

Rapport sur les essais pratiques de techniques culturales dans le soja, le maïs et les prairies temporaires en 2018



Maurice Clerc, Matthias Klaiss, Nathaniel Schmid, Ivanoé Koog

Lausanne et Frick, le 20.12.2018

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



Sommaire

1. Introduction	2
2. Description et résultats des essais et de la démonstration de machines	2
2.1 Essai de travail réduit du sol avant le semis du maïs, Senarclens VD.....	2
2.1.1 Interventions culturales avant la mise en place de l'essai.....	2
2.1.2 Mise en place de l'essai	2
2.1.3 Résultats.....	3
2.2 Essai de travail réduit du sol avant le semis du soja, Senarclens VD	4
2.2.1 Interventions culturales avant la mise en place de l'essai.....	4
2.2.2 Mise en place de l'essai	5
2.2.3 Résultats.....	5
2.3 Destruction superficielle de la prairie temporaire : démonstration de machines, Senarclens VD.....	7
2.3.1 Mise en place de l'essai	7
2.3.2 Résultats.....	7
2.4 Essai de désherbage du soja, Senarclens VD	10
2.4.1 Interventions culturales avant la mise en place de l'essai.....	10
2.4.2 Procédés d'essai	10
2.4.3 Résultats.....	11
2.5 Essai de désherbage du soja, Buetigen BE	12
2.5.1 Interventions culturales avant la mise en place de l'essai.....	12
2.5.2 Procédés d'essai	13
2.5.3 Résultats.....	14
3. Conclusions et perspectives.....	15
3.1 Essais de travail réduit du sol.....	15
3.2 Démonstration de machines	15
3.3 Essais de désherbage du soja	16
4. Remerciements	18
5. Annexe : Interventions culturales dans les essais (« Carnet des champs ») 18	
5.1 Essai de travail réduit du sol avant le semis du maïs, Senarclens VD.....	18
5.2 Essai de travail réduit du sol avant le semis du soja, Senarclens VD	19
5.3 Essai de désherbage du soja, Senarclens VD	19
5.4 Essai de désherbage du soja, Buetigen BE	20

1. Introduction

En 2018, trois essais pratiques et une démonstration de machines comprenant différents procédés de travail réduit du sol ont été conduits à Senarclens VD (à proximité de Cossonay VD). En plus, deux essais pratiques de désherbage du soja ont été conduits, l'un à Senarclens VD (sur le même site que les autres essais susmentionnés), et l'autre à Buetigen BE. A Senarclens VD, les essais et la démonstration de machines se trouvaient sur la ferme bio sans bétail de Damien Poget. Environ 400 à 500 visiteurs purent se rendre sur ces essais le 28.08.2018 lors de la journée « Agriculture de conservation en bio » (aussi appelée Journée Swiss No-Till). Le fait d'avoir placé ces essais pratiques et cette démonstration de machines sur ce site dans le cadre de l'événement Swiss No-Till était une garantie qu'ils seraient visités par un grand nombre d'agriculteurs et de conseillers.

2. Description et résultats des essais et de la démonstration de machines

2.1 Essai de travail réduit du sol avant le semis du maïs, Senarclens VD

2.1.1 Interventions culturales avant la mise en place de l'essai

Voir l'annexe 5.1

2.1.2 Mise en place de l'essai

Dès avril 2018, différents procédés de travail réduit du sol (voir tableau 1) ont été mis en place sur la parcelle de maïs, afin de détruire correctement l'engrais vert et de préparer le lit de semences.

Tableau 1: Procédés de travail réduit du sol avant le semis du maïs, Senarclens VD, 2018

Dates	17 à 20.04.2018	01 à 03.05.2018	07.05.2018
Procédé	Machines utilisées		
1	Strip-till	Scalpeur de précision (2 x)	Herse à bèches roulantes
2	Scalpeur de précision	Charrue déchaumeuse, puis rouleau	Herse à bèches roulantes (2 x)
3	Vibroculteur lourd	Vibroculteur lourd	Vibroculteur lourd
4	Herse à disques	Vibroculteur lourd	Vibroculteur lourd
5	Scalpeur de précision	Scalpeur de précision	Herse à bèches roulantes

Les conditions météo pour le travail du sol furent très bonnes. Le maïs fut semé le 08.05.2018.

