

Mélanges Céréales - Protéagineux Immatures (MCPI) :

quelles espèces choisir pour quelle(s) place(s) dans la rotation ?

G. Le Tallec

SEM-PARTNERS SAS, 57, rue de Marsinval, F-78540 Vernouillet ; g.letallec@sem-partners.com

Résumé

Aujourd'hui, la demande pour plus d'autonomie fourragère croît fortement chez les polyculteurs-éleveurs. Forte variabilité des prix des correcteurs azotés, rendements aléatoires en maïs ensilage, pression accrue sur les prix de la viande et du lait, les dernières campagnes ont mis à mal certains piliers des systèmes d'élevage traditionnels, poussant les éleveurs à rechercher de nouveaux itinéraires techniques, de nouvelles cultures... mais surtout à viser une plus grande indépendance vis-à-vis d'un environnement jugé fluctuant et peu sécurisant.

En système de polyculture élevage, les associations de céréales et de protéagineux à destination fourragère, encore appelées Mélanges Céréales - Protéagineux Immatures (MCPI), offrent un levier complémentaire pour renforcer l'autonomie alimentaire de l'exploitation et limiter la dépendance aux achats extérieurs. Le choix des composants en fonction du positionnement souhaité de ces associations au sein de la rotation et de la valeur alimentaire recherchée est déterminant pour assurer l'intérêt technico-économique de la culture et la production d'un fourrage de qualité.

1. Présentation et intérêts des MCPI

– Qu'est ce qu'un Mélange Céréales - Protéagineux Immature ?

Un Mélange Céréales - Protéagineux Immature (MCPI) est une association à vocation fourragère, composée d'une ou plusieurs céréales à paille et d'une ou plusieurs légumineuses. On parle de mélange immature du fait du stade précoce de récolte de l'association, dans le but de constituer un stock fourrager : pâturage, ensilage, enrubannage ou foin éventuellement. En fonction du type d'élevage et du bassin de production considéré, les motivations des éleveurs peuvent être de plusieurs natures. Elles pourront aller de la sécurisation des stocks fourragers jusqu'à la recherche de davantage d'autonomie protéique sur l'exploitation. Dans le premier cas, l'objectif sera la production d'importants volumes de fourrage riche en fibres et non acidogène, afin de compléter ou de remplacer l'ensilage de maïs. Dans le second, on acceptera un potentiel de rendement moindre pour produire un fourrage plus riche en protéines. Il est ainsi possible de faire varier la valeur alimentaire du fourrage produit (MAT, PDI, UF, CB...) en ajustant la composition du mélange et en choisissant au semis les meilleures espèces et les variétés les mieux adaptées pour atteindre les objectifs visés.

De nombreux composants sont susceptibles d'être intégrés dans ces associations, en particulier :

- Pour les céréales à paille : triticale, seigle, avoine, épeautre... et dans une moindre mesure blé ou orge.
- Pour les protéagineux / légumineuses : pois fourrager, vesce, féverole, trèfle, lentille...

Diverses valorisations sont envisageables :

- Enrubanné ou ensilé à un stade précoce pour produire un fourrage qualitatif riche en MAT.
- Enrubanné ou ensilé au stade laiteux-pâteux de la céréale principale pour optimiser les volumes produits et favoriser un aliment digestible et riche en fibres au détriment de la protéine.
- Récolté en grain en vue d'une autoconsommation à la ferme sous la forme d'un méteil riche en protéines (broyage des grains).

L'intérêt de ces associations réside également dans le large panel des périodes de semis envisageables (semis d'automne ou de printemps, voire semis d'été durant l'interculture) et dans la diversification des périodes de récolte. Ce point sera plus largement abordé dans la suite de ce document. On notera néanmoins que l'essentiel des semis s'effectue, jusqu'à maintenant, durant l'automne pour une récolte au courant du printemps, voire au début de l'été. La sélection de nouvelles variétés de céréales de printemps et de protéagineux de printemps offre aujourd'hui de nouvelles perspectives pour étendre les dates de semis et les associations envisageables.

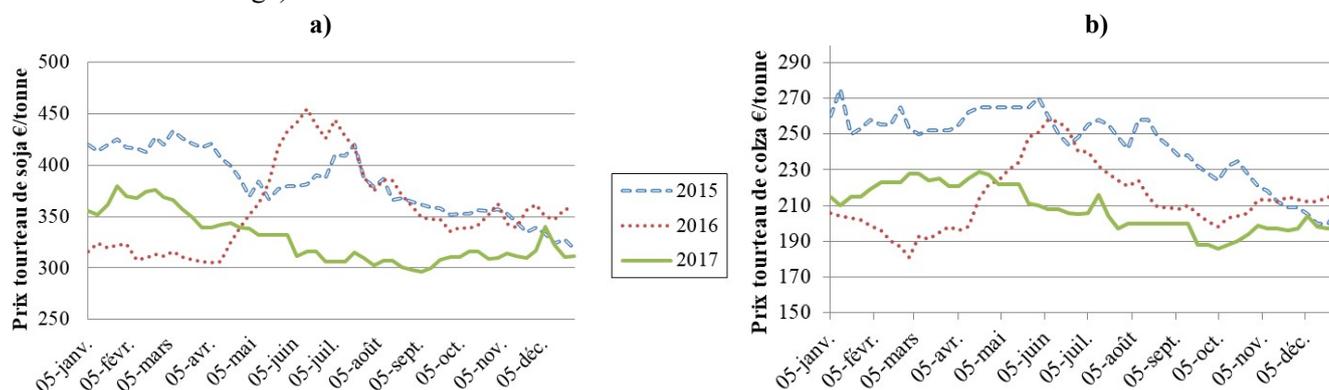
- Pourquoi un contexte favorable au développement des MCPI ?

