

Projet B3S
(Production de soja alimentaire bio en Suisse)
**Rapport sur l'essai de cultures
associées de soja en 2017**



Semis simultané du soja et des plantes compagnes. Yens VD, le 23.05.2017.

Maurice Clerc, Matthias Klaiss, Nathaniel Schmid

Lausanne et Frick, le 22.02.2018

Le **Fonds Coop pour le développement durable** soutient ce projet.



Sommaire

1. Résumé.....	1
2. Introduction	1
3. Matériel et méthodes.....	2
4. Résultats et discussion	4
5. Culture de soja associé en France.....	8
6. Conclusions et perspectives	9
7. Remerciements	10
8. Documents.....	11

I. Résumé

L'essai de soja associé mené à Yens VD en 2017 a permis de tirer les conclusions principales suivantes:

- le semis précis des plantes compagnes a été rendu difficile par la présence de pierres, environ seulement environ 70 % des plantes compagnes semées ont levé ;
- la croissance du soja a été explosive en raison de la météo très favorable ; il y a eu tendance à l'étouffement d'un certain nombre de plantes compagnes comme l'avoine d'automne, le seigle d'automne et la caméline ;
- il n'y eut pas ou peu de différences interprétables concernant la hauteur des plantes de soja, la couverture du sol par les adventices et le rendement du soja.

Il avait été misé sur des densités très faibles de semis des plantes compagnes, tout en les semant le mieux possible et en les répartissant optimalement à proximité du soja. Les deux résultats escomptés auraient dû être un effet visible sur la propreté du champ et une croissance du soja non freinée par les plantes compagnes. Ces deux résultats n'ont pas été atteints.

2. Introduction

Des essais de cultures associées de soja sont conduits par le FiBL et Prokana depuis 2011. Ces activités sont menées en étroit partenariat avec la HAFL (Haute école d'agronomie de Zollikofen). Ce partenariat a permis de générer différents travaux de bachelor et de semestre, qui ont permis d'effectuer un travail en profondeur. Au cours des années, différents thèmes ont été abordés :

- recherche de plantes compagnes les plus adaptées à l'association avec le soja (plus de 20 plantes testées) ;
- recherche des meilleures densités de semis des plantes compagnes ;
- détermination de la technique culturale de la culture associée (semis, désherbage).

Les résultats de ces recherches ont été consignés dans des rapports annuels, qu'il est possible de télécharger gratuitement à l'adresse suivante : www.bioactualites.ch → Cultures → Grandes cultures → Légumineuses à graines → Soja bio : rapports des essais

Pour l'essai à réaliser en 2017, il a été décidé, comme en 2016, de se concentrer sur les deux thèmes suivants :

- amélioration de la technique culturale : semis du soja et des plantes compagnes en un seul passage ;
- poursuite de la recherche des meilleures densités de semis des plantes compagnes.

Sur proposition de Prokana, qui s'intéresse au développement de la production de soja fourrager en bio en complément au soja alimentaire, un troisième thème a été ajouté :

- introduction d'une variété de soja fourrager plus productive que les variétés de soja destinées à la transformation alimentaire, et semis de cette dernière selon deux modalités : semoir exact (interligne 50 cm) et semoir à céréales (interligne 15 cm). L'interligne de 15 cm ne permet qu'un désherbage à la herse-étrille.

Idéalement, il aurait fallu conduire plus d'un essai de soja associé. Cela n'a pas malheureusement été possible, car il a été décidé dans le cadre du projet B3S d'effectuer également des essais et démonstrations pratiques de désherbage mécanique dans le soja.

3. Matériel et méthodes

La définition des procédés d'essai a été effectuée avec la collaboration de :

- Claude-Alain Gebhard, agriculteur et agronome à Vaux-sur-Morges VD (qui a accueilli l'essai sur une parcelle située à Yens VD) ;
- la HAFL (Hans Ramseier, professeur) ;

- nos collègues français, avec qui nous nous sommes concertés lors d'un colloque technique à Paris le 09.03.2017.

Les choix techniques qui ont été retenus pour la conduite de l'essai sont mentionnés au tableau 1.

