

## Quel avenir pour les associations d'espèces récoltées<sup>1</sup> ?

Fiche **QUESTIONS SUR...** n° 01.06.Q4

mars 2023

**Mots clés :** associations plurispécifiques - légumineuse graines - méteil - agriculture biologique

Aux XVIII<sup>e</sup> et XIX<sup>e</sup> siècles, en Europe, le mélange seigle-blé (le méteil) était fréquent dans les sols peu fertiles. Puis on cultiva des mélanges plus complexes, avec l'introduction de légumineuses, et, plus récemment, de nombreux mélanges plus innovants (colza/légumineuses) sont apparus. Certaines composantes de ces mélanges (ex : légumineuses dans l'association avec colza) sont souvent destinées à couvrir le sol, pour favoriser le contrôle des mauvaises herbes (engrais verts ou CIPAN), ou à améliorer les performances agronomiques d'une des espèces, en lui fournissant des "services"<sup>2</sup>. Actuellement, les mélanges les plus fréquents sont des mélanges d'espèces fourragères, destinés au pâturage, au foin ou à l'ensilage : nous ne les évoquons ici que pour mémoire. Dans ce qui suit, nous parlerons surtout de mélanges d'espèces de grandes cultures, dont la récolte peut se faire en grain ou dans certains cas en vert (céréales immatures).

Les mélanges destinés à l'alimentation animale sont, le plus souvent, directement utilisés par les éleveurs ; certains mélanges sont en partie destinés à l'alimentation humaine (blé dur/pois, cameline/lentille, etc.). Ces mélanges sont surtout pratiqués par les agriculteurs en agriculture biologique. Les mélanges d'espèces de grandes cultures occupent en France 14 % des surfaces en grandes cultures en agriculture biologique (source : Agence BIO 2011), mais sont rares en agriculture conventionnelle.

Les possibilités d'association de cultures sont nombreuses, et, dans ce domaine, les plus inventifs sont les agriculteurs biologiques. Une enquête réalisée en 2016 (auprès de 15 agriculteurs pratiquant des mélanges à base de légumineuses dans 4 régions différentes) a recensé 30 mélanges binaires (Figure 1), et certains agriculteurs avaient des mélanges encore plus complexes : de 3 à 7 espèces ! Ce foisonnement de mélanges d'espèces, observé sur le terrain, s'explique par la diversité des objectifs recherchés par les agriculteurs qui cultivent ces mélanges.

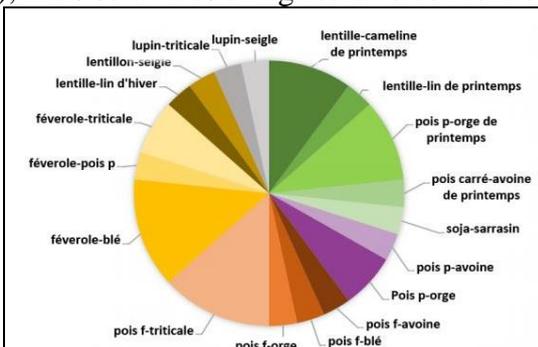


Figure 1 : répartition des 30 associations binaires enquêtées. La taille de la portion indique la fréquence d'occurrence dans l'échantillon. Associations de printemps en vert. (Pois f = pois fourrager ; pois p = pois protéagineux)

On voit qu'une grande variété de mélanges à base de légumineuses est possible. Si blé/ féverole ou pois de printemps/orge sont très fréquents, des associations plus rares sont intéressantes comme par exemple : triticales/pois fourrager (pour les éleveurs), lentillon/seigle ou des mélanges oléagineux/protéagineux (cameline/lentillon), etc. Dans ces derniers, les graines sont généralement destinées à l'alimentation humaine et un tri est réalisé après la récolte (source A.Lamé, 2010).

### Quels mélanges semer et avec quelles précautions ?

Il existe donc un très grand nombre de combinaisons. Néanmoins, pour de bons résultats dans une association où les deux espèces sont récoltées, il faut veiller à un certain nombre de règles :

- Le cycle de production doit être le même pour les deux cultures ; par exemple, 2 cultures de printemps (orge de printemps/pois de printemps) ou 2 cultures d'hiver (blé d'hiver/féverole d'hiver, triticales/pois fourrager). Un décalage de la date de semis est possible, mais demande du matériel de semis adapté.
- Les variétés choisies doivent avoir la même période de maturité, car il y aura risque d'égrainage si une des espèces est mûre plus tôt que l'autre.
- Les vitesses de croissance, la taille à floraison et la hauteur des plantes doivent être compatibles pour éviter l'étouffement d'une espèce par l'autre.

<sup>1</sup> Pour l'élevage et en grandes cultures

<sup>2</sup> Les " plantes de services " feront l'objet d'une autre fiche de l'Encyclopédie.

