

■ KUSTER THOMAS, AGROSCOPE, WÄDENSWIL
■ RALPH GILG, FRUTHWILEN
■ DAVID SZALATNAY, RALF MERZENICH, STRICKHOF

Schweizerische Eidgenossenschaft
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun Svizra
 Confederaziun Svizra
 Département fédéral de l'économie,
 de la formation et de la recherche DFFR
 Agroscope

ESSAIS EN VERGER CONTRE LA MALADIE DE LA REPLANTATION DU POMMIER



Apport de farine de moutarde. Les rangs seront ensuite couverts avec une bâche plastique pour la biofumigation.
Photo : Agroscope.

En arboriculture, les installations fixes ne permettent pas vraiment de changer de type de culture. Ainsi des agents pathogènes spécifiques à la plante hôte se développent dans le sol et attaquent les racines encore fragiles des pommiers nouvellement plantés. Il en résulte une plus faible croissance et des rendements bas. Lors d'un essai de plusieurs années sur le site de Fruthwilen (TG) et Lindau (ZH), deux nouvelles approches ont été testées pour lutter contre la maladie de la replantation du pommier : l'utilisation d'antagonistes naturels et la biofumigation.

En fonction du site, différents agents pathogènes du sol tels que champignons, oomycètes ou nématodes sont responsables de l'apparition de la mala-

die de la replantation du pommier (en anglais *apple replant disease*: ARD). Ces pathogènes des racines se multiplient au cours du temps et créent des conditions défavorables à la croissance des jeunes pommiers lors d'une nouvelle plantation. Ils sont souvent spécifiques à l'hôte, ce qui signifie qu'ils s'attaquent soit aux pommiers, soit aux arbres fruitiers à noyau. Cependant une rotation des cultures en fruits à pépins et à noyau est souvent impossible, en raison des infrastructures fixes telles que filet anti-grêle, irrigation et filets latéraux. Pour les mêmes raisons et bien que testé avec succès, le déplacement des rangées d'arbre dans les interrangs n'est pas une solution envisageable dans la pratique (Naef, Monney *et al.* 2009). La stérilisation chimique ou thermique du sol pourrait être un

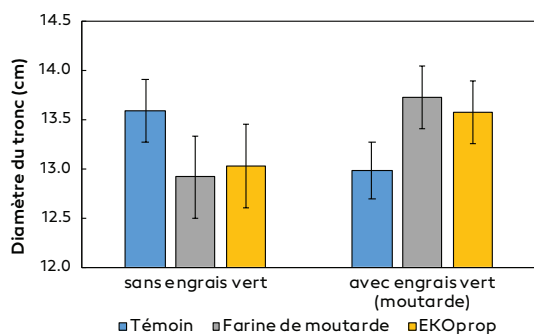


Fig. 1: Diamètre moyen du tronc (cm) à Lindau à la fin de l'essai au printemps 2023 ± erreur standard. Aucune différence significative n'a été observée entre les variantes.

moyen de lutte efficace contre les agents pathogènes des racines (Naef, Knorst *et al.* 2012, Thalheimer, Martinelli *et al.* 2018), mais elle n'est pas autorisée en Suisse. La stérilisation du sol par la vapeur est d'ailleurs difficilement applicable car très énergivore et chronophage.

Ces dernières années, l'accent a été mis sur deux nouvelles approches: (i) des antagonistes biologiques pour lutter contre les pathogènes et (ii) la biofumigation utilisant des gaz naturellement formés pour tuer les microorganismes nuisibles. Ces deux méthodes ont été testées de 2016 à 2023 sur deux parcelles arboricoles de Fruthwilen (TG) et au Strickhof à Lindau (ZH). Un premier article décrit en détail les mesures et leurs effets sur la croissance des arbres nouvellement plantés (Kuster, Schweizer *et al.* 2017). Actuellement les deux parcelles sont en pleine production, ainsi des données de croissance et de rendements sont disponibles sur plusieurs années.

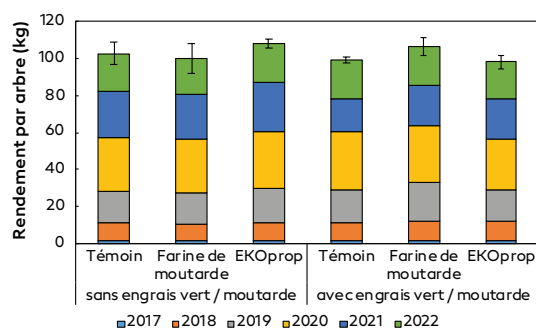


Fig. 2: Rendements moyens par arbre (kg) à Lindau ± erreur standard du rendement total. Distances de plantation: 0.9 m x 3.5 m. En 2016 aucune donnée n'a été saisie. Aucune différence significative n'a été observée entre les variantes.

