



Avant-dernier
épisode
de notre série
de quatre articles

Développement de stratégies durables pour lutter contre les adventices en arboriculture fruitière

Partie 3: Floraison, rendement, qualité des fruits, minéraux, propriétés de conservation.

Comment les différentes méthodes de lutte contre les adventices influencent-elles la floraison, le rendement et la qualité des pommes? Des essais sur ce sujet ont été réalisés dans le cadre d'un projet Interreg V sur les sites de Wädenswil (CH), du KOB Bavendorf (D) et de Schlachters (D). Les propriétés de stockage des fruits ont également fait l'objet de tests à Weihenstephan (D).

Les deux derniers articles de la série en quatre parties sur la lutte contre les adventices en arboriculture fruitière portent sur les effets de différentes mesures de lutte contre les mauvaises herbes (pour les variantes, voir le tableau 1, *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 02/2021) sur les conditions du sol, la vie du sol, la dynamique de l'azote et la croissance des arbres.

Floraison

Une comparaison de l'intensité de la floraison permet de tirer de premières conclusions sur les effets des différentes méthodes de lutte contre les adventices sur le potentiel de rendement et l'alternance. Dans le cadre du projet, l'intensité de la floraison a été évaluée sur le site de Bavendorf pour les variétés Topaz et Shalimar et à Wädenswil pour la variété Gala Galaxy dans des

vergers en pleine productivité (années de plantation 2009, 2010, 2012) en 2018, 2019 et 2020. Aucune différence significative n'a été constatée entre les différentes variantes de lutte contre les adventices sur les deux sites. Cela signifie que la prolifération des adventices dans les rangées d'arbres ainsi que la stratégie de lutte contre les mauvaises herbes, du moins au cours de la courte période d'essai, n'ont eu aucune influence sur l'intensité de la floraison ou l'alternance des arbres. Conclusion: aucune influence du mode de lutte contre les mauvaises herbes sur la floraison n'a été observée.

Rendement par arbre

Sur les sites d'essai de Wädenswil, KOB-Bio et KOB PI, aucune différence significative n'a été constatée entre les stratégies testées en termes de rendement. Même la parcelle sans régulation des adventices, par exemple

dans le verger Gala en pleine productivité, n'a montré aucune perte de rendement à Wädenswil au cours de la période d'essai (tab. 1). De même, aucune différence n'a été constatée entre les différentes variantes d'herbicides à Wädenswil.

Dans la parcelle bio du KOB, un rendement par arbre plus élevé a été déterminé au cours des années d'essai 2018 et 2019 dans la variante «herse rotative seule» (= émotteuse toute l'année) ainsi que dans les variantes combinées, dans lesquelles le dispositif de binage a été utilisé plusieurs fois pendant la saison, et dans la variante avec utilisation régulière de la faucheuse à fils (éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs). Dans les variantes de binage, les rendements des arbres étaient en moyenne de 2,0 kg (2018) et 3,5 kg (2019) plus élevés que dans la variante qui était travaillée exclusivement avec la faucheuse à fils entre le printemps et l'automne. Toutefois, ces résultats ne sont pas statistiquement significatifs.

A Schlachters, en revanche, dans la jeune plantation de la variété Jonagold (année de plantation 2017), la parcelle témoin sans lutte contre les adventices a donné des rendements plus élevés de 5 kg par arbre que les autres variantes, alors qu'elle était dans sa troisième année. Ces résultats sont probablement dus au faible rendement de cette variante l'année précédente et ne peuvent donc pas directement être associés à

l'influence des mesures de lutte contre les mauvaises herbes. Toutes les autres variantes, constituées de mesures purement chimiques, purement mécaniques ou combinées, ne se différenciaient pas en termes de rendement dans cette jeune plantation. La plantation d'essai mise en place en 2018 à Wädenswil avec les variétés Bonita et Gala ne permet pas encore de tirer de conclusions sur le rendement en raison de son âge. Il reste à voir si d'éventuelles différences apparaîtront avec l'âge croissant des plantations à Schlachters et Wädenswil.