- L'association d'une céréale avec un pois fourrager nécessite de choisir des espèces et des variétés de céréales résistantes à la verse, car la céréale sert de tuteur au pois fourrager.

Des associations entre une brassicacée et une légumineuse sont actuellement en cours de développement (par exemple colza/pois, cameline/lentille, cf. *Figure 2*). Dans ces associations, la légumineuse permet d'améliorer la compétitivité vis-à-vis des adventices à l'automne.

<p><u>Triticale + pois fourrager (cv Assas)</u> Mélange utilisé par les agriculteurs bio ; un des plus intéressants, car plus productif et avec un rendement plus stable que les cultures pures.</p> 	<p><u>Orge de printemps + pois de printemps</u> Mélange intéressant même en conventionnel, car il permet de produire du pois en stabilisant le rendement, et en réduisant la verse. La céréale sert de tuteur.</p> 	<p><u>Cameline + Lentille</u> Mélange bien valorisé en agriculture biologique. La cameline sert à produire de l'huile appréciée</p> 
--	--	---

*Figure 2* : quelques mélanges parmi les plus intéressants et les plus fréquents (photos Philippe Viaux).

## **Le mélange fait bénéficier de nombreux effets de synergie, permettant de maximiser les bénéfices agronomiques et environnementaux.**

Les associations d'espèces sont plébiscitées par beaucoup d'agronomes en raison des nombreux avantages attendus. Pourtant ces avantages qualitatifs sont rarement documentés ou mesurés.

### **Augmentation du rendement**

Dans la grande majorité des associations cultivées en agriculture biologique, le rendement est augmenté par rapport à la moyenne des rendements des deux espèces cultivées en pur (*Figure 3a*) ; l'augmentation est d'autant plus grande que le rendement des espèces pures est faible. Les rendements d'un mélange sont plus stables d'une année à l'autre que les rendements des espèces pures, ce qui est intéressant au plan économique. Cependant, cette stabilité globale s'accompagne d'une proportion variable d'espèces récoltées.

L'association triticale/pois fourrager se distingue par une plus grande stabilité de rendement, ainsi que par des rendements plus importants que le triticale seul. Les rendements des associations fourragères sont plus élevés que celui du blé ensilé en pur. Enfin, si les rendements des associations (type triticale/pois) n'atteignent pas toujours ceux d'un maïs ensilage, leur stabilité interannuelle est nettement supérieure (notamment en conditions climatiques séchantes, défavorables à la culture de maïs), et leur composition – plus riche en matière azotée – est plus intéressante pour l'alimentation animale.

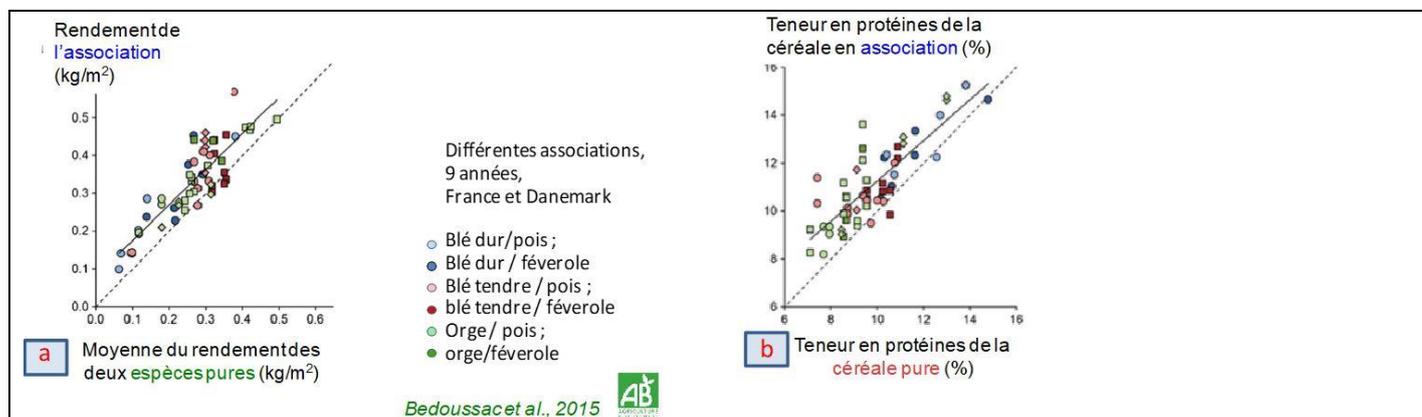
### **La maîtrise des ravageurs et des champignons**

En cultivant ensemble des espèces qui ne sont pas hôtes des mêmes insectes ou champignons, les associations permettent de limiter les attaques de presque tous les insectes ravageurs et maladies. Les enquêtes auprès d'agriculteurs confirment une diminution de la pression de certains ravageurs des légumineuses (bruches, pucerons) dans les mélanges céréales/légumineuses à graines, ainsi qu'une diminution de la pression maladie. La plupart des articles scientifiques s'accordent sur l'effet de réduction des maladies, alors qu'il y a plus de controverses sur les ravageurs (mais il existe peu de références).

