



2017

## Eclairvale, premier outil d'éclaircissage mécanique post floral du pommier



***Meurtrissures ?***

Voir figure 2 / page 6

Laurent ROCHE

Ctifl, Centre de Lanxade

14/09/2017

---

# 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, 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 de l'utilisation des pesticides en agriculture, développer de nouveaux produits & marchés dans le cadre d'une agriculture biologique plus respectueuse de l'environnement, des travaux sur l'éclaircissement mécanique du pommier sont conduits au Ctifl, centre de Lanxade, 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 3 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, Unibon présentent le même mode d'action à savoir la suppression totale ou partielle des inflorescences du pommier (Roche and Masseron, 2002 ; Roche et al., 2010) du stade C au stade F1 (d'après Fleckinger, INRA). L'éclaircissement 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 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 2808 barres recouvrent un rotor d'une hauteur de 2,5 m, (Photo 1).

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 usage et chaque espèce.



Photo 1: Eclairvale, présentation des barres et du rotor



Photo 2 : Eclaircissage du pommier à l'aide d'Eclairvale

---

## POMME, OBJECTIFS DE L'OUTIL ECLAIRVALE

---

Pour le pommier, les premiers objectifs d'Eclairvale sont de répondre aux attentes d'éclaircissage de la filière pomme industrielle de jus et de la production en agriculture biologique pour plusieurs variétés.

### FACTEURS CLES, DETERMINANT LA QUALITE & L'EFFICACITE D'ECLAIRCISSEGE D'ECLAIRVALE

---

La qualité et l'efficacité d'éclaircissage de l'outil Eclairvale sont étroitement liées à plusieurs facteurs :

- **La technologie des barres d'éclaircissage.** 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 Aximum ©, Mur fruitier et des conduites avec des supports rigides.

Dans les formes plus en volume, l'utilisation d'Eclairvale est envisageable, mais l'efficacité 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 montre un stade de détachement des fruits important lorsque le diamètre des fruits atteint 35 mm.
- Le groupe Gala à partir de 44 mm. 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 des arbres 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'éclaircissage. Plus la vitesse d'avancement est grande et plus la sévérité d'éclaircissage est grande. Toutefois comme il y a une corrélation positive entre les meurtrissures et la vitesse d'avancement. Les travaux 2017 sur la variété Ariane<sub>COV</sub> 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 entrainer 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.

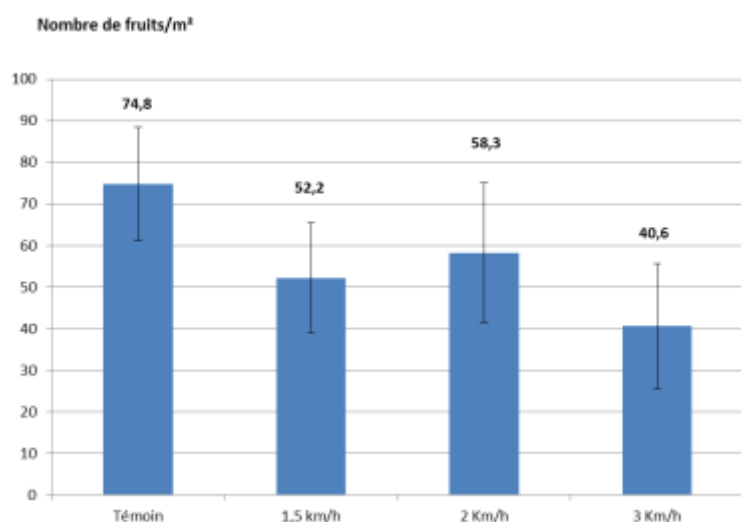
Autres points, comme la plupart des vergers de pommier sont cultivés avec des porte-greffe de type M9 (présentant un faible enracinement), l'outil Eclairvale nécessite des vergers avec une structure de palissage solide en bonne état et des arbres solidement attachés au dernier fils.

➤ **Ariane<sub>COV</sub>**

Sur la variété Ariane<sub>COV</sub> 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<sub>COV</sub> lors des précédentes expérimentations.

La figure 1 présente 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. Plus la vitesse d'avancement est rapide et plus la sévérité d'éclaircissage est importante.

