Distribué à des vaches laitières comme seul fourrage, l'ingestibilité de l'ensilage précoce et les performances laitières permises ont été supérieures (EMILE *et al.*, 2011 et données non publiées).

TABLEAU 5 – Effet de la date de récolte sur les performances de vaches laitières (Lusignan 2010).

	Valeur azotée (g de MAT)	Digestibilité <i>in vivo</i> (UFL)	Ingestibilité (kg MS/jour)	Lait produit (kg/jour)
Récolte précoce (avec préfanage)	11,7	0,81	14,0	22,9
Récolte tardive	9,5	0,72	12,2	21,3

Pour les associations avec maïs ou sorgho, la récolte doit s'effectuer par rapport à la maturité de la céréale, celle-ci assurant la plus grande partie du rendement.

4. Comment nourrir un troupeau avec des associations ?

- Quelle valeur alimentaire ?

Un nombre assez restreint de mesures de digestibilité a été effectué directement sur des ensilages d'associations (Tableau 6). Les estimations indirectes, basées sur la proportion des différents constituants de l'association et leur digestibilité estimée avec des équations valides, donnent les mêmes fourchettes de valeur (COUTARD *et al.*, 2014 ; PEP bovins lait Rhône-Alpes, 2008). Même si les légumineuses ont un effet positif, **les valeurs des associations avec céréales à paille sont plutôt comparables à des ensilages d'herbe ou à de très bons foins** et sont plus faibles que celles des ensilages de maïs.

TABLEAU 6 – Digestibilité d'associations céréales - protéagineux dans 3 sites expérimentaux (mesures sur moutons - T : triticale, B : blé, A : avoine, P : pois, V : vesce).

	Digestibilité in vivo dMO moyenne et extrêmes ((%)
Suisse – 6 associations TAP (ARRIGO, 2014, et ARRIGO <i>et al.</i> , 2015)	65,5 (61,7 o 76,5)
Lusignan 2010 – 6 associations TPV et BPV (données non publiées)	65,8 (59,2 à 70,4)
Pays de Galles – 3 associations BP (SALAWU <i>et al.</i> , 2002)	56,8 (52,0 à 60,8)

- Des exemples de rationnement

Les associations avec céréales à paille ensilées ou enrubannées peuvent être distribuées en plat unique comme fourrage principal. Elles peuvent également être utilisées avec un autre fourrage, la plupart du temps plus énergétique pour des animaux à besoins élevés, ou à fourrages plus riches en protéines pour les animaux à besoins modérés.

L'introduction des associations dans le rationnement dépendra du type de production (viande / lait, ovin / bovin / caprin), du niveau de production des animaux mais aussi de la stratégie d'alimentation définie par l'éleveur. Celui-ci choisira entre la maximisation du potentiel de production de l'animal ou la maximisation de la valorisation des fourrages, quitte à brider le niveau de performance zootechnique. Ces 2 approches pourront se combiner en fonction des disponibilités fourragères, des conditions climatiques et des types d'animaux.

Nous proposons ci-dessous **quelques exemples de stratégies** mises en œuvre ou recommandées en diverses parties du territoire.

Les associations avec maïs ou sorgho sont peu développées à ce jour. Leur utilisation dans les rations sera calquée sur celle de l'ensilage de référence, donc aussi bien en fourrage unique qu'en ration mélangée, en réduisant éventuellement la complémentation azotée.

Bovins viande. L'ensilage d'associations céréales - protéagineux est bien adapté pour des bovins à besoins modérés. Il peut constituer une part importante de la ration pour des vaches tarées, en gestation ou allaitantes et également pour des vaches ou génisses en finition. A Thorigné, la substitution de 6 kg MS/jour d'une association triticale - avoine - pois - vesce à la même quantité d'ensilage de maïs et en complément d'un foin de prairie à flore variée a permis des performances tout à fait satisfaisantes (COUTARD et FORTIN, 2014). La distribution à volonté d'un ensilage de MCPI à des bœufs Prim'Holstein et à des génisses Blondes d'Aquitaine, complétement respectivement par 1,6 et 1,7 kg brut de concentré, a permis des croissances d'environ 900 g/jour (LE PICHON *et al.*, 2014). En Rhône-Alpes, les recommandations sont du même ordre (6 à 8 kg de MS d'association avec au moins 20 % de légumineuses, en association avec autant de foin). Pour l'engraissement de taurillons, une étude conduite à la Jaillièrre en 2009-2010 (ARVALIS, données non publiées) montre qu'une ration basée sur une association avec céréales à paille devra être complétement pour compenser sa faible densité énergétique.

Bovins laitiers. Une ration à 100 % association peut être valorisée en élevage laitier sous réserve que les besoins des animaux soient modérés comme pour des vaches tarées, en fin de lactation ou des génisses (BRUNSWIG *et al.*, 2010) ou bien que l'on accepte une réduction de la production. Pour un niveau de production élevé, des taux d'incorporation de 25 à 60 % peuvent être retenus, comme l'ont montré des expérimentations récentes avec de l'ensilage de maïs en Anjou (BRUNSWIG et LAMY, 2008) et dans le Béarn (BEAUMONT *et al.*, 2015) et avec de l'ensilage d'herbe dans l'Ain (Lycée des Sardières, 2010). Enfin, ces associations constituent un excellent fourrage complémentaire, en ensilage ou en enrubannage, pour des vaches laitières en pâturage à temps partiel (Lusignan).

