

DES ENGRAIS VERTS COMME ENHERBEMENT DU RANG A L'IMPLANTATION D'UN VERGER BIO DE PÊCHERS – EFFETS SUR LA FERTILITÉ DES SOLS ET LA BIODIVERSITÉ

Maxime Jacquot, Johanna Brenner (GRAB),
Claude Bussi, Armand Guillermin et Franck Merlin (INRA Gotheron)

1 - Enjeux et contexte

La gestion du rang de plantation des arbres en arboriculture biologique est cruciale, en particulier à l'implantation des vergers. En effet la concurrence de la flore adventice peut réduire le développement des jeunes arbres (Forey, 2016) et ainsi pénaliser le verger pour toute la durée de son exploitation. La méthode classique de gestion du rang en agriculture biologique est le travail du sol. Il est efficace dans le contrôle des adventives mais présente l'inconvénient de réduire la biodiversité et la fertilité du sol.

La technique des engrais verts, des plantes cultivées dans le but d'augmenter la fertilité du sol, pourrait permettre d'utiliser les zones où le sol est travaillé et de compenser les inconvénients de ce travail tout en assurant un contrôle des adventives. L'implantation de ces engrais verts peut être temporaire (automne-hivers) pour limiter la concurrence avec la culture.

2 - Objectif

Les objectifs de l'essai sont de mettre au point et d'évaluer l'implantation d'engrais verts sur le rang dès la plantation d'un verger bio de pêcher.

La mise au point des techniques d'implantation (Action 2) a été réalisée par l'INRA, l'évaluation du comportement de ces couvre-sols et leurs influences sur la culture (Action 3) a été réalisée conjointement par l'INRA et le GRAB. Enfin, la diffusion des résultats auprès des professionnels a été réalisée dans le cadre de l'action 4.

3 – Méthodologie

3.1 - Lieu : INRA Gotheron (26) :

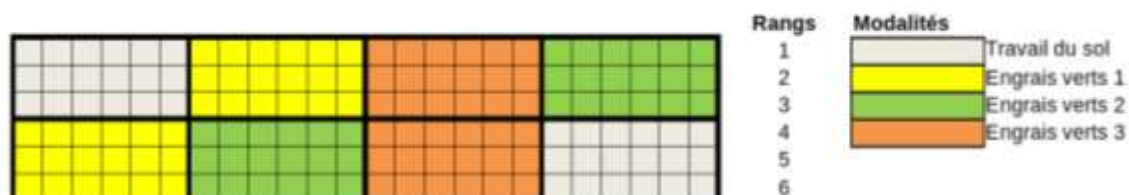
L'expérimentation a lieu sur la station de UERI INRA de Gotheron (Saint-Marcel-lès-Valence, Drôme). La parcelle présente un sol de type Sable argilo-limoneux.

3.2 - Matériel végétal

Le verger de pêchers variété *Bénédicte* (greffé sur *Monclar*) conduit en agriculture biologique a été planté en février 2018 dans les engrais verts mises en place à l'automne 2017. Il est composé de 6 rangs de 24 arbres chacun. La distance de plantation est de 6 m x 4m, l'irrigation est réalisée par des microjets installés en pendulaire. L'inter-rang est constitué d'un mélange féтуque-raygrass entretenu par 2 à 3 broyages par an.

3.3 - Dispositif expérimental

Le dispositif est constitué de 8 parcelles élémentaires. Une parcelle élémentaire a une largeur de 3 rangs contigus et une longueur de 6 arbres. Chaque modalité a deux répétitions (cf. plan).



3.4 – Modalités

Les espèces testées comme engrais verts ont été choisies par rapport à leur facilité d'installation, leur apport en azote et leur capacité de suppression de la flore spontanée (base de données OSCAR).