**Figure 1 : Nombre de fruits/ m<sup>2</sup> (après le passage d'Eclairvale), sans intervention chimique & manuel**

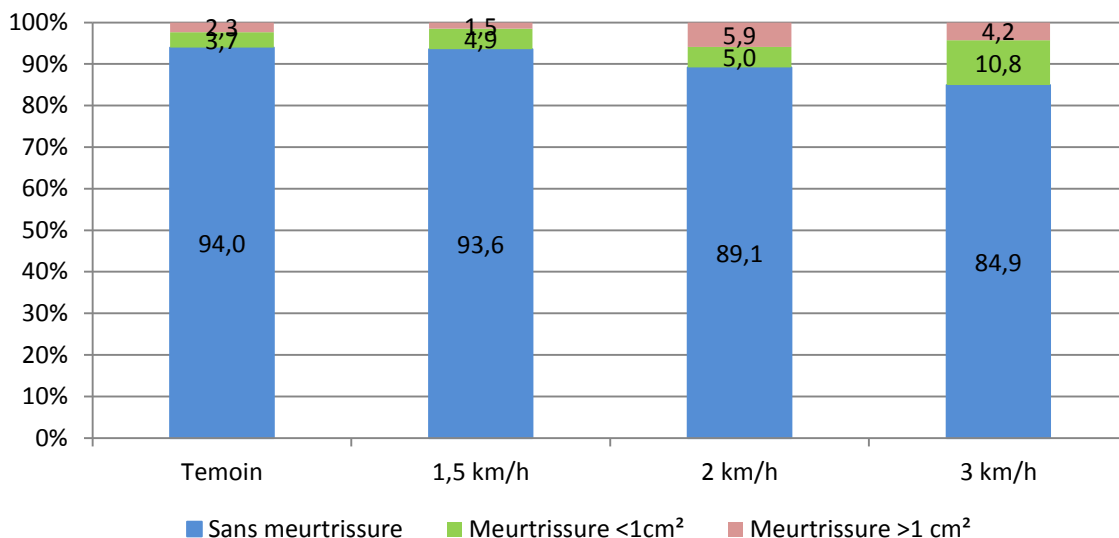


Photos 3 et 4 Ariane<sub>COV</sub> après 1 passage d'éclairvale au stade 35 mm

L'observation des meurtrissures totales des fruits d'Ariane<sub>cov</sub> quelques jours avant la récolte des fruits présente des meurtrissures totales (% < 1 cm<sup>2</sup> & % > 1 cm<sup>2</sup>) 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. Ainsi, plus la vitesse d'avancement du tracteur est élevée et plus le pourcentage de meurtrissures est important dans cet essai.

D'autre part, il semble important de souligner que le nombre de meurtrissures dans la modalité témoin sans l'utilisation d'Eclairvale est proche de 6 %.

**Figure 2 : Pourcentages de meurtrissures sur fruits**



### ➤ Buckeye® Simmons<sub>cov</sub>

En 2017, le potentiel d'éclaircissage d'Eclairvale a été évalué sur la variété Buckeye® Simmons<sub>cov</sub>, appartenant au groupe de Gala. Cette variété greffée sur le porte-greffe Pajam® 2 Cepiland<sub>cov</sub> est en 6e année de production et conduite selon 2 systèmes de conduite (L'Aximum © & 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 1m pour les deux systèmes de conduite. Pour chaque conduite, plusieurs modalités sont observées dont certaines communes entre l'Aximum © et le Mur fruitier (Figure 3).