Tableau 1 : Essai de soja en culture associée en 2017 à Yens VD : choix techniques pour la conduite de l'essai

Choix techniques	Explications
Semis précis du soja à une densité élevée	Comme en 2016 : env. 70 à 80 graines/ m ² , interligne 50 cm. Chaque procédé occupe une bande de 6 m de large.
Semis du soja et des plantes compagnes en un seul passage	Comme en 2016 : avec un semoir exact équipé d'un semoir Krummenacher et de descentes de semis permettant de semer les plantes compagnes de manière précise et bien répartie. (Collaboration avec l'entreprise Alphatech, Orbe)
Semis précis des plantes compagnes	Comme en 2016 : semis sur deux lignes situées à 4 cm à gauche et à 4 cm à droite de la ligne de soja.
Semis des plantes compagnes à des densités faibles	Densités de semis par mètre courant : réajustées par rapport à 2016, mais très proches (voir tableau 2).
Sarclage sur une faible largeur	Comme en 2016, sur 28 à 30 cm de largeur.
Plantes compagnes	En plus des plantes testées ces dernières années, introduction de l'amidonier et d'un nouveau mélange de trois plantes compagnes (voir tableau 2).
Soja fourrager	Semis à 50 et à 15 cm d'interligne.

Les procédés d'essai qui en découlent sont mentionnés au tableau 2.

Tableau 2 : Essai de soja en culture associée en 2017 à Yens VD : liste des procédés d'essais

Procédé	Semoir**	Soja**	Plante(s) compagne(s)	Densité de semis des plantes compagnes (Kg/ha)	Densité de semis des plantes compagnes (Plantes par m courant)
1	SEK	Alim.	Seigle d'automne	23	20
2	SEK	Alim.	Avoine d'automne	28	20
3	SEK	Alim.	Amidonnier	45	20
4	SEK	Alim.	Sarrasin	12	10
5	SEK	Alim.	Caméline	1.3	20
6	SEK	Alim.	Soja culture pure		
7	SEK	Alim.	Sarrasin + seigle d'automne + caméline	6 + 6 + 0.4	5 + 5 + 5
8	SEK	Alim.	Sarrasin + avoine d'automne + caméline	6 + 7 + 0.4	5 + 5 + 5
9	SEK	Alim.	Sarrasin + amidonnier + caméline	6 + 11 + 0.4	5 + 5 + 5
10	SEK	Alim.	Soja culture pure		
11	SEK	Fourr.	Amidonnier	45	20
12	SEK	Fourr.	Sarrasin	12	10
13	SC	Fourr.	Amidonnier	90	20
14	SC	Fourr.	Sarrasin	24	10

*Semoir : SC = semoir à céréales ; SEK = semoir exact + Krummenacher
 **Soja : « Alim » = variété alimentaire = Proteix ; « Fourr » = variété fourragère = Opaline

Le tableau 3 indique les caractéristiques et les données culturales principales de l'essai de soja associé à Yens VD.

Tableau 3 : Essai de soja en culture associée en 2017 à Yens VD : caractéristiques et données culturales principales

Sol	Mi-lourd
Fumure	Janvier 2017: compost frais de déchets verts (15 m ³ /ha) et fumier de stabulation libre, 20 m ³ /ha
Précédent	Trèfle pour la production de semences (durant deux ans)
Travail du sol	Plusieurs interventions (toutes à une profondeur de maximum 10 cm) de décembre 2016 à mai 2017
Semis	23.05.2017, semoir exact
Variété de soja	Proteix et Opaline
Interligne du soja	50 cm
Semis des plantes compagnes	23.05.2017, en même temps que le semis du soja, avec un semoir spécial
Désherbage mécanique	Bandes 1 à 12 : 19.06.2017. Bandes 13 à 14 : aucun désherbage mécanique
Largeur de la bande sarclée	Environ 28 à 30 cm
Irrigation	Aucune
Récolte	12.09.2017, récolte manuelle des placettes de 2 m ² qui avaient été délimitées en juin 2017. Il y a 5 placettes par procédé d'essai. Battage de la récolte à la HAFL.

Pour la mise en valeur statistique (dans le travail de semestre de Max Fuchs, étudiant à la HAFL) des mesures de la hauteur des plantes, du rendement et des composantes du rendement, seuls les procédés 1 à 10 furent pris en considération.

4. Résultats et discussion

Etat du sol au semis

Le travail du sol a permis de détruire correctement et entièrement les plantes de la culture précédente et les adventices.

Semis de l'essai

Le soja a pu être semé à la densité voulue, à savoir environ 75 graines/m².

