

# Associations céréales/ légumineuses

A. COULOMBEL

## Des atouts agronomiques indéniables

Depuis quelques années, divers organismes de recherche et de développement se penchent sur les associations de cultures, en particulier celles qui combinent céréale(s) et légumineuse(s). Les connaissances progressent sur les diverses questions posées : quels sont les bénéfices agronomiques de ces associations ? Quelle est la qualité des produits récoltés et pour quels débouchés ? Comment les intégrer aux systèmes de production en place ? Mais aussi quelles sont les limites de telles cultures, notamment vis-à-vis des filières qui les valorisent ? Ce dossier rapporte les principaux résultats obtenus en AB, dans des travaux récents, au niveau de la production végétale. Deux projets sont concernés, le Casdar Associations céréale/légumineuse, piloté par l'ESA d'Angers, et le projet ANR PerfCom, coordonné par l'Inra Montpellier ; chacun rassemblait de nombreux partenaires. Les travaux présentés nous montrent que les associations peuvent permettre de concilier productivité et services écologiques. Les effets agronomiques (sur la quantité et la qualité de récolte, sur les ravageurs, sur les adventices, sur l'impact sur la culture suivante) sont évalués (travaux pilotés par l'Inra Mirecourt, Toulouse, Montpellier, du Creab Midi-Pyrénées...), tandis que la question du tri et de la valorisation en filière longue est posée (Inra Mirecourt et Toulouse). En complément, le témoignage de Jacques Morineau, agriculteur vendéen, vient illustrer ces thématiques. Dans le prochain numéro d'Alter Agri, la valorisation des produits de ces associations en matière d'alimentation animale, de la récolte à leur destination finale, sera à son tour passée au peigne fin. | **dossier coordonné par Laurence Fontaine (Itab), Aude Coulombel (Itab) et Aurélie Belleil (ABioDoc-Itab)**

# Les associations : une réponse aux enjeux de l'agriculture ?

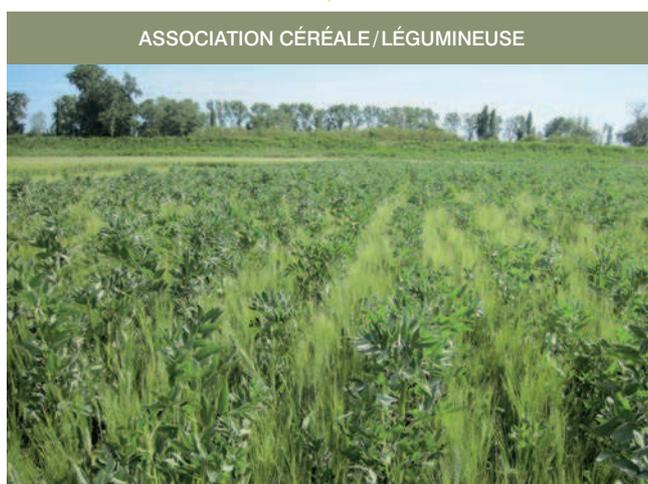
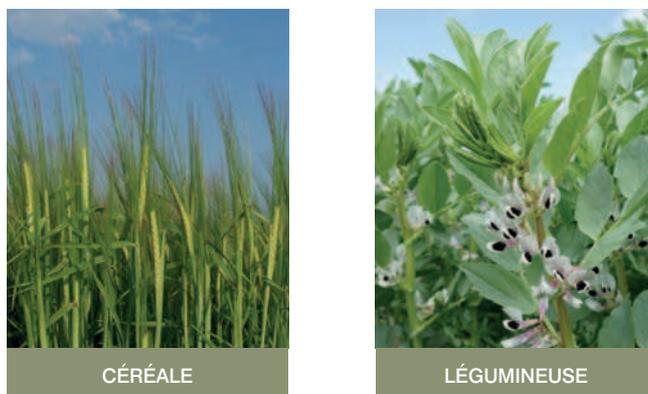
L'émergence des préoccupations d'économie d'intrants, la nécessité d'améliorer l'efficience des facteurs de production et de préserver l'environnement conduisent à un regain d'intérêt pour les associations de cultures. Ces peuplements complexes présentent souvent de meilleures performances agronomiques, grâce à une meilleure utilisation des processus écologiques et des ressources, du sol entre autres, et ce tout particulièrement dans les systèmes à bas niveau d'intrants (N en particulier). **Extrait adapté de la plaquette « Les cultures associées céréale/légumineuse » réalisée dans le cadre du projet PerfCom<sup>1</sup>**

**D**ans les peuplements mono-spécifiques, toutes les plantes de la parcelle sont en compétition pour les mêmes ressources. A l'inverse, dans un peuplement complexe de plusieurs espèces s'établissent en plus des compétitions des interactions positives (facilitation, complémentarité de niche) permettant une meilleure exploitation des ressources du milieu. Les légumineuses établissent des relations symbiotiques avec des rhizobiums (microorganismes du sol) capables de fixer l'azote atmosphérique au niveau des nodosités des racines et ainsi de répondre en grande partie aux besoins en azote des plantes. Associées à des espèces non fixatrices d'azote comme les céréales, les légumineuses offrent alors la possibilité de mettre en jeu un processus de complémentarité de niche pour l'azote du milieu (N<sub>2</sub> atmosphérique et N minéral du sol). La performance des associations de cultures est généralement évaluée par :

- le rendement, la production de biomasse,
- la qualité (taux protéique...),
- le LER = Land Equivalent Ratio.

Le LER correspond à la surface de cultures monospécifiques nécessaire pour obtenir la même production qu'un hectare d'association (quantité et proportion des 2 espèces) ; il permet d'évaluer l'efficacité de l'association. ■

<sup>1</sup> PerfCom (Peuplements Complexes Performants en agriculture bas intrants) est un projet multipartenarial financé dans le cadre du Programme Systerra de l'Agence Nationale de la Recherche.



A. COULOMBEL ET P. HINSINGER

$$\text{LER} = \frac{\text{RENDEMENT DE LA CÉRÉALE ASSOCIÉE}}{\text{RENDEMENT DE LA CÉRÉALE EN CULTURE PURE}} + \frac{\text{RENDEMENT DE LA LÉGUMINEUSE ASSOCIÉE}}{\text{RENDEMENT DE LA LÉGUMINEUSE EN CULTURE PURE}}$$

**Si LER=1** Un ha de cultures pures produit autant qu'un ha de cultures associées.

**Si LER<1** L'association est moins performante que les cultures pures (ex : LER=0,8: 0,8 ha de cultures pures pour produire autant qu'1 ha d'association).

**Si LER > 1** L'association est plus performante que les cultures pures (ex : LER=1,2 avec LERpLég=0,5 et LERpBlé=0,7 : il faut 1,2 ha de cultures pures, soit 0,5 ha de légumineuse pure et 0,7 ha de blé pur, pour produire autant qu'1 ha d'association).

# De meilleures performances en association qu'en cultures pures



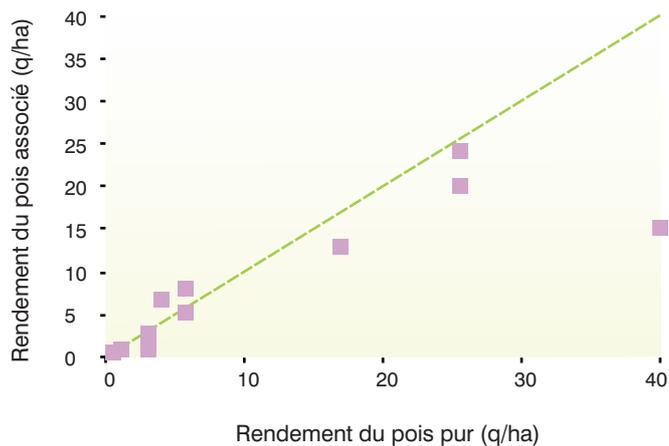
Les associations sont fréquentes en agriculture biologique. Néanmoins, l'association céréale/protéagineux dans les systèmes céréaliers biologiques pour une valorisation séparée des productions est assez rare (comparée au triticale/pois fourrager cultivé chez les éleveurs), malgré des besoins importants pour les filières (blé meunier ou blé dur riche en protéines, protéagineux pour l'alimentation animale). A travers le projet Casdar Associations céréale/légumineuse, les intérêts potentiels de ces associations et les leviers d'actions à mobiliser ont été approfondis. | **extrait adapté de la synthèse du projet Casdar «Associations céréale/légumineuse» de Guénaëlle Corre-Hellou (UR Leva, Esa Angers)**

A. COULOMBEL

**E**n agriculture biologique, plusieurs atouts des associations sont confirmés par le projet «Associations céréale/légumineuse»: contribution à un meilleur contrôle des adventices par rapport à une culture pure de protéagineux, amélioration de la teneur en protéines de la céréale, absence de verse du pois (Inra Toulouse, Creab Midi-Pyrénées, CA14, CA26). Des observations faites par l'Enfa sur les essais du réseau de l'Inra de Toulouse confirment également que les pois cultivés en association avec du blé sont moins infestés par les pucerons. Les associations ont par ailleurs montré une productivité supérieure aux cultures pures. Les LER (Land Equivalent Ratio) ont été calculés sur les différents essais. Ils sont en moyenne de 1,2, indiquant un gain de productivité de 20% dans les associations par rapport à une production séparée des deux espèces.

