

Projet B3S

(Production de soja alimentaire bio en Suisse)

Rapport sur l'essai de cultures associées de soja en 2016



Maurice Clerc, Matthias Klaiss

Lausanne et Frick, le 10.02.2017

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



EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY

Das FiBL hat Standorte in der Schweiz, Deutschland und Österreich
 FiBL offices located in Switzerland, Germany and Austria
 FiBL est basé en Suisse, Allemagne et Autriche

FiBL Schweiz / Suisse
 Ackerstrasse 113, Postf. 219
 5070 Frick, Schweiz
 Tel. +41 (0)62 865 72 72
 info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Sommaire

1.	Résumé	3
2.	Introduction	3
3.	Matériel et méthodes	3
4.	Résultats et discussion	5
5.	Perspectives pour 2017 et 2018	11
6.	Remerciements	11

1. Résumé

En 2016, un seul essai de soja associé a été conduit à Yens VD. Etant donné les pluies excessives du printemps 2016, la mise en place et la conduite de l'essai furent difficiles.

Cet essai a permis de tester avec succès un semoir permettant de semer le soja et les plantes accompagnatrices en un seul passage et ainsi de diminuer les frais de mise en place de la culture.

Dans cet essai, la plante compagne la plus efficace a été le sarrasin : dans le soja associé au sarrasin, il y avait très peu d'adventices, alors que la culture pure en était envahie. Les autres procédés de soja associé ont également été envahis d'adventices, leur état final de « propreté » a été insuffisant.

Etonnamment, le rendement du soja associé au sarrasin fut plus faible que celui du soja en culture pure, qui était très sale.

Cet essai a montré que certaines plantes compagnes se comportent très différemment en année sèche ou en année humide, par exemple le seigle d'automne.

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 ;
- recherche des meilleures densités de semis des plantes compagnes ;
- détermination de la technique culturale d'une 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 2016, il a été décidé de se concentrer sur deux thèmes principaux :

- 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.

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), ainsi qu'avec la HAFL (Hans Ramseier). 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 2016 à Yens VD : choix techniques pour la conduite de l'essai

Choix techniques	Explications
Semis précis du soja à une densité élevée (env. 70 à 80 graines/ m ² , interligne 50 cm)	Etant donné que le soja subit la concurrence de plantes accompagnatrices, il est peut-être intéressant (sans en avoir la preuve formelle) de le semer à une densité élevée pour assurer son rendement.
Semis du soja et des plantes compagnes en un seul passage	Jusqu'en 2015, le semis avait toujours lieu en 2 passages, en raison des machines disponibles qui ne permettaient pas autre chose. Pour diminuer les frais de machines, un semoir exact a été équipé (grâce à la collaboration avec l'entreprise Alphatech, Orbe) d'un semoir Krummenacher et de descentes de semis permettant de semer les plantes compagnes de manière précise et bien répartie.
Semis précis des plantes compagnes, sur deux lignes situées à 4 cm à gauche et à 4 cm à droite de la ligne de soja	Ce mode de semis permet une implantation régulière des plantes compagnes. Il permet également le sarclage de l'interligne sur environ 28 à 30 cm de large, afin de couper la capillarité du sol et de conserver les réserves d'eau.
Semis des plantes compagnes à des densités plutôt faibles	De 2011 à 2016, les essais ont montré que des densités de 150 ou 100 % de la densité de semis en cultures pures étaient probablement trop élevée. En 2015, des densités de semis de 100 et 50 % ont été comparées. Avec le semoir à double trémie mentionné ci-dessus, il devrait être possible de diminuer encore les densités de semis et accessoirement d'économiser des frais de semence. Voilà pourquoi il a été décidé de retenir les densités de 50 et 25 % pour l'essai.
Sarclage sur une faible largeur	Grâce à une sarceuse qui est mise à disposition par Alphatec, il est possible de sarcler sur 28 à 30 cm de large et ainsi de ne pas détruire les plantes compagnes situées à proximité de la ligne de soja.

