

# CULTIVER DU BLÉ (DUR OU TENDRE) EN ASSOCIATION AVEC UNE LÉGUMINEUSE À GRAINE : UN MOYEN EFFICACE POUR ACCROITRE LA PRODUCTION ET LA QUALITÉ DES GRAINES EN AGRICULTURE BIOLOGIQUE

*Laurent Bedoussac<sup>1</sup>, Etienne-Pascal Journet<sup>2</sup>, Patrice Rouet<sup>3</sup>, Coline Josse<sup>3</sup>, Stéphanie Ledoux<sup>3</sup> et Eric Justes<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *Université de Toulouse, ENFA, UMR INRA-INPT/ENSAT 1248 AGIR*

<sup>2</sup> *CNRS, UMR INRA-INPT/ENSAT 1248 AGIR*

<sup>3</sup> *INRA, UMR INRA-INPT/ENSAT 1248 AGIR, Auzeville, BP 52627, 31326 Castanet-Tolosan, France*

## RESUME

Les cultures associées consistent en la culture simultanée d'au moins deux espèces sur une même parcelle agricole durant une période significative de leur cycle de développement. Un certain nombre d'études agronomiques ont montré que ce système permettrait d'améliorer l'utilisation des ressources du milieu et ainsi d'augmenter le rendement et la qualité des grains par rapport aux cultures monospécifiques. L'objectif de notre travail fut d'une part, d'évaluer les performances agronomiques des cultures associées blé (dur et tendre) – pois d'hiver et blé dur – féverole sur un réseau de parcelles conduites en agriculture biologique par des agriculteurs du Sud-Ouest de la France (Aude, Gers et Haute-Garonne) ; et d'autre part d'évaluer la faisabilité technico-économique de ces cultures dans le contexte actuel, notamment au niveau du tri des graines en coopérative agricole. Nos résultats ont confirmé, d'un point de vue agronomique, les avantages des cultures associées vis-à-vis de la production de biomasse, de la quantité d'azote absorbé et du rendement global par rapport aux cultures monospécifiques correspondantes. La teneur en protéines est significativement plus élevée et le taux de mitadin (blé dur) est nettement plus faible en cultures associées permettant une nette amélioration de la qualité technologique des grains. Cependant, un certain nombre de contraintes techniques freinent pour l'instant le développement des cultures associées, notamment à cause de la difficulté de trier les graines en coopérative agricole pour un débouché vers l'alimentation humaine qui permettrait d'assurer une valorisation économique intéressante pour les producteurs.

## INTRODUCTION ET OBJECTIFS

Les associations d'espèces sont omniprésentes dans les écosystèmes naturels mais ont quasiment disparu des agrosystèmes européens suite à l'intensification de l'agriculture au cours du XXème siècle. Toutefois, on observe aujourd'hui un regain d'intérêt pour les associations de cultures et notamment les associations de céréales et de légumineuses (Anil et al. 1998 ; Griffon 2006 ; Malézieux et al. 2008). Ces mélanges seraient un moyen d'accroître la diversification des systèmes de cultures et la part des légumineuses dans les systèmes de grande culture qui sont des leviers permettant de répondre aux enjeux de l'agriculture de demain (Vandermeer 1995 ; Vandermeer et al. 1998 ; Altieri 1999 ; Griffon 2006 ; Malézieux et al. 2008) et notamment en AB.

De nombreuses études ont mis en évidence que les associations de cultures céréales - légumineuses seraient un moyen de mieux valoriser les ressources du milieu comparativement aux cultures « pures » ou monospécifiques correspondantes (Willey 1979 ; Ofori et Stern 1987 ; Willey 1990 ; Hauggaard-Nielsen et al. 2003 ; Bedoussac 2009). Cet avantage est particulièrement marqué dans le cas des systèmes à bas niveau d'azote (Bedoussac et Justes 2010) et nous avons fait l'hypothèse que ce système pourrait être efficace en agriculture biologique dans la mesure où l'azote est souvent une ressource limitante. La performance de ces systèmes s'explique en grande partie par la complémentarité entre céréale et légumineuse pour l'utilisation de l'azote (mais aussi

de la lumière) du fait que la céréale n'utilise que l'azote du sol alors que les protéagineux utilisent essentiellement l'azote de l'air (par la fixation symbiotique) lorsqu'ils sont associés (88% de l'azote prélevé d'après Bedoussac 2009).