PLANTATION HÉTÉROGÈNE À LINDAU

La parcelle de replantation de l'exploitation expérimentale du Strickhof a été divisée en deux avant la nouvelle plantation de Gala Galaxy (porte-greffe M9) en décembre 2015. La moitié a été arrachée en 2014, puis de l'engrais vert de moutarde a été semé au printemps 2015. Après deux mois les plants de moutarde en fleurs ont été incorporés au sol comme biofumigation en été (pour les détails voir Kuster, Schweizer *et al.* 2017). L'autre moitié de la parcelle a été arrachée en automne 2015 puis directement replantée. Pour les deux variantes en plus d'un témoin non traité, une biofumigation (supplémentaire) sans engrais vert de farine de moutarde et le produit EKOprop (rhizobactéries comme antagoniste, non homologué en Suisse) ont été testés (tabl. 1).

La croissance des pousses et du tronc n'a été influencée ni par l'engrais vert de moutarde, ni par la biofumigation avec la farine de moutarde, ni par la

Mesure/ Produit	But	Composition	Période, emplacement	Quantité	Lindau	Fruth- wilen
Témoin	Aucune mesure				x	x
Substance organique	Augmentation de l'activité du sol, favoriser les antagonistes naturels	Compost, fumier de poule (4:1)	Avant la plantation, sur les rangs	35 t/ha		x
Engrais vert Terrafit ¹	Biofumigation, amélioration générale du sol	Moutarde de Sarepta	Avant la plantation, sur toute la surface	8 kg/ha	x	
Farine de moutarde Terrafit	Biofumigation, amélioration générale du sol	Graines de moutarde moulues	6 semaines avant la plantation, sur les rangs	1000 kg/ha	x	x
EKOprop	Antagonistes fongiques, amélioration de l'absorption des nutriments	Mycorhizes, <i>Pseudomonas trivialis</i> , <i>Bacillus sp.</i> , <i>Streptomyces sp.</i> , <i>Trichoderma harzianum</i>	2 x après la plantation, sur les rangs	2 x 100 g/500 m ²	x	x
Condit 9 %	Augmentation de l'activité microbologique, amélioration générale du sol	lactosérum, céréales broyées, zéolite	1 x sur toute la surface avant la plantation, 1 x après la plantation autour du tronc	2 x 1.7 t/ha		x

¹ en combinaison avec le témoin, farine de moutarde ou EKOprop

Tabl. 1: procédés testés à Fruthwilen (TG) et Lindau (ZH).

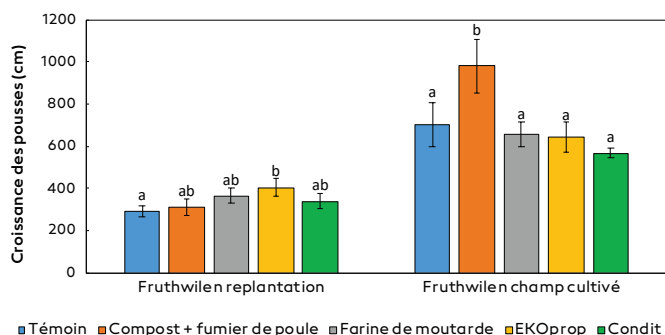


Fig. 3 : Croissance moyenne des pousses (cm) à Fruthwilen en deuxième année de plantation 2017 ± erreur standard. Les différentes lettres indiquent une différence significative entre les variantes au sein de la même moitié de parcelle.

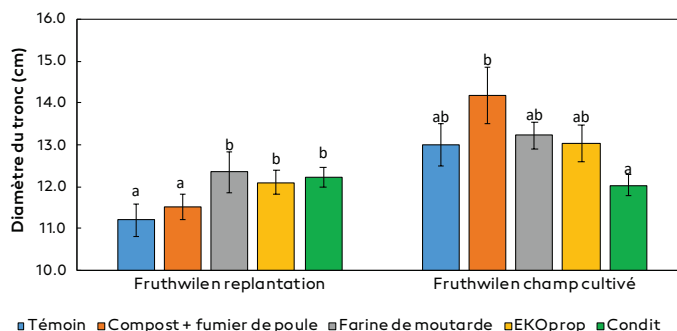


Fig. 5 : Diamètre moyen du tronc (cm) à Fruthwilen à la fin de l'essai au printemps 2023 ± erreur standard. Les différentes lettres indiquent une différence significative entre les variantes au sein de la même moitié de parcelle.