2.1.3 Résultats

Tableau 2: Procédés de travail réduit du sol avant le semis du maïs, Senarclens VD, 2018 : résultats par procédé

Procédé n°	Résultats
1	Le but du Striptill (avec GPS) était de préparer une terre meuble pour les semences du maïs et de stimuler la minéralisation de l'azote du sol sur le rang de maïs. Le Striptill a très bien réussi. Ensuite, toute la surface a été travaillée deux fois de suite avec le scalpeur de précision Treffler. La terre est devenue trop fine après le 2ème passage de cette machine, ce qui a peut-être provoqué une levée des graines de mauvaises herbes plus importante que dans les autres procédés.
2	Les 2 premiers passages de machine ont pu être effectués avec satisfaction. Cependant, après le passage de la charrue déchaumeuse, ce sol argileux aurait dû être roulé immédiatement, afin de réduire la taille des mottes et de conserver l'humidité du sol. Ce n'est qu'après 4 jours que cela a été fait, alors que le temps était sec et chaud, et les mottes de terre n'ont plus pu être réduites. Après le semis du maïs, le maïs a donc très mal levé dans un sol constitué de grosses mottes, et le nombre de plantes était inférieur de 70 % à celui des autres essais. Très peu de mauvaises herbes sont apparues initialement, ce qui était très positif pour la levée du maïs. Le manque à gagner a été estimé à 85 %.
3	Lors du premier passage du vibroculteur lourd (Saphir), les pattes d'oies n'ont pas coupé toute la surface du sol et n'ont pas suffisamment détruit la végétation. En prévision du 2ème passage, les pattes d'oies ont été remplacées par des socs plus larges, et les réglages de la machine ont été améliorés. Après les 3 passages, le sol était parfaitement « propre », à savoir libre de toute végétation encore vivante.
4	L'idée de la herse à disques pour le premier passage était la suivante : sur chaque ferme il y a une herse à disques (qui est habituellement une machine peu coûteuse), peut-être qu'elle pourrait aussi être utilisée pour la destruction d'un engrais vert. Il s'est avéré, cependant, que la machine utilisée (Monojoker) ne scalpait pas le sol correctement, et laissait derrière elle des « vagues » : la végétation n'était pas détruite en haut des vagues, et dans le fond des vagues, la profondeur de travail atteignait environ 12 ou 15 cm, ce qui est excessif. Après les 2 passages suivants avec le vibroculteur lourd, le sol fut toutefois parfaitement « propre ».
5	Le scalpeur de précision Treffler a été utilisé deux fois, la première fois à une profondeur de 4 cm et la deuxième fois à une profondeur de 8 cm. Ceci correspond à ce qui est recommandé pour cette machine. Le travail du sol fut parfait. Par rapport à un vibroculteur lourd, le scalpeur de précision présente l'inconvénient de lisser davantage la surface travaillée, mais il permet un réglage plus précis de la profondeur de travail.

Résultats généraux:

- Il n'a fallu que 3 à 4 passages de machines pour détruire entièrement l'engrais vert ainsi que les adventices, et préparer le lit de semence de manière très superficielle : c'est très positif.
- Lors du semis du maïs, la totalité des adventices et des plantes d'engrais vert avaient été détruites.
- En raison de l'abondance des pluies depuis le 09.05.2018 au 20.06.2018, de la pression très élevée (et très irrégulièrement répartie sur le champ) des adventices qui ont germé après le semis du maïs, et de l'impossibilité de procéder à des désherbages mécanique satisfaisants au bon stade des adventices, il n'a pas été possible d'identifier des différences marquées entre les différents procédés d'essai, en ce qui concerne la croissance du maïs, sauf pour le procédé n° 2 (= cas spécial).

	
Travail du vibroculteur lourd Saphir. Derrière la machine, la végétation a été dégagée à la main pour constater l'efficacité pratique suffisante du travail de scalpage. Senarclens VD, 20.04.2018	Un strip-till vient d'être effectué dans l'engrais vert hivernant, le 19.04.2018. (Précisions toutefois que le maïs ne fut semé que le 08.05.2018, après que l'engrais vert ait été entièrement scalpé par le scalpeur de précision Treffler). Senarclens VD, 19.04.2018

2.2 Essai de travail réduit du sol avant le semis du soja, Senarclens VD

2.2.1 Interventions culturelles avant la mise en place de l'essai

Voir l'annexe 5.2.

2.2.2 Mise en place de l'essai

Dès avril 2018, différents procédés de travail réduit du sol (voir tableau 3) ont été mis en place sur la parcelle de soja, afin de détruire correctement l'engrais vert et de préparer le lit de semences.

Tableau 3: Procédés de travail réduit du sol avant le semis du soja, Senarclens VD, 2018

Dates	17 à 20.04.2018	01 à 03.05.2018	07.05.2018
Procédé	Machines		
1	Vibroculteur lourd	Scalpeur de précision	Herse à bèches roulantes
2	Scalpeur de précision	Vibroculteur lourd	
3	Scalpeur de précision	Scalpeur de précision	
4	Vibroculteur lourd	Charrue déchaumeuse	---

Les conditions météo pour le travail du sol furent très bonnes. Le maïs fut semé le 08.05.2018.