Cette complémentarité se traduit de façon quasi systématique par une amélioration significative de la teneur en protéines de la céréale (Willey 1979 ; Ofori et Stern 1987 ; Jensen 1996 ; Bedoussac et Justes 2010), une réduction du mitadinage (blé dur), et donc une amélioration de sa valeur commerciale (Bedoussac, 2009). Les associations de culture permettraient aussi de réduire la pression des bio-agresseurs (maladies, adventices et ravageurs) par rapport à celle exercée sur les cultures pures (Hauggaard-Nielsen et al. 2001 ; Hauggaard-Nielsen et Jensen 2005 ; Hauggaard-Nielsen et al. 2006) ce qui est un enjeu majeur en agriculture biologique où les facteurs biotiques peuvent induire des pertes de rendements importants.

**L'objectif de nos essais était de quantifier la productivité de ces cultures associées en conditions réelles de production et d'évaluer la faisabilité du tri des graines récoltées en mélange à la coopérative agricole.**

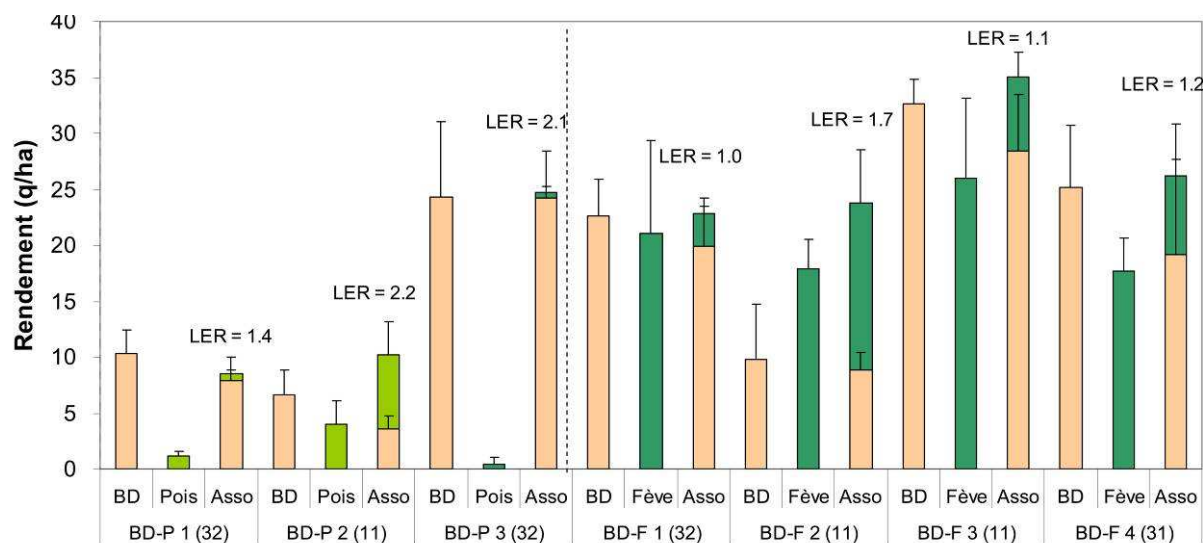
## DISPOSITIF EXPERIMENTAL

- Réseau de 10 agriculteurs en agriculture biologique (Gers: 4 ; Aude: 3 ; Haute-Garonne: 3);
- 2 années d'expérimentation : récoltes 2009 et 2010 ;
- 14 essais avec trois modalités en petites parcelles de 12 x 50 m : 1) blé pur, 2) légumineuse pure et 3) association ;
- 3 essais avec des associations sur une surface de 3 à 4 ha en 2010 pour réaliser un tri des graines à la coopérative agricole AgriBio Union ;
- Différentes cultures ont été testées : blé dur/blé tendre et pois d'hiver/féverole d'hiver ;
- Les densités de semis en association (en % des cultures pures) ont été de 66%/50% respectivement pour le blé et la féverole et 58%/72% respectivement pour le blé et le pois.