Fig. 4 : En automne 2017 à Fruthwilen, les arbres de la parcelle de replantation (à gauche) ont moins grandi que les arbres de la parcelle de l'ancien champ cultivé (à droite). Photo : Agroscope.

préparation EKOprop (fig. 1, croissance des pousses en phase juvénile, voir Kuster, Schweizer *et al.* 2017). Les conditions hétérogènes du sol dans la parcelle d'essai, probablement provoquées par des remblais et des déplacements de terrain lors de la mise en place du verger dans les années 70, ont eu une plus grande influence sur la croissance des arbres que les éventuels effets positifs des variantes testées. Le rendement à la récolte (fig. 2) et le calibre des fruits n'ont pas non plus été meilleurs avec les méthodes testées que dans le témoin.

DES RENDEMENTS ÉLEVÉS GRÂCE À UN SOL FRAIS À FRUTHWILEN

A Fruthwilen les variantes avec la farine de moutarde Terrafit et la préparation EKOprop ont également été testées. Afin d'accroître l'activité microbologique du sol, un compost avec du fumier de poule (4:1) ainsi que le produit Condit (lactosérum, céréales broyées et zéolite) ont été testés et comparés à un témoin non traité (tabl. 1). La parcelle

d'essai à Fruthwilen a également été séparée en deux: la moitié de la parcelle d'essai avait déjà une quatrième génération de pommiers de la variété Gala SchniCo (M9), tandis que l'autre moitié était utilisée depuis 60 ans comme champ cultivé. Des essais en pots ont montré une décoloration des racines de pommiers quand ceux-ci été plantés dans des pots remplis de la terre de la parcelle replantée, ce qui n'était pas le cas lorsque la terre venant de l'ancien champ était utilisée. (Nölly 2016). Une infestation de nématodes phytoparasites n'a cependant pas été constatée.

Comme attendu, la croissance des pousses dans le sol «propre» de l'ancien champ cultivé était une fois et demie à trois fois plus élevée que dans la parcelle de replantation, le diamètre étant environ 10% plus élevé (fig. 3-5). Le rendement à la récolte des arbres de la parcelle du champ cultivé était meilleur que celui des arbres de replantation, en particulier les années avec des rendements faibles: sur la parcelle du champ cultivé, des rendements supplémentaires de 1-2 kg par arbre ont été obtenus ces années-ci. Cela signifie que les arbres sur sol frais étaient plus robustes contre le stress hydrique ou le gel durant les années problématiques. Au cours des années à rendements élevés, ces différences auraient aussi pu être présentes mais elles ont été compensées par la régulation de la charge. L'investissement pour la taille et l'éclaircissage manuel dans la parcelle de l'ancien champ cultivé était ainsi plus élevé que dans la parcelle de replantation.

Dans la parcelle de replantation, la croissance des pousses et le diamètre des troncs étaient meilleurs que le témoin avec les procédés farine de moutarde, EKOprop et Condit, tandis que la variante compost + fumier de poule est restée sans effet. La réduction de croissance due à la maladie de la replantation n'a toutefois pas été éliminée: par rapport aux arbres de la parcelle du champ cultivé, le diamètre de croissance des arbres de la parcelle de replantation était plus faible sur toute la durée de l'essai et pour tous les procédés. Contrairement à la croissance, aucune des variantes testées n'a augmenté

les rendements à la récolte ou le calibre du fruit par rapport au témoin (fig. 6).

AUCUNE SOLUTION FACILE EN VUE CONTRE LA MALADIE DE LA REPLANTATION

Les mesures testées «favoriser les antagonistes naturels» et «biofumigation» n'ont montré aucun résultat réjouissant contre la maladie de la replantation dans les deux essais. Ces résultats sont cohérents avec les essais au Tyrol du Sud (Thalheimer, Martinelli *et al.* 2018), où la croissance a pu être améliorée par la stérilisation du sol, mais pas par les différentes préparations biologiques testées. Au cours d'un essai Interreg, les préparations de compost ou de charbon végétal appliquées dans différentes parcelles de replantation n'ont pas non plus obtenu d'effet (Kitemann, Kuster *et al.* 2023).