2.2.3 Résultats

Tableau 4: Procédés de travail réduit du sol avant le semis du soja, Senarclens VD, 2018 : résultats par procédé

Procédé N°	Résultats	Désherbage manuel final Heures/ha *
1	Lors du premier passage de vibroculteur lourd (Saphir), les pattes d'oies n'ont pas travaillé toute la surface du sol et n'ont pas suffisamment détruit la végétation. Afin d'assurer la destruction de la végétation, le scalpeur de précision Treffler a été utilisé pour le 2ème passage. Le résultat a été satisfaisant.	92
2	Ici, il a été fait le contraire que dans le procédé 1 : d'abord le scalpeur de précision Treffler, puis le vibroculteur lourd Saphir, cela a également très bien fonctionné.	86
3	Le scalpeur de précision Treffler a été utilisé deux fois, ce qui a très bien fonctionné. Mais l'utilisation seule d'un scalpeur de précision présente des inconvénients : -Machine coûteuse (par rapport à un vibroculteur lourd) -presque trop de terre fine après le 2ème passage (comme pour le maïs) ; - la surface scalpée est légèrement lissée (comme dans le maïs).	104

4	Comme dans le maïs, l'idée était de détruire d'abord 80 % de la végétation à l'aide d'une machine équipée de patte d'oies, puis de terminer avec une charrue déchaumeuse. Cela a parfaitement réussi. Après le passage de la charrue déchaumeuse, il y avait bien assez de terre fine, il a donc été renoncé au passage de la herse à bêtes roulantes (comme dans les procédés 1 à 3). Après le semis du soja, cependant, la surface du sol était très inégale.	42
* Dès la fin du désherbage mécanique des adventices		

Résultats généraux:

- Il n'a fallu que 2 à 3 passages de machines pour détruire entièrement l'engrais vert ainsi que les adventices, et préparer le lit de semence de manière très superficielle : c'est très positif.
- A l'origine, il était prévu de détruire l'engrais vert sur une bande d'essai supplémentaire avec la herse à disques. Cependant, en raison de la présence de nombreux chardons, cela n'a pas été fait parce que la herse à disques ne coupe pas cette mauvaise herbe proprement. Le chardon y était très présent car aucune prairie artificielle n'a été cultivée sur cette parcelle depuis des décennies.

Le temps désherbage manuel par hectare a été à peu près le même pour les trois premières bandes et beaucoup plus faible pour la quatrième bande, ce qui s'est avéré très utile compte tenu des conditions après le semis du soja (= très humide jusqu'au 20 juin).



Recours à une vieille herse à bêtes roulantes (au lieu d'une herse rotative) pour le dernier travail du sol avant le semis du maïs et du soja. Senarclens VD, 07.05.2018.



A gauche: le soja dans le procédé 3 (2 x scalpeur de précision Treffler et 1 x herse à bêtes roulantes). A droite: le soja dans le procédé 4 (vibroculteur lourd Saphir, puis charrue déchaumeuse ; le soja est plus vigoureux que dans le procédé 3. Senarclens VD, 06.07.2018.

2.3 Destruction superficielle de la prairie temporaire : démonstration de machines, Senarclens VD

2.3.1 Mise en place de l'essai

La démonstration de machines fut mise en place sur une parcelle de prairie temporaire constituée d'une luzerne pure. L'objectif consistait à travailler le sol très superficiellement, sans ou / et avec retournement. Les procédés d'essai sont décrits dans le tableau 5. Certaines machines furent déjà utilisées le 20.08. ou le 24.08.2018, afin de pouvoir montrer aux visiteurs de la journée « Agriculture de conservation en bio » du 28.08.2018 l'effet des machines sur le dessèchement de la végétation quelques jours après leur travail.

Tableau 5: Procédés de destruction superficielle de la prairie temporaire (= luzerne pure), Senarclens VD, 2018

Procédé N°	Machine	Date du travail du sol		Besoin en force de traction (CV)
1	Scalpeur de précision Treffler	21.08		100
2	Scalpeur de précision Kerner Corona (avec des dents ressemblant à celles d'un chisel)	20.08		150
3	Scalpeur de précision Corona (dents scalpeuses)	20.08		150
4	Vibroculteur lourd Saphir, deux passages	20.08		100
5	Scalpeur de précision Kerner Corona (20.08) + charrue déchaumeuse (28.08)	20.08	28.08	100
6	Fraise Alpego	24.08		160
7	Herse rotative avec dents modifiées (par Alphatec)	24.08		160
8	Scalpeur de précision Treffler		28.08	100
9	Scalpeur de précision Kerner Corona (dents scalpeuses)		28.08	150
10	Fraise Alpego		28.08	160
11	Herse rotative avec dents modifiées (par Alphatec)		28.08	160

2.3.2 Résultats

Les objectifs principaux d'une destruction superficielle d'une luzernière pure sont les suivants:

- Scalper la luzerne à au moins 2 cm sous le collet, afin d'empêcher que la luzerne recommence à pousser.
- Eviter de brasser trop de terre.
- Eviter que la luzerne scalpée soit recouverte de trop de terre.

- Eviter de lisser le sol avec les pattes d'oie des machines.
- Garantir une bonne régularité du travail sur toute la large de travail.