## RESULTATS MARQUANTS

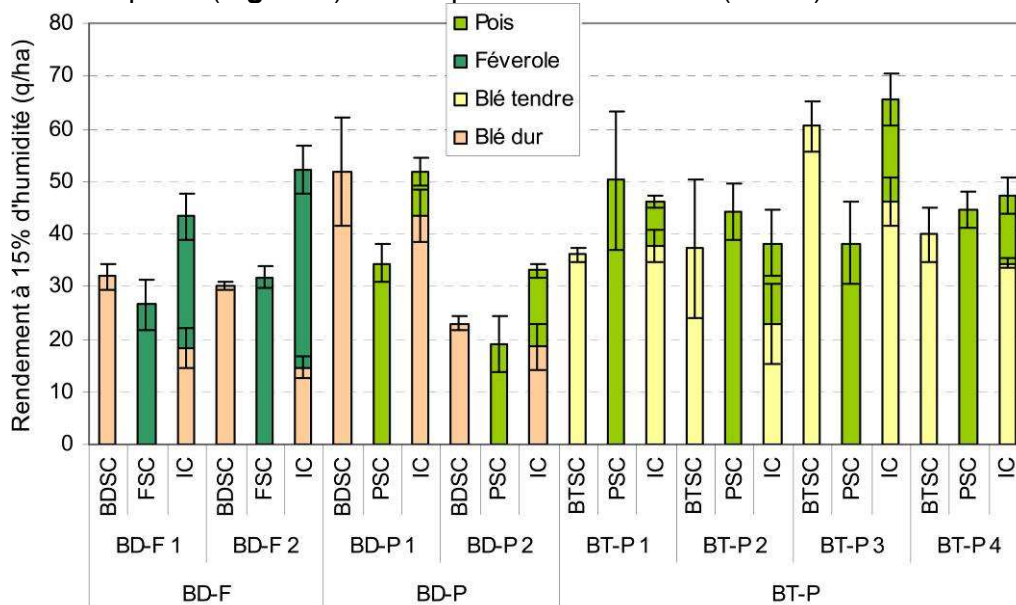
### Effet des associations sur le rendement

En 2009, le rendement total des associations est en moyenne égal ou supérieur de au rendement moyen des cultures pures (**Figure 1**).



**Figure 1 – Rendement à 15% d'humidité (en quintaux par ha) selon les différents essais 2009 : blé dur – pois (BD-P) et blé dur – féverole (BD-F) ; le nombre entre parenthèses correspondant au département où a été localisé l'essai**

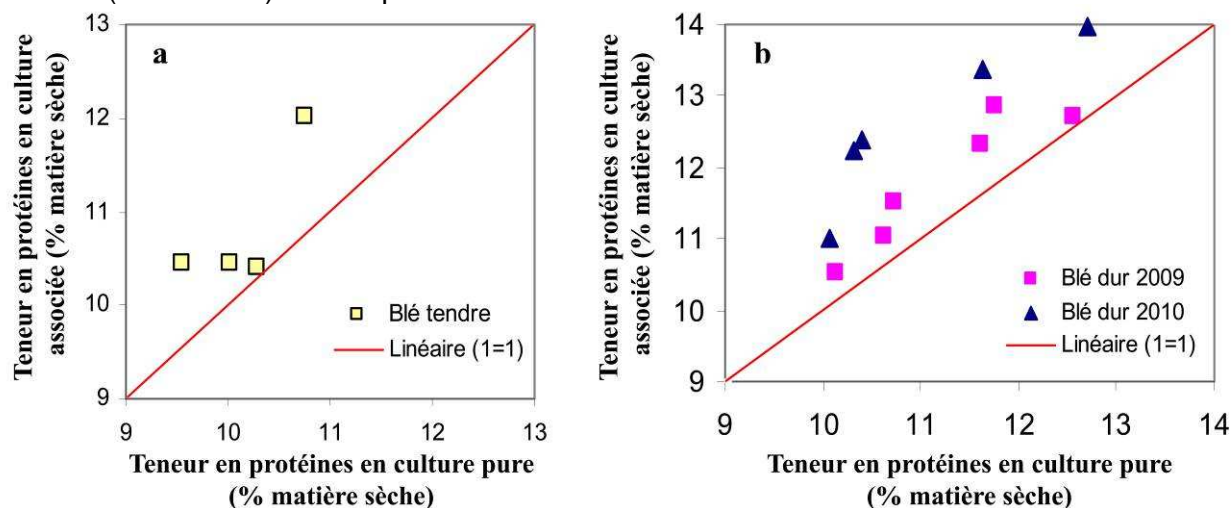
En 2010, le rendement total des associations est en moyenne 20% à 80% supérieur au rendement moyen des cultures pures (**Figure 2**) à l'exception d'une situation (BT-P2).



