

Eclaircissage mécanique, chimique et manuel sur pommier en Mur fruitier et Drilling

Philippe MONNEY, Agroscope, 1964 Conthey, Suisse

Renseignements: philippe.monney@agroscope.admin.ch



Les arbres fruitiers, et le pommier en particulier, peuvent se montrer extrêmement florifères, au point qu'une sélection appelée éclaircissage est souvent nécessaire pour éviter une surcharge en fruits. Cette action peut être réalisée sur les fleurs à l'aide d'engins mécaniques ou grâce à l'application de substances synthétiques ou naturelles. Cette régulation de la production est souvent complétée par une intervention manuelle lorsque les fruits ont un diamètre de 30–40 mm, car son efficacité au stade de la floraison se révèle souvent insuffisante.

Introduction

La taille et le contrôle de la charge en fruits sont deux opérations indispensables en verger commercial de pommier, mais elles sont coûteuses en main-d'œuvre. Parmi les pistes explorées pour réduire les coûts d'entretien, le développement de systèmes de verger adaptés à la mécanisation est privilégié.

La première version de Mur fruitier est basée sur une forme palmette, imaginée pour la cueillette robotisée. Malgré l'abandon du projet «Magali» (robot de cueillette), l'expérimentation de modes de conduite se poursuit avec une évolution en double axe (Masseron

2002) et, plus récemment, en axe étroit (Roche et Codarin 2018). Dans tous les cas, l'objectif est de former rapidement une haie étroite d'au moins 3,5 m de hauteur pour éviter une diminution du rendement par rapport à une conduite axiale classique. On obtient ainsi une structure adaptée à la taille et à l'éclaircissage mécanique avec la machine «à fil» (Darwin, Fruit-Tec, Markdorf, Allemagne). Ainsi, selon une enquête de Levêque (2016), l'économie de main-d'œuvre est globalement de l'ordre de 15%, en partie grâce à la réduction de la taille d'hiver manuelle. Il est difficile d'évaluer cette économie pour l'éclaircissage, dans la mesure où l'effet de l'éclaircissage mécanique doit le plus

souvent être renforcé par l'application de produits d'éclaircissage et, selon les cas, par un éclaircissage manuel complémentaire. Cependant, pour la régulation de la charge, l'intérêt de solutions alternatives aux hormones et autres substances de synthèse dépasse le cadre économique. Celles-ci sont en effet déjà largement diffusées dans le cadre de la production bio et, dans certaines régions, l'éclaircissage mécanique est utilisé par d'autres producteurs en combinaison avec un programme classique à base de substances hormonales. Avec l'éventuelle limitation, voire l'interdiction des produits de synthèse, la combinaison éclaircissage mécanique + produits d'origine naturelle pourrait rester la seule stratégie autorisée.

L'objectif de cet essai est de comparer trois stratégies d'éclaircissage avec ou sans complément manuel. Afin d'évaluer la performance du Mur fruitier en tant que système de conduite, toutes les variantes expérimentales ont également été appliquées au système de conduite Drilling, reconnu pour ses hauts rendements et la qualité de sa production (Monney *et al.* 1998).

Matériel et méthodes

Site expérimental

L'essai s'est déroulé de 2002 à 2009 sur le site Agroscope de Conthey, situé en Valais central, à une altitude de 480 m. Le sol est de texture limoneuse (A: 18%, U: 37%, S: 45%), avec un pH de 7,9 et une teneur en matière organique de 3%. La parcelle a une surface de 2500 m². Les blocs d'une longueur de 30 m sont séparés par un arbre de la variété Golden Gem et un arbre de la variété Everest, tous deux provenant de l'espèce *Malus floribunda* et couramment utilisés comme pollinisateurs.