Les résultats du travail des différentes machines sont présentés dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6: Procédés de destruction superficielle de la prairie temporaire (= luzerne pure), Senarclens VD, 2018 : résultats par machine

Procédé N°	Machine	Résultats
1	Scalpeur de précision Treffler	Très bon: la luzerne est scalpée à 1 à 2 cm sous le collet, sur l'entier de la largeur de travail de la machine. La machine a en fait travaillé à 4 à 5 cm de profondeur pour obtenir ce résultat. L'entier de la luzerne est en surface et sèche au soleil.
2	Scalpeur de précision Kerner Corona (avec des dents ressemblant à celles d'un chisel)	Moyen à mauvais: la machine doit travailler à au moins 7 à 8 cm de profondeur pour effectuer un scalpage satisfaisant. Trop de terre a été brassée, la luzerne est recouverte par de la terre.
3	Scalpeur de précision Kerner Corona (dents scalpeuses)	Très bon: la luzerne est scalpée à 1 à 2 cm sous le collet, sur l'entier de la largeur de travail de la machine. La machine a en fait travaillé à 5 à 6 cm de profondeur pour obtenir ce résultat. Très peu de terre a été brassée, 70 à 80 % de la luzerne scalpée est à la surface du sol.
4	Vibroculteur lourd Saphir, deux passages	Insatisfaisant: sur cette luzernière âgée de 3 ans et en conditions très sèches, cette machine est trop légère, ses dents sont inefficaces, la luzerne n'est pas scalpée.
5	Scalpeur de précision Kerner Corona (20.08) + charrue déchaumeuse (28.08)	Moyen: étant donné les conditions très sèches, la charrue déchaumeuse n'a pas pu pénétrer dans le sol beaucoup plus profondément que ce qu'avait fait le scalpeur de précision huit jours avant. En plus, la charrue déchaumeuse a créé des vagues non désirées à la surface du sol.
6	Fraise Alpego	Insatisfaisant : la luzerne a été entièrement détruite, et donc scalpée à 1 à 2 cm sous le collet. Très peu de terre a été brassée, à savoir sur seulement 3 à 5 cm de profondeur. Mais il y a énormément de terre fine en surface, la luzerne a été massivement recouverte de terre et le sol a été très nettement lissé.
7	Herse rotative avec dents modifiées (par Alphatec)	Insatisfaisant : la luzerne a été entièrement détruite et donc scalpée à 1 à 2 cm sous le collet. Très peu de terre a été brassée, à savoir sur seulement 3 à 5 cm de profondeur. Mais il y a énormément de terre fine en surface, la luzerne a été en partie recouverte de terre et le sol a été nettement lissé. Le besoin en force de traction est très élevé.



Le scalpeur de précision Kerner Corona a travaillé de manière aussi efficace que le scalpeur de précision Treffler. Senarclens VD, 20.08.2018.



Les dents larges du scalpeur de précision Kerner Corona se croisent suffisamment pour garantir un scalpage régulier et total de la luzerne. Senarclens VD, 20.08.2018.



Les scalpeurs de précision devraient scalper la luzerne à 2 à 4 cm en-dessous du collet. Senarclens VD, 20.08.2018.



Les plantes de luzerne scalpées sont étalées sur le sol et sèchent au soleil. Senarclens VD, 20.08.2018.



Destruction superficielle de la prairie : démonstration de machines, Senarclens VD, 28.08.2018

2.4 Essai de désherbage du soja, Senarclens VD

2.4.1 Interventions culturales avant la mise en place de l'essai

Voir l'annexe 5.3.

2.4.2 Procédés d'essai

Comme dans l'essai similaire de Bursins VD en 2017, il avait été prévu de comparer l'influence d'un nombre variable de passages de doigts Kress sur la ligne (en complément au sarclage standard de l'entreligne sur tout le champ d'essai) ainsi que l'influence de deux réglages différents des doigts Kress. La météo extrêmement défavorable (= trop pluvieuse) du 09.05.2018 au 20.06.2018 a empêché de le faire ainsi. De nouveaux procédés d'essai basés essentiellement sur un buttage tardif de rattrapage, pour couvrir de terre les adventices implantées sur la ligne et déjà très développées, ont été mis en place (voir tableau 7). Un procédé faisant intervenir la herse-étrille rotative a également été mis en place. Pour terminer, un désherbage manuel chronométré a été effectué le 09.07.2018.

Tableau 7 : Procédés de sarclage dans le soja, Senarclens VD, 2018

Date	16.06.2018	22.06.2018	09.07.2018
Désherbages	Désherbage mécanique		Désherbage manuel final (Heures/ha)
Procédé 1	Herse-étrille rotative (2 passages)	Sarcluse à pattes d'oies avec socs butteurs	132
Procédé 2	Sarcluse à pattes d'oies avec socs butteurs	---	161
Procédé 3		Sarcluse à pattes d'oies avec socs butteurs	139
Procédé 4	Sarcluse-étoile	---	194
Procédé 5		Sarcluse à pattes d'oies avec socs butteurs	100
Procédé 6	Sarcluse à pattes d'oies avec socs butteurs	Sarcluse-étoile	100

En raison des conditions météo susmentionnées, la levée du soja a été lente et irrégulière. Les buttages nécessairement agressifs ont conduit à une perte du nombre de plantes de soja d'environ 40 %. A la fin des désherbages, le nombre restant de

plantes (environ 30 plantes/m²) n'était plus forcément suffisant pour obtenir un rendement acceptable.