Concernant le semis des plantes compagnes au semoir Krummenacher, il a été constaté que des pierres se coinçaient parfois entre les deux socs distants de seulement 8 cm l'un de l'autre et se situant à 4 cm à droite et à gauche de la ligne de semis de soja. Cela a pu nuire, par ci par là, à une bonne régularité de semis. De même, les socs de semis, même réglés à la bonne profondeur de semis (= 1 à 2 cm), ressortaient parfois du sol quand ils heurtaient une pierre, et le flux d'air éjectait les semences en-dehors de leur sillon de semis. Selon l'entreprise Alphatec, en choisissant des socs de semis de forme légèrement différente et en les décalant pour que des pierres ne se coincent pas entre eux, on pourrait encore améliorer l'efficacité du semis et donc la régularité de la levée des plantes compagnes.



Semis de l'essai à Yens VD, le 23.05.2017, On voit les deux socs de semis du semoir Krummenacher, distants de 8 cm. On voit également que le sol est caillouteux.

Levée de la culture



Le soja a très rapidement levé et cette levée a été homogène. La levée des plantes compagne fut globalement irrégulière, en raison des difficultés mentionnées précédemment et rencontrées lors du semis ainsi que du manque d'eau. En fin de compte, le nombre de plantes compagnes présentes au champ ne dépassa pas environ 70 % du nombre de plantes semées, avec des hétérogénéités très fortes à l'intérieur des bandes d'essai.

Dès juillet 2017, des différences de croissance plus fortes qu'attendues sont apparues sur la parcelle, en lien avec les hétérogénéités du sol : sur le milieu de la parcelle, ayant l'aspect d'une cuvette, la croissance du soja et des adventices fut plus vigoureuse que sur les bords, et les adventices furent tendanciellement plus nombreuses.

Enfin, un certain nombre de plantes de soja furent mangées par les lièvres.

Dès la mi-juin, le soja Opaline semé au semoir à céréales (=bandes 13 et 14) fut moins vigoureux que le même soja semé au semoir exact et sarclé (bandes 11 et 12).

En général, la croissance du soja fut très vigoureuse, en raison du temps chaud et modérément humide. Un mois après le semis, il fermait les rangs dans la partie semée avec l'interligne de 50 cm. En raison de cette croissance explosive, le soja a en partie étouffé assez rapidement un certain nombre de plantes compagnes.

	
<p><i>A gauche, soja et sarrasin, interligne de 50 cm (bande 12); à droite, soja (moins vigoureux) et amidonnier, interligne de 15 cm (bande 13). Yens VD, le 09.06.2017</i></p>	<p><i>A gauche, soja et amidonnier, interligne de 15 cm (bande 13) ; à droite, soja et sarrasin, interligne de 15 cm (= bande 14). Yens VD, le 09.06.2017</i></p>

Couverture du sol par les plantes compagnes

Le sarrasin dépassa le soja et fut en floraison dès fin juin. Il prospéra mieux au milieu du champ (dans la cuvette) que sur les bords.

A l'œil, l'amidonnier freina davantage la croissance du soja (vigueur et hauteur des plantes) que le sarrasin. Il forma peu de très petits épis. Il se développa mieux sur le bout est du champ (dont le sol est beaucoup plus graveleux).

La caméline eut tendance à se faire étouffer par le soja.

L'avoine et le seigle furent encore davantage étouffés et se desséchèrent presque entièrement.

Au bas de la parcelle, en-dehors de l'essai, de l'orge de printemps fut semé au semoir à céréales avec le soja en tant que plante compagne. Il resta très court mais freina très fortement la croissance du soja, qui resta très court et n'eut presque pas de gousses.

Couverture du sol par les adventices

Dès mi-août, une quantité moyenne de chénopodes et d'amaranthes dépassa le soja (voir photo). Globalement, la propreté du champ fut insuffisante, non satisfaisante. A l'œil, il fut peu aisé de mettre en relation la propreté des bandes avec la présence ou non de plantes compagnes. Il arriva même que certaines bandes de soja en culture pure furent très propres, alors qu'une ou deux bandes de soja associé furent un peu plus sales. La répartition hétérogène du potentiel grainier des adventices sur la parcelle joua peut-être un rôle plus grand que l'effet de concurrence des plantes compagnes sur les adventices.



Vue générale de l'essai de soja associé, depuis le haut (= bande 1, à gauche) vers le bas (= bande 14). Yens le 23.08.2017.

Dans les bandes de soja avec le mélange à trois composants, il sembla toutefois à l'œil que la propreté générale était légèrement supérieure aux autres bandes ayant une seule plante compagne ou ayant du soja en culture pure.