L'instabilité régnant autour de certains pivots de nos systèmes d'élevage a créé un contexte favorable aux MCPI depuis le début des années 2000. En effet, certaines évolutions récentes ont incité les éleveurs à recourir à de nouvelles pratiques culturales permettant à la fois de sécuriser les stocks fourragers et de limiter l'incidence des fluctuations de marché. Nous nous focaliserons sur la variabilité du prix des correcteurs azotés et sur l'évolution du prix du lait. Nous aurions tout aussi bien pu évoquer la variabilité accrue des rendements en maïs ensilage constatée dans de nombreux bassins de production français et européens, ou la plus grande fréquence des accidents climatiques, en particulier des sécheresses estivales.

- Forte variabilité du prix des correcteurs azotés

Paramètres essentiels dans la conception et dans le coût de revient de la ration, les prix des correcteurs azotés ont connu d'importantes variations ces dernières années, tant en ce qui concerne le tourteau de soja que le tourteau de colza. La période 2015/2017 rend parfaitement compte de cette évolution, le tourteau de soja ayant connu son plus bas niveau en avril 2016 à 305 €/t (départ Montoir-de-Bretagne) pour un plus haut en juin 2016 à 455 €/t (départ Montoir) soit une variation de + 49% (Figure 1a). Concernant le tourteau de colza, le plus haut s'est situé à 270 €/t (départ Montoir) en janvier 2015 pour un plus bas à 181 €/t en mars 2016 (Figure 1b).

FIGURE 1 – Cotation des tourteaux de soja et de colza de 2015 à 2017 (prix au départ de Montoir ; source : Fidoel Conseil Elevage).



- Evolution du prix du lait

Cette instabilité accrue s'applique non seulement aux charges opérationnelles des éleveurs mais également à leurs revenus. Le prix du lait a, par exemple, connu de fortes variations depuis la fin des années 2000 et le début des années 2010. Les dernières années ont été marquées par des oscillations rapides et importantes (Figure 2). Les explications en sont multiples : dérégulation des marchés et hausse de la production avec la fin des quotas en Europe en 2015, instabilité de la demande mondiale à l'image de 2015 et 2016 avec une baisse brutale de la demande chinoise, influence des stocks sur les prix...

FIGURE 2 – Cotation physique du lait de 2015 à 2018 (prix moyen payé au producteur en France ; source : Web-Agri).



- Pourquoi implanter un MCPI ?

Face à cet environnement incertain, les MCPI présentent de réels atouts pour diversifier et sécuriser les systèmes fourragers, en particulier dans des systèmes à faible niveau d'intrants et dans les zones à faible réserve hydrique, limitantes pour la culture du maïs ensilage. Ils permettent de produire « à la ferme » d'importants volumes de fourrage tout en assurant une culture conduite à moindre frais (sans désherbant ni fongicide), sur une période où l'on s'affranchit du risque de sécheresse estivale. En outre, les potentiels de rendement sont élevés du fait de la complémentarité de la céréale et de la légumineuse dans l'utilisation des sources d'azote, et les rendements bénéficient d'une bonne stabilité interannuelle attribuée aux possibilités de compensation entre espèces.

- Des bénéfices agronomiques...

Les associations céréales - protéagineux se caractérisent en premier lieu par un excellent comportement vis-à-vis des maladies, provenant à la fois de « l'effet barrière » qu'exercent les différentes espèces entre elles (RESEAU AGRICULTURE DURABLE, 2019) et de la rusticité des constituants, le choix se portant généralement sur des espèces et des variétés bénéficiant de hauts niveaux de tolérance. Le choix variétal est à ce titre primordial puisqu'il augmentera fortement le niveau de tolérance global du mélange.

Les MCPI garantissent également une bonne compétitivité sur les adventices grâce à une couverture rapide du sol et une densité de végétation importante. Du fait de ce pouvoir couvrant et étouffant, le désherbage n'est pas nécessaire dans la plupart des situations. Seul un désherbage mécanique à la herse étrille jusqu'au stade vrille des protéagineux peut éventuellement s'envisager.