**Figure 3 : Caractéristiques des modalités observées**

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

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

Manuel = Éclaircissage Manuel réalisé le 27/06/2017

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

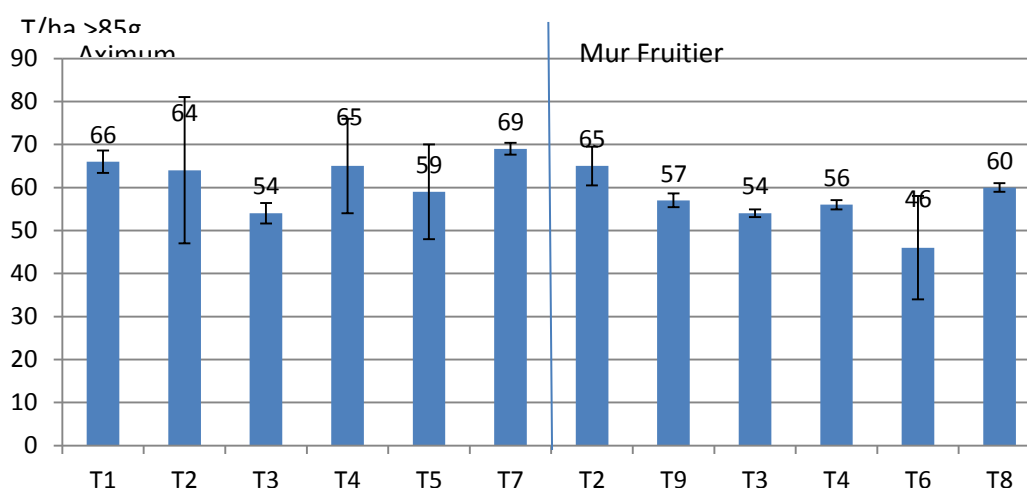
Eclairvale (J) = Eclairvale Jaune, utilisation le 1/6 (stade 32 mm) & 14/6 (stade 40 mm) Barre légèrement plus rigide que la barre (V).

Eclairvale (v) = Eclairvale vert, utilisation le 21/6 (stade 44mm)

D'après les résultats (figure 4), la production conduite Aximum © varie de 54 t/h à 69 t/ha et en Mur fruitier de 46t/ha à 65 t/ha. Hormis les faibles résultats modalité T6 (46t/ha) et important T7 ( 69 t/ha), la charge de production a été correctement adaptée pour les autres modalités.

Les productions (t/ha) des modalités T2 (chimique) et T3 (Darwin-Chimique-Manuel) sont semblables entre les deux conduites. 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 post floral Eclairvale (pour les 2 conduites Aximum © & Mur fruitier).

**Figure 4 : Production Buckeye® Gala Simmons<sub>cov</sub>**



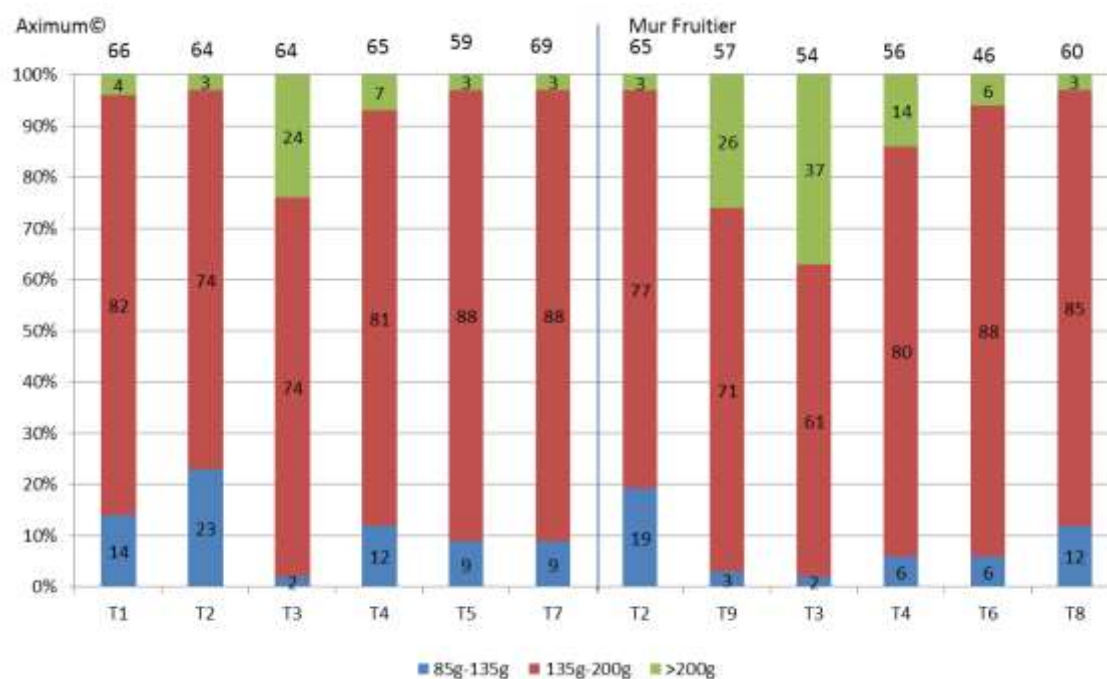


Sur le plan qualitatif : Poids des fruits (g), la figure 5 présente les meilleurs résultats dans les modalités T3 (Darwin - chimique - manuel) dans les 2 systèmes de conduite.