2.4.3 Résultats

Dans le procédé 1, on a fait recours à la herse-étrille rotative (marque Einböck, 6 m de large) le 16.06, avec l'idée suivante : durant une saison très pluvieuse, les quelques fenêtres d'opportunité pour sarcler sont difficiles à gérer par les agriculteurs s'ils travaillent avec des machines en commun ou celles des autres, car tout le monde veut avoir les machines le même jour. Or la herse-étrille rotative permet un travail hyper rapide, alors qu'une sarcleuse travaille lentement ; cette machine permettrait-elle donc de « sauver » un tant soit peu des cultures de soja même si les adventices ont dépassé largement le stade 2 à 4 feuilles (comme c'était le cas à Senarcens le 16.06.2018) ? La réponse a été non, son effet n'a pas été aussi bon que celui des buttages, qui opèrent par recouvrement. Par contre, le soja, quoique déjà assez haut (15 à 20 cm), n'a pas souffert du passage de la machine, même si des feuilles de soja arrachées ou lacérées étaient visibles. Pour cette raison, lors des travaux du 22.06.2028, le procédé 1 fut butté et non pas désherbé une 2^{ème} fois à la herse-étrille rotative.

Dans les procédés 2 à 5, les deux types de butteuses à disposition (voir tableau 7) furent utilisés, et il y eut une comparaison entre un et deux buttages. Il s'avéra assez clairement que deux buttages n'étaient pas de trop pour obtenir un minimum d'efficacité sur la destruction des adventices. Les deux butteuses permirent de faire un travail de qualité assez similaire. La sarcleuse-étoile fit toutefois des mottes de terre un peu plus grosses que la sarcleuse à pattes d'oie équipée de socs butteurs, et les buttes étaient un tout petit peu plus hautes. L'avantage de la sarcleuse à pattes d'oies équipée de socs butteurs a toutefois résidé dans le fait qu'il a suffi de disposer d'un jeu de socs butteurs et d'effectuer un réglage adéquat pour pouvoir travailler avec la sarcleuse disponible sur la ferme de Damien Poget, au lieu de devoir aller chercher une sarcleuse-étoile chez un agriculteur voisin. Les buttes formées avaient 10 à 12 cm de hauteur. La pluie les fit passablement s'aplatir. A la récolte, elles avaient encore 4 à 7 cm de hauteur, ce qui n'est pas vraiment un inconvénient pour battre la culture.

Les procédés 3, 5 et 6 ont représenté l'idéal dans les conditions de 2018, à savoir deux passages performants de sarcleuse-butteuse. En conclusion, il est possible de dire qu'en année très humide, il est possible de sauver des cultures de soja en les buttant même tardivement, alors que les adventices ont une hauteur pouvant atteindre 10 à 15 cm.

Le nombre d'heures de désherbage manuel final qui a été mesuré est cohérent ; il est plus faible dans les procédés avec deux buttages que dans les procédés avec un buttage.

En raison de la météo très difficile et des hétérogénéités dans la croissance du soja d'un endroit du champ d'essai à l'autre, il fut renoncé à déterminer le rendement du soja pour chaque procédé.

	
Le soja haut de 15 à 20 cm a très bien supporté le passage de la herse-étrille rotative. Senarclens VD, 16.06.2018	Buttage du soja avec la sarceleuse-étoile Haruwy. Senarclens VD, 16.06.2018
	
Socs butteurs montés en-dessus des pattes d'oie sur la sarceleuse Einböck de Damien Poget à Senarclens VD	Sarclage-buttage du soja. Senarclens VD, 22.06.2018

2.5 Essai de désherbage du soja, Buetigen BE

2.5.1 Interventions culturales avant la mise en place de l'essai

Voir l'annexe 5.4.

2.5.2 Procédés d'essai

Comme dans l'essai similaire de Bursins VD en 2017, l'essai a consisté à comparer l'influence d'un nombre variable de passages de doigts Kress sur la ligne (en complément au sarclage standard de l'entreligne sur tout le champ d'essai) ainsi que de deux réglages différents des doigts Kress. Ainsi, cinq bandes d'essai de 6 m de large ont été mises en place. Elles ont bénéficié d'un passage de herse-étrille (le 21.05.2018) et de 3 passages de sarcluse à pattes d'oie (les 02.06.2018, 11.06.2018 et 25.06.2018). En plus, il y eut un nombre variable de passages de doigts Kress sur la ligne (voir tableau 8) et un désherbage manuel final chronométré le 12.07.2018. La sarcluse à pattes d'oie (Steketee, avec guidage par caméra) a toujours travaillé à 3 km/h.