L'incorporation de protéagineux permet de limiter, voire de supprimer, les apports d'azote sur la culture en place et, à plus long terme, de réintroduire de l'azote dans le système. Un apport limité à 50 unités/ha au stade épi à 1 cm de la céréale pourra présenter un intérêt si le reliquat de sortie hiver se situe sous 50 unités et en l'absence d'apport de matière organique à l'automne, ou dans l'éventualité où la densité de protéagineux est inférieure à 30 plantes par m² en sortie d'hiver (BRUNSCHWIG *et al.*, 2009). Un apport d'azote peut faire varier la composition de certaines associations céréales-protéagineux, en favorisant le développement des céréales au détriment des protéagineux, les céréales étant plus compétitives pour l'azote présent dans le sol. La disponibilité en azote dans le sol et les apports en végétation ont ainsi une influence sur la composition finale de l'association.

La variété des systèmes racinaires couplée à un volume de biomasse racinaire élevé participe à la conservation, voire à l'amélioration, de la structure du sol. Les MCPI semés en automne permettent de lutter contre l'érosion des sols durant l'hiver.

On notera enfin une excellente valorisation des sols superficiels, liée dans ce cas précis à une utilisation particulièrement efficiente de la ressource en eau. Certaines études relèvent d'ailleurs un moindre épuisement de la ressource en eau avec une association céréales-protéagineux qu'avec un ray-grass dérobé par exemple (AYMARD *et al.*, 2011).

- ... Économiques...

Les avantages sont aussi d'ordre économique et organisationnel. La conduite culturale simple permise par le haut niveau de rusticité de ces associations assure des charges opérationnelles basses, tant en ce qui concerne le désherbage, la fumure que la protection des cultures. Le stade de récolte précoce permet en général de limiter les contaminations par les maladies cryptogamiques. On peut également relever le gain de temps pour l'éleveur, compte tenu du faible nombre d'interventions nécessaire.

Concernant les coûts de production, certains essais conduits dans les Pays de la Loire ont permis d'acquérir des références intéressantes sur la compétitivité des MCPI. Les rendements élevés et les charges limitées permettent, selon ces essais (BRUNSCHWIG *et al.*, 2009), de produire un fourrage économe (Tableau 1).

TABLEAU 1 – Comparaison du coût de trois fourrages ensilés.

	Ensilage maïs	Ensilage RGI (18 mois)	Ensilage MCPI
Semences (€/ha)	160	0 - 60	50 - 120
Engrais (€/ha)	0 - 60	0 - 60	0 - 50
Traitements (€/ha)	60	0 - 25	0
Récolte* (€/ha)	256	140 - 175	256
TOTAL Charges (€/ha)	476 - 536	140 - 320	306 - 426
Rendement moyen (t MS/ha)	8 - 12	4 - 5	8 - 12
Coût de la tonne de MS (€/t MS)	40 - 67	28 - 80	26 - 53

(*) y compris transport et stockage

- ... Et zootechniques

En termes d'alimentation animale, les MCPI répondent à deux grands types d'utilisation. Ils peuvent être intégrés en complément dans la ration de vaches laitières en production, notamment lorsque celle-ci est riche en ensilage de maïs. ARVALIS a d'ailleurs mis en évidence sur sa station de La Jaillière la très bonne valorisation de ce type de ration (CABON et SOULARD, 2006). En prenant la place d'une partie du maïs, un MCPI permet de diminuer la teneur en amidon de la ration. L'énergie consommée est alors valorisée sans gaspillage. L'intérêt est, dans ce cas, d'apporter un fourrage riche en fibres, permettant de limiter les risques d'acidose et d'augmenter la rumination. La valeur alimentaire du MCPI déterminera le taux d'incorporation possible dans la ration pour assurer des performances alimentaires similaires à une ration classique. Les MCPI sont également très bien valorisés par des ruminants à plus faible besoins énergétiques comme fourrage principal ou en complément en fonction des cas : vaches allaitantes, génisses, vaches tarées, ovins, caprins...

La valeur alimentaire est grandement liée à la composition finale du fourrage et au stade de récolte. Elle est influencée par la proportion de protéagineux dans le mélange, plus de protéagineux provoquant une augmentation de la MAT, avec des valeurs protéiques et énergétiques améliorées. En parallèle, le stade de récolte joue aussi un rôle déterminant et le choix se raisonne en fonction de la composition du mélange et de la valeur alimentaire recherchée. Pour une association à dominante céréales, le stade laiteux-pâteux de la céréale principale est souvent cité pour un équilibre optimal entre rendement et qualité alimentaire. A ce moment, les plantes présentent une teneur en MS d'environ 30-35%. Une récolte plus précoce, au stade début épiaison, permettra d'augmenter les valeurs en MAT, PDIE et UFL du mélange en contrepartie d'un rendement réduit. En cas d'associations avec une dominante de protéagineux (> 70%), le stade floraison/premières gousses permet de maximiser le rendement en azote. En fonction de la teneur en matière sèche du mélange, un préfanage peut être nécessaire. La teneur en matière sèche et la confection du silo seront à prendre en considération et à adapter pour assurer une bonne conservation du fourrage (AYMARD *et al.*, 20011).