## Faciliter la production de protéagineux biologiques

Des LER supérieurs à 1,5 sont aussi parfois obtenus. Cette différence importante entre cultures pures et associées est liée à des problèmes particuliers sur une des deux espèces cultivées pures que l'on retrouve moins en cultures associées. Dans de nombreuses situations, le rendement du protéagineux dans l'association est égal à celui obtenu en culture pure malgré des densités de semis moindres (Fig. 1). Ainsi, l'association céréale/protéagineux peut être clairement vue comme un moyen de faciliter la production de protéagineux, et donc de protéines, en agriculture biologique alors qu'en culture pure plusieurs facteurs biotiques (les adventices, les maladies, les ravageurs) impactent fortement le rendement.



### Des résultats moins aléatoires qu'en culture pure

Des situations à forts LER sont aussi obtenues quand une espèce est fortement impactée par des conditions de culture particulières. L'association a la capacité de mettre en place des phénomènes de compensation intéressants liés à la présence de l'autre espèce non affectée. Les problèmes en question ici sont plutôt abiotiques (gel, stress hydrique, fortes températures...). En 2011, les essais ont tous montré que le pois était beaucoup plus affecté par la sécheresse que le blé, en culture pure comme en association. En association, la présence du blé permet toutefois d'obtenir un niveau de production satisfaisant. Ces situations contribuent à montrer que l'intérêt des associations n'est pas uniquement dû à la complémentarité entre espèces pour les ressources (intérêt le plus souvent mis en avant) mais aussi à la robustesse face à des contraintes biotiques et abiotiques. Plusieurs retours d'essais indiquent que même dans des conditions très défavorables (difficultés d'implantation, stress hydrique...), les résultats des associations sont rarement décevants et sont moins aléatoires que ceux pouvant être obtenus avec des cultures pures (Inra Toulouse, Creab Midi-Pyrénées, CA26).

### Des leviers d'actions

Que ce soit en AB ou en agriculture conventionnelle, la proportion de chaque espèce dans les associations blé/pois à la récolte est variable mais peut être en partie orientée par la densité de semis. Elle est aussi influencée par la disponibilité en azote du milieu : plus le milieu est pauvre,

plus la légumineuse est favorisée. Quelle que soit la structure du peuplement (semis en rangs ou mélange), le blé a un avantage compétitif sur le protéagineux.

Concernant le choix des espèces, l'association d'une céréale (blé ou triticale) avec de la féverole permet d'obtenir une plus forte part de protéagineux dans le mélange par rapport à une association avec du pois (Inra Toulouse, CA14) mais nécessite deux passages de semoir pour respecter les profondeurs de semis optimales de chaque espèce.

Etant donnée la plus grande difficulté à valoriser le blé associé en alimentation humaine (problèmes liés au tri), l'association est surtout envisagée comme un moyen pour réussir à produire des protéagineux en agriculture biologique. Dans cet objectif, aucune fertilisation n'est à apporter, afin de ne pas défavoriser le protéagineux. Celui-ci peut être semé quasiment à sa densité en pure et une faible dose de céréale (30% de la dose en pur) est ajoutée pour jouer le rôle de tuteur et améliorer le contrôle des adventices. ■

Souvent, le rendement du protéagineux dans l'association est égal à celui obtenu en culture pure malgré des densités de semis moindres.

### Le projet «Associations céréale/légumineuse» en bref

- Concilier productivité et services écologiques par des associations céréale/légumineuse multi-services en agriculture biologique et conventionnelle
- De janvier 2009 à décembre 2011
- Financé par le Casdar, Casdar n°8058
- Porté par l'Ecole Supérieure d'Agriculture d'Angers (ESA) ; nombreux partenaires de la recherche et du développement (Instituts techniques, chambres d'agriculture, groupements professionnels en AB), coopératives.

1 Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural du Ministère de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Pêche.



A. COULOMBEL

# Conséquences des associations sur la ferme

L'azote est un enjeu majeur en agriculture biologique aussi bien pour la performance et la durabilité des productions que pour la valorisation de certains produits végétaux. Actuellement, un quart des blés meuniers présente une qualité inférieure aux seuils exigés (protéines, valeur technologique). Par ailleurs, la filière animale a recours aux importations pour satisfaire ses besoins en protéines végétales. Les engrais organiques du commerce sont rares et chers et les ressources issues d'élevages sont parfois limitées. Dans un tel contexte, la culture de légumineuses, notamment en association avec une céréale, est une solution agronomique et économique intéressante. | **par Damien Foissy (Inra Mirecourt), Marie-Noëlle Bodeving (Probiolor) et Yoan Michaud (CGA de Lorraine)**



A. COULOMBEEL



A. BELLEL

Les premiers résultats du projet Casdar « Association céréale/légumineuse », présenté précédemment, montrent que les associations blé/protéagineux permettent d'augmenter le rendement global en comparaison au même blé cultivé en pur, et par effet induit, d'améliorer la marge brute économique (Justes et al, 2009 ; Pelzer et al, 2011). D'autres

intérêts agronomiques ont été identifiés : compétitivité vis-à-vis des adventices, meilleure maîtrise des maladies et ravageurs..., levant ainsi certains freins à la production de protéagineux en AB (Itab).

En Lorraine, il est fréquent qu'un quart des blés meuniers biologiques présente des teneurs en protéines inférieures aux exigences de la meunerie (référence : 10,5%). L'enjeu est donc de pouvoir proposer des blés de qualité, et de trouver en partie des cultures de substitution aux céréales secondaires dont le marché est saturé. L'étude présentée apporte quelques éclairages sur les conséquences de l'introduction d'une association blé/pois sur les rotations et le fonctionnement de l'exploitation agricole.

## Une qualité des blés à améliorer

En Lorraine, région de polyculture-élevage, près des 3/4 de la SAU biologique sont consacrés à la production fourragère (Agreste, 2009) et 17% aux cultures. La collecte de céréales est principalement assurée par la coopérative régionale Probiolor (136 adhérents), dont la collecte de blé était de 1 900 tonnes en 2011. Selon les années, une forte variabilité de la teneur en protéines est notée, et ce quelles que soient les variétés de blé cultivées. Le volume de blé dont la teneur en protéines est inférieure au seuil de 10,5% peut osciller entre 20 et 50% de la collecte.

Afin d'optimiser la gestion de ses infrastructures (capacités et nombre de cellules), la logistique nécessaire (transport, allotement...) et de maîtriser les coûts économiques, la coopérative envisage de réaliser en partie le tri des espèces à la ferme. En effet, dans une association céréales/protéagi-

neux, il est nécessaire de séparer les graines des deux espèces qui sont valorisées dans des filières différentes : en meunerie et en alimentation animale. Or, certains collecteurs ne disposent pas de points de collecte, ni de silos suffisants pour stocker le grain. Les agriculteurs doivent donc nettoyer le grain à la récolte et le stocker jusqu'au rapatriement à la coopérative.

En 2009, la place du blé dans les successions de cultures a été identifiée chez 18 agriculteurs (céréaliers, polyculteurs-éleveurs et éleveurs). Trois d'entre eux avaient déjà cultivé une association blé/pois et disposaient d'équipements permettant de séparer les grains des différentes espèces.

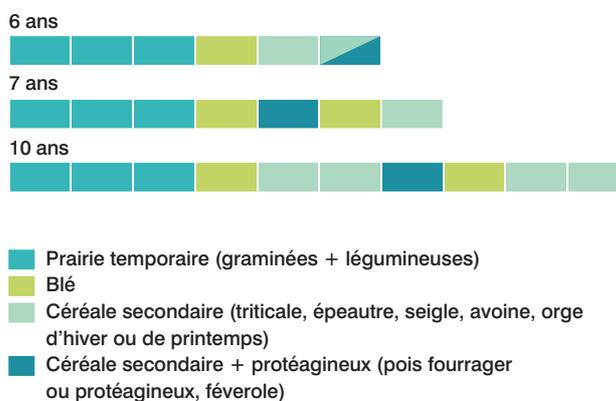
### Diverses rotations

Chez les agriculteurs enquêtés, les systèmes de culture reposent sur une base fourragère, avec une prairie temporaire de graminées et légumineuses (trèfles blanc et violet ou luzerne) en tête de rotation, et ce pour 2-3 ans. Les cultures annuelles sont essentiellement des céréales à paille destinées au troupeau (paille, concentrés fermiers) et à la vente. La durée de la rotation est en général de 6 à 7 ans (3/4 des fermes) mais des rotations plus longues (8 à 12 ans) sont rencontrées dans des fermes à vocation plus céréalière. Les blés sont mis en place derrière une prairie et après une légumineuse à graine, elle-même associée à une céréale à paille (Fig. 1). Le pois fourrager est la principale espèce cultivée dans les mélanges, 3 fois sur 4 avec un triticale. En rotation courte (6-7 ans), les fermes d'élevage ne font qu'un blé tandis que les fermes céréalières ou en polyculture élevage en cultivent deux. En rotation plus longue, on retrouve jusqu'à 3 blés.