**Figure 2 – Rendement à 15% d'humidité (en quintaux par ha) selon les différents essais 2010 : blé dur – féverole (BD-F), blé dur – pois (BD-P) et blé tendre – pois (BT-P) ; et les différentes modalités : blé dur pur (BDSC), blé tendre pur (BTSC), féverole pure (FSC), pois pur (PSC) et culture associée (IC)**

Effet des associations sur la teneur en protéines du blé et le taux de mitadina (blé dur)

Les associations permettent d'améliorer la teneur en protéines du blé dans tous les essais et pour les 2 années (**Figure 3**). Les associations permettent également de réduire le taux de mitadina (blé dur) (non montré) à l'exception d'un essai en 2010.



**Figure 3 – Teneur en protéines des grains (%) de blé tendre (a) et de blé dur (b) en culture associée en fonction de celle en culture pure pour les essais 2009 (blé dur uniquement) et 2010**

Autres résultats marquants

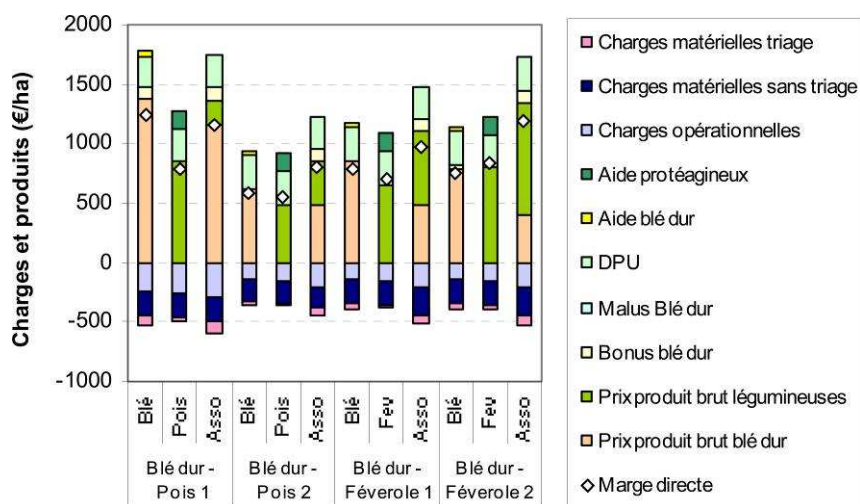
- Les associations présentent un enherbement réduit par rapport aux les cultures « pures » de légumineuse mais comparable à celui des céréales « pures »
- Les associations n'ont pas d'effet sur les maladies mais la pression était faible cette année
- Les associations n'ont pas pu être triées de façon satisfaisante (trop d'impuretés restant dans le blé après tri)
- Les associations présentent de meilleurs marges directes que les cultures « pures » dans les situations non fertilisées et ce quelque soit le débouché du blé (alimentation humaine

ou animale). Par contre les associations sont moins performantes économiques lorsqu'un apport d'engrais azoté a été réalisé.

