



UNE INNOVATION POUR L'ÉCLAIRCISSEMENT L'OUTIL ECLAIRVALE®

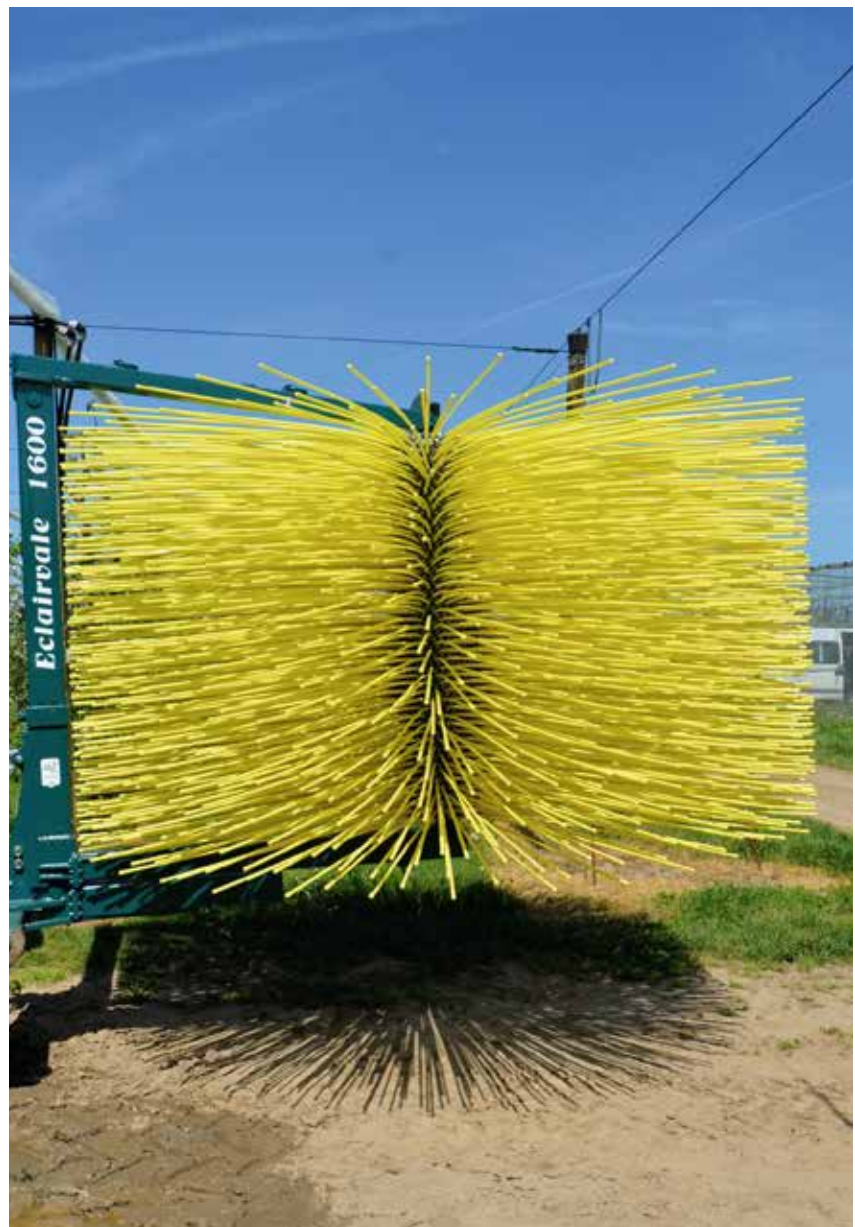
RÉSUMÉ

Depuis 2015, le CTIFL expérimente un nouvel outil dénommé Eclairvale® développé par la société La Canne Vale. Cet appareil permet le retrait de fruits d'une haie fruitière de faible épaisseur à partir d'un outil porteur de plusieurs barres semi-rigides. L'outil Eclairvale® permet de réguler la charge fruitière du pommier par le retrait rapide et mécanique des jeunes fruits. Cette étude présente l'efficacité d'Eclairvale® et une très bonne complémentarité des outils mécaniques Darwin et Eclairvale®. L'outil Eclairvale® semble déjà bien adapté pour la filière pomme industrielle et la production en agriculture biologique pour certaines variétés. Les meurtrissures sur fruits visibles à la récolte sont faibles et de nouvelles adaptations contribueront à les réduire.