La maîtrise de la composition du mélange et de la proportion de chaque composant représente l'une des rares difficultés relatives à ce type de culture, les conditions pédoclimatiques et la conduite culturale pouvant influencer la composition finale. Les protéagineux sont favorisés par un semis précoce et des températures hivernales douces ; les céréales par des semis tardifs et des sols bien pourvus en azote. Les contraintes agronomiques doivent donc guider le choix du mélange à mettre en place.

2. Quelles espèces et variétés choisir pour quels objectifs agronomiques et zootechniques ?

Le choix des espèces, mais aussi et surtout des variétés, est ainsi crucial puisqu'avec un éventuel apport d'azote, c'est le seul élément qui permet d'influencer la composition finale du mélange. Le choix doit aussi prendre en compte des critères agronomiques et zootechniques tels que la gestion de l'enherbement, le risque de verse, la résistance aux maladies, la productivité ou la valeur nutritive. Différentes espèces sont régulièrement utilisées, présentant bien évidemment chacune ses atouts et ses inconvénients. Un choix variétal adapté permet bien souvent de limiter leurs désavantages.

– Choix de céréales à paille adaptées

Les céréales assurent le rôle de tuteur du mélange, un apport de fibres conséquent dans la ration et la production de volumes importants de matière sèche. Elles doivent aussi permettre de minimiser le risque de verse.

Le triticale demeure l'espèce la plus utilisée grâce à son potentiel de rendement élevé, sa faculté à s'adapter à tous les milieux, même les plus difficiles, et sa couverture de sol favorable à la maîtrise des adventices (Tableau 2). Il bénéficie d'une bonne valeur énergétique et peut constituer la base d'une association riche en fibres, destinée à compléter l'ensilage de maïs. Il faudra néanmoins privilégier des variétés sans barbes ou très faiblement aristées, les barbes ayant potentiellement un effet néfaste sur l'ingestion du fourrage (AYMARD et al., 2011). Les résistances aux maladies (en particulier à la rouille jaune), la tolérance à la verse et au froid, ainsi que le rendement en grain et en paille participeront aussi au choix de la variété adéquate.

L'avoine est également régulièrement utilisée. Sa capacité de tallage très élevée, son port étalé et son effet allélopathique lui confèrent un fort pouvoir couvrant et assurent une concurrence précoce sur les adventices. Ce caractère étouffant conduit d'ailleurs à minimiser sa présence dans les associations, cette agressivité pouvant nuire aux autres composants du mélange. Ainsi, une dose inférieure à 30 grains par m² peut être retenue dans des associations à plus de trois composants (BRUNSCHWIG *et al.*, 2009). L'avoine est aussi un bon tuteur, bien adaptée aux situations hydromorphes, qui pâtit néanmoins d'une productivité limitée, d'une faible tolérance au froid et d'un comportement plus aléatoire vis-à-vis des maladies. Le choix variétal doit donc s'orienter vers les cultivars les plus résistants possibles, en particulier à la rouille, à la verse et au froid. Son utilisation en céréale unique pour des semis d'automne est souvent déconseillée, ne serait-ce que par sa sensibilité au gel. Une introduction à faible dose pour maîtriser l'enherbement se révèle en revanche tout à fait pertinente, voire nécessaire. Du point de vue de la valeur nutritive, l'avoine offre un fourrage appétant et équilibré en protéines, cependant moins énergétique que le triticale.

Le seigle peut représenter une alternative. Jusqu'à aujourd'hui, les variétés traditionnelles étaient utilisées dans des situations spécifiques pour produire précocement une importante masse végétative, avec une possibilité de pâturage tôt en saison. Malgré cela, ces variétés restaient faiblement utilisées : le triticale leur était préféré pour sa meilleure résistance à la verse, le cycle végétatif très similaire du seigle n'apportant pas de bénéfices. La création de nouvelles variétés de seigle dit « fourrager » offrent de nouvelles perspectives. Ces seigles ont été spécifiquement sélectionnés pour produire très rapidement d'importants volumes de biomasse entre deux maïs. L'objectif est double : maximiser les volumes de biomasse produits par hectare et par an, et ensiler tôt au printemps une céréale d'hiver résistante au gel qui ne pénalisera pas la culture suivante. L'avancée des stades plus rapide qu'un triticale permet de libérer les sols très tôt et de semer le maïs suivant dans de bonnes conditions. Le seigle fourrager est en outre particulièrement intéressant car il ne pénalise pas la culture suivante pour la ressource en eau grâce à un système racinaire développé et profond. Il peut donc constituer la base d'un MCPI lorsque la date précoce d'ensilage est privilégiée ou

TABLEAU 2 – Atouts et limites des espèces de céréales présentées.