Dans la plantation de Schlachters en pleine productivité, la situation était différente avec la variété Fuji (année de plantation 2010, fig. 1). La tendance montre qu'en 2019, la parcelle témoin sans lutte contre les adventices a obtenu le rendement le plus faible par arbre, avec une moyenne de 7,5 kg, en comparaison aux variantes avec application d'herbicides (purement chimique ou combiné) les rendements les plus élevés, avec 12,6 à 13,9 kg. Les rendements des variantes purement mécaniques se situaient entre les deux. Une tendance comparable avait déjà été constatée dans cette plantation l'année précédente. A Schlachters, comme pour les autres sites, aucune différence statistiquement significative n'a pu être constatée entre les stratégies purement chimiques, mécaniques ou combinées dans la plantation en pleine productivité. ➤

Tableau 1 | Volumes de récolte de 2016 à 2020 dans l'ancienne plantation de Wädenswil, variété Gala Galaxy (kg/arbre ± erreur-type). Aucune différence statistique n'a été constatée entre les variantes au cours d'une année d'essai. Les stratégies ont été adaptées aux autorisations actuelles pendant la période d'essai: Alce et Basta ont été remplacés par de l'acide pélargonique et des acides gras et, après la récolte, par du glyphosate ou par une combinaison entre un herbicide foliaire hormonal et un graminicide. Ces substances actives ne sont pas ou seulement partiellement autorisées en Suisse pour les traitements post-récolte. Lacunes: traitement unique avec un herbicide qui n'est plus approuvé, dont les résultats ne sont plus présentés pour des raisons de clarté.

Traitement	2016	2017	2018	2019	2020
Témoin	14,8 ± 1,6	8,5 ± 1,7	12,5 ± 1,2	13,1 ± 0,6	10,8 ± 0,8
Faucheuse à fils solo	15,5 ± 0,5	8,0 ± 2,3	12,7 ± 2,3	15,4 ± 1,4	13,1 ± 1,0
Glyphosate + Faucheuse à fils		8,5 ± 0,7	14,4 ± 2,1	13,4 ± 0,6	11,3 ± 0,8
Glyphosate + glyphosate + glufosinate	16,2 ± 1,6	8,6 ± 1,2	11,3 ± 2,1		
Glyphosate + glyphosate + glyphosate				14,8 ± 0,7	10,7 ± 1,1
Glyphosate + Alce + glufosinate	14,7 ± 1,9	9,8 ± 1,5	12,7 ± 2,7		
Glyphosate + acide pélargonique + Faucheuse à fils				15,6 ± 0,4	12,8 ± 1,2
Glyphosate + oryzalin + glufosinate		9,4 ± 2,3	15,2 ± 1,4		
Glyphosate + oryzalin + herbicides foliaires hormonaux / Select				15,3 ± 1,4	12,3 ± 1,0
Glyphosate + diuron + glufosinate	14,0 ± 1,6	8,3 ± 1,8	14,4 ± 2,1		
Glyphosate + diuron + herbicides foliaires hormonaux / Agil				13,8 ± 0,9	11,8 ± 0,6
Glufosinate + diuron + glufosinate		8,1 ± 1,5	14,9 ± 1,9		
Glyphosate + acides gras + Faucheuse à fils				13,4 ± 1,4	11,3 ± 0,8
Grasskiller solo			13,2 ± 1,5	14,3 ± 1,3	10,5 ± 0,8

Herbicides foliaires hormonaux = MCCP-P + 2,4-D; Alce = terbuthylazine + diuron + glyphosate

Conclusion: dans les jeunes plantations, la lutte contre les adventices peut influencer les rendements. Dans les plantations en pleine productivité, aucune différence significative n'a été mesurée entre les luttes chimique et mécanique contre les mauvaises herbes.