### Insérer une association blé/pois dans la rotation

Deux scénarios sont envisageables (Fig. 2). Le premier consiste à remplacer une culture de la rotation, généralement une céréale secondaire, par le blé/pois, permettant ainsi de cultiver un blé supplémentaire. Ce blé/pois peut également être cultivé en remplacement des blés purs situés en 2<sup>e</sup> ou 3<sup>e</sup> place de la rotation, en vue d'améliorer la qualité du blé et de sécuriser la production sur des terres où le contexte pédoclimatique est limitant. Le deuxième scénario consiste à allonger la durée de la rotation en intercalant le blé/pois entre deux cultures. Dans les systèmes d'élevage ou de polyculture-élevage, l'allongement de la

**Fig. 1 Les agriculteurs enquêtés implantent leurs blés derrière une prairie ou une association céréale secondaire/protéagineux.**



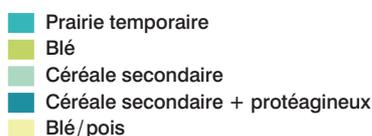
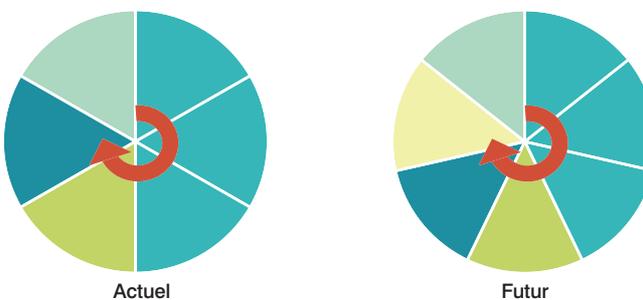
Avec des apports de 10-15 t de fumier/ha en priorité sur blés (sauf derrière prairie), puis sur céréales secondaires en fin de rotation. En système d'élevage, ¼ des apports sur prairie permanente.

**Fig. 2 Plusieurs scénarios sont envisageables pour insérer une association blé/pois dans la rotation.**

#### Substitution d'une culture par une autre



#### Allongement de la rotation



Source : Damien Foissy, Inra de Mirecourt



L. FONTAINE



A. COULOMBEL

durée de la rotation entraîne une diminution de la surface en prairie temporaire (par exemple, 21 ha pour une rotation de 8 ans au lieu de 24 ha pour une rotation de 7 ans, avec une sole arable de 56 ha). Ceci peut – dans certains cas – remettre en cause l'autonomie fourragère, un des principes d'élevage en AB. Par contre, l'allongement de la rotation serait plus facilement envisageable dans les systèmes plus céréaliers qui manquent de légumineuses et où les prairies peuvent avoir un débouché plus limité. Enfin, la prise de risque liée à l'allongement de la durée de la rotation ne sera pas la même si la rotation est courte (ex. 6 ans) que si elle est longue (ex. 10 ans). Par exemple, la maîtrise des adventices et des bio-agresseurs risque d'être plus difficile sur 11 ans que sur 7 ans.

## Séparer le blé et le pois après la récolte

Lors du tri à la ferme, les protéagineux et les graines non marchandes (grains brisés, petits grains) peuvent être incorporés directement dans l'alimentation du troupeau. Ce débouché demande peu de travail et permet de réaliser des économies en aliment du bétail. Cependant, la qualité nutritive des graines non marchandes est difficile à connaître, ces concentrés fermiers sont donc à réserver en priorité aux animaux à besoins limités (génisses, vaches allaitantes). Le collecteur quant à lui, ne pourra valoriser les graines qu'une fois qu'elles auront été séparées, soit en meunerie pour le blé, soit pour l'alimentation animale pour les deux espèces.

Qu'il soit réalisé en ferme ou par la coopérative de collecte, le tri ajoute plusieurs critères à prendre en compte dans le choix des variétés. La qualité du tri sera d'autant meilleure que la taille des graines entre les 2 espèces sera différente. Un blé difficile à battre exigera une vitesse plus élevée du batteur et un écartement plus faible entre le batteur et le contre-batteur, ce qui occasionnera une casse plus importante du pois. Enfin, le réglage de la moissonneuse rendra plus ou moins facile l'opération de tri. La moisson du blé/pois demande donc plus d'attention à l'agriculteur à une période où les conditions climatiques et les pointes de travaux (ramassage des pailles, récolte des foins, semis des cultures intermédiaires,...) sont des sources de stress importantes.

En cas de qualité de tri insuffisante, un second tri à la ferme ou en coopérative pourra être réalisé avec différents appareils.

## Stocker et collecter

La majorité des agriculteurs biologiques lorrains disposent de stockage à la ferme, la collecte se faisant au fur et à mesure des besoins de la coopérative. La plupart d'entre eux sont aussi équipés d'appareils de nettoyage qui éliminent les sources de mauvaise conservation du grain (déchets verts, graines étrangères...). Ce premier nettoyage est réalisé au plus tard dans les 24 heures qui suivent la récolte. La séparation du blé et du pois pourrait se faire à ce moment là, mais les agriculteurs interrogés l'envisagent plutôt hors de période de pointe de travaux : « quand j'ai plus de temps... je peux faire un tri nickel ». Pour cela, des capacités de stockage supplémentaires sont nécessaires : une cellule pour le stockage du

mélange blé/pois à la récolte et éventuellement 1 à 2 autres cellules pour le stockage du blé et du pois après tri.

La collecte en ferme peut être organisée par filière, meunerie ou alimentation animale, ce qui permet de mieux optimiser la gestion des infrastructures du silo de stockage.

### Être rentable économiquement

Le prix payé à l'agriculteur prend en compte la teneur en protéines, avec une plus ou moins value de 10 €/t par point de protéines supérieur ou inférieur. Probiolor, par exemple, paie 350 €/t (prix acompte 2011) un blé meunier à 12% de protéines (Hagberg 310, PS >76).

Plusieurs cas sont possibles quant à la rentabilité d'une association blé/protéagineux :

→ elle évite un déclassement du blé meunier en blé fourrager (blé meunier à 10% de protéines payé 330 €/t au lieu de 280 €/t),

→ elle permet un gain de 2 points de protéines, la plus value de 20 €/t du prix de vente du blé compense le prix plus faible du protéagineux,

→ à même teneur en protéines du blé, le rendement global produit par l'association est plus élevé que la culture de blé pur.

A cela, il faut ajouter le coût difficilement chiffrable du tri pour l'agriculteur, en temps et/ou en équipement complémentaire.

### Des améliorations nécessaires

Pour se développer, la culture de blé associé à une légumineuse à graine et la séparation des espèces à la ferme nécessiteraient quelques améliorations :

→ la définition d'un cahier des charges relatif à ce qui est attendu par le collecteur pour faciliter la constitution de lots homogènes et la propreté de ces lots,

→ une meilleure connaissance des potentialités d'amélioration de la teneur en protéines du blé pour faciliter le choix variétal des agriculteurs. Associés aux mêmes légumineuses, certains blés verront en effet une amélioration de leur qualité tandis que d'autres resteront stables,

→ une complémentarité des deux types d'associations protéagineux/blé ou protéagineux/triticales, le développement du premier étant freiné par la forte présence du deuxième,

→ l'introduction d'une espèce comme la féverole pourrait, quant à elle, permettre de limiter les risques de bio-agresseurs.

La culture d'associations blé/protéagineux est une piste intéressante aussi bien pour l'ajustement des systèmes de culture biologiques en place que pour la définition des systèmes de culture en conversion à l'AB. A l'heure où les marchés en céréales secondaires biologiques stagnent, la demande de blé biologique continue de croître et les besoins en protéagineux pour l'alimentation animale ne baissent pas. ■

*Cette étude a bénéficié du soutien financier du Compte d'Affectation Spécial pour le Développement Agricole et Rural n°8058.*

*Les auteurs remercient Claude Choux, Jacques Delatte, Philippe Henri et Thierry Lecler (agriculteurs expérimentateurs) ainsi que les 18 agriculteurs enquêtés en 2009.*

### POUR EN SAVOIR PLUS

Ces travaux ont été présentés lors de la dernière Journée Technique Grandes Cultures Biologiques co-organisée par l'Itab et Arvalis – Institut du végétal, sur le thème du blé tendre. Actes complets sur [www.itab.asso.fr](http://www.itab.asso.fr).

Une référence pour une agriculture fiable et durable.

BLÉ TENDRE  
D'HIVER  
et TRITICALE

SEMENCES DE L'EST

DES VARIETES SELECTIONNEES POUR  
L'AGRICULTURE BIOLOGIQUE

#### **Blés tendres d'hiver :**

**SATURNUS** : barbu, la référence nationale en protéines, blé améliorant.

VARIETE RECOMMANDEE PAR LA MEUNERIE FRANCAISE

**PANNONIKUS** : barbu, variété équilibrée en rendement et qualité.

VARIETE RECOMMANDEE PAR LA MEUNERIE FRANCAISE

**VULCANUS** : barbu, Le nouveau blé qui assure en qualité et en rendement.

#### **Triticale :**

**TULUS** : ADAPTEE A TOUTES LES SITUATIONS

Très productive, rustique et facile à battre. riche en protéines.

**CALORIUS** : NOUVEAUTE 2013

Variété nouvelle très productive, convenant à la production de biomasse



Semences de l'Est

7, rue de l'Escaut BP 123

51685 REIMS CEDEX 2

Tel : +33 (0)3 26 85 55 33

Fax : +33 (0)3 26 85 48 25

Mail : [mg@semenceslest.com](mailto:mg@semenceslest.com)

# Associer en relais céréales et légumineuses fourragères

L'insertion de légumineuses fourragères au sein des rotations de grandes cultures biologiques a pour but principal d'enrichir le sol en azote et de contrôler la flore adventice. L'implantation en relais<sup>1</sup> sous couvert de blé est une technique innovante augmentant la part de légumineuses dans les rotations céréalières sans y limiter la part des cultures de vente. Depuis 2008, l'Isara Lyon a mené plusieurs expérimentations afin d'identifier les bénéfices mais aussi les contraintes liées à ces techniques d'associations en relais. | par **Christophe David, Camille Amossé et Florian Celette (Isara Lyon)**



## PLANTE DE SERVICE

Cette culture peut assurer plusieurs services agronomiques (protection du sol, entretien de la fertilité) ou écologiques (diversification des espèces cultivées, compétition avec les adventices, support pour la faune auxiliaire). Elle sera enfouie et non récoltée en fin de cycle.