Ovins et caprins laitiers. Les associations riches en légumineuses sont particulièrement adaptées à la conduite des petits ruminants et sont fréquemment rencontrées dans ces élevages, en particulier en enrubannage et en foin. Elles peuvent représenter de 50 à 100 % de la ration, en veillant cependant à ne pas dégrader la densité énergétique et protéique des rations pour les chèvres et brebis en lactation.

Ce rapide panorama doit être complété par la **possibilité de pâturer l'association** avec divers types de ruminants, en hiver (décembre ou février) ou à la reprise de végétation. Les niveaux d'ingestion et de performances seront alors similaires à ceux d'une bonne prairie (EMILE *et al.*, 2008). Cependant, il ne faut pas oublier qu'un pâturage en cours de montaison de la céréale handicape fortement une éventuelle coupe ultérieure pour réaliser un ensilage.

Conclusions

Les associations annuelles fourragères occupent une place importante dans les exploitations d'élevage. La grande majorité d'entre elles concernent des pois et/ou vesces associées à des céréales à paille, comme le triticale et l'avoine. Plus rarement, le soja est associé à du maïs voire à du sorgho.

Par les nombreuses variantes possibles dans sa composition, sa conduite et sa valorisation, l'association permet de s'adapter au plus près aux contraintes de la parcelle et de l'exploitation. Les avancées attendues sur la prédiction de la valeur alimentaire permettront de mieux valoriser leur potentiel en élevage.

L'association permet d'améliorer l'autonomie fourragère de l'exploitation et en particulier son autonomie protéique. Elle constitue une voie de sécurisation du système fourrager, vis-à-vis des aléas climatiques et économiques. Elle permet également de réduire les intrants et donc à la fois le coût alimentaire (en €) et les impacts environnementaux des produits animaux (énergie, CO₂).

Les associations constituent donc des ressources fourragères dont la place ne peut qu'être amenée à se développer dans les systèmes fourragers.

Références bibliographiques

- ANDRIGHETTO L., MOSCA G., COZZI G., BERZAGHI P. (1992) : "Maize-soybean intercropping: effect of different variety and sowing density of the legume on forage yield and silage quality", *J. Agronomy & Crop Science*, 168, 354—360.
- ARRIGO Y. (2014) : « Estimation de la valeur nutritive d'ensilages de mélanges protéagineux et céréales immatures », *Recherche Agronomique Suisse*, 5, 52-59.
- ARRIGO Y., HENNEBERGER S., WYSS U. (2015) : « Additivité et dégradabilité de mélanges de proéagineux et de céréales immatures ensilés », *Renc. Rech. Ruminants*, 22, 254.
- BEAUMONT B, LEGARTO J, CAP G (2015) : « Valorisation par les vaches laitières d'ensilage de méteil en complément d'ensilage de maïs plante entière », *Renc. Rech. Ruminants*, 22, 261.
- BRUNSWIG P., LAMY J.M. (2008) : « Mélanges céréales-légumineuses immatures et sorghos ensilés, des alternatives fourragères pour vaches laitières en situation séchante », *Renc. Rech. Ruminants*, 15, 205-208.
- BRUNSWIG P., D. PLOUZIN, A. LEBLAY (2010) : « Alimentation simplifiée de génisses laitières avec des fourrages alternatifs à la sécheresse », *Renc. Rech. Ruminants*, 17, 330.
- CHAPOT J.Y. (1990) : « Dans le nord-est de la France, associations maïs fourrage - légumineuse à graines : compatibilité de la longueur des cycles », *Fourrages*, 123, 255-271.