Forme des arbres

Le Mur fruitier (MF) est conduit sur le modèle d'une haie étroite, de manière à favoriser l'efficacité d'interventions mécanisées, en particulier pour la taille et l'éclaircissage. Afin d'évaluer la performance de ce système, il a été comparé au Drilling (V) dont les deux plans de palissage ont été maintenus à 40–50 cm de largeur par la taille. Bien que peu représentatif dans la pratique, le Drilling présente ici l'avantage de pouvoir être réalisé à la même densité de plantation que le MF, tout en assurant, à densité de plantation équivalente, un niveau de rendement et de qualité supérieur à la majorité des systèmes (Blaser *et al.* 1998).

Plantation et formation

Les scions de la variété Gala, clone Royal, sont greffés à l'anglaise au début de mars sur porte-greffe EMLA,

Résumé

Trois procédés d'éclaircissage ont été comparés durant trois années consécutives sur la variété Gala, clone Royal: mécanique (M), mécanique renforcé par l'application de vinasse (MV) et produits (hormones, H) de synthèse. Pour les trois procédés, afin de mesurer l'importance de leur efficacité respective, une régulation supplémentaire de la charge par éclaircissage manuel a été appliquée à la fin de juin sur la moitié des arbres. Ces variantes expérimentales sont testées sur un système de conduite permettant de former un Mur fruitier (MF), une haie étroite facilement mécanisable, ainsi que sur une conduite en V (Drilling). Les résultats ont montré que les procédés d'éclaircissage mécanisés M, MV et H ne se distinguent pas significativement pour le rendement, la qualité et la régularité de production. En revanche, l'éclaircissage manuel contribue à une meilleure qualité commerciale des fruits et à une diminution de l'alternance de production. Le système V ne produit pas de rendements plus élevés, mais se révèle globalement plus performant en termes de qualité, avec un calibre plus élevé et une coloration supérieure des fruits, en grande partie grâce à une meilleure régularité de production.

puis élevés en serre dans des containers de 5 l. Afin d'éviter un développement trop important qui aurait pénalisé leur reprise, les scions sont plantés en verger à la fin du mois de juillet de la même année, lorsqu'ils atteignent une hauteur d'environ 1,7 m, à une distance de 4 m entre rangs et de 1,4 m sur le rang, soit une densité d'environ 1800 arbres/ha. On peut donc considérer l'année 2003 comme la première saison de végétation.

Les MF sont formés par pliage du scion à 40 cm de hauteur et incision sur un bourgeon latéral au niveau du coude ainsi formé, de manière à provoquer la sortie d'un rameau végétatif, qui constitue le second élément de charpente de l'arbre. De cette manière, on évite le rabattage qui ralentit le développement des jeunes arbres et retarde l'entrée en production. L'armature est constituée de deux tuteurs par arbre et de quatre fils tendus à 1,1 m de hauteur pour le premier, puis tous les 60 cm. On obtient ainsi deux structures primaires bien orientées verticalement à intervalle régulier. En 3^e et 4^e années, les branches

fruitières sont palissées horizontalement sur les fils, de manière à obtenir une forme aussi étroite que possible (fig. 1).

Pour le V, un rabattage à 40 cm est appliqué de manière à provoquer une réaction végétative pour la formation de la structure primaire. Trois rameaux de vigueur équivalente forment la future structure primaire, dont les éléments sont disposés sur une armature ouverte à 50 degrés (fig. 2). Comme pour le MF, la taille est manuelle jusqu'en 4^e année et se limite à une sélection minimale des branches fruitières orientées parallèlement et perpendiculairement à l'axe des rangs. Les branches poussant vers l'intérieur du V sont intégralement supprimées pour favoriser l'éclaircissement des fruits et, surtout, l'application efficace de la taille et de l'éclaircissage mécaniques dès la 5^e année (2007), comme pour le MF.

Pour les deux systèmes, la taille mécanique est appliquée dès la 5^e année, soit lorsque le rendement atteint environ 20 kg/arbre et que la végétation forme



Figure 1 | Illustration du Mur fruitier en 3^e année. Sur l'arbre situé à l'avant-plan, on distingue la zone de pliage du scion qui a permis de former le 2^e élément de charpente de l'arbre.