Cependant l'utilisation de porte-greffes plus vigoureux en fonction de l'emplacement pourrait être une solution à envisager. Dans un essai de l'IRTA en Espagne, les rendements de la variété Story Inored sur porte-greffe CG11 étaient en moyenne de 13t/ha par an plus élevés que sur le porte-greffe M9 (Àvila, Vilardell *et al.*). Toutefois d'après des essais de Klosterneuburg en Autriche, un porte-greffe plus vigoureux n'est pas forcément le garant du succès. En culture biologique, les rendements de la variété Topaz sur les porte-greffes testés CG et M ne se sont pas différenciés (Wurm 2018). Au vu de nos résultats à Fruthwilen, une rotation des cultures s'avère être



Mesure annuelle du diamètre du tronc.

Photo : Agroscope.

une solution prometteuse : avec des systèmes de culture étroits, la largeur des rangs pour les fruitiers à pépins et à noyau pourrait être uniformisée. Toutefois cette solution implique des coûts et du temps supplémentaires pour adapter les protections contre les intempéries. La recherche d'une solution simple contre la maladie de la replantation reste donc un sujet important en arboriculture.

Remerciements

Un remerciement spécial aux chefs d'exploitation et collaborateurs des exploitations de Fruthwilen et Lindau pour la gestion des parcelles d'essai. Nous remercions Tobi Seeobst ainsi que l'exploitation d'essai d'Agroscope à Wädenswil pour leur soutien dans la collecte des données de récolte à Fruthwilen.

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'un projet du Forum fruits à pépins et à noyau. Le premier article de cette étude peut être téléchargé sur <https://ira.agroscope.ch/de-CH/publication/37009>.



Bibliographie

- Àvila, G., *et al.* Mètodes i tecnologies per combatre els efectes de la replantació en pomeres.
- Kitemann, D., *et al.* (2023). «Gestion préventive de l'eau en arboriculture fruitière.» *Vignes et Vergers* 2024 (7) : 17-20
- Kuster, T., *et al.* (2017). «Nachbaukrankheit im Apfelanbau.» *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 2017(18) : 8-11.
- Naef, A., *et al.* (2012). «Nachbauprobleme beim Apfel.» *Obstbau* 2012(7) : 379-382.
- Naef, A., *et al.* (2009). «Nachbauprobleme im Schweizer Apfelanbau.» *Agrarforschung* 16(9) : 366-370.
- Nölly, M. (2016). Biotest zur Erkennung der Nachbaukrankheit im Apfelanbau. Department Life Sciences und Facility Management. Wädenswil, Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften.
- Thalheimer, M., *et al.* (2018). «Feldversuche zur Bodenmüdigkeit im Apfelanbau.» *Obstbau Weinbau* 2018(11) : 9-12.
- Wurm, L. (2018). «Feuerbrand- und nachbauresistente Unterlagen im Bio-Anbau.» *Obstbau* 11(2018) : 623-628.

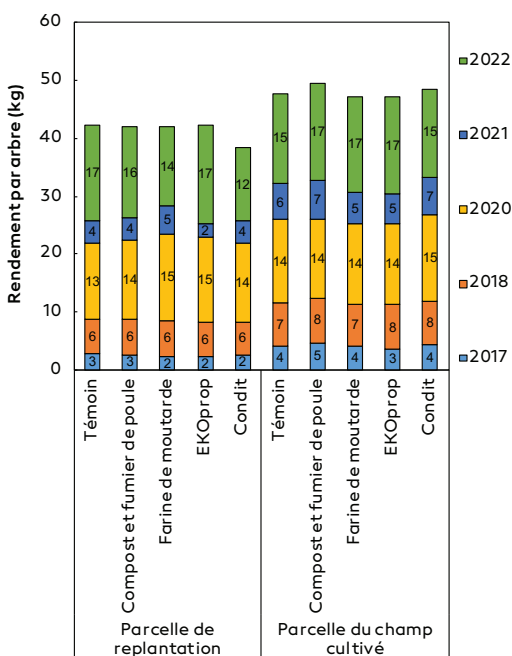


Fig. 6 : Rendements moyens par arbre (kg) à Fruthwilen. Comme les rendements n'ont été saisis qu'une ou deux fois, aucune analyse statistique ne peut être effectuée. En 2016 et 2019 lors des années de gel les rendements n'ont pas été saisis. Petit chiffre : rendement par arbre (kg) pour l'année correspondante.