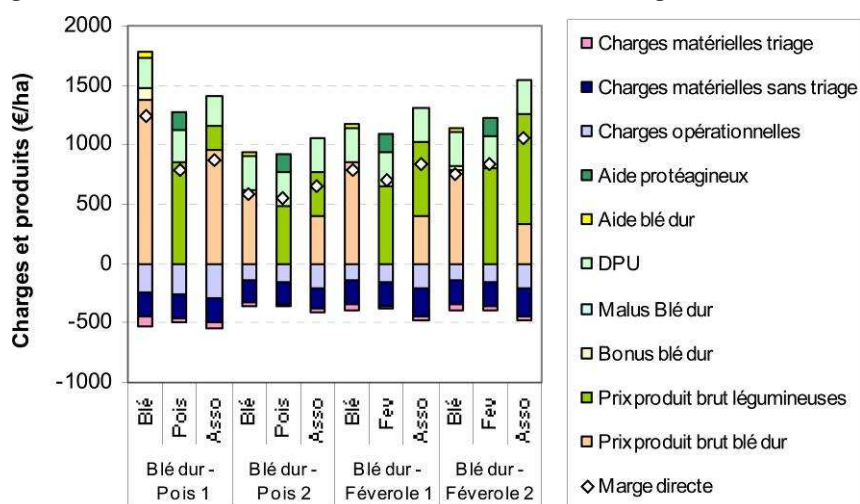
### Evaluation économique par calcul de la marge directe

Les résultats de l'évaluation économique sont très encourageants puisque les marges brutes des cultures associées pour les essais de 2010 sont plus élevées que pour la moyenne des deux cultures pures, et ce malgré le coût du tri du mélange. Ce résultat s'explique d'une part par une production moyenne de grains supérieur ou égal à la moyenne des deux cultures pures et par l'augmentation significative de la qualité du blé dur (meilleur teneur en protéine et taux de mitadin > 20%) (**Figure 4a**). Toutefois, même si le mélange est vendu pour l'alimentation animale, la culture associée permet d'obtenir une marge directe plus élevée que la moyenne des deux cultures pures (**Figure 4b**).

**Figure 4a : Marge directe calculée sur la base d'un débouché des graines en alimentation humaine**



**Figure 4b : Marge directe calculée sur la base d'un débouché des graines en alimentation animale**



**Figure 4 – Calcul de la marge directe pour les essais blé dur 2010 selon deux hypothèses de destination des graines de blé dur (alimentation humaine ou alimentation animale) :**

- a) Destination alimentation humaine : Calcul de la marge directe en supposant qu'après trois passages du mélange de graines dans le trieur rotatif, le blé dur est assez bien trié pour être commercialisé en alimentation humaine
- b) Destination alimentation animale : Calcul de la marge directe en supposant qu'il est impossible de trier assez bien le mélange pour que le blé parte en alimentation humaine : un seul passage dans le trieur est effectué et le blé est commercialisé en alimentation animale

## **CONCLUSION ET PERSPECTIVES**

Nos résultats ont permis de valider, en contexte d'exploitation agricole et sur de grandes parcelles, les différentes hypothèses émises sur les performances agronomiques des associations blé – pois d'hiver et blé – féveroles d'hiver. En effet, les associations permettent une amélioration de l'utilisation des ressources du milieu (notamment l'azote) et tout particulièrement lorsque les ressources sont limitantes. La culture en association permet ainsi d'accroître la production de biomasse et le rendement en grains mais également d'améliorer la teneur en protéines des grains de blé et de diminuer le taux de mitadin du blé dur par rapport aux cultures pures. Enfin, les cultures associées ont eu un effet positif sur le contrôle des populations d'adventices, en comparaison avec les légumineuses pures. Il sera intéressant d'approfondir les études sur les effets des associations sur la prolifération des ravageurs et des maladies car la pression biotique a été relativement faible cette année ce qui n'a pas permis d'évaluer les intérêts ou les limites des associations dans le cas d'une forte pression biotique.