Atouts	Limites	Traits recherchés
<p>Triticale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fort potentiel de production de biomasse • Rustique et adapté à tous les milieux • Effet tuteur pour les protéagineux • Fort pouvoir couvrant favorable à la maîtrise des adventices • Valeur énergétique élevée 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence possible de barbes en fonction des variétés • Des différences de comportement marquées entre variétés 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible aristation pour faciliter l'ingestion • Le meilleur équilibre entre les résistances à la verse, au froid et aux maladies (rouille jaune) • Potentiel de rendement en grain et en paille
<p>Avoine</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concurrence importante et précoce sur les adventices • Bon comportement en situations humides et hydromorphes • Plus riche en protéines que le triticale 	<ul style="list-style-type: none"> • Espèce potentiellement agressive conduisant à limiter sa proportion dans le mélange • Faible productivité • Sensible aux maladies, en particulier à la rouille couronnée • Moindre valeur énergétique que le triticale 	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance maximale à la rouille couronnée, au froid et à la verse • Productivité en grain et en paille
<p>Seigle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bon développement végétatif • Excellente résistance au froid • Exploitation possible tôt au printemps (pâturage) 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité à la verse à surveiller • Éviter les exploitations tardives pour conserver la valeur alimentaire de l'ensilage 	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance à la verse • Productivité en grain et en paille
<p>Seigle fourrager</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cycle végétatif très court pour une céréale d'hiver, particulièrement bien adapté à un positionnement entre 2 maïs • Productivité en grain et en paille très élevée • Bonne valorisation des sols superficiels (sable...) • Excellente résistance au froid • Valeur alimentaire très similaire aux seigles « classiques » • Bien adapté dès qu'on cherche un cycle végétatif très court pour ensiler le plus tôt possible au printemps 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité à la verse à surveiller • Éviter les exploitations tardives pour conserver la valeur alimentaire de l'ensilage 	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance à la verse • Productivité en grain et en paille
<p>Epeautre</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adapté à tous les milieux • Permet une excellente valorisation des situations les plus difficiles grâce à des niveaux de tolérance aux maladies et aux stress abiotiques exceptionnels • Bonne productivité en grain et en paille • Bon pouvoir couvrant • Forte teneur en cellulose qui permet de réduire la teneur en amidon de la ration et de réduire les risques d'acidose 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilité à la verse à surveiller, qui peut limiter l'effet tuteur dans le mélange • Cycle végétatif assez long impliquant une récolte plus tardive qu'un triticale par exemple pour un objectif de récolte à un stade équivalent 	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance à la rouille jaune maximale • Résistance à la verse • Productivité en grain et en paille
<p>Blé</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bon potentiel de rendement en grain • Bonne teneur en matière azotée 	<ul style="list-style-type: none"> • Manque de productivité en paille • Manque de rusticité et mauvaise adaptation aux situations difficiles • Forte exigence pour ressources en eau et N • Rôle de tuteur limité • Faible pouvoir couvrant • Éviter les associations avec l'avoine (trop agressive) 	<ul style="list-style-type: none"> • Variété à très fort développement végétatif pour compenser le manque de productivité en paille • Résistance à la verse et aux maladies
<p>Orge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bien adapté à des exploitations précoces ou à des cycles végétatifs courts • Bon comportement en situations sèches 	<ul style="list-style-type: none"> • Faible productivité en grain et en paille • Sensibilité à la verse, au froid et aux maladies • Décalage de maturité avec les autres composants du mélange – A réserver à des associations avec du pois protéagineux 	<ul style="list-style-type: none"> • Résistance à la verse, au froid et aux maladies

en sols superficiels. Une association avec une légumineuse permettra de renforcer la valeur alimentaire : vesce, pois fourrager ou féverole sont envisageables.

L'épeautre constitue aussi une option intéressante. D'un point de vue agronomique, l'épeautre valorisera au mieux les situations les plus difficiles et les faibles potentiels : zones froides, tardives, humides, hydromorphes... Il s'agit certainement de l'une des céréales bénéficiant des meilleurs niveaux de tolérance au froid et aux maladies. Son tallage et son potentiel de production assurent des rendements élevés en grain et en paille. En ce qui concerne le choix variétal, il s'arrêtera sur les variétés bénéficiant des meilleures productivités en grain et en paille et des meilleurs niveaux de résistance à la verse et à la rouille jaune, qui constituent les deux « talons d'Achille » de l'espèce. Au niveau zootechnique, l'épeautre serait une espèce particulièrement intéressante pour la santé des ruminants puisqu'elle permettrait, par sa haute teneur en cellulose, de limiter encore davantage les risques d'acidose et d'augmenter la teneur en protéines de l'ensilage.

Le blé et l'orge sont utilisés dans des situations spécifiques. L'orge permet d'ensiler tôt et se comporte correctement en situations sèches. Le blé se caractérise par une bonne productivité en grain en situation favorable et une teneur en azote supérieure aux autres céréales. Malgré tout, leur utilisation est restreinte. Ils ont un rôle de tuteur limité, voire une sensibilité à la verse trop marquée pour l'orge. Ils se révèlent exigeants au niveau du sol et manquent de rusticité. Le potentiel de rendement en matière sèche reste inférieur au triticale, à l'épeautre et au seigle fourrager.