Quatre modalités sont comparées dans l'essai :

- **travail du sol** (témoin)
- **engrais vert 1** : Avoine rude (50%) + Trèfle incarnat (25%) + Trèfle d'Alexandrie (25%)
- **engrais vert 2** : Avoine rude (50%) + Vesce d'hiver (25%) + Vesce de printemps (25%)
- **engrais vert 3** : Pois d'hiver (40%) + Trèfle d'Alexandrie (30%) + Vesce d'hiver (30%)

Tableau 1: Liste des espèces et variétés utilisées en engrais vert

Espèce	Nom scientifique	Variété
Trèfle d'Alexandrie	<i>Trifolium alexandrinum</i>	Alex
Vesce d'hiver	<i>Vicia villosa</i>	Minnie
Trèfle incarnat	<i>Trifolium incarnatum</i>	Viterbo
Vesce de printemps	<i>Vicia sativa</i>	Mery
Avoine rude	<i>Avena strigosa</i>	Pratex
Pois d'hivers	<i>Pisum sativum</i>	Arkta

3.5 - Conduite de la parcelle et pratiques culturales

3.5.1 – Implantation et destruction des engrais verts



La parcelle est conduite en agriculture biologique. L'inter-rang est enherbé, il a été semé avec un mélange composé de 40 % de Ray-grass anglais (Capri), 30 % de Fétuque rouge traçante (Mystic) et 30 % de Fétuque rouge traçante (Maxima 1). Il est entretenu par 2 à 3 broyages par an.

Depuis le début du projet, deux semis de plantes couvre-sols (engrais verts) ont été réalisés. Le premier semis a eu lieu en septembre 2017 sur une largeur de 2,5 m. Il a ensuite été suivi de la plantation des arbres en février 2018. Les engrais verts étant déjà bien développés, les arbres ont été plantés au milieu de la bande semée en utilisant une planteuse (Figure 1). Dans la modalité travail du sol, les arbres ont été plantés avec le même outil.

A partir d'avril les engrais verts ont été broyés pour limiter la concurrence avec les arbres et augmenter la fertilité du sol par leur dégradation. En fin d'été, le travail du sol a été réalisé dans les deux types de modalités avec deux objectifs spécifiques. Dans les modalités avec engrais verts, ce travail visait à préparer le semis (faux semis, lit de semences). Alors que dans la modalité « travail du sol » il avait pour objectif de contrôler les adventices. Les mêmes outils ont été utilisés dans les deux cas.

Le deuxième semis a eu lieu en octobre 2018 aux pieds des pêchers en place. Le même semoir qu'en 2017 a été utilisé, seuls les 7 descentes de droites ont été utilisées pour semer de part et d'autre de l'arbre sur une largeur d'1 m environ (Figure 2). En 2019, les engrais verts ont été détruits plus tôt (1 avril) et directement enfouis par un passage de rotobèche à faible profondeur (3-5 cm). Les pratiques de travail du sol et de gestion de l'enherbement ne diffèrent pas entre les modalités.

Tableau 1: Calendriers des opérations culturales liées à la gestion de l'enherbement sur le rang dans les modalités de l'essai.

Année	Date	Modalités d'engrais verts (EV)	Travail du sol	
2017	18/09/17	Semis (Semoir à blé 2.5m)	-	
	19/02/18	-	Travail du sol (Cultivateur à dents)	
	20/02/18	Plantation (Planteuse)		
	26/04/18	Destruction des EV (Broyeur)	Travail du sol (ommas lame)	
	22/05/18	Destruction des EV (Broyeur)	-	
	31/05/18	Entretien ligne d'arbres (rotofil)	-	
	04/06/18	Enfouissement EV (rotobèche)	Travail du sol (rotobèche)	
	22/06/18	-	Travail du sol (debuttage)	
	06/07/18	Entretien inter-ligne (broyeur)		
	11/07/18	Nettoyage pied des arbres (cisaille)		
	17/07/18	Entretien ligne d'arbres (rotofil)		
	2018	25/07/18	Préparation semis (rotobèche)	Travail du sol (rotobèche)
		30/08/18	Entretien inter-ligne (broyeur)	
		03/09/18	Entretien ligne d'arbres (rotofil)	
12/09/18		Préparation semis (ommas lame)	Travail du sol (ommas lame)	
13/09/18		Préparation semis (Cultivateur à dents)	Travail du sol (Cultivateur à dents)	
17/09/18		Préparation semis (Konskill)	Travail du sol (Konskill)	
19/09/18		Préparation semis (croskillette)	Travail du sol (croskillette)	
27/09/18		Préparation semis (Konskill)	Travail du sol (Konskill)	
01/10/18		Semis (Semoir à blé 2.5m)	-	
03/10/18		Rappuyage semis (croskillette)	Travail du sol (croskillette)	
14/11/18		Bouillie Bordelaise (12,5 kg/ha)		
2019		15/02/19	-	Travail du sol (buttage)
		12/03/19	Taille	
		12/03/19	Fertilisation (10-2-2, 100g/arbre soit 4 u d'N/ha)	
	01/04/19	Travail du sol et destruction engrais verts (rotobèche)	Travail du sol (rotobèche)	
	08/04/19	Entretien inter-ligne (broyeur)		
	09/04/19	Travail du sol (ommas lame)		
	30/04/19	Fertilisation (10-2-2, 100g/arbre soit 4 u d'N/ha)		
	03/05/19	Travail du sol (debuttage)		
	20/05/19	Fertilisation (10-2-2, 100kg/ha soit 15 u d'N/ha)		
	25/05/19	Entretien inter-ligne (broyeur)		
	12/06/19	Taille en vert		
	13/06/19	Entretien inter-ligne (broyeur)		
	21/06/19	Travail du sol (buttage)		
	24/06/19	Fertilisation (7-4-10, 100kg/ha soit 3 u d'N/ha)		
	01/07/19	Entretien inter-ligne (broyeur)		
	25/07/19	Travail du sol (debuttage)		
	19/08/19	Fertilisation (9-4-1, 220kg/ha soit 20 u d'N/ha)		
23/08/19	Travail du sol (buttage)			
28/08/19	Entretien inter-ligne (broyeur)			