AN INNOVATION FOR THINNIN : THE ECLAIRVALE® MACHINE

Since 2015, the CTIFL has been testing a new device called Eclairvale® from the manufacturer La Canne Vale. This device, that thins the fruit in a fruiting wall orchard with thin canopies, consists of a spindle with several flexible rods. The Eclairvale® machine regulates the crop load on apple trees by quickly removing young fruit mechanically. This study shows the efficacy of Eclairvale® and its excellent complementarity with Darwin, the mechanical thinner. The Eclairvale® machine seems to be well adapted to the apple processing sector and to certain varieties in organic production. The visible damage to the fruits at harvest is low and new adjustments will contribute to limiting this further.

Depuis trois années, l'outil Eclairvale® est expérimenté afin de réguler la charge fruitière du pommier. Cet appareil réalise un éclaircissage mécanique des jeunes fruits.



> ECLAIRVALE® 1 600 VERSION HYDRAULIQUE (HAUTEUR DE TRAVAIL MAXIMALE 3,80 M)

TECHNIQUES D'ÉCLAIRCISSEMENT

L'éclaircissement de fleurs et de jeunes fruits est une étape annuelle indispensable afin de réguler le nombre de fruits par arbre de nombreuses espèces fruitières, d'améliorer la qualité des fruits et d'éviter le phénomène d'alternance de production.

Depuis plusieurs décennies, l'éclaircissement des jeunes fruits est réalisé principalement à l'aide de divers produits éclaircissants suivi d'un éclaircissement manuel. L'efficacité des produits éclaircissants est très variable selon les variétés, les stades d'application et les conditions météorologiques. Cette technique est globalement bien maîtrisée chez la plupart des arboriculteurs, mais nécessite l'utilisation de diverses molécules. L'éclaircissement manuel est généralement complémentaire à l'éclaircissement chimique. Ce travail d'éclaircissement manuel est très bénéfique sur la qualité des fruits, mais très fastidieux et beaucoup trop onéreux pour généraliser cette technique à la plupart des variétés commerciales.

Face aux attentes sociétales de réduction des pesticides en agriculture, développer de nouveaux produits et marchés dans le cadre d'une agriculture biologique plus respectueuse de l'environnement, des travaux sur l'éclaircissement mécanique du pommier sont conduits au centre CTIFL de Lan-

xade depuis les années 2000. Après diverses études centrées sur l'éclaircissement mécanique préfloral, un nouvel outil dénommé Eclairvale® capable d'éclaircir des jeunes fruits est en cours d'expérimentation depuis trois années sur le centre.

L'ÉCLAIRCISSEMENT MÉCANIQUE

Les premiers travaux d'éclaircissement mécanique ont commencé en Allemagne dans les années 1990 conduits par Hermann Gessler arboriculteur à Friedrichshafen. Par la suite, plusieurs travaux ont permis le développement de plusieurs outils spécialisés dans l'éclaircissement pré floral du pommier. L'outil dénommé « Darwin » est le plus répandu et connu en Europe et dans plusieurs pays du monde (Bertschinger *et al.*, 1996). Ensuite de nouveaux appareils ont été développés : l'Effleureuse, un outil électroportatif pour les arbres fruitiers en volume (Jay, 2009) et un autre outil, « Unibonn » mis au point à l'université de Bonn (Damerow *et al.*, 2007).

Les outils Darwin, l'effleureuse, Unibonn présentent le même mode d'action à savoir la suppression totale ou partielle des inflorescences du pommier (Roche et Masseron, 2002 ; Roche *et al.*, 2010) du stade C au stade F1 (d'après Fleckinger, INRA). L'éclaircissement mé-

canique préfloral est réalisé à l'aide de fils souples, mis en mouvement grâce à un dispositif mécanique. Cette technique permet de réduire la floraison du pommier, 30 % à 50 % (Roche *et al.*, 2010). Cependant cette technique utilisée seule ne permet pas l'éclaircissement suffisant de toutes les variétés de pommier.

L'OUTIL ECLAIRVALE®

Cet appareil conçu initialement pour l'éclaircissement mécanique des fruits à noyau par la société française La Canne Vale et son concepteur M. Villanou, semble parfaitement adapté à l'éclaircissement mécanique d'autres espèces fruitières, dont le pommier.

Ce nouvel outil Eclairvale® est une véritable innovation dans le monde du machinisme arboricole. Eclairvale® est le premier outil mécanique post-floral capable de réguler de manière homogène la charge fruitière de plusieurs espèces et de plusieurs variétés.