Globalement, les bandes semées au semoir à céréales (= bandes 13 et 14, sans aucun désherbage mécanique) furent plus sales que les bandes semées au semoir exact et sarclées. Mais la présence des adventices dans ces bandes a aussi été influencée par le fait qu'elles se trouvaient au bas de la parcelle, qui avait certainement un potentiel grainier d'adventices plus élevé que le haut de la parcelle.

Hauteur des plantes

La hauteur des plantes de soja a été mesurée le 23.08.2017. Seul le soja associé à la caméline (procédé 4) fut statistiquement plus court que le soja en culture pure (procédé 5).

Verse

Concernant le soja, Opaline fut plus haute que Protéix. Les bandes avec le soja Opaline souffrirent davantage de la verse que les bandes avec le soja Protéix. Dans les bandes 4, 12 et 14, avec uniquement le sarrasin comme plante compagne, il y eut un petit peu plus de verse de soja que dans les autres bandes, malgré le fait que la variété de sarrasin semée (= Devyatka-Material) soit plus courte que la variété utilisée en 2016 (= La Harpe).

Rendement et composantes du rendement

Les rendements obtenus figurent au tableau 4.

Tableau 4 : Essai de soja en culture associée en 2017 à Yens VD : rendements (en dt/ha)

Procédé	Semoir*	Soja**	Plante compagne	Rendements /dt/ha
1	SEK	Alim.	Seigle d'automne	30.0
2	SEK	Alim.	Avoine d'automne	28.8
3	SEK	Alim.	Amidonnier	29.5
4	SEK	Alim.	Sarrasin	29.8
5	SEK	Alim.	Caméline	30.2
6	SEK	Alim.	Soja culture pure	30.5
7	SEK	Alim.	Sarrasin + seigle d'aut. + caméline	30.1
8	SEK	Alim.	Sarrasin + avoine d'aut. + caméline	30.2
9	SEK	Alim.	Sarrasin + amidonnier + caméline	29.2
10	SEK	Alim.	Soja culture pure	31.3
11	SEK	Fourr.	Amidonnier	29.7
12	SEK	Fourr.	Sarrasin	21.7
13	SC	Fourr.	Amidonnier	25.8
14	SC	Fourr.	Sarrasin	20.8
*Semoir : SC = semoir à céréales ; SEK = semoir exact + Krummenacher				
**Soja : « Alim » = variété alimentaire = Proteix ; « Fourr » = variété fourragère = Opaline				

Aucune différence statistiquement significative constatée concernant le rendement, le nombre de gousses par plantes et le poids de mille grains n'ont été constatées.

5. Culture de soja associé en France

Les résultats des essais effectués en 2017 par nos collègues français ne sont pas encore connus. Concernant les essais réalisés en 2015 et 2016, François Boissinot, Chambre d'agriculture des Pays de la Loire, tire les conclusions suivantes :

- la conduite du soja avec une plante compagne permet de réduire le salissement sur la ligne ;
- mais le niveau de compétition pour le soja est potentiellement important ;
- il faut donc continuer à travailler sur le choix des plantes compagnes et leur densité de semis, qui doit être revue à la baisse ;
- des légumineuses en tant que plantes compagnes ne sont pas adaptées (par exemple lentille, trèfle incarnat).

Il y a donc une forte similitude entre les conclusions de nos collègues français et celles tirées de nos essais.

Un agriculteur bio de la Drôme, ayant entendu parler de cette technique en 2014, la pratique régulièrement sur son domaine. Etant en conditions irriguées, il n'a pas à craindre l'effet de concurrence pour l'eau exercé par les plantes compagnes sur le soja. Cet agriculteur constate un effet bénéfique de l'orge d'automne comme plante compagne sur le contrôle d'une adventice redoutable, l'ambrosie.
Contact : Thierry Brêt, t.bret@neuf.fr

6. Conclusions et perspectives

Technique de semis des plantes compagnes

La technique de semis utilisée en 2016 et 2017 est bonne. Rappelons qu'il s'agit d'un semis simultané du soja et des plantes compagnes : semoir exact pour le soja, interligne de 50 cm ; et semoir Krummenacher pour les plantes compagnes, à 1 à 2 cm de profondeur. Puis un sarclage sommaire de l'interligne, sans destruction des plantes compagnes semées à proximité du soja, est effectué. Toutefois, cette technique de semis montre ses limites en sols caillouteux. Enfin, les socs de semis du semoir Krummenacher devraient encore être améliorés.