Figure 2 | Illustration du Drilling (V) en 3^e année. Grâce à une bonne reprise à la plantation, il a été possible d'obtenir trois éléments de charpente relativement équilibrés après rabattage du scion à 40 cm.

une haie d'environ 60 cm de largeur et 3,5 m de hauteur. L'opération est réalisée au début de juin, lorsque les pousses annuelles atteignent une longueur d'environ 12 feuilles, en accord avec les préconisations du CTIFL (Masseron *et al.* 2002).

Procédés et design expérimental

Entre la 5^e et la 7^e année, outre la taille mécanique appliquée de manière uniforme sur l'ensemble de l'essai, trois procédés de contrôle de la charge sont comparés (tab. 1):

- un traitement à base d'hormones (H) sur fleurs et/ou sur jeunes fruits, selon les conditions, en application au gun à 1200–1600 l/ha.
- un traitement mécanique utilisé seul (M) avec la machine Darwin (fig. 3 et 4), appliqué à une vitesse d'avancement de 9,2 km/h et à une vitesse de rotation de 300 tours/minute.
- un traitement mécanique comme ci-dessus, complété par l'application de vinasse (MV).

Pour chaque procédé, la moitié des arbres est soumise à un éclaircissage manuel complémentaire à la fin de juin. La disposition est en trois blocs, constitués chacun de six rangs, trois par mode de conduite, à l'intérieur desquels sont randomisés les trois procédés H, M, MV, ainsi que les sous-parcelles avec et sans complément manuel. La parcelle élémentaire est constituée de neuf arbres. Pour des raisons pratiques, il a fallu déroger au principe de randomisation au sens strict en regroupant les traitements mécaniques à l'intérieur d'un même bloc, de manière à pouvoir effectuer des passages mécanisés sur toute la longueur d'un même bloc, soit environ 30 m.

Variables mesurées et traitement statistique

Développement végétatif, rendement et qualité commerciale

La section des troncs (ST) de tous les arbres a été mesurée annuellement et le rendement par arbre obtenu après triage commercial à l'échelle de la parcelle élémentaire sur une machine de type GREEFA (JB Tricht, Pays-Bas) permettant de séparer les calibres par catégories de 5 mm et, considérant l'aptitude de Gala clone Royal à la coloration, en quatre classes: <10%, 10–30%, 30–50% >50% de recouvrement.

Dès la 5^e année, toutes les combinaisons de procédés ont été triées séparément et les résultats analysés en blocs randomisés en distinguant:

1. l'influence des procédés H, M et MV en fonction des facteurs conduite et année;
2. l'influence du complément d'éclaircissage manuel en fonction des facteurs conduite et année.

Régularité de production

La comparaison des méthodes de contrôle de la charge et de la qualité constituant un objectif prioritaire de l'essai, une évaluation de l'intensité de la floraison sur une échelle de 1 à 5 a été faite entre la 5^e et la 7^e année sur tous les arbres, selon l'appréciation suivante:

- 0: < 10 bouquets floraux par arbre;
- 1: < 50 bouquets floraux par arbre;
- 2: floraison moyenne, parfois mal répartie et globalement insuffisante pour assurer une charge normale;
- 3: floraison moyenne, bien répartie, suffisante pour assurer une charge en fruits satisfaisante;
- 4: floraison optimale, bien répartie, pas ou peu de bouquets floraux en latéral de bois d'un an;
- 5: floraison massive, présence de bouquets floraux en latéral et terminal de bois d'un an.

Pour cinq arbres par mode de conduite évalués avec la note 5, tous les bouquets floraux ont été comptés en 5^e année et l'opération a été répétée en 7^e année avec trois arbres par note de 2 à 5 pour les deux modes de conduite. Avec une note de 3, un nombre de bouquets floraux de 230 à 250 par arbre (tab. 2) et un nombre de fruits moyen par bouquet floral de 0,7 mesuré en 2007 et 2008 sur un échantillon de 100 * 50 bouquets floraux, on obtient environ 24kg/arbre. Les arbres correspondant à cette estimation sont considérés comme ne présentant pas d'alternance de production. Pour les arbres conduits en MF et à estimation égale pour les valeurs de 3 à 5, on note une densité de



Figure 3 | Passage de la Darwin dans le MF à une vitesse d'avancement de 9,2 km/h et à une vitesse de rotation de 300 t/min.