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

Tableau 2 : Essai de soja en culture associée en 2016 à Yens VD : liste des procédés d'essais

Procédé	Plante compagne	Densité de semis (en % de a densité de semis en culture pure)	Nombre de graines semées sur un mètre courant	Variété
1	Seigle d'automne	50 %	28	Recrut
2	Sarrasin	50 %	17	La Harpe
3	Caméline	50 %	24	
4	Mélange*	50 %		
5	Soja culture pure	-		-
6	Seigle d'automne	25 %	14	Recrut
7	Sarrasin	25 %	8	La Harpe
8	Caméline	25 %	12	
9	Mélange*	25 %		
Explications *Mélange empirique composé de seigle d'automne, sarrasin, lentille verte et lin. Dans le procédé 4, chacune des 4 espèces est semée à 12.5 % de la densité de semis en culture pure ; dans le procédé 9, chacune des 4 espèces est semée à 6.25 % de la densité de semis en culture pure.				

La lentille verte fut également testée sur une petite surface en-dehors de l'essai. Elle ne donna pas de résultats intéressants.

Essais de soja associé en France

Depuis 2014, diverses personnes et institutions de France s'intéressent également au soja associé. Les motivations pour cette technique culturale sont diverses. En conditions irriguées, le soja associé peut être particulièrement intéressant. De janvier à mars 2016, un réseau informel d'essais pratiques et d'échanges d'informations s'est mis en place. Nous collaborons avec nos collègues français en vue d'une mise en valeur commune des résultats.

4. Résultats et discussion

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 2016 à Yens VD : caractéristiques et données culturales principales

Sol	Mi-lourd
Précédent	Blé d'automne, suivi d'un engrais vert composé de vesce et de seigle hivernants
Destruction de l'engrais vert	Ensilage de l'engrais vert, puis travail superficiel du sol (plusieurs passages)
Semis	17.05.2016, semoir exact
Variété de soja	Gallec
Interligne du soja	50 cm
Semis des plantes accompagnatrices	17.05.2016, en même temps que le semis du soja, avec un semoir spécial (voir tableau 6)
Désherbage mécanique	24.06.2016 et 08.07.2016
Largeur de la bande sarclée	Environ 28 à 30 cm
Irrigation	Aucune
Récolte	20.09.2016. Récolte manuelle des placettes de 2 m ² qui avaient été délimitées en juin 2016. Il y a 5 placettes par procédé d'essai. Battage de la récolte à la HAFL.

Etat du sol au semis

Le travail du sol a permis de détruire correctement et entièrement les plantes de l'engrais vert. Ce travail ayant été effectué sur sol pas entièrement ressuyé, en période de pluies incessantes, il a provoqué un certain tassement de sol, qui a été identifiable par la suite par test à la bêche dans la culture de soja.

Semis de l'essai

Il était prévu de semer 72 graines de soja par m². En fin de compte, en raison de difficultés intervenues sur le semoir, seuls 42 grains/ m² ont été semés.

Le semoir spécial construit pour cet essai (explications : voir tableau 1) a effectué une bonne qualité de semis (voir photos), malgré les quelques résidus d'engrais verts encore présents en surface en raison du travail réduit du sol (renoncement au labour).



Le semoir à double trémie spécialement conçu par l'entreprise Alphatec pour les besoins de l'essai semé à Yens le 17.05.2016



Sol propre, avec résidus de récolte en surface, juste avant le semis (Yens, 17.05.2016)



Aspect du sol juste après le semis. Sous les deux rainures sont semées les plantes compagnes ; sous la butte du milieu se trouvent les semences de soja. Yens, 17.05.2016

Levée de la culture

En raison des pluies incessantes, la levée du soja a été lente, et il y a eu des dégâts de limaces. Les lièvres ont aussi passé dans ce champ. Les plantes attaquées par ces ravageurs ont disparu ou sont reparties en végétation mais très affaiblies, avec des ramifications chétives. Les plantes compagnes ont bien levé, mais elles étaient réparties très irrégulièrement sur le champ. Beaucoup

d'adventices ont levé et leur répartition était également très irrégulière. Un mois après le semis, le nombre définitif de plantes de soja était d'environ 28 plantes / m².