L'évaluation économique montre également une meilleure efficacité des cultures associées par rapport à la moyenne des deux cultures pures sur la majorité des essais. Cela permet notamment de réduire le risque économique pris par le producteur lorsqu'il veut produire des légumineuses sur son exploitation agricole, en particulier pour le pois protéagineux. Bien évidemment, l'intérêt des cultures associées sera d'autant plus grand que l'on sera en mesure de trier correctement le mélange afin de pouvoir vendre le blé dur pour l'alimentation humaine (fabrication de semoule ou de pâtes).

Ces résultats encourageants doivent cependant être nuancés par le fait que nos essais ont montré qu'il était difficile de séparer efficacement les grains pour un débouché vers l'alimentation humaine. Toutefois, cela semble envisageable avec l'utilisation d'un matériel plus performant ou en effectuant des réglages plus fins sans nécessairement avoir recours à des systèmes de tri coûteux comme les tables densimétriques ; un travail spécifique et technique mériterait d'être engagé pour pallier à ce problème. Par ailleurs, les associations blé tendre – protéagineux semblent adaptées pour produire un mélange de graines destiné à l'alimentation animale avec un blé de qualité. Néanmoins, la proportion des espèces dans le mélange final est variable et n'est pas totalement corrélé aux densités de semis ce qui nécessite, de la part du producteur ou du formulateur d'aliment, de compléter la ration de façon à obtenir un mélange adapté à ses besoins.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- ✓ Altieri M (1999) The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74:19-31
- ✓ Anil L, Park J, Phipps R H, Miller F A (1998) Temperate intercropping of cereals for forage: a review of the potential for growth and utilization with particular reference to the UK. *Grass Forage Sci.* 53:301-317
- ✓ Bedoussac L (2009) Analyse du fonctionnement des performances des associations blé dur-pois d'hiver et blé dur-féverole d'hiver pour la conception d'itinéraires techniques adaptés à différents objectifs de production en systèmes bas-intrants. Thèse de l'université de Toulouse délivrée par l'Institut National Polytechnique de Toulouse.
- ✓ Bedoussac L, Justes E (2010) The efficiency of a durum wheat-winter pea intercrop to improve yield and wheat grain protein concentration depends on N availability during early growth. *Plant Soil* 330, 19-35.
- ✓ Griffon M (2006) Nourrir la planète. Odile Jacob, Paris
- ✓ Hauggaard-Nielsen H, Ambus P, Jensen E S (2001) Interspecific competition, N use and interference with weeds in pea-barley intercropping. *Field Crops Res.* 70:101-109

- ✓ Hauggaard-Nielsen H, Ambus P, Jensen E S (2003) The comparison of nitrogen use and leaching in sole cropped versus intercropped pea and barley. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 65:289-300
- ✓ Hauggaard-Nielsen H, Andersen M K, Jørnsgaard B, Jensen E S (2006) Density and relative frequency effects on competitive interactions and resource use in pea-barley intercrops. *Field Crops Res.* 95:256-267
- ✓ Hauggaard-Nielsen H, Jensen E (2005) Facilitative root interactions in intercrops. *Plant Soil* 274:237-250
- ✓ Jensen E (1996) Grain yield, symbiotic N<sub>2</sub> fixation and interspecific competition for inorganic N in pea-barley intercrops. *Plant Soil* 182:25-38
- ✓ Malézieux E, Crozat Y, Dupraz C, Laurans M, Makowski D, Ozier-Lafontaine H., Rapidel B, de Tourdonnet S, Valantin-Morison M (2008) Mixing plant species in cropping systems: concepts, tools and models. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 29:43-62.
- ✓ Ofori F, Stern W R (1987) Cereal – legume intercropping systems. *Adv Agron* 41:41-90
- ✓ Vandermeer J (1995) The ecological basis of alternative agriculture. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 26:201-224
- ✓ Vandermeer J, van Noordwijk M, Anderson J, Ong C, Perfecto I (1998) Global change and multi-species agroecosystems: Concepts and issues. *Agric. Ecosyst. Environ.* 67:1-22
- ✓ Willey R (1979) Intercropping - its importance and research needs. 1. Competition and yield advantages. *Field Crop Abstr.* 32:1-10
- ✓ Willey R W (1990) Resource use in intercropping systems. *Agric. Water Manag.* 17:215-231