3.5.1 – Irrigation

L'irrigation des arbres et couvre-sols est assurée par des micro-jets disposés en pendulaire à 1 m de hauteur. Le débit unitaire des micro-jets est de 70l/h, ils sont installés pour correspondre à 1 microjet/arbre soit 417 microjets/ha. De mai à septembre l'irrigation était programmée à 1h/j, hors période de pluies soit une consommation sur la saison 2018 de 4380 m³/ha et sur la saison 2019 de 4900 m³/ha.

3.5.3 -Fertilisation et protection phytosanitaire

En 2018, aucune fertilisation n'a eu lieu. En 2019, des fertilisations ont été effectuées de manière homogène sur la parcelle.

3.6 - Variables observées ou mesurées

3.6.1 – Relevés floristiques

L'échantillonnage des plantes recouvrant le sol est réalisé au sein de quadra de 0,25 m² (50x50 cm). Au sein de ces quadras est mesuré le recouvrement en pourcentage de la surface occupée par chaque espèce implantée, les plantes adventices globalement, le sol nu et le mulch. Quatre quadras sont réalisés par rang par modalité (soit 1m²) représentant au total 24 quadras par modalité (soit 6 m² observés au total).

3.6.2 – Échantillonnages des invertébrés

L'échantillonnage des arthropodes a été réalisé grâce à deux méthodes. Les arthropodes présents sur les plantes ont été échantillonnés grâce à un aspirateur à feuilles (STIHL SH 86 C) muni de filet à l'entrée de la buse. Les aspirations sont réalisées sur des segments parallèles au rang de plantation des pêchers et d'une longueur de 4 m. Chaque segment d'aspiration correspond à un filet et donc un échantillon élémentaire. Les échantillons sont ensuite placés en congélateur à -20°C pour assurer leur conservation jusqu'à leur détermination. Six segments d'aspiration ont été réalisées pour chaque modalité soit 1 aspiration par rang de parcelle élémentaire.

Les arthropodes de la surface du sol ont été échantillonnés par des pièges à fosses. Six pièges ont été placés pour chaque modalité soit 1 aspiration par rang de parcelle élémentaire.

Les vers de terre ont été échantillonnés le 21 mars 2019 par la méthode du test bêche. Par modalité échantillonnée, les vers de terre ont été prélevés dans la terre extraite d'un trou de forme cubique de 30 cm de côté. L'abondance et le poids de chaque catégorie ont été mesurés au laboratoire après conservation dans l'eau.

3.6.3 – Analyses de sol

L'état initiale du sol dans la parcelle de l'essai a été effectué par un prélèvement le 14 mars 2018 dans la partie témoin afin de réaliser les analyses physico-chimiques ainsi que d'estimer la biomasse microbienne et les activités hydrolytiques (Laboratoire Auréa).