Calibre des fruits

Il n'y avait pas non plus de différences entre les stratégies dans les plantations de Wädenswil et de KOB (PI et biologique) en termes de calibre des fruits. A Schlachters, la situation était de nouveau différente en 2019: la figure 2 montre les résultats de la jeune plantation de Jonagold (année de plantation 2017). Les variantes purement mécaniques ont eu tendance à donner un nombre plus important de petits fruits (voir barres oranges). Au contraire, la variante herbicide à base de glyphosate ainsi que la variante combinée avec herbicide au printemps et faucheuse à fils pendant l'été ont permis d'obtenir des fruits de plus gros calibre (voir barres jaunes). Toutes les autres stratégies se situaient à peu près entre les deux en termes de taille des fruits. Les résultats suggèrent que, dans cette plantation, une lutte efficace contre les mauvaises herbes, surtout au printemps, grâce à l'utilisation d'herbicides, a eu un effet positif sur la taille des

fruits. Cependant, une partie de ces résultats n'est pas statistiquement significative. Dans la plantation de la variété Fuji (année de plantation 2010) en pleine productivité, la parcelle témoin sans lutte contre les adventices a donné des fruits de calibres plus petits que toutes les autres variantes. Résultat: la lutte contre les mauvaises herbes n'a eu que peu d'influence sur la taille des fruits.

Coloration des fruits

Comme on pouvait s'y attendre, la coloration des fruits dépendait principalement de la charge en fruits et de l'âge de la plantation, et moins des mesures de lutte contre les mauvaises herbes mises en place. A Wädenswil par exemple, conformément aux résultats obtenus pour l'intensité de la floraison, le rendement et la taille des fruits, aucune différence de coloration n'a été observée entre les stratégies de lutte contre les mauvaises herbes ayant fait l'objet de tests. A Schlachters également, aucune différence de coloration n'a pu être constatée entre les jeunes arbres de Jonagold qui ont bénéficié d'une bonne luminosité,

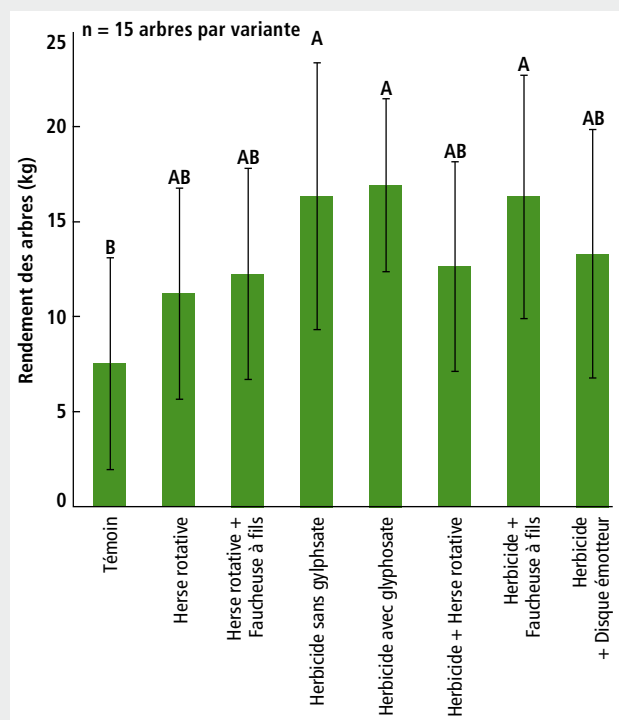


Figure 1 | Rendement des arbres en fonction de la lutte contre les mauvaises herbes dans la plantation de Fuji en pleine productivité sur le site de Schlachters en 2019. Différentes lettres indiquent des différences statistiquement significatives ($p < 0,05$, barre d'erreur = écart-type).