### **La maîtrise des adventices**

Les associations d'espèces sont particulièrement utiles pour maîtriser les adventices : elles couvrent plus rapidement et plus complètement le sol et créent une concurrence efficace vis-à-vis des adventices, en particulier dans les zones de la parcelle où une des espèces a mal levé. Ainsi, les associations céréales/pois sont très efficaces pour limiter l'enherbement quand on les compare à des cultures pures de pois.

Semer dense et choisir son mélange en fonction de la flore adventice est une bonne stratégie. Choisir des mélanges en incluant des espèces connues pour avoir des effets allélopathiques (par exemple l'avoine, la cameline et le seigle) peut renforcer cet effet.



a) Rendement total (céréale et légumineuse) de l'association en fonction du rendement moyen des cultures pures. Résultats obtenus sur 8 années et 3 sites (régions de Toulouse et Angers en France et Danemark) conduits en agriculture biologique

b) Teneur en protéines de la céréale associée en fonction de celle mesurée dans la culture pure, avec le même niveau de fertilisation. Résultats obtenus sur 9 années et 3 sites (régions de Toulouse et Angers en France et Danemark) conduits en agriculture biologique

Figure 3 : rendement et teneur en protéines d'associations céréales/légumineuses en agriculture biologique (scc : A.Lamé, 2010)

### **Intérêt des associations à base de légumineuses pour apporter de l'azote au système de culture**

L'introduction d'une légumineuse à graine ou d'une légumineuse fourragère, dans un mélange, permet d'apporter de l'azote au système de culture grâce à la fixation symbiotique de la légumineuse ; ce sujet est un des mieux étudiés actuellement. Une synthèse d'expérimentations (France et Danemark pendant 9 ans), présentée dans la figure 3b, montre que les associations céréales-protéagineux cultivées en agriculture biologique permettent d'augmenter la teneur en protéines de la céréale de l'association grâce à :

- la complémentarité entre les sources d'azote (l'azote issu de la minéralisation de la matière organique du sol, prioritairement utilisé par la céréale, et l'azote de l'air fixé par la légumineuse) ;
- une réduction de la densité de plantes/m<sup>2</sup>, et un effet de compétition de la légumineuse sur le blé, qui entraînent une réduction du nombre d'épis et de grains, alors plus riches en azote.

Par ailleurs, on constate que la culture suivante de la rotation bénéficie de l'azote fixé par la légumineuse, généralement en quantité moins élevée qu'après une culture pure de légumineuse.

### **Maitriser la culture des associations d'espèces : pas si simple !**

Le semis Lors du semis, il faut bien mélanger les semences pour éviter les risques de tri des différents types de graines dans le semoir. Dans certains cas (quand les semences sont de tailles trop différentes ou que les exigences de profondeur de semis des deux espèces sont différentes, par exemple blé/féverole), il peut être préférable de semer en deux passages ou d'utiliser un semoir équipé de deux trémies.

Le désherbage des associations Il est souvent impossible de désherber chimiquement ces mélanges, car il n'existe généralement pas d'herbicides sélectifs homologués sur plusieurs cultures, sauf dans le cas d'espèces très proches. Deux grandes stratégies ont été mises au point chez les agriculteurs : certains comptent sur la compétitivité des espèces, et la densité élevée du couvert végétal, pour la maîtrise des adventices ; d'autres, équipés d'outils de désherbage mécanique, réalisent un (ou plusieurs) désherbage en post-semis prélevé avec une herse étrille (ou une houe rotative si le sol présente une croûte de battance).

La place dans la rotation Les mélanges ont l'inconvénient de maintenir les parasites, liés au sol, de chacune des cultures (ex : l'aphanomyces du pois ou le piétin échaudage du blé). Mais les infestations observées sur une culture de blé – après une association en comportant – sont bien moindres que celles observées derrière un blé cultivé seul. En conventionnel comme en biologique, on peut placer une association en fin de rotation pour profiter de la compétitivité des mélanges sur les adventices ; en biologique, on peut la mettre avant une culture de céréales pures pour profiter au maximum du reliquat d'azote laissé après un mélange à base de légumineuses.