L'outil Eclairvale® est constitué d'une structure et d'un rotor libre (sans motorisation) sur lequel plusieurs centaines de barres semi-rigides d'une longueur 1,37 m sont disposées. Au total, près de 2 808 barres recouvrent un rotor d'une hauteur de 2,5 m (Photo d'ouverture).

La conception de l'appareil a été volontairement simplifiée pour garantir la fiabilité, la robustesse et la maintenance de l'outil.

Les barres sont particulièrement au cœur de l'innovation, car celles-ci entrent dans la frondaison des arbres, détachent les fruits des arbres à l'aide d'un mouvement de friction transversale des barres contre les fruits, et sortent naturellement de la canopée (Photo 2).

La technologie des barres d'Eclairvale® (rigidité, diamètre, composition, etc.) permet l'efficacité et la qualité d'éclaircissement. Cette conception des barres est adaptée à chaque espèce et chaque usage.

OBJECTIFS DE L'OUTIL ET CRITÈRES D'EFFICACITÉ

Pour le pommier, les premiers objectifs d'Eclairvale® sont de répondre aux at-



> PHOTO 2 : ÉCLAIRCISSEMENT MÉCANIQUE DE JEUNES FRUITS À L'AIDE D'ECLAIRVALE®, VARIÉTÉ ARIANE (COV)



> PHOTO 3 : ARIANE (COV) APRÈS UN PASSAGE D'ECLAIRVALE® AU STADE 35 MM

tentes d'éclaircissage de la filière pomme industrielle de jus et de la production en agriculture biologique pour plusieurs variétés. Plusieurs facteurs clés déterminent l'efficacité d'Eclairvale®.

LA TECHNOLOGIE DES BARRES D'ÉCLAIRCISSEMENT

De nombreux travaux ont conduit aux résultats actuels (longueur, diamètre, rigidité, fixation, etc.) et d'autres études en cours apporteront des nouvelles améliorations. Les barres permettent le détachement des fruits de l'arbre. Une rigidité insuffisante des barres ne permet pas le détachement des fruits et la pénétration de celles-ci à travers la frondaison. À l'opposé, une rigidité trop forte entraîne la casse de nombreuses coursonnes et branches fruitières. Les barres actuelles présentent une rigidité optimum et chaque barre possède un revêtement protecteur afin d'éviter les meurtrissures des fruits.

LA CONDUITE DE L'ARBRE

Tenant compte de la conception de l'appareil et notamment la longueur des barres (137 cm), l'outil Eclairvale® est mieux adapté dans des haies fruitières de faibles épaisseurs type Axi-mum® (Roche et Codarin, 2011), Mur fruitier (Roche et Codarin, 2013) et des conduites avec des supports rigides. Dans les formes plus en volume, l'utilisation d'Eclairvale® est envisageable,

mais l'efficacité d'éclaircissage est moindre (à l'intérieur de la canopée et plus particulièrement sur les petites branches fruitières pendantes).

LES VARIÉTÉS

Chaque cultivar possède des caractéristiques agronomiques spécifiques. Des variétés présentant des pédoncules courts sont plus vulnérables à l'utilisation d'Eclairvale® que des variétés avec des pédoncules longs. De ce fait tenant compte des spécificités de chaque variété, le stade d'intervention d'Eclairvale® avec un détachement suffisant de fruits est différent selon les cultivars. La variété Ariane (COV) montre un stade de détachement des fruits important lorsque le diamètre des fruits atteint 35 mm. Pour le groupe Gala, un stade de 44 mm semble être adapté. Des interventions plus précoces sont envisageables, cependant elles seront beaucoup moins efficaces.

POSITIONNEMENT D'ECLAIRVALE®

CONTRE LA HAIE FRUITIÈRE

Plus le rotor (axe porteur des barres) est proche de la haie fruitière plus les barres pénètrent dans la frondaison et plus l'efficacité d'éclaircissage d'Eclairvale® est importante.

VITESSE D'AVANCEMENT D'ECLAIRVALE®

La vitesse de travail de l'outil conditionne également l'efficacité d'éclaircis-

sage. Plus la vitesse d'avancement est élevée et plus la sévérité d'éclaircissage est importante. Comme il y a une corrélation positive entre les meurtrissures et la vitesse d'avancement. Les travaux 2017 sur la variété Ariane (COV) ont révélé l'enjeu de travailler avec des vitesses lentes (< ou = à 3 km/h maximum) afin d'aboutir à une bonne maîtrise de la charge et un minimum de défaut.