Figure 4 | Passage de la Darwin dans la forme V aux mêmes conditions que le MF.

Tableau 1 | Description des procédés d'éclaircissage, de leur stade et des modalités d'application.

Traitement	Année	Stade	Matière active/stade	Nom commercial	Dosage	Réglage
H (Hormone)	2007	5–8 mm	acide alpha-naphtylacétique	Rhodofix	2,5 kg/ha	300 t/min 9,2 km/h
		12 mm	acide alpha-naphtylacétique	Rhodofix	2,5 kg/ha	
	2008	12–14 mm	acide naphthylacétique	Dirager®S	1,0 l/ha	
			6-benzyladénine (BA)	Maxcel®	7,5 l/ha	
	2009	12–14 mm	acide naphthylacétique	Dirager®S	1,0 l/ha	
6-benzyladénine (BA)	Maxcel®	7,5 l/ha				
M (Mécanique)	2007	50% fleurs ouvertes (BBCH 65)				300 t/min 9,2 km/h
	2008	20–40% fleurs ouvertes (BBCH 62-64)				
	2009	20–40% fleurs ouvertes (BBCH 62-64)				
MV (Mécanique vinasse)	2007	Idem mécanique	Vinasse NK à BBCH 67 (Pleine floraison + 2–3 jours)			Idem mécanique
	2008					
	2009					



bouquets floraux plus importante qu'avec le V, ce qui pourrait avoir joué un rôle dans la sensibilité du système à l'alternance de production.

Tous les facteurs ont été analysés pour les trois années d'observation avec le logiciel Widas, selon un dispositif en blocs randomisés.

Résultats et discussion

Développement végétatif

Facteur éclaircissage

Entre la 5^e et la 7^e année, la mesure de ST ne révèle aucune différence significative dans la dynamique de développement végétatif entre les procédés H, M et MV. De même, l'application d'un complément d'éclaircissage manuel n'a aucune influence mesurable sur le développement végétatif des arbres.

Facteur forme

En raison du rabattage des scions à la plantation, le V se développe plus lentement que le MF jusqu'en 4^e année. Par la suite, on observe une croissance plus rapide jusqu'en 7^e année (fig. 5). Cela confirme les résultats obtenus sur d'autres expérimentations, où à densité de plantation comparable, le V se montre par-

ticulièrement productif en raison d'une surface foliaire plus élevée et mieux exposée que les autres systèmes testés (Potel *et al.* 2005). La surface foliaire mesurée en 9^e année dans ce même verger indique une différence de 20% en faveur du V, ce qui confirme son potentiel supérieur au MF lorsqu'il atteint la phase de rendement maximum.

Production et qualité commerciale

Facteur éclaircissage

Pour les procédés mécanisés, la production est significativement plus faible pour H par rapport à M et MV. Ce rendement plus faible s'accompagne logiquement d'une meilleure qualité commerciale (% < 65 mm, % > 1/3 coloration), mais le gain en termes de production de 1^{er} choix n'est pas très important et le rendement par arbre reste significativement inférieur à celui de M et de MV.

Evolution de la production selon la forme

Globalement, sur toute la durée d'observation du verger, la production évolue en fonction du développement végétatif, avec une performance du V qui égale celle du MF à partir de la 4^e année. L'alternance de production du MF est bien visible à partir de la 5^e année (fig. 6). L'alternance du V, bien qu'inexistante à l'échelle du verger, est toutefois présente si on l'analyse à l'échelle de l'arbre, car elle est masquée par un effet de compensation analysé au chapitre régularité de production.