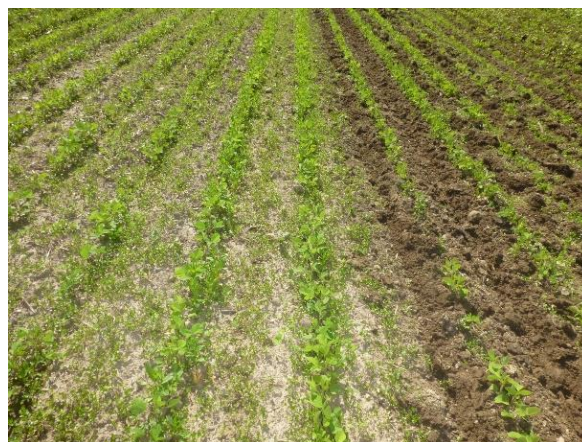
Les conditions de l'année ont créé de fortes hétérogénéités sur le champ. Une grande partie de la partie Sud de la parcelle a été complètement détrempé jusqu'en juillet, le 1^{er} sarclage n'a pu y être effectué avant la date du 2^{ème} sarclage sur le reste de la parcelle (= partie Nord). Cette partie n'a pas été prise en compte pour les observations et mesures. Même dans la partie Nord, utilisable pour l'essai, des hétérogénéités sont apparues : sol humide inégalement d'un bout à l'autre de cette partie Nord, etc.

Le 21 juin 2016, eu égard à l'hétérogénéité de la culture, il a été décidé de renoncer à une récolte mécanique et de la remplacer par une récolte manuelle de 5 placettes de 2 m² soigneusement délimitées ce jour-là. Cette délimitation se fit sur la base de deux critères.

- Nombre de plantes de soja par m² : environ 28 plantes + /- 10 %
- Plantes compagnes régulièrement réparties à droite et à gauche des lignes de soja dans la placette.



Le soja est chétif car il a poussé en sol asphyxié par les pluies. Les adventices sont nombreuses. Yens, 24.06.2016, juste avant le 1^{er} sarclage.



Effet du premier sarclage (à droite). Yens, 24.06.2016



Premier sarclage à Yens le 24.06.2016 avec une sarceuse **Maternacc**. Seul un interligne de 28 à 30 cm de large est sarclé. Ainsi, les plantes compagnes à proximité de la ligne de soja ne sont pas détruites.



Etat des plantes compagnes

Le sarrasin s'est très bien développé et maintenu tout au long de la saison. Il en fut de même pour la caméline. Par contre, le seigle fut attaqué par différentes maladies foliaires ; dès août, il avait pratiquement complètement disparu.

Evaluation qualitative de la propreté des différents procédés

Cette évaluation fut effectuée le 26.07.2016. Le classement des différents procédés figure au tableau 4.

Tableau 4 : Essai de soja en culture associée en 2016 à Yens VD : propreté de la culture le 26.07.2016, classement des différents procédés.

Procédés	Propreté de la culture
Soja en culture pure	Sale, envahi d'adventices
Seigle	Sale, envahi d'adventices, pas de différence avec le soja en culture pure
Caméline	Sale, envahi d'adventices, mais un tout petit peu plus propre que la culture pure
Mélange	Propreté intermédiaire entre la culture pure et le soja associé au sarrasin
Sarrasin	Propreté acceptable même si pas parfaite
Densités de semis des plantes compagnes	Dans les procédés avec la densité de 50 %, la propreté fut légèrement meilleure que dans les procédés avec la densité de semis de 25 %

En conclusion, le sarrasin fut la surprise positive de la saison, il fut relativement efficace pour protéger le soja des adventices sur la ligne (voir photos).