PRINCIPALES CONTRAINTES D'ECLAIRVALE®

Suite à la floraison et la fécondation des ovules, le développement des jeunes fruits est très rapide. À partir de ces stades, la pomme est très vulnérable et très fragile. De ce fait, le principal enjeu de l'outil Eclairvale® est d'éclaircir précocement les jeunes fruits des arbres sans entraîner de meurtrissures préjudiciables à la commercialisation. De même, l'outil doit respecter au mieux l'arbre afin d'éviter la suppression importante de feuilles et de coursonnes. Autres points, comme la plupart des vergers de pommier sont cultivés avec des porte-greffe de type M9 (présentant un faible enracinement), l'outil Eclairvale® nécessite des vergers avec une structure de palissage solide en bonne état et des arbres solidement attachés au dernier fils.

ARIANE (COV) ET BUCKEY® SIMMONS (COV), RÉSULTATS D'ÉCLAIRCISSEMENT MÉCANIQUE

ARIANE (COV)

Sur la variété Ariane (COV) conduite en Mur fruitier Palmette (distances de plantation 3,5 m x 1 m) depuis 13 années, un test d'efficacité d'Eclairvale® a été réalisé au stade de 35 mm (+/- 3 mm). Ce stade de développement du fruit a été observé optimal pour Ariane (COV) lors des précédentes expérimentations.

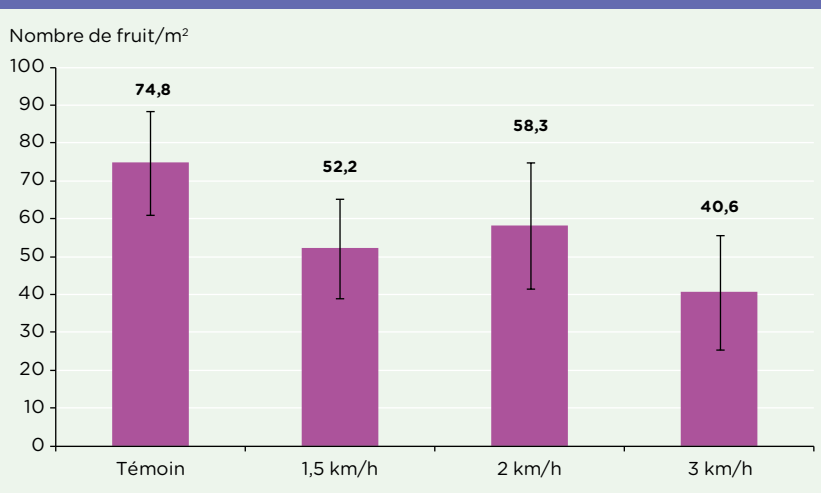
Les figures 1 et 2 présentent les premiers résultats d'efficacité d'éclaircissage avec des vitesses d'avancement lentes (1,5 km/h ; 2 km/h & 3 km/h). L'utilisation d'Eclairvale® diminue le nombre de fruits dans la haie fruitière (Photo 3). Plus la vitesse d'avancement est rapide et plus la sévérité d'éclaircissage est importante (Figure 1). De même, les



vitesse élevée concourent à accroître la qualité d'éclaircissage (nombre de fruits/corymbe, Figure 2).

Coté meurtrissures, quelques jours après l'intervention, les fruits d'Ariane^(cov) présente des meurtrissures totales (% < 1 cm² et % > 1 cm²) de 6,4 % à la vitesse 1,5 km/h, 10,9 % à la vitesse de 2 km/h et 15 % vitesse de 3 km/h. Plus, la vitesse d'avancement du tracteur est élevée et plus les meurtrissures sont importantes. Il semble important de souligner toutefois la présence de meurtrissures dans la modalité témoin sans l'utilisation d'Eclairvale® (6 %). Par ailleurs, de nombreuses meurtrissures souvent superficielles et perceptibles après l'intervention d'Eclairvale® ne sont plus visibles à la récolte des fruits.