<sup>1</sup> Semis de légumineuse fourragère sous couvert de blé d'hiver, maintien du couvert après récolte de la céréale et enfouissement au cours de l'hiver.

La faiblesse et la variabilité des performances des grandes cultures biologiques s'expliquent principalement par une nutrition azotée des cultures souvent déficiente et une concurrence par les adventices. Les légumineuses fourragères fixent l'azote atmosphérique qu'elles pourront restituer aux cultures non fixatrices de la rotation. Elles garantissent la couverture des sols et limitent ainsi le développement des adventices. Pour éviter la substitution d'une culture céréalière par une culture fourragère moins bien valorisée économiquement dans ces systèmes spécialisés, l'utilisation de légumineuses fourragères sous couvert de céréales est une alternative intéressante. Elle peut être un moyen de mieux

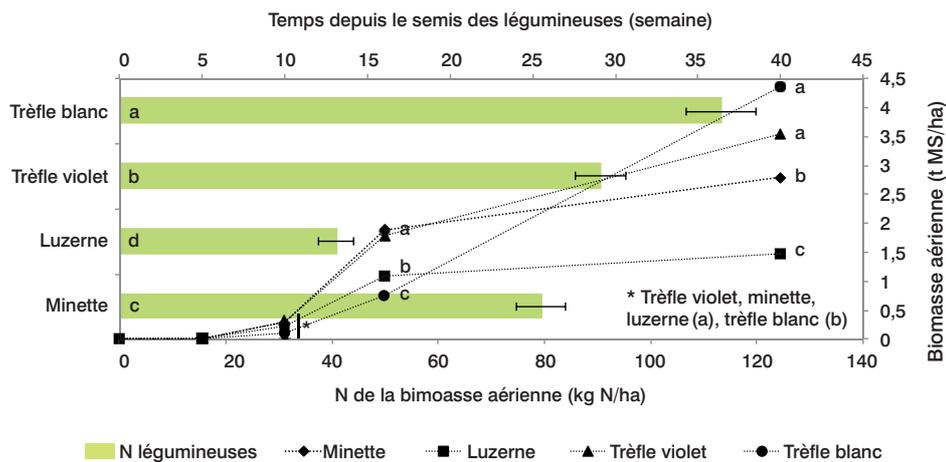
valoriser les ressources du milieu (eau, lumière, nutriments) et d'augmenter les performances des cultures de vente. À l'inverse, l'implantation d'une plante de service (cf. encadré) peut induire des risques de compétition sur la culture de vente. Le projet européen AGTEC-Org a permis de tester diverses pratiques agronomiques et technologiques pour améliorer le rendement et la teneur en protéines du blé mais aussi la qualité panifiable et sanitaire de la farine. Nos travaux sur les associations grandes cultures/légumineuses ont pour but d'évaluer le rôle des légumineuses sur le contrôle des adventices, la dynamique de l'azote et les performances du blé mais aussi du maïs suivant.

## Un programme mené avec les agriculteurs

Les résultats présentés sont issus de 4 essais menés au sein de parcelles d'exploitations biologiques sans élevage, réparties dans la région Rhône-Alpes, suivis durant 24 mois, du semis du blé d'hiver à la récolte du maïs suivant. Un essai a été lancé à l'automne 2008, trois en 2009. Les conditions climatiques des expérimentations au champ étaient contrastées avec des pluviométries au cours du cycle du blé allant de 401 à 784 mm et des températures moyennes de 8,7 à 10,9°C. Tous les essais ont été semés entre fin octobre et fin novembre avec la variété de blé Lona à une densité de 200 kg/ha. La culture de maïs suivante a été implantée fin avril.

Quatre espèces de légumineuses ont été semées sous couvert de blé d'hiver : trèfle blanc (cultivar [cv.] Aberdaï), trèfle violet (cv. Formica), luzerne (cv. Timbale) et minette (cv. Virgo Pajberg). Ces couverts ont été semés fin mars (stade plein tallage du blé) à une densité de 800 grains/m<sup>2</sup>.

© DAVID



**Fig. 1** Les croissances aériennes des 4 espèces de couverts de légumineuses (t MS/ha) sont différentes entre elles et d'une période à l'autre. Le contenu en azote (N) de leurs parties aériennes (kg/ha) en fin d'automne est particulièrement fort chez le trèfle blanc. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard de la moyenne. Des lettres différentes associées aux points à une date donnée indiquent une différence significative entre traitements ( $\alpha = 0.10$ ). Semaine 5 = stade montaison du blé; semaine 10 = stade floraison du blé; semaine 16 = récolte du blé; semaine 40 = fin d'automne.

L'enfouissement des graines s'est fait grâce au passage d'une herse étrille un ou deux jours après le semis des légumineuses à la volée. Sur chaque essai, un témoin de blé pur a été conservé. Aucune fertilisation azotée n'a été ajoutée au cours des deux cultures de blé et de maïs pour juger de la quantité d'azote apportée par la légumineuse.

L'entretien des traitements témoins sans couvert a été variable après la récolte du blé en respectant les pratiques habituelles des agriculteurs. Un broyage des adventices des traitements témoins (2 sites) ou un déchaumage (1 site) ont été réalisés après récolte du blé pour éviter un enrichissement trop important du stock semencier. Les légumineuses ont été enfouies en fin d'hiver par un labour à 25-30 cm de profondeur.

La croissance et la teneur en azote du blé et de la légumineuse ont été suivies jusqu'à la récolte du blé et la fin de l'automne, respectivement. La densité et la biomasse des adventices ont été suivies durant la phase d'association ainsi qu'à la fin de l'automne pour la biomasse. L'azote minéral du sol a été suivi durant la période hivernale grâce à des prélèvements de sol sur les 90 premiers centimètres. Le modèle LIXIM (Inra Laon) a permis d'estimer des pertes par lessivage à partir des mesures d'azote minéral du sol, des données climatiques et pédologiques.

### Des dynamiques de croissance différentes selon les espèces

Les légumineuses semées sous couvert se développent peu jusqu'à la floraison du blé (soit dix semaines après leur semis) (Fig. 1). Après ce stade, leur développement, notamment de la minette et du trèfle violet, est facilité par une meilleure interception de la lumière (le taux de couver-

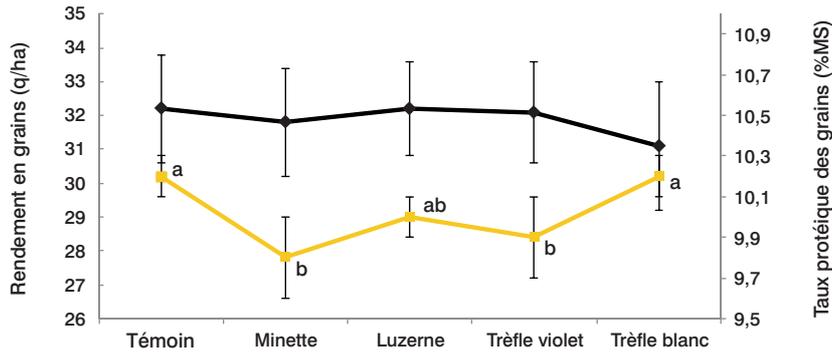
ture du blé est moindre après l'assèchement des feuilles). Après récolte du blé, le trèfle blanc connaît une forte croissance, bien supérieure aux trois autres espèces. Les trèfles présentent le plus fort niveau de biomasse (>3,5 t MS/ha) et d'azote accumulé (>80 kg N/ha) avant enfouissement (Fig. 1).

### Des effets sur la conduite de la culture associée

En général, le rendement du blé associé n'est pas perturbé par la légumineuse semée au stade tallage (Fig. 2). Toutefois, le fort développement de la minette et du trèfle violet sous couvert de blé a limité les ressources minérales et hydriques disponibles. La teneur en protéines du blé a alors été diminuée de 0,4 points en moyenne avec des diminutions dans certaines situations pouvant dépasser un point. Il est donc crucial, d'une part, de limiter la compétition des légumineuses sur les ressources



C. DAVID



◆ Rendement en grains  
 ◆ Taux protéique des grains

**Fig. 2** Le rendement en grain du blé associé (q/ha) est peu perturbé par la présence de la légumineuse, mais la minette et le trèfle violet (fort développement) mobilisent beaucoup de ressources au détriment du blé et ont un impact négatif sur le taux protéique des grains (%MS) à la récolte. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard de la moyenne. Des lettres différentes associées aux valeurs de taux protéique indiquent une différence significative entre traitements ( $\alpha = 0.10$ ).

**Fig. 3** Le rendement en grain du maïs suivant (q/ha) est augmenté derrière une association blé-légumineuse, tout comme le contenu en azote (N) de la biomasse aérienne du maïs (kg N/ha) à sa récolte. Les barres d'erreur représentent l'erreur standard de la moyenne. Des lettres différentes indiquent une différence significative entre traitements pour le rendement en grains du maïs (minuscules) et le contenu en N de la biomasse aérienne (majuscules) ( $\alpha = 0.10$ ).



C. DAVID

minérales et hydriques du blé et, d'autre part, de favoriser l'implantation de la légumineuse pour maximiser la fixation de l'azote et le contrôle des adventices durant et après l'association. En situation propice à l'implantation des couverts, il convient de préférer des espèces fourragères dont le développement aérien sous couvert est limité, tel que le trèfle blanc et la luzerne, tout en cherchant un bon compromis avec le contrôle des adventices au cours de l'association.