Dans l'interligne, les deux sarclages furent suffisants pour maintenir le sol propre jusqu'à la récolte.

Une mesure de la couverture du sol à l'aide d'une méthode photographique utilisée par la HAFL a également été effectuée, mais sa mise en valeur statistique n'est pas encore effectuée.

Hauteur des plantes

Elle fut mesurée le 15.07.2016 et le 29.08.2016. A fin août 2016, les plantes de soja en culture pure (= procédé 5) étaient légèrement plus longues que les plantes de soja associé.



Soja et seigle d'automne, Yens, 07.07.2016



Soja et sarrasin. Le sarrasin est en fleur. Yens, 07.07.2016.



Soja et caméline, Yens, 07.07.2016



Plantes de soja affaiblies, avec bourgeon terminal détruit, qui ont reformé plusieurs tiges de remplacement. Yens, 07.07.2016



Vue générale de l'essai. Les bandes ayant du sarrasin en fleur sont facilement reconnaissables. Yens, 15.07.2015.



A gauche, soja et sarrasin, propre ; à droite, soja et seigle, beaucoup d'adventices. Yens, 20.08.2016



Soja et sarrasin, pas d'adventices. Yens, 20.08.2016



Soja et seigle, beaucoup de renouées dépassent le soja. Yens, 20.08.2016

Rendement

La récolte manuelle des 9 x 5 placettes de 2 m² eut lieu le 20.09.2016. La maturité du soja était homogène, il n'y avait pas de grains verts ni de gousses éclatées. Les résultats figurent au tableau 5.

Tableau 5 : Essai de soja en culture associée en 2016 à Yens VD : rendements (dt/ha)

Procédé	Plante compagne	Rendement dt/ha (grain à 13 % d'humidité et propre)
1	Seigle d'automne 50 %	28.4
2	Sarrasin 50 %	20.6
3	Caméline 50 %	22.7
4	Mélange 50 %	20.2
Moyenne procédés 1, 2 et 4		23.1
5	Soja culture pure	27.5
6	Seigle d'automne 25 %	29.0
7	Sarrasin 25 %	19.8
8	Caméline 25 %	28.1
9	Mélange 25 %	22.8
Moyenne procédés 6, 7 et 9		23.8

Le rendement des deux bandes de soja associé à la caméline est très différent : 22.7 dt/ha pour le soja associé à la caméline 50 % et 28.1 dt/ha pour le soja associé à la caméline 25 %. Cette différence est difficilement explicable. Est-elle due aux hétérogénéités dans la parcelle ?

Nous n'avons mis de côté les résultats de ces deux bandes et retenu uniquement les résultats des sojas associés au seigle, au sarrasin et au mélange, pour effectuer les moyennes intermédiaires (= par densités de semis). Nous constatons que pour ces trois plantes compagnes, il n'y a pas de différence de rendement du soja entre la densité de semis de 50 % (23.1 dt/ha de soja en moyenne) et celle de 25 % (23.8 dt/ha de soja en moyenne).

Etonnamment, le rendement des sojas très sales, avec beaucoup d'adventices (= soja en culture pure et soja associé à un seigle d'automne qui a disparu en cours de végétation) fut plus élevé que celui des sojas associés avec des plantes compagnes bien développées (en particulier le sarrasin), qui ont maintenu la culture plus ou moins propre.

La récolte mécanique de la parcelle eut lieu le 28.09.2016. Le rendement moyen de la parcelle fut de 20 dt/ha. Or le rendement moyen de l'essai fut de 24.3 dt/ha. Cette différence est explicable par le fait que lors d'une récolte manuelle (comme dans l'essai), on coupe les plantes jusqu'au ras du sol, alors que lors d'une récolte à la moissonneuse-batteuse, les gousses les plus basses ne sont pas récoltées. Le niveau général de rendement est légèrement en-dessous de la moyenne pluriannuelle. Cela est explicable par les facteurs suivants : léger tassement du sol, pluies excessives et manque d'oxygène dans le sol, dégâts de ravageurs ayant entraîné un nombre de plantes insuffisant.