FIGURE 1 : Ariane^(cov), nombre de fruits/m² et vitesse d'avancement d'Eclairvale®, (sans intervention chimique et manuelle) - centre CTIFL de Lanxade

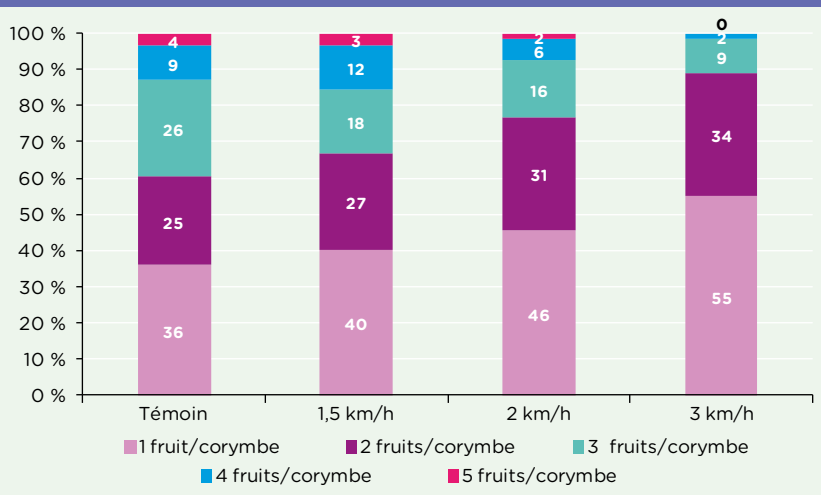


BUCKEYE® SIMMONS^(cov)

En 2017, le potentiel d'éclaircissage d'Eclairvale® a été évalué sur la variété Buckeye® Simmons^(cov). Cette variété greffée sur le porte-greffe Pajam® 2 Cepiland^(cov) est en 6^e année de production et conduite selon deux systèmes de conduite (L'Aximum® et le Mur fruitier). L'Aximum® est une forme fruitière étroite sans taille mécanique et le Mur fruitier une forme fruitière étroite, dont la majeure partie de la taille est réalisée mécaniquement.

Dans ce verger, les distances de plantation entre rangs et entre arbres sont de 3,5 m x 1 m pour les deux systèmes de conduite. Pour chaque conduite, plusieurs modalités sont observées dont certaines communes entre l'Aximum® et le Mur fruitier (Tableau 1).

FIGURE 2 : Ariane^(cov), qualité d'éclaircissage représenté par le nombre fruits par corymbe et la vitesse d'avancement d'Eclairvale®, (sans intervention chimique et manuelle) - centre CTIFL de Lanxade



TABEAU 1 : CARACTÉRISTIQUES DES MODALITÉS OBSERVÉES

Aximum®		Mur Fruitier	
T1	(ANA + BA) + BA + E. Manuel	T9	Darwin + (ANA + BA) + BA + Eclairvale® (V) (2 km/h)
T2	(ANA + BA) + BA (sans éclaircissage manuel à l'exception des apex afin d'éviter la casse des branches)	T3	Darwin + (ANA + BA) + BA + E. Manuel
T3	Darwin + (ANA + BA) + BA + E. Manuel	T4	Darwin + Eclairvale® (V) 44 mm (2 km/h)
T4	Darwin + Eclairvale® (v) 44 mm (2 km/h)	T6	Eclairvale® (J) 32 mm (6 km/h) + Eclairvale® (V) 44 mm (3 km/h) + E. Manuel
T5	Eclairvale® (J) 32 mm (5 km/h) + Eclairvale® (V) 44 mm (3 km/h) + E. Manuel	T8	Eclairvale® (J) 40 mm (3 km/h) + E. Manuel
T7	Eclairvale® (V) 44 mm (2 km/h) + E. Manuel		

Chimique : Traitement (ANA 150 g/hl + BA 375 ml/hl, le 21/04) + (BA 250 ml/hl, le 3/05)

E. manuel : Éclaircissage manuel réalisé le 27/06/2017

Darwin : vitesse d'avancement 6 km/h et vitesse de rotation 300 tr/min

Eclairvale® (J) = Eclairvale® barres jaunes, utilisation le 1/6 (stade 32 mm) et 14/6 (stade 40 mm). Barres légèrement plus rigides que les barres vertes (V).

Eclairvale® (v) = Eclairvale® barres vertes, utilisation le 21/6 (stade 44mm)



D'après les résultats (Figure 3), la production conduite Aximum® varie de 53,6 t/h à 68,8 t/ha et en Mur fruitier de 45,8 t/ha à 60,1 t/ha. Hormis une production plus faible T6 (45,8 t/ha) et importante T7 (68,8 t/ha), la charge de production a été correctement adaptée pour les autres modalités. Pour chaque conduite, aucune différence significative n'est enregistrée entre les modalités. L'utilisation d'une seule intervention de l'outil Eclairvale® (T7 et T8) semble insuffisante pour corriger correctement la charge des arbres. Par contre, les modalités T4 totalement mécaniques (Darwin-Eclairvale® sans éclaircissage complémentaire) montrent une très bonne complémentarité entre l'éclaircissage pré floral Darwin et postfloral Eclairvale® (pour les deux conduites Aximum® et Mur fruitier).