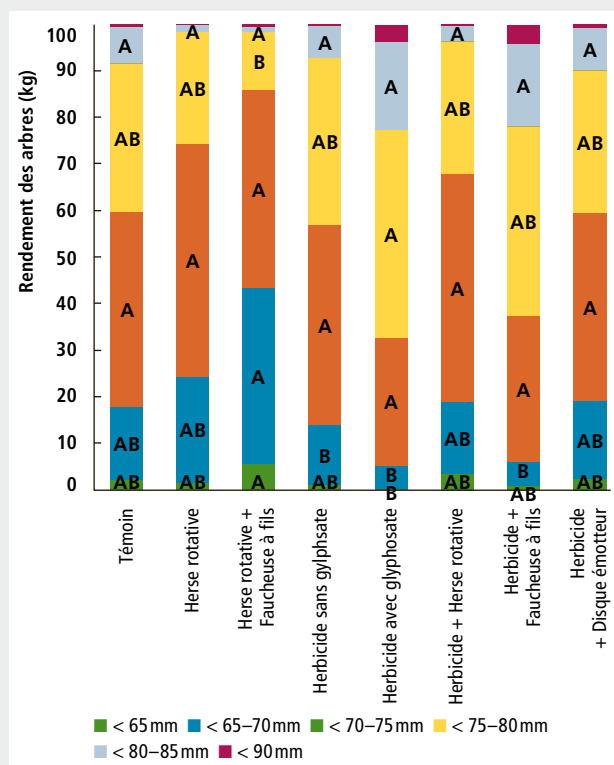


Figure 2 | Influence des différentes stratégies de lutte contre les mauvaises herbes sur la répartition du calibre des fruit à la récolte pour la variété Jonagold (année de plantation 2017) en 2019 (proportion en pourcentage du poids dans les différentes catégories de taille). Les différentes lettres indiquent des différences statistiquement significatives au sein des différentes catégories ($p < 0,05$).

alors que la plantation était dans sa deuxième ou troisième année. En revanche, dans la plantation de Fuji en pleine productivité, une proportion plus élevée de fruits de la catégorie de coloration 80–100% a été relevée dans la parcelle témoin sans lutte contre les adventices, avec une charge en fruits plus faible.

Dans la plantation biologique du KOB, un pourcentage plus élevé de fruits d'une coloration de 80 à 100% a pu être relevée en 2018 et 2019 pour la variété Shalimar dans la variante «herse rotative + faucheuse à fils à partir du printemps», avec généralement une charge en fruits plus réduite. Dans la parcelle PI du KOB, un pourcentage un peu plus élevé de coloration a été observé, en particulier dans les variantes «disque émotteur toute l'année» et «herse rotative + faucheuse à fils» (fig. 3). Ici comme à Schlachters, la parcelle témoin présentait un pourcentage plus élevé de fruits bien colorés. En résumé, aucune influence générale de la lutte contre les mauvaises herbes n'a été constatée en ce qui concerne la coloration des fruits.

Teneurs en minéraux à la récolte

Afin de pouvoir se prononcer sur l'influence de la lutte contre les mauvaises herbes sur la teneur en minéraux des fruits, les pommes de Schlachters et de Bavendorf ont été analysées après la récolte pour déterminer leur teneur en potassium, calcium, magnésium et phosphore. Au KOB, on n'a pu constater aucune différence entre les stratégies en ce qui concerne la teneur en minéraux. Il en va de même pour la variété Fuji de la plantation en pleine productivité de Schlachters. Les seules différences constatées concernent la teneur en potassium dans la jeune plantation à Schlachters. En 2018, la variante herbicide avec glyphosate présentait la teneur en potassium la plus élevée, tandis que les variantes «herbicide + faucheuse à fils» et «herbicide + herse rotative» affichaient les teneurs les plus faibles (tab. 2).

La situation était similaire en 2019, la variante «herse rotative + faucheuse à fils» présentant également la plus forte teneur en calcium. Les résultats ne permettent pas de déterminer clairement dans quelle

Tableau 2 | Teneur en minéraux de la variété Jonagold à la récolte 2018 à Schlachters (MF = matière fraîche).