Conclusion

Cet essai a permis de tester avec succès un semoir permettant de semer le soja et les plantes accompagnatrices en un seul passage et ainsi de diminuer les frais de mise en place de la culture.

Cet essai a montré que certaines plantes compagnes se comportent très différemment d'une année à l'autre. C'est le cas du seigle d'automne, qui a rapidement disparu dans l'essai de cette année ; alors qu'en 2015, à La Chaux VD, il était resté très fortement présent jusqu'à la récolte. En 2013 et

2014, il avait eu un comportement intermédiaire entre celui de 2016 et celui de 2015. C'est une difficulté du soja associé.

Le sarrasin est un cas spécial. Dans les essais de Vaux-sur-Morges VD en 2014 et de Uettlingen BE en 2015 (qui ont été mis en valeur dans le cadre des travaux de bachelor de Noemi Tondury et de Gian-Nico Vogel), le sarrasin a eu tendance à plutôt stimuler la croissance des plantes de soja, alors que le seigle d'automne, l'avoine d'automne et le sarrasin l'ont plutôt légèrement freinée. Mais cette stimulation positive n'influence pas toujours positivement le rendement du soja associé. Il faut donc encore approfondir l'intérêt du sarrasin comme plante compagne au soja.

Le fait que le soja associé fournisse un rendement parfois un peu plus faible à celui du soja pur n'est pas choquant, cela correspond aux observations faites dans nos essais de 2013 à 2015. L'agriculteur peut accepter cette perte de rendement s'il a des avantages compensatoires : moins de travail, moins d'investissements en machines de sarclage hyper performantes, et surtout peu ou pas de graines d'adventices produites sur la parcelle. Cette perte de rendement est parfois inexistante (= sols profonds, bien structurés, et année climatique normale) ; à l'inverse, elle peut être très élevée dans des situations extrêmes (par ex. sécheresse en 2015),

Etant donné les conditions difficiles de l'année, il n'a pas été possible de faire un grand pas en avant dans l'amélioration de la technique culturale du soja associé, par exemple sur les aspects suivants :

- choix des plantes compagnes ou de mélanges de plantes compagnes ;
- densité de semis des plantes compagnes ou de mélanges de plantes compagnes

En conditions très humides comme 2016, la pression globale des adventices sur un soja associé est probablement plus forte qu'en année climatiquement normale. Alors qu'en conditions très sèches comme 2015, cette pression est parfois (mais pas toujours) plus faible, et la concurrence pour l'eau entre le soja et la plante compagne est forte.

Il est donc souhaitable de continuer à perfectionner la technique culturale du soja associé durant une ou deux années encore avant de tirer un bilan définitif. En attendant ce bilan, il n'est pas possible d'encourager les agriculteurs à investir dans un semoir permettant de semer le soja et la plante compagne en un seul passage.

5. Perspectives pour 2017 et 2018

Concernant le soja associé, une évaluation des résultats avec la HAFL et une prise en compte des réflexions venant de la France permettra de définir la suite à donner à ces essais en 2017.

D'ici une année ou deux, il faudra également réactualiser la comparaison des avantages et inconvénients de différents itinéraires culturels du soja, sur la base de résultats suisses et étrangers :

- soja sarclé intensivement avec des machines high tech ;
- plantes compagnes semées en même temps que le soja ;
- sous-semis semés dans le soja lors du dernier sarclage ;
- semis direct de soja sur engrais vert hivernant.

6. Remerciements

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

- Claude-Alain Gebhard, Vaux-sur-Morges VD.

- Hans Ramseier, HAFL (Haute école d'agronomie, Zollikofen), et Claude-Alain Gebhard, agronome et agriculteur, qui ont contribué à définir les procédés de l'essai de soja associé 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.