L'analyse du nombre moyen de fruits par arbre (Figure 4) présente de plus fortes variations entre les modalités. Avec des interventions chimiques sans éclaircissage manuel, la modalité T2 présente le nombre de fruits le plus important (233). À l'opposé, les modalités T3 (Darwin + chimique + E. manuel) dans les deux conduites enregistrent le nombre de fruits par arbre le plus faible (111 et 92). L'éclaircissage totalement mécanique (Darwin + Eclairvale® : modalités T4) présente un nombre de fruits comparable à la référence T1 (E. chimique + E. manuel).

Sur le plan qualitatif, concernant le poids des fruits (g), la figure 5 présente les meilleurs résultats dans les modalités T3 (Darwin - chimique - manuel) dans les deux systèmes de conduite. Dans la conduite Mur fruitier, la modalité T9 (Darwin-Chimique-Eclairvale) sans éclaircissage manuel enregistre de très bons résultats. L'efficacité d'Eclairvale® ne remplace pas totalement la part de l'éclaircissage manuel (T3), mais améliore considérablement le calibre des fruits et cela malgré une intervention tardive (stade 44 mm sur Buckeye® Simmons (cov)). L'utilisation d'Eclairvale® à des stades plus précoces est insuffisante pour cette variété. Enfin, des résultats très prometteurs sont enregistrés dans les modalités T4 (Darwin + Eclairvale®) totalement mécanique sans aucune intervention chimique et manuelle. Cette modalité

FIGURE 3 : Production 2017 Buckeye® Simmons (cov) - centre CTIFL de Lanxade

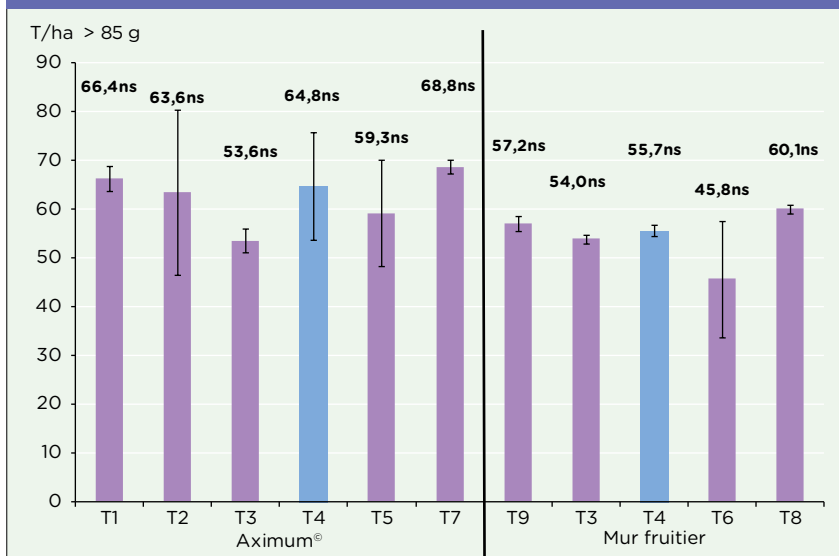


FIGURE 4 : Nombre de fruits par arbre 2017 Buckeye® Simmons (cov) - centre CTIFL de Lanxade

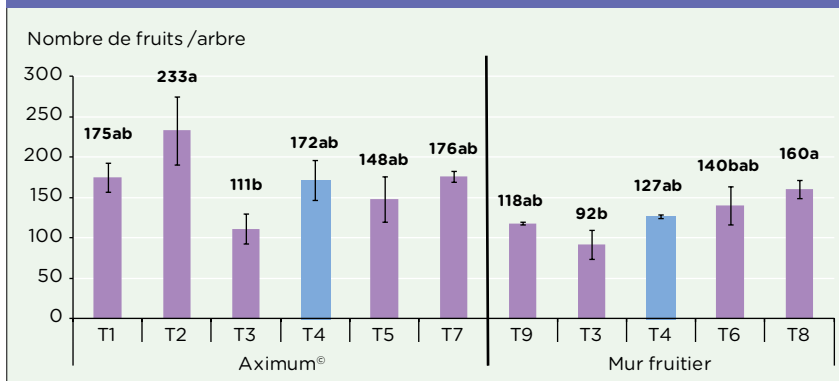


FIGURE 5 : Poids des fruits (g) 2017, Buckeye® Simmons (cov) - centre CTIFL de Lanxade