Les légumineuses implantées en relais réduisent la densité des adventices apparues au cours de l'association (réduction de 40 à 60% du nombre d'adventices par rapport au témoin, à la récolte du blé). La présence d'un couvert influence principalement le nombre d'adventices printanières

apparaissant de mars à mai en limitant leur levée. Après la récolte du blé, sur les trois sites où la biomasse a été prélevée (exclusion faite du site où le témoin a été déchaumé), la présence des légumineuses a limité très fortement le développement aérien des adventices en fin d'automne. Elle est au moins 9 fois supérieure quand le sol n'est pas couvert durant l'interculture. Les trèfles sont les espèces les plus performantes pour contrôler le développement des adventices après la récolte du blé du fait de leur fort développement. Le maintien du couvert en interculture n'a pas eu d'effet sur le lessivage hivernal (de début décembre à début mai), et ce malgré la richesse en azote des légumineuses enfouies en fin d'hiver. Le fort développement des trèfles, qui immobilise de l'azote du sol pendant la période de drainage, conduit à ne pas aggraver le lessivage.

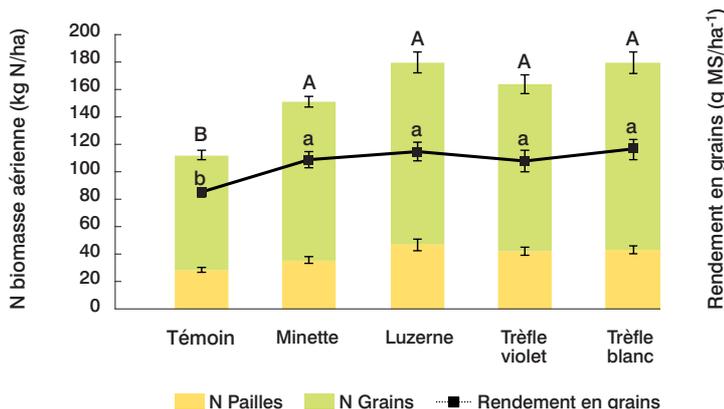
### Des effets aussi sur la culture suivante

L'association de légumineuses en relais conduit à une forte restitution d'azote à la culture suivante. Les rendements en maïs sont fortement augmentés (+2 à 3 t de grains/ha en moyenne) (Fig. 3) grâce à cet apport d'azote par les légumineuses. Les rendements en grains sont peu différents selon l'espèce de légumineuses et ce malgré des niveaux d'absorption d'azote des légumineuses variables. Ces expérimentations ont montré que le comportement des espèces de légumineuses fourragères associées en relais au blé d'hiver pouvait porter préjudice à la teneur en protéines du blé. Cependant, les quatre espèces de légumineuses ont enrichi le système sol-plante en azote et ont maîtrisé les adventices durant la succession blé - maïs. ■

*Nous tenons à remercier les agriculteurs M Breyton, JM Brun, JM Chancel, P Robin, P Vacher et D Valentin qui ont participé à ce programme. Celui-ci a fait l'objet d'un partenariat avec les entreprises Jouffray Drillaud et Frayssinet. Il a reçu le soutien financier de l'Europe (projet AGTEC Org), de l'Agence Nationale de la Recherche (projet PEPITES - ANR Systerra) et de la région Rhône-Alpes.*

### POUR EN SAVOIR PLUS

Ces travaux ont été présentés lors de la dernière Journée Technique Grandes Cultures Biologiques co-organisée par l'Itab et Arvalis - Institut du végétal, sur le thème du blé tendre. Actes complets sur [www.itab.asso.fr](http://www.itab.asso.fr).



# Retour d'expérience sur les essais du Creab

De 2006 à 2013, le Creab Midi-Pyrénées a conduit trois séries d'essais sur les associations céréale/protéagineux. Ces essais ont permis d'enrichir les connaissances sur le comportement de telles cultures dans les conditions du Gers. Retour sur l'expérience acquise avec Loïc Prieur, responsable du Creab. | par Aude Coulombel (Itab) et Aurélie Belleil (ABioDoc-Itab)

**ALTER AGRI:** Quelles sont les principales caractéristiques des associations céréales/protéagineux qui sont ressorties des expérimentations du Creab ?

**LOÏC PRIEUR:** Les essais conduits sur les associations de cultures montrent des avantages présents chaque année, d'autres présents seulement certaines années mais aussi des inconvénients. Chaque année on observe une forte augmentation de la teneur en protéines de la céréale associée, et presque chaque année une productivité de l'association supérieure à celle des cultures pures, c'est-à-dire que 1 ha d'association blé/pois est plus productif que 0,5 ha de blé et 0,5 ha de pois. Les associations limitent fortement la prise de risque existante quand on fait du pois protéagineux pur. Si le rendement du pois est faible du fait des bioagresseurs, il y a toujours la céréale à récolter. Son rendement se rapproche alors de celui de la céréale pure avec en plus une meilleure teneur en protéines. Enfin, la culture en association permet d'obtenir une couverture végétale dense (architectures de couvert complémentaires), très étouffante vis-à-vis des adventices.

**AA:** Face aux maladies et ravageurs, les associations apportent-elles des bénéfices visibles ?

**LP:** Cela dépend des maladies et ravageurs considérés. Le cas de l'antracnose du pois est intéressant. Malgré une intensité de la maladie similaire à une culture pure, on a gagné en récoltabilité car le pied ne se couchait pas, la céréale jouant un rôle de tuteur.

**AA:** Quelles sont les principaux points de vigilance pour la conduite de telles cultures ?

**LP:** Deux périodes peuvent être critiques avec les associations : le semis et la levée.

Parfois, c'est vraiment dur d'implanter le pois car c'est une culture très sensible en conditions de sol limites et tardives. Ainsi le respect de condi-



A. COULOMBEL

tions de sol optimales lors du semis devrait permettre de sécuriser un peu mieux la proportion du pois dans le mélange final.

Il est essentiel que les différentes espèces lèvent en même temps sinon les proportions seront très différentes. Si l'une des deux espèces manque de vigueur, elle se fait concurrencer par l'autre et entraîne des proportions non équilibrées. C'est notamment ce qui peut arriver lorsque le resemis d'une des espèces a été nécessaire, intervention difficile à assurer et qui n'est pas sans conséquence !

La proportion très variable des différentes espèces à la récolte reste l'un des principaux inconvénients des associations céréale/protéagineux. Enfin pour limiter les problèmes de tri, notamment les brisures des différentes graines, il convient de choisir des espèces ayant des précocités à maturité proches. ■

## POUR EN SAVOIR PLUS

Résultats complets sur la page du Creab sur le site [www.itab.asso.fr](http://www.itab.asso.fr).

## OBJECTIFS DES ESSAIS

**2006-2007** (Casdar UNIP) : produire du blé panifiable riche en protéines

**2008-2010** (Casdar ESA) : produire un mélange pour les éleveurs

**2011-2013** (Casdar ProtéAB) : produire du pois protéagineux en AB

# Des performances agronomiques au service des agriculteurs

A travers le projet PerfCom, des essais mis en place chez des agriculteurs biologiques du Sud de la France ont permis de mettre en avant certains avantages des associations blé/protéagineux. Les rendements sont augmentés et la qualité du blé est améliorée. Par ailleurs, la gestion de certains ravageurs et adventices se voit optimisée par rapport aux cultures de légumineuses pures. | par **Aude Coulombel (Itab)**, **Laurent Bedoussac (Inra Toulouse UMR 1248 AGIR)** et **Max Haefliger (BioCivam de l'Aude)**



A. COULOMBEL

Le projet mixte conventionnel et biologique ANR PerfCom a permis d'étudier des associations céréale/légumineuse. Les objectifs étaient d'évaluer les performances agronomique, économique et environnementale des cultures associées et de vérifier leur faisabilité technique.

## Une série d'essais en AB

Un réseau de parcelles a été mis en place chez 11 agriculteurs biologiques répartis sur 3 départements (Aude, Gers et Haute-Garonne). Différentes espèces ont été testées : le blé dur avec la féverole ou le pois d'hiver, et le blé tendre avec le pois d'hiver.

Pour chacune de ces associations, 3 modalités ont été comparées : (i) la céréale cultivée seule (semée à 380 grains/m<sup>2</sup>), (ii) la légumineuse cultivée seule (semée à 90 grains/m<sup>2</sup> pour le pois et 30 grains/m<sup>2</sup> pour la féverole) et (iii) l'association des deux espèces (semées à 220 et 65 grains/m<sup>2</sup> respectivement pour le blé et le pois et 250 et 15 grains/m<sup>2</sup> respectivement pour le blé et la féverole).

## Des résultats encourageants

La teneur en azote minéral dans les sols au semis (mesure sur une profondeur de 0 à 120 cm), la biomasse et la teneur en azote des cultures à différents stades de développement, les facteurs biotiques (maladies, ravageurs, adventices), les composantes du rendement, la teneur en protéines des grains à la récolte (et le taux de mitadin du blé dur) ont été mesurés.

Les résultats de ces essais en conditions d'exploitation agricole ont montré, au niveau des cultures associées, une amélioration de la qualité du blé (plus de protéines et moins de mitadinage) et une augmentation du rendement global de grains par rapport à la moyenne des 2 cultures pures conduites à l'identique (avec ou sans apport d'N organique). Une diminution de la population de pucerons verts et des adventices par rapport aux couverts de légumineuses pures a aussi été observée.

Aujourd'hui, la conception d'itinéraires techniques pour les cultures associées reste complexe car elle dépend des contextes pédoclimatiques et des objectifs de production. En outre, la place des associations de cultures dans les rotations reste à approfondir. ■

## PerfCom en bref

- Nov. 2008 à oct. 2012
- Financé dans le cadre du programme Systerra de l'Agence Nationale de la Recherche (ANR)
- En agricultures conventionnelle et biologique
- 8 partenaires de la recherche agro-écologique et du développement agronomique

### Objectifs :

- comprendre les relations agro-écologiques des associations de cultures blé/légumineuse,
- évaluer les performances agronomiques et économiques de ces associations,
- comprendre l'insertion de ces systèmes dans la logique exploitation-filière-région,
- identifier les freins et les opportunités pour développer de telles associations de cultures.