En parallèle, des prélèvements de terre ont été effectués en cours de saison selon les différentes modalités pour estimer les reliquats en azote (NO₃⁻ et NH₄⁺).

3.6.4 – Croissance des pêchers

La croissance des pêchers a été estimée via plusieurs mesures de diamètre de troncs au cours de l'année. Les mesures ont été réalisées au pied à coulisse à 30cm du sol.

4 - Résultats

Tableau 2: Synthèse des résultats 2018-2019 d'enherbement du rang d'un jeune verger de pêcher par des engrais verts. Résultats des tests de Kruskal-Wallis : * = p-value <0,05 ; ** = p-value < 0,01 ; *** = p-value < 0,001 ; NS = Non significatif ; - = non testé. Moy. = moyenne ; e.t. = écart-type ; grp = groupe statistique.

Indicateurs	Modalités comparées				P-value
	Travail du sol	Engrais vert 1 Avoine + Trèfles	Engrais vert 2 Avoine + Vesces	Engrais vert 3 Avoine + Trèfle + Vesce	
	moy. ± e. t. grp	moy. ± e. t. grp	moy. ± e. t. grp	moy. ± e. t. grp	
Recouvrement des plantes (avant destruction)					
2018 (10 avril)	Advent. 39,6 ± 20,0	Advent. 51,5 ± 12,5 Avoine 23,9 ± 8,4 T. inc. 9,5 ± 5,2 T. alex. 10,8 ± 9,5	Advent. 45,0 ± 18,4 Avoine 17,1 ± 6,2 Vesces 32,5 ± 19,4	Advent. 33,6 ± 25,5 Pois 0,4 ± 1,0 T. alex. 1,6 ± 1,9 V. hiver 60,1 ± 29,0	NS - - -
2019 (27 mars)	Advent. 61,7 ± 13,7	Advent. 36,7 ± 23,7 Avoine 17,2 ± 6,6 T. inc. 0,0 ± 0,0 T. alex. 7,0 ± 5,6	Advent. 39,7 ± 17,3 Avoine 19,2 ± 5,8 V. hiver 15,8 ± 9,7 V. prin. 22,5 ± 22,5	Advent. 41,2 ± 10,6 Pois 17,5 ± 12,1 T. alex. 14,3 ± 13,7 V. hiver 22,2 ± 11,0	NS - - -
Biomasse des plantes – 2019 (g/m²)					
Advent.	78,0 ± 33,6 a	Advent. 40,7 ± 17,2 b Avoine 73,3 ± 32,5 T. inc. 0,0 ± 0,0 T. alex. 4,7 ± 5,9	Advent. 95,3 ± 16,7 a Avoine 57,3 ± 19,5 V. hiver 22,7 ± 22,3 V. prin. 67,3 ± 38,8	Advent. 85,3 ± 29,2 a Pois 32,0 ± 28,4 T. alex. 15,7 ± 12,5 V. hiver 26,7 ± 9,7	* - - -
TOTAL	78,0 ± 33,6 c	TOTAL 118,7 ± 48,6 c	TOTAL 242,7 ± 37,5 a	TOTAL 159,7 ± 43,4 b	***
Restitution éléments - méthode MERCI (kg/ha)					
N	-	8,3 ± 4,1 b	10,3 ± 3,9 ab	14,9 ± 4,3 a	*
P	-	0,2 ± 0,3 b	1,1 ± 1,1 b	3,7 ± 1,1 a	**
K	-	23,9 ± 11,4	25,1 ± 7,2	22,0 ± 5,2	NS
Croissance des arbres (%)					
2018	57,7 ± 20,1 a	41,3 ± 20,8 b	49,9 ± 19,3 ab	56,5 ± 18,9 a	*
2019	71,0 ± 15,5 b	94,0 ± 21,1 a	85,7 ± 21,7 a	90,9 ± 21,9 a	***
Vers de terre					
Abondance	11,2 ± 3,9 b	24,0 ± 8,6 a	20,8 ± 12,1 a	17,7 ± 8,3 ab	*
Biomasse	3,6 ± 0,5	7,9 ± 2,9	7,4 ± 4,7	7,2 ± 2,7	NS
Arthropodes					
2018 – ech. par aspiration					
Abondance	13,5 ± 5,0 c	83,5 ± 36,2 a	51,3 ± 18,0 b	76,5 ± 26,7 ab	**
Richesse	5,5 ± 1,9 c	9,5 ± 1,4 a	7,5 ± 1,4 bc	7,7 ± 1,4 ab	**
2019 – ech. par aspiration					
Abondance	17,2 ± 4,9 b	52,2 ± 11,7 a	70,3 ± 22,4 a	74,8 ± 20,1 a	**
Richesse	7,5 ± 1,4 c	9,3 ± 1,0 ab	8,8 ± 1,2 bc	10,3 ± 1,0 a	*
2019 – piège à fosse					
Abondance	81,5 ± 16,7	92,5 ± 13,4	102,8 ± 15,0	81,5 ± 16,7	NS
Richesse	13,0 ± 3,1	14,0 ± 2,2	13,0 ± 1,3	12,8 ± 1,5	NS