Tableau 8 : Procédés de sarclage dans le soja, Bütigen BE, 2018

Date	02.06.2018	11.06.2018	25.06.2018	12.07.2018
Stade du soja	32 (Première feuille trifoliée)	39 (Deux à trois feuilles trifoliées)	Début floraison	Pleine floraison
Désherbages	Sarclages (Avec ou sans les doigts Kress sur la ligne selon les procédés et les dates)			Désherbage manuel final (Heures/ha)
Procédé 1	NA	0	0	170
Procédé 2	NA	NA	0	155
Procédé 3	NA	A	0	81
Procédé 4	NA	NA	NA	96
Procédé 5	NA	A	A	118
Explications NA = non agressif : en position de travail, les doigts Kress étaient espacés de 2 cm A = agressif : en position de travail, les doigts Kress se croisaient de 2 cm 0 = aucun passage de doigts Kress, sarclage uniquement dans l'entreligne				

En raison des conditions excessivement pluvieuses du 09.05.2018 au 20.06.2018, la levée du soja a été lente et irrégulière ; et il n'a pas été possible d'intervenir sur un soja très jeune (un premier sarclage avec doigts Kress avait été prévu au stade première feuille unifoliée) et sur sol suffisamment ressuyé. En conséquence, l'efficacité du désherbage mécanique a été nettement inférieure à celle que l'on peut avoir lors d'une année climatiquement normale. Malgré cela, le dispositif d'essai qui avait été planifié a pu être tenu (voir tableau 8), alors que cela ne fut pas le cas à Senarclens VD.

2.5.3 Résultats

Après la fin des désherbages mécaniques, l'enherbement sur la ligne de soja (= couverture du sol par les adventices) était à l'œil plus élevé sur le procédé 1 que sur les procédés suivants. Entre les procédés 2 à 5, il y avait peu de différences visibles. Concernant la hauteur et la vigueur du soja, il n'y avait pas de différences visibles entre les procédés. Les entrelignes étaient partout relativement propres malgré les conditions difficiles de l'année.

Le nombre d'heures de désherbage manuel résiduel a été :

- élevé pour les procédés 1 à 2 ;
- nettement plus faible pour les 3 autres procédés;
- de toute manière plus élevé que durant l'année 2017, qui fut presque parfaite pour la culture du soja.

Ces résultats sont cohérents et en adéquation avec les résultats de 2017 à Bursins. Une fois de plus, ils montrent :

- que c'est le premier ou les deux premiers passages de doigts Kress sur la ligne qui sont déterminants pour la maîtrise correcte des adventices sur la ligne ;
- que ce ou ces deux passages doivent avoir lieu le plus tôt possible.

En raison de la météo très difficile et des hétérogénéités dans la croissance du soja d'un endroit du champ d'essai à l'autre, il fut renoncé à déterminer le rendement du soja pour chaque procédé séparément.



La sarclouse à pattes d'oie Steketee avec doigts Kress et caméra qui a été utilisée à Buetigen BE.



Désherbage manuel final chronométré dans l'essai de Buetigen BE le 12.07.2018

3. Conclusions et perspectives

3.1 Essais de travail réduit du sol

- Une fois de plus, il a pu être démontré que la possibilité de réussir un semis direct dans des conditions biologiques est plutôt rare, et seulement si de nombreuses conditions sont remplies : pas de mauvaises herbes, engrais verts efficaces, sol en bon état et plutôt sec, machines appropriées, etc. L'agriculteur biologique doit être prêt à passer au travail réduit du sol.
- De nos jours, il existe de nombreuses machines et combinaisons de machines qui permettent de travailler le sol très superficiellement et de limiter le nombre d'opérations, mais le réglage correct des machines doit être pris en compte, c'est crucial.
- Dans les zones où il y a beaucoup de graines de mauvaises herbes dans le sol, il vaut la peine de retourner la surface du sol avec une charrue déchaumeuse pour maintenir la pression des mauvaises herbes dans la culture à un niveau normalement bas.
- La destruction des engrais verts, des mauvaises herbes et de la préparation du lit de semences ne peut se faire qu'en 2 à 4 opérations si on a recours à des procédés performants.
- Si l'on veut éviter une production excessive de terre trop fine avant le semis, il vaut la peine de se passer de la herse rotative classique pour le dernier passage de machines de travail du sol avant le semis ou en combinaison avec le semis. On peut remplacer la herse rotative par un vibroculteur ou une herse à bèches roulantes, par exemple. Cependant, avec ces deux machines, la surface du sol est moins plane qu'avec la herse rotative ; si la culture a levé dans des conditions humides (comme ce fut le cas en 2018), et que le sol est légèrement croûté en surface, il est donc difficile de travailler avec une herse-étrille normale ou avec une houe rotative. Une herse-trille avec dents montées sur ressorts (comme la herse-étrille Treffler) s'adapte mieux à la surface irrégulière et rugueuse du sol et permet un travail nettement meilleur. En résumé : ne pas trop affiner le sol lors du dernier passage de machines de travail du sol ; après la levée, travailler idéalement avec une herse-étrille avec dents montées sur ressorts ; à l'avenir, privilégier l'achat de ce genre de herse-étrille par rapport à une herse-étrille classique, si l'on effectue un travail réduit, très superficiel, du sol.