Pour l'ensemble de ces espèces de céréales, des variétés adaptées à des semis d'automne et de printemps existent, même en épeautre et en seigle, ce qui permet d'élargir les possibilités de semis à différentes périodes de l'année. L'éleveur peut ainsi adapter son assolement pour pallier un déficit fourrager conjoncturel ou l'ajuster à des besoins ponctuels au niveau de la ration (plus de fibres ou plus de protéines).

– Choix de protéagineux adaptés

Les protéagineux participent grandement à la qualité alimentaire du mélange en augmentant sa teneur en MAT et en assurant des valeurs énergétiques et azotées supérieures à un ensilage de céréales pures. Leur rôle est donc primordial dans l'association. Il conviendra de choisir des espèces et des variétés résistantes au froid, peu sensibles à la verse, couvrantes et dotées d'un développement végétatif suffisamment important pour supporter la concurrence des autres composants de l'association (Tableau 3).

Le pois fourrager fait partie des composants classiques. Il a pour premier atout une teneur en MAT élevée qui renforce la teneur en PDIE du fourrage récolté et une valeur énergétique élevée, supérieure à la vesce. Son imposant développement végétatif et sa vigueur en début de cycle expliquent aussi l'intérêt qu'on lui porte. Cette espèce sensible à la verse nécessite en revanche un tuteur. Une association avec du triticale est particulièrement pertinente, d'une part pour limiter le risque de verse, et d'autre part du fait de cycles végétatifs proches qui rendent possibles une récolte en ensilage et une récolte en grains (méteil). En termes de choix variétal, nous distinguerons deux cas de figure. Pour les zones gélives, on privilégiera les variétés les plus résistantes au froid, quelques variétés supportant des températures inférieures à -15°C. Pour les zones où le risque de gel est plus limité, le potentiel de production de matière sèche guidera le choix. On peut également ajouter comme critère de choix pour l'ensemble des zones le PMG (Poids de Mille Graines) qui influencera la dose de semis, les différences de PMG pouvant aller du simple au double entre variétés.

La vesce est un autre composant habituel des MCPI. Au niveau zootechnique, son principal atout réside dans sa très forte teneur en MAT, supérieure au pois fourrager. En ce qui concerne les qualités agronomiques, on retiendra essentiellement son pouvoir couvrant et son haut potentiel de production. Cependant, sa présence augmente très sensiblement le risque de verse et peut induire des difficultés liées à des « bourrages » lors du chantier d'ensilage. La densité conseillée se situe donc bien souvent sous 15 à 20 grains par m². La vesce est par ailleurs plus indiquée dans le cadre d'une utilisation en ensilage (BRUNSCHWIG *et al.*, 2009). En plus de sa sensibilité à la verse, le cycle long de l'espèce rend difficile l'obtention d'une maturité synchronisée de l'ensemble des composants pour une récolte en grains. Ce cycle peut également pénaliser la vesce en cas d'hiver favorable aux autres espèces. Enfin, concernant la valeur alimentaire, on note peu de différences entre les

différentes vesces : commune, velue, de Narbonne ou de Pannonie. La vesce velue préfère les sols légers contrairement à la vesce de Pannonie qui tolère les sols argileux et humides. Ces deux dernières vesces sont les plus tolérantes au froid (BAVIÈRE *et al.*, 2016).

Du fait de sa richesse en protéines, **la féverole** commence à être de plus en plus utilisée, en particulier dans le cadre d'associations à haute valeur protéique intégrant plus de 70 à 80 % de protéagineux. L'objectif sera ici de produire un ensilage hautement qualitatif avec des MAT supérieures à 16-17%. La féverole assure alors le rôle de tuteur qu'occupe habituellement la céréale principale. Son fort développement végétatif, son pouvoir couvrant et sa capacité à décompacter les sols constituent ses principaux intérêts. *A contrario*, sa sensibilité accrue aux maladies en cas de semis précoces et son manque de tolérance au gel limitent son utilisation pour des semis d'automne. En zones gélives, on préférera soit des implantations au printemps, soit des cultivars bénéficiant des meilleures résistances au gel. Le risque de gel ne pourra tout de même pas être totalement écarté avec une résistance maximale au gel évaluée aux alentours de -12°C pour les variétés les plus tolérantes. En zones plus tempérées, le développement végétatif, la résistance à la verse, ainsi que la tolérance au botrytis et à l'antracnose seront davantage à surveiller.