### Méthode :

- expérimentations en conditions contrôlées de laboratoire, au champ en station expérimentale et en réseaux de parcelles d'agriculteurs en Camargue et Pays Cathare (agro-écosystèmes innovants à faibles intrants, en agriculture conventionnelle ou biologique), notamment au travers d'une démarche participative en Camargue.

# Des associations bénéfiques contre le puceron vert

Les résultats du projet PerfCom montrent que les associations de cultures sont un moyen efficace pour réduire la population de pucerons verts du pois d'hiver par rapport à sa culture pure. Par contre, aucun effet significatif des associations sur les attaques de sitones n'a pu être démontré. Elles peuvent donc présenter un intérêt pour lutter contre certains ravageurs mais les conclusions ne peuvent être généralisées du fait des mécanismes propres à chaque ravageur. | par Laurent Bedoussac (Inra Toulouse, UMR 1248 AGIR)



E.-P. JOURNET

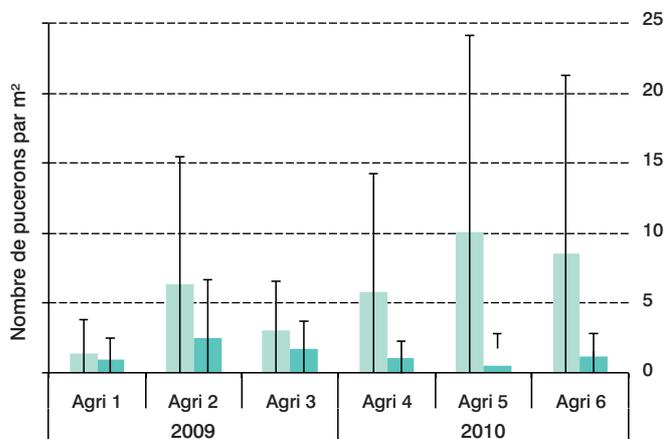


Fig. 1 Le nombre de pucerons/m<sup>2</sup> est plus faible sur la légumineuse associée que sur la légumineuse seule.

■ Légumineuse seule  
■ Légumineuse associée

Les données collectées sur le réseau de parcelles biologiques montrent que les associations sont un moyen efficace de réduire les populations de pucerons verts du pois d'hiver par rapport aux cultures pures. Cet effet de la culture associée s'expliquerait par une dilution des ressources, par une augmentation de la distance moyenne à parcourir entre deux plantes hôtes dans les associations et enfin par le rôle de « barrière physique » de la céréale auxquels s'ajoutent une modification de l'aspect général du couvert (forme, couleur, odeur et microclimat). L'ensemble de ces facteurs contribuerait à rendre plus difficile la reconnaissance de la plante hôte et réduirait à la fois l'installation et la mobilité du puceron dans le couvert, affectant sa dynamique de propagation (Fig. 1).

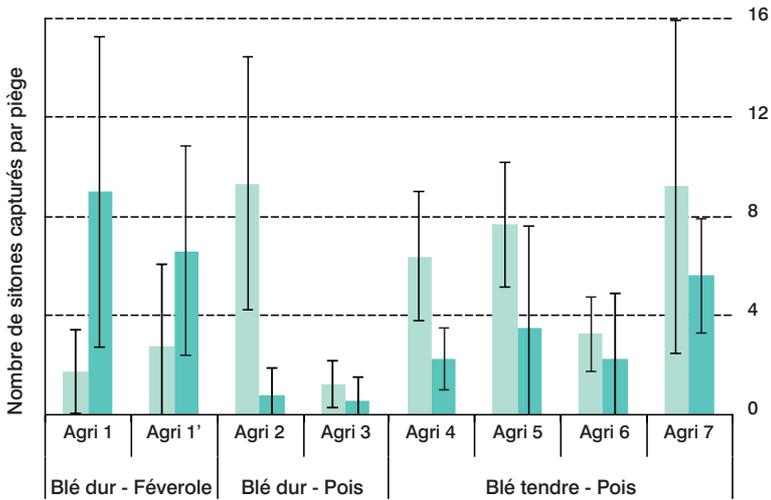


Fig. 2 Les effets des associations contre le sitone sont variables, notamment en fonction de la légumineuse associée.

■ Légumineuse seule  
■ Légumineuse associée

### Le sitone ne semble pas perturbé

Le sitone quant à lui est capable de reconnaître sa plante hôte à distance et les associations ne semblent pas avoir d'effet significatif sur ses attaques (Fig. 2).

Cependant, ces observations basées sur l'émergence des jeunes adultes montrent que les effets des associations contre le sitone sont variables. Les attaques sont plus précoces sur le pois d'hiver que sur la féverole ce qui pourrait s'expliquer par un décalage de maturité entre ces deux espèces. Enfin, il semblerait que cet insecte attaque préférentiellement la féverole d'hiver. ■

Les sitones adultes attaquent les jeunes feuilles de pois alors que les larves s'attaquent aux nodosités et jeunes racines.



E.-P. JOURNET



E.-P. JOURNET



E.-P. JOURNET

■ Nodosité percée  
■ Nodosité active

L. BEDOUSSAC

# Réduire l'enherbement grâce aux associations

Les cultures en association entraîneraient une diminution des adventices par rapport aux couverts de légumineuses pures. Attention néanmoins : l'intervention pour le désherbage est difficile et lorsqu'il est mécanique, il doit intervenir à des stades compatibles avec la céréale et la légumineuse et a fortiori à des stades précoces de développement des adventices. | par Laurent Bedoussac (Inra Toulouse, UMR 1248 AGIR)

Dans les essais du projet PerfCom, la biomasse d'adventices dans les associations blé dur/pois d'hiver, blé dur/féverole et blé tendre/pois d'hiver est réduite par rapport aux cultures pures de légumineuses, mais comparable à celles des cultures pures de céréales (Fig. 3). Cela suggère que c'est la quantité de céréale présente dans le mélange plus que la biomasse totale de l'association qui détermine la quantité d'adventices.

Or, il est probable que ces conclusions dépendent des espèces d'adventices présentes et un travail plus approfondi intégrant cette diversité doit être conduit. Malgré tout, ces résultats sont intéressants pour la production de légumineuses et en particulier du pois d'hiver, cultures peu compétitives et dont les niveaux de production peuvent être fortement réduits par la présence d'adventices en agriculture biologique.

## Moins de ressources pour les adventices

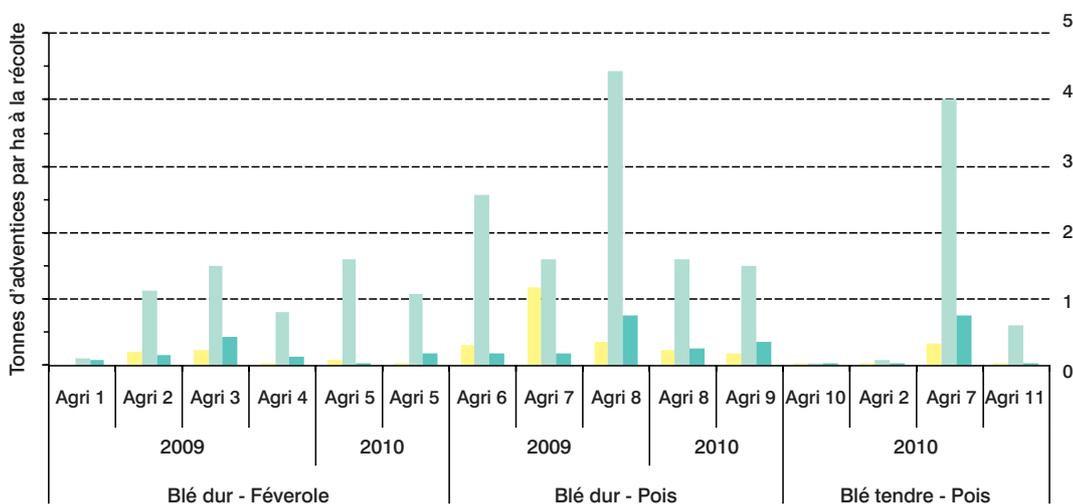
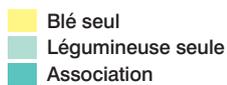
## Des précautions à prendre pour le désherbage mécanique

Cette efficacité des associations pour réduire l'enherbement s'explique par une moindre disponibilité en lumière, eau et éléments minéraux pour les adventices et ce, tout particulièrement en début de cycle, lorsque la légumineuse n'est que faiblement développée et donc peu compétitive en culture pure.

Cependant, il faut noter que les conclusions formulées ici se fondent sur le niveau d'enherbement global sans distinguer les différentes

Comme dans le cas des cultures pures, les interventions mécaniques doivent, pour garantir une efficacité maximale, avoir lieu à des stades précoces de développement des adventices, dans des conditions optimales de structure de surface du sol et à des stades où la culture ne sera pas affectée. Les fenêtres climatiques disponibles sont d'autant plus réduites dans le cas des cultures associées qu'il faut prendre en compte le développement non pas d'une, mais de deux espèces.

Fig. 3 La biomasse d'adventices à la récolte dans les associations est réduite par rapport aux cultures pures de légumineuses, mais comparable par rapport aux cultures pures de céréales.