Entre la 5^e et la 7^e année, pour les deux formes, la production en nombre de fruits par arbre est sensiblement la même (tab. 3). La production par arbre est très légèrement supérieure pour le V, en raison d'un calibre des fruits significativement plus élevé. La qualité commerciale est également meilleure, en raison

Tableau 2 | Nombre moyen de bouquets floraux par arbre correspondant à l'estimation visuelle (note de 2 à 5) sur un échantillon de cinq individus par combinaison.

Note	5 ^e année		7 ^e année	
	V	MF	V	MF
2			128	72
3			229	250
4			331	427
5	462	495	432	605

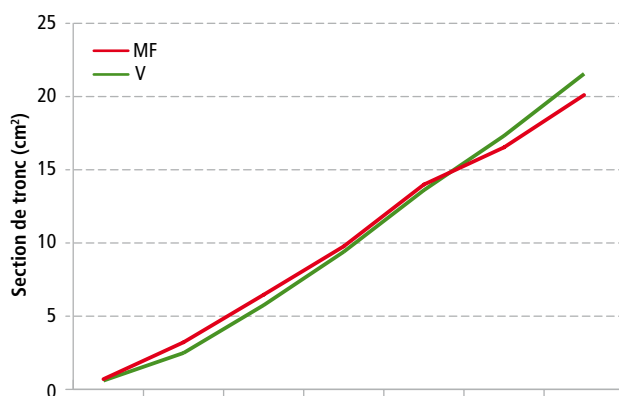


Figure 5 | Dynamique de croissance des deux formes MF et V depuis la plantation jusqu'en 7^e année.

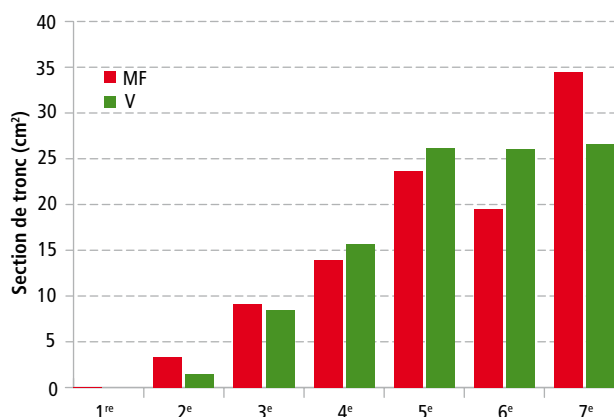


Figure 6 | Rendement en kg/arbre sur les sept années d'observation de l'essai.

d'un pourcentage de fruits < 65 mm plus bas et d'une meilleure coloration des fruits.

Alternance de production

Facteur éclaircissage

Procédés mécanisés

Une charge correcte se situe autour de 8–10 fruits/cm² en 5^e année et en moyenne à 8 et 6 fruits/cm² en 6^e et 7^e année respectivement. La figure 7 montre que la charge en fruits obtenue en 5^e année est globalement excessive et que les différents procédés n'ont pas permis de rétablir une régularité satisfaisante par la suite, surtout sur la forme MF. Le phénomène est en bonne partie masqué par la proportion élevée d'arbres alternant de manière non synchronisée. Au final, sur la moyenne des deux formes, les individus ne présentant pas une alternance de floraison susceptible d'affecter la production représentent respectivement 39%, 35% et 37% pour les procédés H, M et MV, soit des écarts non significatifs et une faible efficacité.

Au cours de ces dernières années, de nouveaux modèles de machines sont apparus sur le marché et les recommandations d'application ont été affinées. Certains producteurs utilisent l'éclaircissage mécanique en combinaison avec un programme similaire au procédé H décrit plus haut. Dans le cadre d'une production labellisée bio, l'institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL) recommande une ou deux applications d'Armicarb à 12–15 kg/ha selon les variétés et teste actuellement la bouillie sulfocalcique en complément de l'éclaircissage mécanique appliqué au stade BBCH 57 (Lebleu 2019). Globalement, on peut en conclure que le relatif manque d'efficacité des procédés M et MV s'explique par un passage de la Darwin

en début de floraison (BBCH 62-64, donc trop tardif) et l'utilisation de la vinasse, actuellement abandonnée faute d'une efficacité suffisante.