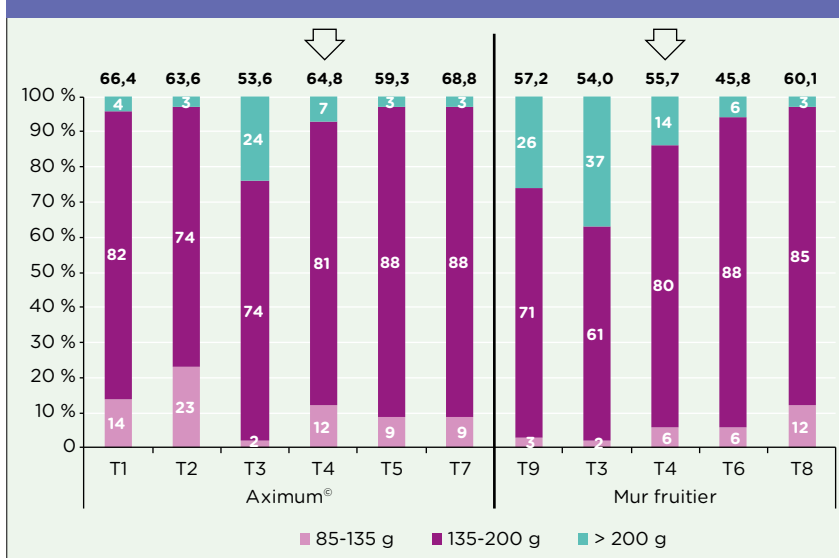
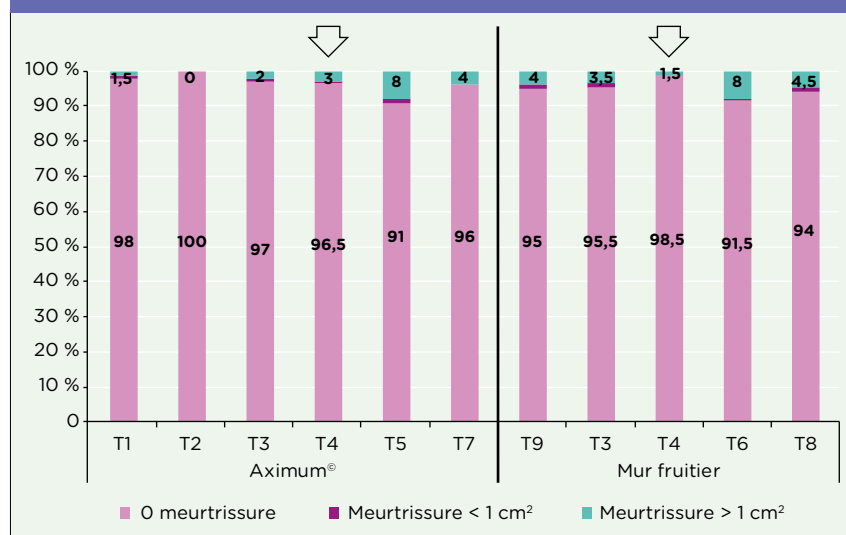




FIGURE 6 : Meurtrissure des fruits (%), Buckeye® Simmons (cov) - centre CTIFL de Lanxade



présente des fruits d'un poids supérieur aux modalités T1 (chimique-manuel), T2 (chimique), mais également aux modalités T7, T8 (1 intervention d'Eclairvale®) et T5, T6 (2 interventions d'Eclairvale®). Côté meurtrissure, des observations ont été réalisées à partir d'un échantillon de 200 fruits/modalité. Cet essai sur Buckeye® Simmons (cov) présente globalement un pourcentage de meurtrissures très faible catégorie < 1 cm² (0 à 1,5 %) et un pourcentage faible à plus important dans la catégorie > 1 cm² (2 à 8 %) (Figure 6).

Deux modalités T5, T6 présentent des meurtrissures plus importantes. Ces résultats sont liés à deux interventions d'Eclairvale® et l'utilisation d'une vitesse trop rapide (5 km/h : Aximum® et 6 km/h : Mur fruitier) lors de la première intervention.