- CORRE-HELLOU G., BÉDOUSSAC L., BOUSSEAU D., CHAIGNE G., CHATAIGNER C., CELETTE F., COHAN J.P., COUTARD J.P., EMILE J.C., FLORIOT M., FOISSY D., GUBERT S., HEMPTINNE J.L., LE BRETON M., LECOMTE C., MARCEAU C., MAZOUÉ F., MÉROT E., MÉTIVIER T., MORAND P., NAUDIN C., OMON B., PAMBOU I., PELZER E., PRIEUR L., RAMBAUT G., TAUVEL O. (2013) : « Associations céréale-légumineuse multi-services. Innovations agronomiques », 30, 41-57.
- COUTARD J.P., FORTIN J. (2014) : « Les associations céréales protéagineux récoltées immatures : assemblages, valeurs nutritives et valorisation par les vaches allaitantes », Renc. Rech. Ruminants, 21, 93-96
- COUTARD J.P. (2010) : « Valeur nutritive des associations céréales protéagineux cultivées en agriculture, biologique et utilisées pour la complémentation des ruminants », Renc. Rech. Ruminants, 17, 285-288.
- DA SILVA M., EMILE J.C., AUDEBERT W., WALCZAK P., NOVAK S. (2014) : « Associer une légumineuse au sorgho pour améliorer la qualité de la ration ». Renc. Rech. Ruminants, 21, 128.
- EMILE J.C., JOBIM C.C., SURAULT F., BARRIERE Y. (2007) : “Genetic variations in the digestibility in sheep of selected whole crop cereals used as silages”, *Animal*, 1:8, 1122-1125.
- EMILE J.C., AL RIFAÏ M., DELAGARDE R. (2008) : « Le pâturage de triticale en fin d’hiver permet d’avancer la mise à l’herbe en troupeau laitier ». Renc. Rech. Ruminants, 15, 301.
- EMILE J. C., JACOBS DIAS F., AL RIFAÏ M., LEROY P., FAVERDIN P. (2008) : “Triticale and mixtures silages for feeding dairy cows”, *European Grassland Federation*, 804-806.
- EMILE J.C., AUDEBERT G., NOVAK S : (2011), « Le rendement et l’ingestibilité d’un ensilage d’associations céréales protéagineux dépendent de la date de récolte et du type de céréale », Renc. Rech. Ruminants, 18, 128.
- EMILE J.C., WALCZAK P., AUDEBERT G., NOVAK S. (2016) : « Choix des espèces et modalités de semis pour récolter en ensilage une association sorgho grain-légumineuse », Actes des Journées AFPP 2016.
- HECHMI N. (1999) : « Etude comparée de quelques associations annuelles graminée-légumineuse en zone humide de Tunisie », *Fourrages*, 159, 269-275.
- JACOBS J.L., WARD G.N. (2012) : « Effect of intercropping forage peas (*pisum sativum* L.) with winter wheat (*triticum vulgare* L.) or triticale (*triticale hexaploide* Lart.) on DM yield, nutritive characteristics when harvested at different stages of growth. *Animal production science*, 52, 949-958.
- LE GAIL A., DELATTRE J.C., CABON G. (1998) : « Les céréales immatures et la paille: une assurance pour les systèmes fourragers », *Fourrages*, 156, 557-572.
- LE PICHON D., GUILLAUME A. (2014) : Performances des bovins en croissance alimentés avec un mélange céréales-protéagineux immatures ensilé, Renc. Rech. Ruminants, 21, 119
- MARTY J.R., EYCHENNE F. (1980) : “L’association maïs-soja en culture fourragère. *Fourrages*, 81, 113-125.
- MAXIN G., DOZIAS D., ANDUEZA D., EMILE J.C., LE MORVAN A., DELABY L. (2016) : “Dry matter intake and in vivo digestibility of different cereal-legume intercrops mixtures in sheep”, EGF 2016, soumis.
- MAXIN G. (2015) : « Quels sont les besoins de recherche sur la valeur des fourrages pour les ruminants ? Analyse d’avis d’experts », *Fourrages*, 221, 69-76.
- MONCOULON R., AFFANE M. (1983) : « Valeur alimentaire d’une association maïs soja en culture fourragère - Comparaison avec le maïs fourrage », *Fourrages*, 93, 35-50.
- MONCOULON R., AFFANE M., WEISS P. (1986) : « Utilisation par la vache laitière de l’ensilage de maïs soja : comparaison technique et économique avec l’ensilage de maïs », *Fourrages*, 105, 13-38.
- NOVAK S., JACOBS DIAS F., BUMBIERIS V.H., EMILE J.C. (2011) : « Quelle place pour les ensilages d’associations céréales – protéagineux dans le système fourrager ? », CR Journées AFPP, 126-127.
- NOVAK S., WALCZAK P., TRILLAUD A., EMILE J.C. (2012) : « Evaluation d’associations céréales-vesce pour leur exploitation au pâturage avant une récolte en grain » Renc. Rech. Ruminants, 19, 228
- OUKNIDER M., JACQUARD P. (1986) : « Production et valeur nutritive de l’association vesce avoine en zone méditerranéenne », *Fourrages*, 105, 39-62.
- PELZER E., BÉDOUSSAC L., CORRE-HELLOU G., JEUFFROY M.H., MÉTIVIER T., NAUDIN C. (2014) : « Association de cultures annuelles combinant une légumineuse et une céréale : retours d’expériences d’agriculteurs et analyse », *Innovations Agronomiques* 40, 73-91.
- SALAWU M.B., ADESOGAN A.T., DEWHURST R.J. (2002) : « Forage intake, meal patterns, and milk production of lactating dairy cows fed grass silage or pea-wheat bi-crop silages », *J. Dairy Sci.* 85:3035–3044.
- YVERGNIAUX M., GUICHARD L., AL RIFAÏ M., BIARNÈS V., CHAIGNE G., FOISSY D., HERMAN A., MÉTIVIER T., THIERY C., JEUFFROY M.H. (2007) : « Assessment of various winter legume-cereals intercrops for forage use in various locations in France », 6th European Conference on grain Legumes, Lisbon, 12-16 Nov 2007.