Instabilité de la composition du mélange récolté La composition des mélanges récoltés est variable selon les situations. Plusieurs raisons sont avancées pour expliquer cette forte variabilité : climat de l'année, fourniture en azote du sol, densité des espèces semées etc. Les conditions climatiques (gel hivernal pour les cultures d'hiver, stress hydrique pour les cultures de printemps) peuvent être en faveur d'une culture plutôt que d'une autre. Certaines années, des développements de maladies difficilement maîtrisables dans un mélange sont à l'origine de la faible croissance de l'une des espèces. En conventionnel, une manière de corriger le

déséquilibre est d'avoir recours à la fertilisation azotée (à faible dose) qui favorise la céréale. Seule l'association triticales/pois fourrager est relativement stable et peu sensible aux conditions de l'année.

Une valorisation délicate Dans le cas d'une valorisation directe en alimentation animale, il n'y a pas trop de difficulté à valoriser un mélange ; cependant, les éleveurs doivent souvent faire des analyses pour bien connaître la teneur en protéine et en énergie du mélange obtenu. En revanche, la récolte en grain nécessite souvent de trier les graines après récolte, en particulier pour une valorisation en alimentation humaine (blé, lentilles, etc.) ; un travail relativement coûteux. La commercialisation du blé issu d'associations pois/blé peut être délicate (un faible pourcentage de résidus de pois dans le blé ne semble pas dégrader la qualité du pain).

Pour des organismes stockeurs, gérer des associations suppose de mobiliser davantage de cellules de stockage pour des faibles quantités de mélanges, ce qui explique que beaucoup de coopératives conventionnelles refusent de réceptionner des mélanges. Les coopératives spécialisées en bio sont en général équipées pour stocker, trier (certains collecteurs se sont équipés en trieurs optiques, qui réalisent un tri parfait) et valoriser des graines destinées à l'alimentation humaine ; cette activité est généralement très rentable, car les prix de vente en agriculture biologique sont élevés.

Intérêt économique et environnemental En agriculture biologique l'intérêt économique des associations est variable, mais généralement bon ; par contre, en conventionnelle les résultats économiques sont souvent en faveur des cultures pures, à quelques exceptions près (triticales/pois). Cependant, les associations permettent de réduire très significativement l'usage de pesticides et d'engrais azoté, ce qui peut être une motivation importante pour des agriculteurs.

Ainsi les associations sont une des techniques qui permet de réduire l'impact environnemental de l'agriculture : moins de pollution, moins de gaz à effet de serre, protection de la biodiversité.

## Conclusion et perspectives

Alors qu'en France les surfaces en légumineuses à graines peinent à se développer en conventionnel malgré les *Plans protéines* successifs, les associations à base de légumineuses peuvent être une voie pour améliorer l'autonomie et diminuer notre dépendance au soja importé. Dans ce cas, l'association est surtout envisagée comme un moyen pour réussir à produire des protéagineux, en réduisant les facteurs limitants majeurs (notamment la verse). En agriculture biologique, l'intérêt des agriculteurs pour le blé associé est certain, en raison de sources azotées insuffisantes dans ces systèmes de production. Les carences azotées fréquentes en agriculture biologique conduisent à des teneurs en protéines trop faibles sur des blés cultivés en pur, surtout en milieu ou en fin de rotation. La robustesse des mélanges, face à des contraintes biotiques et abiotiques explique l'intérêt de l'agriculture biologique pour les mélanges d'espèces.

Les mélanges d'espèces font depuis quelques années l'objet de programmes de recherches nationaux (CasDAR) et européens (tel ReMix) destinés à quantifier les avantages et les limites de ces associations d'espèces, ou à proposer des démarches de conception pour favoriser leur développement. Ces travaux doivent être poursuivis pour mesurer les intérêts économiques et environnementaux des associations d'espèces et stimuler la conception d'associations adaptées à la diversité des situations agricoles.

Ph. VIAUX, M-H JEUFFROY et J. LORGEUX, membres de l'Académie d'Agriculture de France

**Ce qu'il faut retenir :** semer des cultures en association n'est pas nouveau. Mais on observe un regain d'intérêt, avec des innovations sur les choix d'espèces associées et leurs conduites, pour avoir des systèmes de production plus résilients dans un contexte de changement climatique et de réduction des intrants chimiques. Les agriculteurs (en particulier en biologique) expérimentent de nouvelles combinaisons, tandis que des travaux de recherche mesurent les effets bénéfiques des associations d'espèces et proposent des méthodes pour concevoir les espèces adaptées localement. Néanmoins il reste à faire de nombreuses recherches pour maîtriser ces associations plurispécifiques et en tirer le maximum d'effets positifs.

### Pour en savoir plus :

- Marie-Hélène Jeuffroy et al. : *Association de cultures annuelles combinant une légumineuse et une céréale : retours d'expériences d'agriculteurs et analyse*. Innovations Agronomiques 40, 2014
- Philippe Viaux : *L'agroécologie en grandes cultures : vers des systèmes à hautes performances économiques et environnementales*. 3<sup>e</sup> édition, Ed. France Agricole, 2020