Dans cet essai, les pourcentages des meurtrissures de la variété Buckeye® Simmons (cov) modalités T3 (Darwin-chimique-manuel) et T4 « totalement mécanique » (Darwin-Eclairvale®) sont parfaitement comparables dans les deux modes de conduite.

La conduite Mur fruitier présente un poids des fruits supérieur à la conduite Aximum® (modalités T2, T3, T4). Hypothèse : ces résultats sont en relation avec la conduite des arbres et le nombre de supports fruitiers rigides plus importants dans la conduite Mur fruitier.

Enfin, sans l'utilisation d'Eclairvale®, des meurtrissures sont enregistrées dans les modalités T1 et T3. Ces meur-

trissures sont issues de la chute naturelle de fruits sur les autres fruits et de chocs contre les branches fruitières.

UN OUTIL EFFICIENT

Eclairvale® est un nouveau procédé d'éclaircissage des jeunes fruits différent des outils existants (vibreurs et secoueurs). Cet appareil permet de détacher correctement les fruits de l'arbre sans entraîner des dommages importants préjudiciables au développement des arbres (sous réserve d'utiliser correctement l'outil). Par sa conception, Eclairvale® est un outil simple, efficace, robuste et peu énergivore. Cet outil peut rapidement accroître la compétitivité des entreprises et contribuer au développement d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement.

Après trois années d'expérimentation, cet outil semble parfaitement bien adapté à l'éclaircissage postfloral de plusieurs variétés de pommier dans le cadre de vergers industriels dédiés à la transformation (jus, sirop, compote) et à la production de plusieurs variétés de pommes de table en agriculture biologique, sous réserve d'accepter actuellement un pourcentage de fruits avec des meurtrissures (version actuelle).

La qualité d'éclaircissage mécanique dépendra de divers facteurs (qualité des barres, choix variétal, positionnement d'Eclairvale® dans la haie fruitière, conduite du verger et l'utilisation de

vitesse d'avancement lentes).

Comme la plupart des techniques d'éclaircissage, l'outil Eclairvale® devra être associé à d'autres techniques afin d'accroître les performances agronomiques (calibre et maîtrise de la charge des arbres). Cette étude sur le pommier révèle la bonne complémentarité entre les outils Darwin et Eclairvale® afin de proposer une solution totalement mécanique (sans éclaircissant chimique et sans intervention manuelle). À partir des connaissances acquises sur l'outil Eclairvale® et les évolutions futures, diverses améliorations sont envisageables et plus particulièrement la qualité des barres (nouvelle conception sans embout rigide), responsable de la plupart des meurtrissures. De ce fait, Eclairvale® (version 2018) projette de nouveaux défis afin d'accroître la qualité d'éclaircissage. D'autres travaux complémentaires poursuivront l'adaptation des vergers (épaisseur de la haie, qualité du palissage) et le choix variétal, le mieux adapté à cette technique. ■

BIBLIOGRAPHIE

Bertschinger, L., Stadler, W., Stadler, P., Weibel, F., & Schumacher, R. (1996, November). *New methods of environmentally safe regulation of flower and fruit set and of alternate bearing of the apple crop*. In II Workshop on Pome Fruit 466, p. 65-70.

Damerow, L., Kunz, A., & Blanke, M. (2007). *Regulation of fruit set by mechanical flower thinning*. *Erwerbs-Obstbau*, 49(1), p. 1-9.

Jay, M., Lichou, J., Millan, M., Mathieu, V., Gout, C., Blatché, J.-P. (2009). *L'effleureuse Electro'flor - Outil d'assistance à l'éclaircissage des arbres fruitiers*. *Infos-Ctifl*, n° 248 janvier-février, p. 26-31.

Roche, L., Masseron, A. (2002). *Éclaircissage mécanique des boutons floraux - Darwin et le mur fruitier*. *Infos-Ctifl*, n° 185 octobre, p. 29-33.

Roche, L., Codarin, S., Mathieu, V., Saffray, C. (2010). *L'éclaircissage mécanique pour réduire l'utilisation de substances chimiques*. *Infos-Ctifl*, n° 261 mai, p. 45-49.

Roche, L., Codarin, S. (2011). *Pour accroître les performances des vergers de pommiers, la conduite Aximum® expérimentée*. *Infos-Ctifl* n° 275 octobre, p. 17-20.

Roche, L., Codarin, S., Mathieu, V. (2013). *Le Mur fruitier. « Le point sur... »* n° 36, pp. 8.