	Calcium [mg Ca/100 g MF]	Magnésium [mg Mg/100 g MF]	Potassium [mg K/100 g MF]	Phosphore [mg P/100 g MF]	Rapport K/Ca
Témoin	3,5 a	5,5 a	123,3 ab	13,4 a	35,1 ab
Herse rotative solo	4,1 a	5,3 a	107,3 ab	11,7 a	26,6 ab
Herse rotative + Faucheuse à fils	4,1 a	5,0 a	94,0 b	9,9 a	22,9 b
Herbicide sans glyphosate	3,7 a	5,4 a	110,5 ab	11,5 a	30,2 ab
Herbicide avec glyphosate	3,4 a	5,7 a	124,9 a	12,5 a	36,6 a
Herbicide + Herse rotative	4,0 a	5,3 a	99,0 b	10,5 a	25,3 ab
Herbicide + Faucheuse à fils	4,0 a	5,2 a	106,6 ab	11,7 a	27,7 ab
Herbicide + Disque émotteur avec étoile bineuse	3,6 a	5,4 a	104,3 ab	10,7 a	29,4 ab

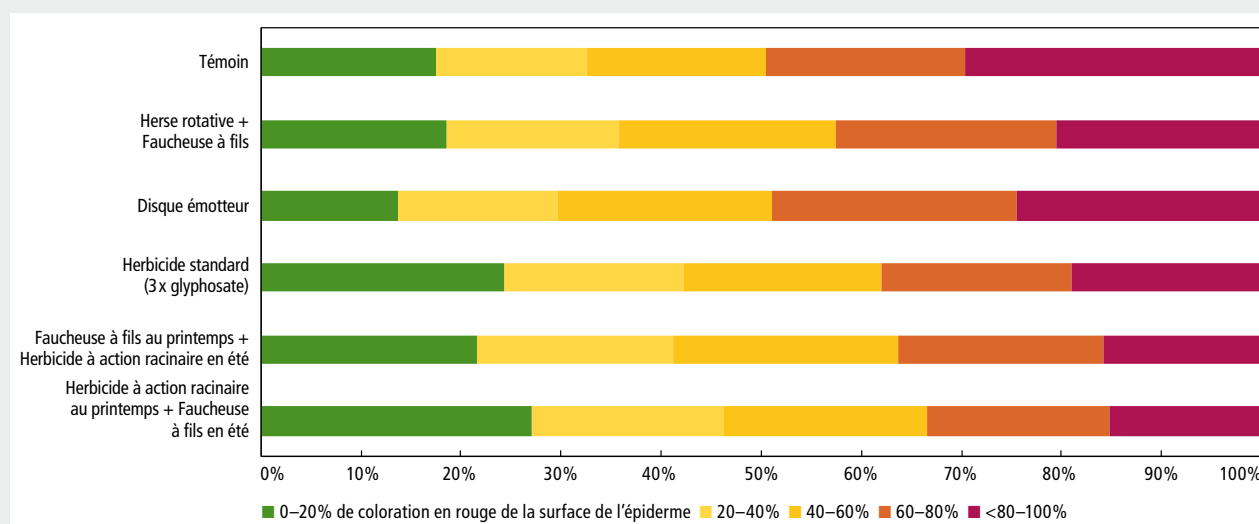


Figure 3 | Répartition de la coloration rouge de la variété Topaz sur le site du KOB (moyennes des années 2018 et 2019).

mesure ceci peut être attribué à la concurrence exercée par les mauvaises herbes ou à d'éventuelles différences en termes de charge en fruits. L'important est de savoir si les différences de teneurs en minéraux ont un effet sur la conservation des fruits. Conclusion: sur un site, des différences de teneurs en potassium et en calcium ont été constatées entre les différentes variétés.

Qualité des fruits à la récolte et propriétés de conservation

Lors de la récolte, la fermeté, la décomposition de l'amidon ainsi que la teneur en sucre et l'acidité des fruits ont été analysés. Aucune différence n'a été constatée entre les variantes sur aucun des sites. Par conséquent, la concurrence plus élevée pour l'eau (*Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 01/2021) et les nutriments (*Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*, 02/2021) dans les variantes enherbées en permanence «témoin» et «faucheuse à fils seule» n'a eu aucun effet sur la qualité interne du fruit par rapport aux autres variantes.