Densité de semis des plantes compagnes

Depuis plusieurs années, nous avons régulièrement diminué ces densités, pour arriver en 2017 à des densités très faibles, sensées ne pas nuire à la croissance du soja. Dans cette situation, la technique de semis doit garantir une levée de presque 100 % de toutes les plantes compagnes. Elle doit être très précise et fiable. On a vu qu'il y a encore un potentiel d'amélioration, mais une limite également, à savoir les sols caillouteux. Or ces sols sont précisément ceux sur lesquels on cherche à simplifier la technique culturale du soja en semant des plantes compagnes et en renonçant ainsi aux sarclages trop sophistiqués et parfois trop nombreux qui sont effectués sur les cultures pures. Il semble donc y avoir pour cette situation une impasse difficile à surmonter, à moins de partir peut-être sur d'autres techniques de semis.

Plantes compagnes à récolter ou comme engrais verts selon les cas

Si l'essai avait donné des résultats plus performants, il aurait été tenté de récolter également les plantes compagnes telles que la caméline, le sarrasin et l'amidonnier, et de déterminer le potentiel et les limites de cette technique. Cela n'a pas été possible. Comme pour les autres cultures associées (pois-orge, féverole-avoine, ...), la récolte de la plante compagne permettrait de compenser partiellement la diminution du rendement du soja. Cette piste sera certainement explorée à l'avenir dans divers projets de recherche. Certains praticiens s'y tâtent également. Elle serait intéressante peut-être davantage pour la production de soja fourrager que pour celle de soja alimentaire.

Production de soja fourrager

Il y a actuellement diverses démarches en Suisse visant à faire démarrer cette production, en particulier celles de la coopérative Prokana. Le soja fourrager peut être bienvenu pour les producteurs cherchant à diversifier la rotation culturale. Toutefois, au prix approximatif actuel (115.- Fr/dt), qui est environ la moitié du prix du soja alimentaire, cette culture n'est pas rentable : sa marge brute est faible, bien inférieure à celle du soja alimentaire et également inférieure à celle de productions comme le pois-orge, la féverole-avoine, la féverole-triticales, le lupin-triticales, le lupin-avoine, etc.

Pour améliorer sa rentabilité, il faudrait disposer de variétés bien plus productives que les sojas actuellement utilisés en Suisse pour l'alimentation humaine tels qu'Aveline et Protéix. La coopérative Prokana va probablement s'engager dans ce sens.

En plus, il faudrait diminuer fortement les frais de production, par exemple en remplaçant les coûteux sarclages d'un soja alimentaire en culture pure par un ou au maximum deux passages de herse-étrille sur un soja associé avec une 2^{ème} plante à récolter. Comme déjà dit, le soja associé à une 2^{ème} plante à récolter continuera certainement de faire l'objet de projets de recherche à l'avenir.

Par contre, à court terme, il faut vraiment recommander aux producteurs désirant de cultiver du soja fourrager de le semer à un interligne permettant un sarclage. Le semis du soja (pur ou associé) au semoir à céréales en vue d'un désherbage sommaire à la herse-étrille n'est actuellement pas une technique fiable.

Notons que plusieurs producteurs de la région de Delémont (JU) avaient déjà essayé le soja associé semé au semoir à céréales en 2015, qui fut une année très sèche. Les résultats furent catastrophiques.



Soja associé semé au semoir à céréales (bandes 13 et 14 dans l'essai de soja associé de Yens VD, septembre 2017). La propreté globale de ce semis est insuffisante.

7. Remerciements

Nous remercions de tout cœur en particulier les personnes et institutions suivantes qui ont grandement contribué à la conduite de cet essai :

- Hans Ramseier, HAFL (Haute école d'agronomie, Zollikofen), et Claude-Alain Gebhard, agronome et agriculteur, Vaux-sur-Morges VD, qui ont contribué à définir les procédés de l'essai de soja associé de Yens VD
- Max Fuchs, étudiant à la HAFL, qui a effectué son travail de semestre dans l'essai de Yens VD

- Joël Petermann, Alphatec, Orbe, pour sa collaboration précieuse à l'essai de soja associé
- Nos collègues français qui échangent beaucoup d'informations avec nous.

8. Documents

Fuchs, Max (2017) : Culture associée de soja en production biologique. Travail de semestre, 14.12.2017, HAFL (Haute école d'agronomie, Zollikofen)

Boissinot, F (2015 et 2016) : Soja : intérêts de la conduite avec une plante compagne. Rapports internes, Chambre d'agriculture des Pays de la Loire. A télécharger à l'adresse suivante : www.bioactualites.ch → Cultures → Grandes cultures → Légumineuses à graines → Soja bio : rapports des essais