Eclaircissage manuel

L'éclaircissage manuel en complément d'une intervention chimique ou mécanique sur fleurs ou jeunes fruits est généralement considéré comme peu efficace pour régler le problème de l'alternance. Malgré un faible pourcentage d'arbres réguliers sur l'ensemble de l'essai, une régulation manuelle de la charge effectuée à la fin de juin a eu un effet significatif sur l'alternance, avec respectivement 44% et 30% d'arbres réguliers pour les arbres éclaircis et non éclaircis.

Facteur forme

La maîtrise de l'alternance de production est un gage de qualité, car elle assure une homogénéité des ré-

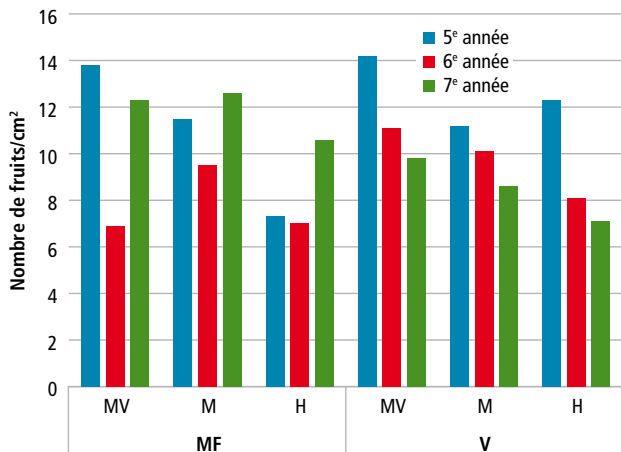


Figure 7 | Productivité en nombre de fruits/cm² de section de tronc pour les deux formes et les trois procédés mécanisés.

Tableau 3 | Production et qualité de la récolte en fonction de la forme de conduite, des différents procédés d'éclaircissage et de l'éclaircissage manuel entre la 5^e et la 7^e année. Les valeurs suivies de lettres différentes indiquent des différences significatives (Newman-Keuls, P>0,05)

Facteur	Procédés	Charge (nombre de fruits/ arbre)	Production totale (kg/arbre)	Qualité choix I (kg/arbre)	Calibre (g/fruit)	<65 mm		<1/3 coloration	
						(kg/arbre)	(%)	(kg/arbre)	(%)
Forme	MF	181 a	26,4 a	18,6 a	148 b	3,2 a	11	4,1 a	17
	V	175 a	26,8 a	20,5 a	154 a	2,0 b	7	3,6 a	13
Eclaircissage	H	146 b	21,9 b	16,4 b	152 a	1,9 b	10	1,9 b	14
	M	183 a	27,4 a	21,1 a	152 a	2,4 ab	8	2,3 b	12
	MV	206 a	30,2 a	21,1 a	149 a	3,4 a	10	5,3 a	18
Eclaircissage manuel	Avec	164 b	25,6 a	19,7 a	157 a	1,8 a	7	3,3 a	13
	Sans	191 a	27,6 a	19,3 a	145 b	3,4 b	11	4,4 a	17

coltes au niveau du calibre, de la coloration et de la maturité. Elle diminue ainsi le risque d'une mauvaise conservation en cas d'entreposage de longue durée et permet de limiter les frais de récolte supplémentaires dus à une maturité hétérogène à l'échelle du verger.