Saison 2017-2018

Début avril, avant destruction, l'engrais vert 1 était principalement composé d'Avoine, les engrais verts 2 et 3 étaient principalement composés de vesces. Le recouvrement par les adventices ne présente pas de différence significative.

Des échantillonnages des arthropodes (insectes, araignées, etc.) par un aspirateur à feuille sur les 4 modalités montrent que :

- les 3 engrais verts présentent une plus grande abondance d'arthropodes que le témoin travail du sol.
- Les engrais verts 1 et 3 présentent une plus grande diversité en arthropodes que le travail du sol.

La croissance des jeunes pêcheurs pour leur première année au verger (mars à septembre 2018) est différente selon les modalités. Le témoin et l'engrais vert 3 (légumineuses) montrent un accroissement significativement plus important que l'engrais vert 1 (Avoine et trèfles). Ces différences s'expliqueraient en partie par la disponibilité en azote dans le sol : 78 U/ha pour l'EV 3 contre seulement 42 U/ha pour l'EV1 (d'après prélèvement d'août 2018). On peut supposer que les repousses des engrais verts avant leur enfouissement ont concurrencés les arbres et que l'azote restitué par l'EV 3 a bénéficié aux arbres.

Saison 2018-2019

Fin mars 2019, concernant les espèces semées, l'engrais vert 1 est majoritairement composé d'Avoine, les deux autres présentent un recouvrement équilibré dans les espèces qui le composent. Les quatre modalités ne présentent pas de différence concernant le recouvrement en adventices, malgré une moyenne plus élevée pour la modalité "travail du sol". En terme de biomasse, l'engrais vert 1 présente moins d'adventice que les 3 autres modalités. Sur la biomasse totale, c'est l'engrais vert 3 qui est le plus productif, suivi de l'engrais vert 3 puis à égalité l'engrais vert 1 et le témoin travail du sol.

Plusieurs mesures de biodiversité ont été effectuées avant destruction des engrais verts. L'abondance des vers de terre estimée au test bêche est plus grande dans les engrais verts 1 et 2 que dans le témoin travail du sol. Les trois engrais verts montrent une abondance en arthropodes (échantillonnés par aspiration) plus grande que le témoin travail du sol. Les engrais verts 1 et 3 présentent une diversité en arthropodes (échantillonnés par aspiration) plus grande que le témoin travail du sol. Aucune différence significative n'a été mise en évidence concernant l'abondance et la diversité des arthropodes échantillonnés par piège à fosse. La différence entre les deux types d'échantillonnage peu s'expliquer par les faunes qu'ils ciblent. La faune à la surface du sol serait moins sensible à la nature des espèces de plantes que les arthropodes vivants directement sur ces plantes et échantillonnée par aspiration.

L'indice d'activité biologique des sols indiquent que l'EV3 présente la meilleure activité avec 17/20, vient ensuite l'EV2 avec 16/20, et en dernier l'EV1 et le travail du sol avec 15/20.