# Qu'en pensent les agriculteurs ? Avantages et inconvénients des associations

Le Bio Civam de l'Aude a été à la rencontre de céréaliers cultivant des associations de cultures dans l'Aude. Ces agriculteurs, dont certains ont participé aux essais présentés précédemment, valorisent essentiellement leurs récoltes d'associations auprès d'éleveurs voisins. En effet, le tri pour une valorisation en meunerie ou semoulerie nécessiterait l'intervention d'un prestataire et des coûts trop importants. Cependant, ces coûts seraient compensés par une meilleure valorisation économique des céréales sous réserve que le tri soit efficace (taux d'impuretés et de grains cassés faible dans la céréale). Pour certains, éloignés des zones d'élevages, trouver un débouché pour les associations n'a pas toujours été évident. | par Max Haefliger (BioCivam de l'Aude)



A. BELLEL

## Des atouts...

La diversité des assolements et l'allongement des rotations avec l'introduction d'un maximum de légumineuses et la réduction des intrants sont les principes de base pour maintenir et augmenter la fertilité des sols. De plus, la fertilisation azotée organique est onéreuse en AB et souvent insuffisamment efficace en cultures d'hiver. Les associations sont un moyen pour diminuer la pression de maladies et de ravageurs contre lesquels il n'existe parfois que peu de moyens de lutte efficaces. Elles permettraient de produire des protéagineux dont les rendements sont moins aléatoires qu'en cultures pures. Les agriculteurs reconnaissent aux associations d'autres avantages :

- augmentation des taux de protéines des céréales,
- meilleure couverture du sol pour contrôler les adventices,
- meilleure valorisation des ressources du milieu (eau, lumière, éléments fertilisants),
- meilleure stabilité des rendements face aux aléas climatiques.

## ...et des contraintes

Mais il existe aussi des freins au développement des cultures associées.

A la parcelle :

- difficultés pour trouver des variétés adaptées aux associations,
- dates et techniques de semis et dates optimales de récolte des espèces associées parfois différentes,
- interventions de désherbage difficiles, réglage difficile des moissonneuses.

**CFA de la Lozère - site de Florac**

*Ministère de l'Agriculture et de l'agroalimentaire*

**BP REA Produits fermiers**

Production - transformation : viandes, laits, fruits et légumes, miel

**BP REA Agriculture biologique**

*BP REA : Brevet Professionnel de Responsable d'Exploitation Agricole*

Formations par apprentissage sur deux ans.  
Rémunérations de 31% à 61% du SMIC

**CFA de Lozère - 2, place de l'ancienne gare - 48400 Florac**  
Renseignements : téléphone : 04 66 65 65 62  
courriel : cfa.lozere@educagri.fr - site : www.eplealozere.fr

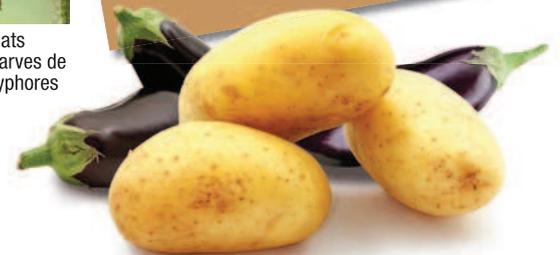
Formations financées par le Conseil Régional Languedoc-Roussillon et la taxe d'apprentissage

# NOVODOR FC®



## Spécifique doryphores

Dégâts de larves de doryphores



## Enfin un insecticide respectueux des insectes auxiliaires utiles

## Efficace contre les doryphores sur pomme de terre et aubergine



- Pas de phénomène de résistance
- Rapidité d'action (24 à 72 heures)
- Efficace à tous les stades et plus particulièrement sur les jeunes stades L1-L2

NOVODOR® : AMM n° 9800280  
Composition : 3% *Bacillus Thuringiensis* sp. *Tenebrionis* 15 000 BtiU/mg  
Doses : 5L/ha – Classement : Xi-Irritant ; R43

DE SANGOSSE  
**ino**  
protection

La protection est dans notre nature



DE SANGOSSE

DE SANGOSSE - Bonnel - B.P. 5 - 47480 Pont-du-Casse - Tél. 05 53 69 36 30

PRODUITS POUR LES PROFESSIONNELS : UTILISEZ LES PRODUITS PHYTOPHARMACEUTIQUES AVEC PRÉCAUTION. AVANT TOUTE UTILISATION, LISEZ L'ÉTIQUETTE ET LES INFORMATIONS CONCERNANT LE PRODUIT.



LES ASSOCIATIONS SONT UN MOYEN POUR DIMINUER LA PRESSION DE MALADIES ET DE RAVAGEURS CONTRE LESQUELS IL N'EXISTE PARFOIS QUE PEU DE MOYENS DE LUTTE EFFICACES.

Sur l'exploitation :

- place et impact sur la rotation peu connus, compositions des mélanges récoltés variables et imprévisibles,
  - valorisation des récoltes difficile car collecte pas assurée, livraisons directes limitées en quantité et réservées réglementairement à un rayon proche de l'exploitation,
  - nécessité d'un tri et d'une transformation à la ferme ou d'autoconsommation en élevage.
- Et une politique de soutien pénalisante au niveau de la PAC<sup>1</sup> :
- statut des cultures associées non défini : déclaration d'une céréale ou d'un protéagineux,
  - aides spécifiques recouplées du 1<sup>er</sup> pilier de la PAC réservées aux cultures pures,
  - compositions dans les parcelles imprévisibles : risque de sanctions en cas d'erreur de déclaration,
  - absence de soutien spécifique aux associations au niveau du 2<sup>e</sup> pilier de la PAC (MAE<sup>2</sup>).

Les travaux présentés et les essais chez les agriculteurs ont été financés dans le cadre du projet PerfCom (projet financé dans le cadre du Programme Systerra de l'Agence Nationale de la Recherche) et coordonné par Philippe Hinsinger (directeur de recherche à l'Inra UMR Eco&Sols) ainsi que dans le cadre du projet Casdar n°8058 Associations céréale/légumineuse coordonné par Guénaëlle Hellou (ESA Angers) et du projet PSDR 3 CITODAB coordonné par Bruno Colomb (Inra UMR AGIR) et Mohamed Gafsi (Enfa Toulouse). L'analyse logistique a bénéficié du support du projet ANR MicMac Design financé par l'ANR et coordonné par Eric Justes (ingénieur de recherche à l'Inra UMR AGIR).

### POUR EN SAVOIR PLUS

Retrouvez les résultats du projet PerfCom dans la plaquette « Les cultures associées céréale/légumineuse : en agriculture "bas intrants" dans le Sud de la France » disponible sur [www6.montpellier.inra.fr/systerra-perfcom/](http://www6.montpellier.inra.fr/systerra-perfcom/), rubrique Productions PerfCom.

- 1 Politique Agricole Commune
- 2 Mesures agro-environnementales

# Cultures associées : facilitation pour le phosphore

Des interactions positives entre espèces associées peuvent faciliter l'utilisation des ressources du sol (N, P...). Des essais conduits par l'Inra dans le cadre du projet PerfCom ont évalué la disponibilité de P dans des associations blé dur/pois-chiche. Réalisés en conditions d'agriculture conventionnelle, leur objectif était de mettre en évidence certains mécanismes de fonctionnement des plantes dont la compréhension pourrait être utile en agriculture biologique. | par **Philippe Hinsinger (Inra, UMR Eco&Sols)** et **Aurélie Belleil (ABioDoc-Itab)**

La facilitation entre deux espèces A et B se traduit par une amélioration de la productivité de l'une ou des deux espèces (interactions positives). Appliquée au partage des ressources du sol telles que le phosphore (P), la facilitation entre les deux espèces associées A et B se produit si l'espèce B est capable d'augmenter la disponibilité de cette ressource en mobilisant du P non disponible, au profit de l'espèce A associée (Fig. 1).

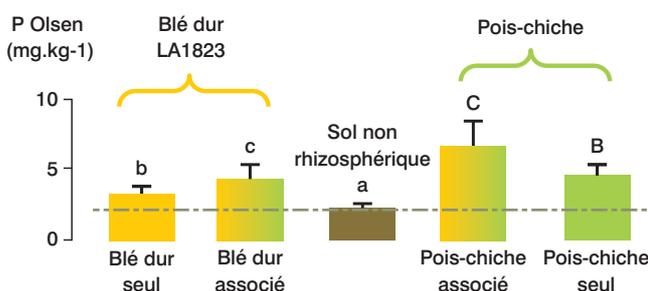
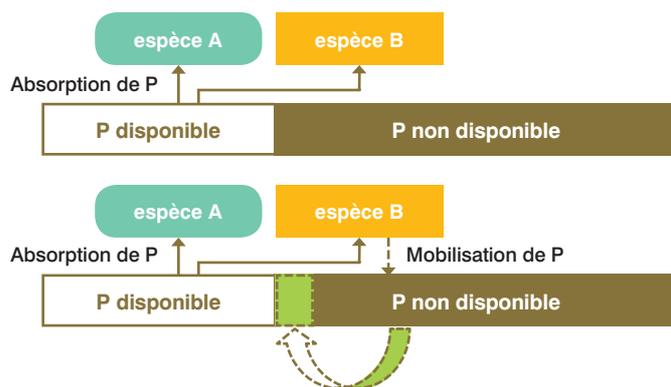
1 La rhizosphère est le volume de sol (adhérent) autour des racines soumis à leur influence directe ou indirecte via les microorganismes (voir Alter Agri n°101 de Mai-Juin 2010).

**Fig. 1** La facilitation entre espèces se produit quand l'une des espèces associées est capable de mobiliser une part du large pool de P non-disponible pour l'autre espèce.