3.2 Démonstration de machines

Les performances des différentes machines ou combinaisons de machines sont différentes selon la nature et les caractéristiques du sol, les caractéristiques de la végétation à décaper et les conditions d'humidité du moment dans le sol. C'est pourquoi, il faut identifier les machines ou les combinaisons de machines adaptées à chaque situation. Les démonstrations comme celles de Senarclens permettent toutefois

d'identifier des règles valables de manière générale. Par exemple, en conditions trop sèches (et donc sur sols habituellement trop durs), le vibroculteur lourd ou la charrue déchaumeuse sont de peu d'efficacité.

Voici les points importants à observer pour juger de l'efficacité des machines:

- Observer la profondeur de travail effective et l'aspect du sol en surface (régulier ou vagues).
- Observer la régularité du travail sur la largeur d'intervention de la machine (derrière la machine, enlever la terre brassée à la main, pour observer qu'il n'y a si possible pas ou peu de vagues sur la surface encore dure du sol).
- Chercher s'il y a encore des plantes de luzerne non scalpées ou scalpées trop haut.
- Observer s'il y a un effet de lissage des pattes d'oie ou des couteaux de la herse rotative ou de la fraise, surtout si les conditions sont plutôt humides.
- Après quelques jours, observer si la luzerne ou les adventices repoussent ou s'il y a des adventices en germination.

3.3 Essais de désherbage du soja

Les enquêtes culturales menées par le FiBL en 2016 et d'autres sources d'information venant de la pratique laissent penser que le désherbage manuel ne devrait pas nécessiter plus de 10 à 25 heures par ha, si les conditions suivantes sont réunies :

- un désherbage mécanique performant (avec interventions sur la ligne) a été préalablement effectué ;
- les techniques de production sont maîtrisées ;
- l'année n'est pas excessivement humide lors de la croissance du soja.

Pour confirmer ces données, des essais pratiques ont été menés en 2017 et 2018 (voir les résultats dans le tableau 9).

	
Désherbage manuel chronométré dans l'essai de soja à Senarclens VD, le 06.07.2018	Désherbage manuel chronométré dans l'essai de soja à Buetigen BE le 12.07.2018

Tableau 9 : Résumé des trois essais de désherbage dans le soja, 2017 et 2018 : désherbage manuel final

Désherbage manuel final après la fermeture des rangs de soja : nombre d'heures /ha					
Bursins VD		Buetigen BE		Senarclens VD	
2017, bonnes conditions		2018, très humide du 10.05 au 20.06.2018		2018, très humide du 10.05 au 20.06.2018	
Prairie temporaire en 2015		Pas de prairie temporaire depuis très longtemps			
Procédé	Heures/ha	Procédé	Heures/ha	Procédé	Heures/ha
OD	14	0D			
1D	5	1D	170	1B	177
2D	4	2D	118	2B	112
3D	3	3D	107		
O, 1, 2, 3 = Nombre de passages D = sarceuse à doigts sur la ligne B = sarceuse-butteuse, dès le 15 juin*					
*Aucun désherbage usuel n'a pu être effectué avant cette date, en raison de la météo très humide ; il a donc fallu butter sur la ligne pour recouvrir les adventices déjà bien développées, afin de sauver la culture					

Les résultats de ces trois essais pratiques illustrent très bien les affirmations concernant le nombre d'heures de désherbage manuel. Ils confirment malheureusement aussi que si plusieurs conditions défavorables sont réunies, il peut atteindre 150 à 200 heures/ha. Enfin, ces résultats montrent aussi l'importance du premier passage de sarceuse à doigts sur la ligne : si celui-ci est fait aussi tôt que possible et dans de bonnes conditions, il permet une réduction massive du nombre d'heures de désherbage manuel. Et si la météo est normale, un 2ème passage suffira pour assurer la propreté de la récolte.

4. Remerciements

Nous remercions de tout cœur :

- les agriculteurs qui ont accepté de conduire des essais pratiques : Damien Poget, Senarclens VD, et Michel Arn, Büetigen BE ;
- l'entreprise Alphatec SA, à Mathod VD, qui a mis de nombreuses machines à disposition pour les essais ;
- les entreprises de travaux pour tiers et les agriculteurs qui ont également mis à disposition des machines ;
- les partenaires qui ont financé les essais, entre autres Coop (projet B3S, Production de soja alimentaire bio en Suisse), Bio Suisse, la Fondation Sur-La-Croix
- les nombreuses personnes et organisations qui ont contribué au bon déroulement de la Journée « Agriculture de conservation en bio » du 28 août 2018 à Senarclens VD, en particulier l'organisation Swiss No-Till, sous le chapeau de laquelle était placée la journée ;
- toutes les autres personnes, institutions et entreprises qui ont participé d'une manière ou d'une autre à la conduite de ces essais.