Le 1^{er} avril, les engrais verts ont été détruits et enfouis simultanément par le passage d'une fraise rotative (rotavator) à faible profondeur (3 cm). L'estimation de la restitution en N P K d'après la méthode MERCI montre que l'EV3 serait le meilleur (15-4-22 U/ha semé), suivis par l'EV2 (10-1-25 U/ha semé) et enfin l'EV1 (8-0,2-24 U/ha semé). En 2019, l'ensemble des arbres (témoin et engrais verts) ont reçu la même fertilisation d'appoint à leur pied. Les arbres des modalités engrais verts ont montré un accroissement supérieur (+ 90% en moyenne) aux arbres avec le travail du sol (+71%), compensant ainsi le retard de croissance de certaines modalités en première année.

5 – Conclusion

La culture d'engrais verts sur le rang d'un verger de pêchers dès la plantation semble apporter de nombreux bénéfices : restitution d'éléments, croissance des arbres, augmentation de la biodiversité du sol et au dessus du sol. L'obtention de ces bénéfices nécessite d'être vigilant sur la destruction des engrais verts au printemps pour éviter les concurrences vis-à-vis des arbres et favoriser les restitutions.

Même si cette technique permet une couverture plus importante du sol sur l'année, les modalités testées ont nécessité un travail du sol important (préparation des semis, enfouissement). Les essais futurs pourront notamment rechercher des espèces compatibles avec des techniques culturales simplifiées et facilement destructibles par roulage ou broyage.

Remerciements

Nous remercions les collègues de l'INRA de Gotheron pour leur aide dans la conduite de l'essai.

Cette action a reçu le soutien financier du plan Ecophyto



Année de mise en place : 2019 – Année de fin d'action : non définie

ACTION: nouvelle ○ en cours ● en projet ○

Contact : Maxime Jacquot – maxime.jacquot@grab.fr

Grab - 255 chemin de la Castelette - BP 11283 - 84 911 Avignon cedex 9 – tel : 04 90 84 01 70 - secretariat@grab.fr

Mots clés : Agriculture biologique - Pêcher – Biodiversité – Sol – Enherbement - Engrais verts

Date de création de cette fiche : décembre 2019

Résumé :

Le travail du sol dans les premières années d'implantation d'un verger est primordial pour permettre un bon développement des arbres et assurer un capital pour toute la durée de son exploitation. Même si cette technique est efficace dans le contrôle des adventices, elle peut défavoriser la biodiversité. La culture d'engrais verts en automne et en hiver est testée pour compenser ces inconvénients du travail du sol. L'expérimentation a lieu sur la station de UERI INRA de Gothenon (Saint-Marcel-lès-Valence, Drôme), dans un verger de pêchers de variété *Bénédicte* (greffé sur *Monclar*). Les arbres ont été plantés en février 2018 directement dans les engrais verts semés à l'automne 2017. Quatre modalités sont comparées dans l'essai : (i) travail du sol (témoin); (ii) engrais vert 1 : mélange Avoine rude, Trèfle incarnat et Trèfle d'Alexandrie ; (iii) engrais vert 2 : mélange Avoine rude, Vesce d'hiver et Vesce de printemps ; (iv) engrais vert 3 : mélange Pois d'hiver, Trèfle d'Alexandrie et Vesce d'hiver. Les résultats montrent que la culture d'engrais verts sur le rang d'un verger de pêchers dès la plantation apporte de nombreux bénéfices par rapport au travail du sol seul : restitution d'éléments, meilleure croissance des arbres, augmentation de la biodiversité du sol (Vers de terre et vie microbienne) et au-dessus du sol (insectes et autres arthropodes). L'obtention de ces bénéfices nécessite d'être vigilant sur la destruction des engrais verts au printemps pour éviter les concurrences vis-à-vis des arbres et favoriser les restitutions. Même si cette technique permet une couverture plus importante du sol sur l'année, les modalités testées ont nécessité un travail du sol important (préparation des semis, enfouissement). Les essais futurs pourront notamment rechercher des espèces compatibles avec des techniques culturales simplifiées et facilement destructibles par roulage ou broyage.

Diffusion :

Articles :

- ABI n°245 Novembre-Décembre 2019: Des engrais verts comme enherbement du rang à l'implantation d'un verger bio de pêchers

Conférences :

- 25/03 à Saint-Marcel-lès-Valence : Engrais verts en arboriculture biologique.
- 9/12 à Saint-Marcel-lès-Valence : Journées Technique en Arboriculture Biologique