## Une augmentation de la disponibilité du phosphore

Une augmentation significative de la disponibilité de P dans la rhizosphère<sup>1</sup> du blé dur a été observée dans un sol pauvre en P disponible (P Olsen), plus

**Fig. 2** La disponibilité du phosphore dans la rhizosphère est augmentée dans les associations.



encore lorsqu'il est cultivé en association avec le pois-chiche. La disponibilité de P était aussi augmentée dans la rhizosphère du pois-chiche, et ce d'autant plus lorsqu'il était associé au blé dur (Fig. 2).

Une absence totale de fertilisation phosphatée pendant de nombreuses années peut toutefois être pénalisante pour la légumineuse qui est alors moins efficace en terme de fixation symbiotique de l'azote, et perd de ce fait l'un de ses rôles clés dans l'association.

## Des mécanismes difficiles à expliquer

De tels phénomènes d'augmentation de la disponibilité de P dans la rhizosphère ont été confirmés par la plupart des expériences conduites dans le projet PerfCom, sans pour autant observer systématiquement une facilitation en terme de rendement des espèces associées.

L'hypothèse était que la légumineuse, en fixant l'azote atmosphérique, devait acidifier sa rhizosphère et résulter ainsi en une augmentation de la disponibilité de P, au profit du blé dur associé. Cette hypothèse n'a pu être vérifiée ni en pot, ni au champ. D'autres processus impliquant les micro-organismes de la rhizosphère et les pools de P organique doivent être impliqués. ■

### POUR EN SAVOIR PLUS

Betencourt E. et al. Intercropping promotes the ability of durum wheat and chickpea to increase rhizosphere phosphorus availability in a low P soil. *Soil biology & Biochemistry*, 2012, no46, p. 181-190.  
 Hinsinger P. et al. P for Two, Sharing a Scarce Resource: Soil Phosphorus Acquisition in the Rhizosphere of Intercropped Species<sup>1</sup>. *Plant Physiology*, 2011, Vol. 156, p. 1078-1086.

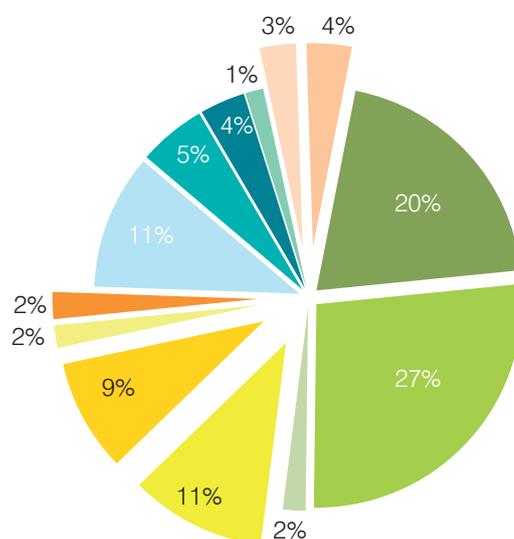
# GAEC Ursule : la diversité végétale pour sécuriser les rendements

Mieux vaut être bien accompagné que seul. Telle pourrait-être la devise du GAEC Ursule et de ses associés Jacques Morineau, Sebastien Schwab, Sylvain Vergnaud et Marie Morineau. Dans cette exploitation vendéenne, la diversité est la règle, que ce soit intra-espèce, intra-parcelle ou entre parcelles. | par **Antoine Roinsard (Itab)**



L. FONTAINE

Mélange de plusieurs variétés de blé.



L'assolement du GAEC Ursule est très diversifié entre les parcelles mais aussi sur une même parcelle

- Prairie permanente
- Prairie temporaire
- Sorgho fourrager
- Maïs (ensilage et grain)
- Blé
- Orge de printemps
- Épeautre
- Mélange<sup>1</sup>
- Féverole/blé
- Pois/orge
- Lupin/blé
- Tournesol
- Colza

1. Avoine/triticale/  
blé/pois/féverole

**A**u GAEC Ursule, les associations culturales sont la règle, et le peu de céréales pures cultivées le sont en mélange variétal, et finissent accompagnées de prairies semées sous couvert. La diversité concerne aussi les productions animales avec un atelier bovin lait et 640 m<sup>2</sup> de poulaillers. Sur cette ferme de 280 ha, la productivité et l'efficacité économique sont compatibles avec le respect de l'environnement.

## Un système de polyculture/ poly-élevage très diversifié

Les ateliers du GAEC fonctionnent en synergie. Les vaches laitières et volailles valorisent les ressources végétales produites : fourrages et tourteau de colza (issu de la fabrication de l'huile alimentaire) en mélange avec les céréales. Un concentré de production pour les vaches et un aliment complet pour volailles sont produits sur

la ferme à coût maîtrisé et avec un approvisionnement sécurisé. L'alimentation des volailles est néanmoins complétée par des ressources extérieures (il n'est pas possible de fabriquer entièrement son aliment en circuit long). Des associations complexes à double fin (du type blé/triticale/avoine/pois/féverole) sont mises en place pour sécuriser l'approvisionnement en fourrage en cas d'années de fort déficit hydrique, préjudiciable au rendement des prairies. L'incorporation d'avoine et/ou de vesce permet d'améliorer le caractère fourrager de ce type de mélange.

Près de 30 espèces végétales sont cultivées sur la ferme avec pour chacune plusieurs variétés : 7 variétés de blé, 3 variétés de féverole et 2 variétés de pois d'hiver. Cette diversité permet d'assurer une bonne résilience du système de culture en limitant les risques face aux aléas climatiques et économiques.



Jacques Morineau présente son trieur alvéolaire aux visiteurs lors de journées techniques

L. FONTAINE

## Le GAEC Ursule en bref

- 7 UTH
- 280 ha
- 610 000 L de lait
- 640 m<sup>2</sup> de poulaillers
- 12 t d'huile (colza et tournesol)
- Cultures de vente (céréales et protéagineux)
- Outils de tri

## La diversité spatiale et temporelle comme levier agronomique

Un des principaux leviers de lutte contre les adventices et ravageurs est la mise en place d'une rotation des cultures non fixée mais respectant de grands principes. Les successions culturales sont très longue (10 à 12 ans), avec systématiquement en tête de rotation des prairies temporaires destinées à la fauche ou au pâturage. Leur rôle agronomique est indispensable (effet sur la fertilité, contrôle des adventices...). L'alternance de cultures de printemps et d'hiver participe aussi à la maîtrise des adventices. Si nécessaire, deux cultures d'hiver peuvent suivre une culture de printemps fortement salie.

La diversité spatiale permet par ailleurs d'accueillir les auxiliaires de culture dans de bonnes conditions. Un système de « mosaïque culturale » est mis en place dans les plus grandes parcelles de l'exploitation, pour limiter à 6 ha la surface maximale d'une culture. Ainsi, une plante hôte adaptée est toujours disponible pour les auxiliaires, en particulier les coccinelles. En parallèle, un linéaire de haie de l'ordre de 40 km remplit aussi un rôle agro-écologique d'accueil des auxiliaires de culture.

## Associer les cultures pour différents objectifs

Les associations de cultures, fréquentes au GAEC Ursule, permettent de sécuriser les rendements : gestion des maladies, ravageurs et adventices, adaptabilité au contexte climatique de l'année... Deux types d'associations sont mises en place, celles à vocation « céréalière » (ou fourragère) et celles les mélanges à objectif « protéagineux ».

Pour produire des céréales, Jacques Morineau réalise par exemple un mélange binaire blé/féverole. L'association augmentant la teneur en protéines du blé, celui-ci présente une qualité meunière satisfaisante. Le tri du mélange blé/féverole (plus aisé qu'avec du pois) permet de conserver la pureté de la céréale, indispensable à sa valorisation en meunerie.

Pour produire des protéagineux, ceux-ci sont semés à la même dose qu'en culture pure. La céréale sert alors de plante accompagnatrice et permet de sécuriser le rendement lors d'années défavorables à la culture de protéagineux. Les espèces sont semées simultanément, sauf dans le cas du lupin. Celui-ci est semé en septembre et le blé associé en octobre, au passage de la bineuse. Si le semis du blé échoue, il est toujours possible de semer de l'orge au printemps. Selon Jacques Morineau, la culture du lupin en association permet une meilleure maîtrise des adventices, difficile dans la culture en pur.

Ces associations permettent d'obtenir des rendements de 25 à 50 qtx/ha en protéagineux, et de 15 à 20 qtx/ha en céréales, soit 45 à 70 qx/ha pour l'association en moyenne. Lors des années les plus défavorables (gel des protéagineux), un rendement minimum de 30 qtx/ha est assuré grâce aux associations.

## Des outils de tri à la ferme performants

Pour valoriser ses associations et mélanges, le GAEC Ursule est équipé d'outils de tri performants. Les récoltes sont d'abord nettoyées pour faciliter leur conservation et leur commercialisation. Ensuite, les espèces sont triées pour différentes destinations : autoconsommation sur les ateliers animaux, semences ou vente. Une plateforme de tri plus conséquente que l'actuelle, permettant de trier des gros volumes, est en cours d'installation. La diversité des protéagineux produits offre des débouchés larges et adaptés à différentes espèces animales. La majeure partie de la récolte est vendue à des éleveurs voisins. Ainsi, la féverole est utilisée prioritairement pour les porcins et bovins, le pois protéagineux pour les volailles, et le pois fourrager dans les rations de ces trois types d'élevage. ■

## POUR EN SAVOIR PLUS

Khoeler Cécile, 2011. *Tester, expérimenter, sans relâche*. Campagnes solidaires, 2011, n° 259, p. 14-15. Article dans le prochain *Atout trèfle : L'agro-écologie en pratique !*, Printemps 2013.