Afin d'étudier les effets possibles sur les propriétés de conservation, les pommes de la station d'essais de Schlachters ont été stockées dans un entrepôt frigorifique à 1°C pendant quatre ou cinq mois. Après le déstockage, les fruits ont de nouveau été analysés afin de déterminer leur qualité ainsi que les dommages parasitaires et physiologiques causés par le stockage. En ce qui concerne les fluctuations qualitatives après le stockage (dégradation de la fermeté, perte d'acidité, changement de la teneur en sucre), il n'y avait pas de différences entre les variantes de traitement. En ce qui concerne les dommages inhérents au stockage, les pommes provenant d'arbres de la parcelle témoin, c'est-à-dire sans régulation des adventices, étaient ceux qui, étonnamment, présentaient la plus grande proportion de fruits sains ainsi que la plus faible proportion de noircissement intérieur lié à l'âge. Conclusion: le mode de lutte contre les mauvaises herbes n'a eu aucune influence sur la qualité interne des fruits et la durée de conservation des pommes dans les essais.

Résumé des trois ans de projet

Le projet a montré que les différentes mesures de lutte contre les mauvaises herbes, par exemple en fonction de leur efficacité et de la concurrence associée, peuvent influencer les conditions du sol ainsi que la dynamique des nutriments. En termes de rendement et de qualité des fruits cependant, les stratégies de lutte contre les adventices ne différaient guère dans les essais. Sur ces points importants, aucune différence majeure entre les stratégies chimiques, méca-

niques ou combinées n'a été observée, ou seulement sur des sites isolés. Il faut garder à l'esprit que les résultats décrits sont le fruit de deux ou trois années d'essais au maximum. Il serait nécessaire de faire des essais supplémentaires sur plusieurs années, notamment pour étudier l'influence de la lutte contre les mauvaises herbes sur l'alternance, le rendement et la qualité des fruits, car les différences peuvent n'apparaître qu'après plusieurs années.

En outre, les essais montrent clairement que l'évaluation des différents procédés de lutte contre les adventices dépend des conditions du site (météo, état du sol, pression des mauvaises herbes, etc.) ainsi que de l'âge de la plantation. En particulier dans les jeunes plantations, une lutte «trop laxiste» contre les adventices peut rapidement avoir des effets négatifs sur la croissance des arbres et donc sur leurs futurs rendements, notamment en raison du volume encore faible des racines des jeunes arbres.

Les essais réalisés en Allemagne et en Suisse ont confirmé que la lutte contre les mauvaises herbes est une mesure culturale indispensable. Même si les parcelles non traitées ne différaient pas des parcelles testées sur les différents sites, des pertes de rendement et, surtout, une augmentation de la présence de campagnols ont été observées dans d'autres essais lorsque les rangées d'arbres n'étaient pas entretenues.

Le prochain numéro de la *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* comprendra un dernier article qui traitera des aspects économiques de la lutte contre les mauvaises herbes. ■

En raison des réactions aux deux premiers articles, nous avons renommé deux machines: émotteuse --> herse rotative éclaircisseuse à fils de nylon rotatifs --> faucheuse à fils

Les auteurs

Johannes WERTH¹ et Thomas KUSTER²

¹ Université Weihenstephan-Triesdorf (HSWT), Freising, Allemagne
e-mail: johannes.werth@hswt.de

² Agroscope, Wädenswil, Suisse, e-mail: thomas.kuster@agroscope.admin.ch

En collaboration avec

Dominikus KITTEMANN et Michael BECK, Haute Ecole Weihenstephan-Triesdorf HSWT, Allemagne

Esther BRAVIN, Agroscope, Suisse

Sascha BUCHLEITHER, Michael ZOTH, Christian SCHEER ET Daniel NEUWALD, Centre de compétences arboricoles du lac de Constance, Bavendof KOB, Allemagne