Enfin, nous ne pourrions pas évoquer l'ensemble des **trèfles annuels** qui pourraient être envisagés. Nous retiendrons qu'ils ne sont que peu ou pas utilisés à cause d'une installation relativement lente qui ne leur permet pas de supporter la concurrence des autres espèces de l'association. Quelques tentatives ont été faites avec le trèfle *squarrosus*, le trèfle violet ou le trèfle de Micheli (BAVIÈRE *et al.*, 2016). Les premières observations semblent confirmer ce manque d'agressivité. Peu de références sont néanmoins disponibles en la matière.

TABLEAU 3 – Atouts et limites des espèces de protéagineux présentées.

Atouts	Limites	Traits variétaux recherchés
<p>Pois fourrager</p> <ul style="list-style-type: none"> • Très fort développement végétatif et bonne vigueur en début de cycle • Bien adapté à l'ensemble des situations • Bonne teneur en matière azotée • Très bonne valeur énergétique, supérieure à la vesce 	<ul style="list-style-type: none"> • Nécessite un tuteur du fait de sa sensibilité à la verse (le triticale est bien adapté) • Sensibilité au gel pour certaines variétés 	<ul style="list-style-type: none"> • En zones gélives, privilégier les variétés avec la meilleure résistance au froid • En zones plus tempérées, privilégier le développement végétatif, les variétés précoces et à faible PMG • Des différences de sensibilité à <i>Aphanomyces euteiches</i> marquées entre variétés
<p>Vesce</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fort développement végétatif • Bien adapté à l'ensemble des situations • Excellente teneur en MAT supérieure au pois • Peu gélif • Cycle végétatif tardif qui peut permettre une compensation lorsque l'hiver est défavorable aux autres légumineuses du mélange 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensible à la verse • Risque de « bourrages » lors du chantier de récolte si la proportion est trop importante dans le mélange • Plus tardive, peu productive en hiver favorable aux autres légumineuses du mélange • Plus adapté à une exploitation en ensilage qu'en méteil grain du fait de ce cycle tardif 	<ul style="list-style-type: none"> • En zones gélives, privilégier les variétés avec la meilleure résistance au froid • En zones plus tempérées, privilégier le développement végétatif, les variétés précoces et à faible PMG • Des différences de sensibilité à <i>Aphanomyces euteiches</i> marquées entre variétés
<p>Féverole</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fort développement végétatif • Effet tuteur dans les associations avec une dominance de protéagineux • Très bonne teneur en MAT • Effet restructurant sur le sol • Fort pouvoir couvrant 	<ul style="list-style-type: none"> • Eviter dans les situations gélives • Sensibilité aux maladies accrue en semis précoce (botrytis, ascochytose) 	<ul style="list-style-type: none"> • Privilégier les variétés les plus résistantes à la verse • Les variétés précoces • Les variétés peu sensibles à l'ascochytose et au botrytis

3. Intégration dans la rotation

– Des associations semées traditionnellement à l'automne

L'une des premières motivations à semer des MCPI fut la fréquence plus élevée des sécheresses estivales ayant une incidence directe sur le rendement et la régularité des productions fourragères : maïs, herbe, foin... Le choix s'est donc porté sur des associations à semer à l'automne ; cela permet de profiter des périodes automnales et printanières plus favorables au développement végétatif des cultures et de s'affranchir du risque de stress hydrique durant l'été grâce à une récolte effectuée au printemps. L'avantage qui en découle est de libérer suffisamment tôt les parcelles pour implanter une seconde culture fourragère, qui pourra être un maïs en cas de récolte précoce ou une culture à croissance rapide comme un moha ou un sorgho pour les récoltes plus tardives.

Leur positionnement est souple : les MCPI se placent classiquement derrière une céréale à paille, une culture de protéagineux, une plante sarclée ou une prairie temporaire. Dans ces situations, ils viennent généralement remplacer ou compléter une ration à base de maïs. Il s'agit donc principalement d'associations avec une dominance de céréales d'hiver. Depuis quelques années, émergent des mélanges à forte dominante de protéagineux, semés à l'automne, avec le même positionnement que les associations précédemment décrites. C'est notamment le cas chez des éleveurs laitiers de l'ouest de la France, qui recherchent un maximum de performance alimentaire. Quelle que soit sa composition, le mélange constitue un bon précédent pour semer des prairies en fin d'été et la présence de légumineuses permet de laisser un reliquat azoté intéressant pour la culture suivante.

– De nouvelles possibilités pour semer toute l'année

Aujourd'hui, de nouvelles solutions se dégagent, avec en particulier des variétés de céréales de printemps inscrites récemment, qui offrent de nouvelles solutions pour semer des MCPI toute l'année et ainsi intensifier la diversification des systèmes fourragers. Jusqu'à présent, les principales céréales de printemps utilisées se résumaient à l'avoine, à l'orge et au blé. Or, ces céréales présentent des inconvénients en termes de rusticité ou de productivité pour une utilisation comme céréale principale de l'association et les rendements obtenus étaient régulièrement décevants. La sélection de variétés de triticale de printemps, et plus récemment de seigle de printemps et d'épeautre de printemps, permet de proposer des solutions innovantes avec des potentiels de production de biomasse supérieurs et une rusticité renforcée.