Dans la phase précédant la mise en œuvre des procédés d'éclaircissage, soit de la 2^e à la 4^e année, la technique de formation provoque une différence dans la rapidité de mise à fruits entre les deux formes. En 2^e année, la productivité du MF et du V est respectivement de 6 et 4 fruits/cm², soit une valeur proche de la surcharge pour le premier et relativement modérée pour la seconde (Monney et Evéquois 1998). Cela favorise un phénomène d'alternance plus marqué chez le MF que chez le V, qui se maintient jusqu'à la fin de l'essai. Les fluctuations sont bien visibles pour le premier (tab. 4), avec environ la moitié des arbres présentant une floraison excessive (note de 5) en 5^e et 7^e années et une floraison insuffisante (note < 3) en 6^e année. Malgré une conception du MF mieux adaptée au passage de la machine Darwin (fig. 3 et 4), les arbres que l'on peut qualifier de «non alternants» sur les trois années d'observation représentent 41% contre 32%, respectivement pour le MF et le V.

Conclusions

- Entre la 5^e et la 7^e année, le Mur fruitier (MF), constitué de deux axes portant des branches fruitières maintenues sur un plan de palissage, étroit démontre un potentiel de production comparable à celui du V (conçu en Drilling), qui est l'un des systèmes les plus performants à la densité de plantation de 1500 à 1800 arbres/ha.
- La formation sans rabattage du scion pour le MF induit une productivité élevée dans la phase d'entrée en production (2^e–3^e année), ce qui

Tableau 4 | Proportion des arbres présentant une charge en fleurs excessive (note 5) et une note d'intensité de floraison insuffisante (note < 3) au cours des trois années d'observation pour les deux formes MF et V.

Forme	% d'arbres avec note 5		
	5 ^e année	6 ^e année	7 ^e année
MF	45	17	53
V	19	38	45
% d'arbres avec note < 3			
MF	15	50	8
V	26	27	7

favorise l'alternance de production sur une bonne partie des arbres. Cette alternance a une incidence sur la qualité commerciale qui est significativement plus faible que chez le V.

- Sur les individus alternants, le MF atteint une densité de bouquets floraux supérieure à celle observée sur le V, ce qui peut contribuer à accentuer le phénomène d'alternance.
- Globalement, toutes formes confondues, les procédés d'éclaircissage mécanisés testés ici (M, MV, H) ne contribuent pas de manière significative à améliorer la régularité de production.
- Le complément d'éclaircissage manuel, très coûteux en main-d'œuvre, que l'on cherche à éviter dans le concept «tout mécanisable» du MF est le seul procédé qui montre un effet significatif sur l'alternance et la qualité commerciale des fruits.
- Actuellement, des essais sont en cours pour améliorer l'efficacité de l'éclaircissage mécanique avec, en complément, l'application d'autres substances que la vinasse jugée peu efficace. ■

Remerciements

L'auteur adresse ses remerciements à M. Noël Evéquois pour sa précieuse contribution dans le suivi de cet essai, ainsi que pour la mise à jour consciencieuse des bases de données.

Bibliographie

- Blaser C., Monney P., Evéquois N. & Amsler P., 1996. Analyse comparative des performances économiques de différents systèmes de verger. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 28 (2): 117–128, 1996.
- Lebleu F. Eclaircissage des fleurs. BIOActualites.ch. www.bioactualites.ch/cultures/arboriculture-bio/technique-culturelle/methodes-eclaircissage-fleurs.html [12.09.2019].
- Levêque O., 2016. Conduite du verger, moins de temps et d'intrants avec le Mur fruitier. L'arboriculture fruitière www.arboriculture-fruitiere.com/articles/technique-fruit/moins-de-temps-et-dintrants-avec-le-mur-fruitier [16.04.2020].
- Masseron A., 2002. Pommier, le Mur fruitier. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes. 114 p.
- Monney P. & Evéquois N., 1998. Conduite en différentes formes axiales de pommiers Golden Delicious sur porte-greffe M9. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 30 (2), 85–89.
- Monney P., Blaser C., Widmer A. & Krebs C., 1993. Les systèmes de verger (2^e partie). *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 25 (3), 168–184.
- Potel A., Monney P., Sinoquet H., Sonohat G. & Lauri P.E. Digitalisation tridimensionnelle des arbres pour l'analyse de systèmes de vergers pour le pommier. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture* 37 (6): 351–359, 2005.
- Roche L. & Codarin S. Conduite du pommier Axiom®, Mur fruitier. Les enjeux des formes étroites. *Infos CTIFL* 333, 41–49.