5. Annexe : Interventions culturales dans les essais (« Carnet des champs »)

5.1 Essai de travail réduit du sol avant le semis du maïs, Senarclens VD

Précédent	Blé d'automne
1ère interculture	Engrais vert multi-espèces et riche en légumineuses semé en été 2017
2ème interculture	Sur une partie du champ, un semis direct d'engrais verts hivernants a été effectué en octobre 2017, avec l'intention d'y implanter le soja par semis direct au printemps 2018. Deux bandes furent ensemencées avec chacune un engrais vert hivernant différent: Engrais vert hivernant 1: féverole, pois fourrager, orge d'automne (avec une part élevée de féverole et de pois fourrager) Engrais vert hivernant 2 : féverole et pois fourrager.
Etat des engrais verts hivernants à la sortie de l'hiver	Les légumineuses étaient très lacunaires car elles souffrirent de l'humidité excessive de l'hiver 2017 – 2018. De nombreuses adventices ainsi que des repousses de blé occupèrent l'espace vide. Ces repousses de blé étaient dues à la grêle du printemps 2017 et au

	travail réduit du sol après la moisson. Pour ces raisons, il a fallu renoncer à semer le maïs par semis direct sur ces bandes.
Nature du sol	mi-lourd à lourd
Procédés d'essai	Voir le tableau 1. Chaque procédé occupait une bande de 6 m de large sur toute la longueur du champ.

5.2 Essai de travail réduit du sol avant le semis du soja, Senarclens VD

Précédent	Blé d'automne
1ère interculture	Engrais vert multi-espèces et riche en légumineuses semé en été 2017
2ème interculture	Sur une partie du champ, un semis direct d'engrais vert hivernant a été effectué en octobre 2017, avec l'intention d'y implanter le soja par semis direct au printemps 2018. Composition de l'engrais vert hivernant 1: féverole, pois fourrager, orge d'automne (avec une part faible de féverole et de pois fourrager)
Etat des engrais verts hivernants à la sortie de l'hiver	Les légumineuses étaient très lacunaires car elles souffrirent de l'humidité excessive de l'hiver 2017 – 2018. De nombreuses adventices ainsi que des repousses de blé occupèrent l'espace vide. Ces repousses de blé étaient dues à la grêle du printemps 2017 et au travail réduit du sol après la moisson. Pour ces raisons, il a fallu renoncer à semer le soja par semis direct sur ces bandes.
Nature du sol	Léger à mi-lourd
Procédés d'essai	Voir le tableau 3. Chaque procédé occupait une bande de 6 m de large sur toute la longueur du champ.

5.3 Essai de désherbage du soja, Senarclens VD

Précédent	Blé d'automne
Interculture	Engrais vert multi-espèces et riche en légumineuses semé en été 2017

Travail du sol (max. 8 cm de profondeur)	19.04.2018 : Vibroculteur lourd (Saphir) 03.05 : Scalpeur de précision (Treffler) 07.05.2018 : Herse à bêtes roulantes
Semis :	08.05.2018, 75 graines/m ² , interligne 50 cm, profondeur 4 à 6 cm, variété Protéix.
Premier désherbage mécanique	28.05.2018 : sarclage (avec sarcluse à pattes d'oie) uniquement dans l'entreligne
Désherbages mécaniques suivants	Voir tableau 7
Désherbage manuel	09.07.2018, voir les résultats au tableau 7
Nature du sol	Léger à mi-lourd
Procédés d'essai	Voir le tableau 7. Chaque procédé occupait une bande de 6 m de large sur toute la longueur du champ.

5.4 Essai de désherbage du soja, Büetigen BE

Précédent	Quinoa
Interculture	Seigle à faucher en vert
Travail du sol (max. 15 cm de profondeur)	Trois interventions superficielles, sans retournement, avril à mai 2018 : herse à disques, puis chisel, puis herse rotative.
Semis :	08.05.2018, 66 graines/m ² , interligne 50 cm, profondeur 4 à 7 cm, variété Proteix
Premier désherbage mécanique	21.05.2018 : herse-étrille (dégâts aux plantes) 25.05.2018 (stade 10 = première feuille unifoliée), sarclage (avec sarcluse à pattes d'oie) uniquement dans l'entreligne
Désherbages mécaniques suivants	Voir tableau 8

Désherbage manuel	12.07.2018, voir les résultats au tableau 8
Nature du sol	Léger à mi-lourd, à tendance hétérogène
Procédés d'essai	Voir le tableau 8. Chaque procédé occupait une bande de 6 m de large sur toute la longueur du champ.