De nouveaux positionnements dans la rotation peuvent alors s'envisager avec des semis durant l'interculture ou des semis au printemps. Ainsi, avec des variétés adaptées, le semis d'un MCPI pourra être réalisé dès les moissons de céréales, de colza, de protéagineux ou après l'ensilage de MCPI d'automne ou de printemps. Cela permettra d'ensiler à l'automne ou très tôt au printemps une quantité intéressante de fourrage supplémentaire. La culture suivante pourra être une céréale, une association ou une autre culture d'automne en cas de valorisation automnale, un maïs ou toute autre culture de printemps pour une valorisation précoce au printemps. Les semis de printemps sont aussi une option lorsque la succession culturale le permet ou en cas de conditions défavorables aux semis durant l'automne. La plage de semis devient alors très large puisqu'on peut imaginer des semis allant de février, dès que les sols sont suffisamment ressuyés, à la fin du printemps. La date de semis déterminera la période de récolte, à prévoir entre juin et octobre. En fonction des conditions pédoclimatiques, des espèces implantées et de la date de semis, il faut compter 120 à 180 jours entre le semis et une récolte à 30-35% de matière sèche.

Avec cette possibilité de semer toute l'année, l'éleveur dispose de nouveaux leviers pour adapter la gestion de ses stocks fourragers. Les MCPI semés à l'automne peuvent facilement s'intégrer dans les rotations classiques des grands bassins français de polyculture-élevage et on pourra les envisager comme une culture régulière dans la rotation. Les conditions de l'année guideront l'utilisation finale de l'association. En cas de printemps sec et de déficit fourrager, l'association sera ensilée au stade adéquat pour répondre aux besoins alimentaires de l'exploitation. En année plus favorable, l'association pourra être récoltée en grains pour produire un méteil riche en protéines. Les MCPI semés au printemps et durant l'interculture constitueront davantage des opportunités à saisir

pour l'éleveur, voire une véritable variable d'ajustement : les MCPI de printemps permettront bien souvent un rattrapage en cas d'automne défavorable à l'implantation des cultures ; les semis en dérobée après récolte durant l'été combleront un déficit fourrager ponctuel.

Conclusion

La recherche de solutions fourragères innovantes et complémentaires des systèmes fourragers traditionnels a conduit à un regain d'intérêt pour les MCPI depuis le début des années 2000. En assurant une diversification des périodes de semis et de récolte, une moindre exposition aux risques de sécheresse estivale et la production d'un aliment de qualité à la ferme, les MCPI peuvent concourir à sécuriser à moindre coût les stocks fourragers et à limiter la dépendance au couple maïs ensilage / tourteau de soja. Afin de tirer le meilleur parti de ces cultures, la composition des associations doit être raisonnée en allant au-delà du simple choix des espèces, avec la sélection des variétés les mieux adaptées à cet usage. Pour le futur, l'accent mis par certains programmes de sélection français et européens sur la recherche d'espèces et de variétés plus tolérantes aux maladies et aux stress abiotiques laisse présager de nouvelles pistes d'amélioration et de nouvelles associations possibles.

Sources bibliographiques

- AYMARD L., AIME M., LAHITTE D. *et al.* (2011) : *Le méteil, un fourrage en interculture : une solution parmi d'autres en élevage bovin allaitant pour gagner en autonomie alimentaire*, éd. Réseaux d'élevage pour le Conseil et la Prospective, 2011, 4 p. ; http://www.inst-elevage.asso.fr/IMG/pdf_Le_meteil_un_fourrage_en_interculture.pdf
- BAVIERE G., JEULIN T., RATIER F. *et al.* (2016) : *Méteils normands - Plus de fourrages, plus de protéines pour plus d'autonomie*, éd. Chambres d'Agriculture de Normandie, http://www.chambre-agriculture-76.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Normandie/cult-meteils.pdf
- BRUNSCHWIG P., BULOT N., COUTARD J.-P. *et al.* (2009) : *Ensiler des associations céréales-protéagineux pour sécuriser son système fourrager en Pays de la Loire*, éd. Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire, 12 p. http://www.pays-de-la-loire.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/National/FAL_commun/publications/Pays_de_la_Loire/brochure_MCPI_2009.pdf
- CABON G., SOULARD J. (2006) : "Triticale immature associé au maïs dans la ration de vaches laitières : effets sur les performances et le bilan énergétique", *Renc. Rech. Ruminants*, p 129.
- FIDOCL CONSEIL ELEVAGE : <http://www.fidocl.fr/content/historique-des-cours-des-tourteaux-de-soja-et-de-colza-depart-du-port-de-montoir>
- RAD (Réseau Agriculture Durable)(2009) : "Réussir ses mélanges céréaliers", *La Lettre de l'agriculture durable*, n°53, p. 4.
- WEB-AGRI : *Observatoire des marchés, pôle lait* ; http://www.web-agri.fr/observatoire_marches/lait.html