Summary ■ **Mechanical, chemical and manual thinning on apple trees trained to fruit wall and drilling orchard systems.**

Three thinning processes were compared for three consecutive years on the cultivar Gala, clone Royal: mechanical (M), mechanical reinforced by the application of vinasse (MV) and synthetic products (hormones, H). For the 3 processes, in order to measure the importance of their respective efficiency, an additional regulation of the load by manual thinning was applied at the end of June on half of the trees. These experimental procedures were tested on the apple cropping systems fruit wall, i.e. a narrow hedge that can be easily mechanized, and on a V-shaped training system (Drilling). The results showed that the different thinning processes M, MV and H did not differ significantly in yield, fruit quality and regularity of production. On the other hand, manual thinning contributes to a better commercial quality of the fruits and a decrease in production alternation. The V-system does not produce higher yields but was generally better in terms of quality with higher size and better coloring of the fruits, largely due to better production regularity.

Key-words: apple cropping system, fruit load control, fruit thinning, orchard mechanisation

Zusammenfassung ■ **Mechanische, chemische und manuelle Ausdünnung von als Fruchtwand und Drilling erzogenen Apfelbäumen.**

Drei Ausdünnungsverfahren von Apfelbäumen der Sorte Gala, Klon Royal, die als Fruchtwand und Drilling erzogen wurden, wurden in 3 aufeinanderfolgenden Jahren verglichen: mechanisch (M), mechanisch verstärkt durch die Anwendung von Vinasse (MV) und synthetische Produkte (Hormone, H). Bei den 3 Verfahren wurde, um die Effizienz der jeweiligen Verfahren besser zu beurteilen, Ende Juni noch eine zusätzliche manuelle Ausdünnung an der Hälfte der Bäume durchgeführt. Diese Versuchsvarianten wurden an zwei Erziehungssystemen getestet: an der Fruchtwand, d.h. eine schmale, leicht mechanisierbare Hecke, sowie an einem V-förmigen System, dem Drilling. Die Ergebnisse zeigten, dass sich die Ausdünnungsverfahren M, MV und H hinsichtlich Ertrag, Fruchtqualität und Alternanz der Produktion nicht wesentlich unterscheiden. Hingegen führte das manuelle Ausdünnen zu einer besseren kommerziellen Qualität der Früchte und zu einer Verringerung der Alternanz. Das V-System (Drilling) führte nicht zu höheren Erträgen, war aber im Allgemeinen qualitativ besser, mit grösseren Früchten und besserer Färbung der Früchte, was weitgehend auf eine höhere Regelmäßigkeit der Produktion zurückzuführen ist.

Riassunto ■ **Diradamento meccanico, chimico e manuale su melo condotto a parete fruttifera e Drilling.**

Per tre anni consecutivi si sono confrontati tre metodi di diradamento sulla varietà Gala, clone Royal: meccanico (M), meccanico rinforzato dall'applicazione di borlanda di barbabetola (MV) e prodotti di sintesi (ormoni, H). Allo scopo di misurare l'importanza della loro rispettiva efficacia, a fine giugno è stata applicata una regolazione aggiuntiva del carico mediante diradamento manuale su metà degli alberi. Queste varianti sperimentali sono testate su un sistema di potatura che permette di formare una parete fruttifera (PF), una siepe stretta, facilmente meccanizzabile, nonché su un sistema di allevamento a V (Drilling). I risultati hanno mostrato che i procedimenti di diradamento meccanizzati M, MV e H non differiscono significativamente per la resa, la qualità e la regolarità della produzione. D'altro canto, il diradamento manuale contribuisce a una migliore qualità commerciale dei frutti e a una riduzione dell'alternanza della produzione. Il sistema a V non produce rese più elevate, ma si rivela, globalmente, più performante in termini di qualità con un calibro più elevato e una colorazione superiore dei frutti, in gran parte grazie a una migliore regolarità della produzione.