Dans la conduite Mur fruitier, la modalité T9 (Darwin-Chimique-Eclairvale) sans éclaircissage manuel enregistre de très bons résultats. Toutefois 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<sub>cov</sub>). L'utilisation d'Eclairvale à des stades plus précoces est insuffisante.

Enfin, des résultats très prometteurs sont enregistrés dans les modalités T4 (Darwin + Eclairvale) totalement mécanique sans aucune intervention chimique et manuelle. Cette modalité 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).

**Figure 5 Poids des fruits (g), Buckeye® Gala Simmons<sub>cov</sub>**



Côté meurtrissure, des observations ont été réalisées à partir d'un échantillon de 200 fruits/modalité. Cet essai sur Buckeye® Simmons<sub>cov</sub> présente globalement un pourcentage de meurtrissures très faible catégorie <1 cm<sup>2</sup> (0 à 1,5 %) et un pourcentage faible à plus important dans la catégorie >1 cm<sup>2</sup> (2 à 8 %).

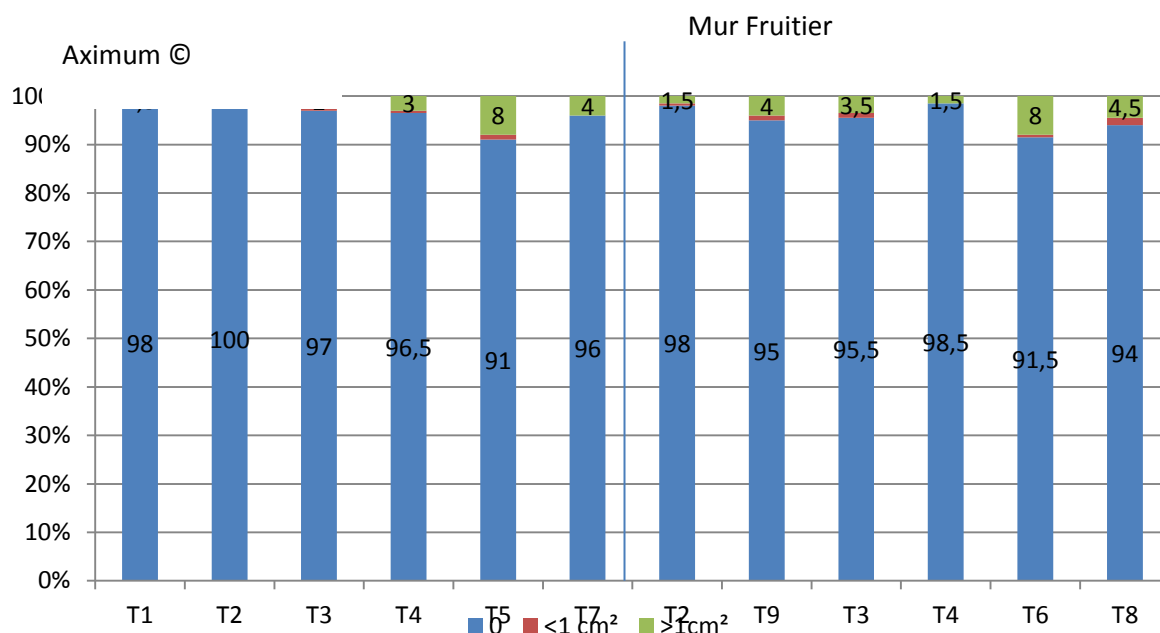
Deux modalités T5, T6 présentent des meurtrissures plus importantes. Ces résultats sont liés à 2 interventions d'Eclairvale et l'utilisation d'une vitesse trop rapide (5 km/h : Aximum® et 6 km/h : Mur fruitier) lors de la première intervention.

Dans cet essai, les pourcentages des meurtrissures de la variété Buckeye® Simmons<sub>cov</sub> modalités T3 (Darwin-chimique-manuel) et T4 « totalement mécanique » (Darwin-Eclairvale) sont parfaitement comparables dans les 2 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.

À noter : Sans l'utilisation d'Eclairvale, des pourcentages de meurtrissures sont enregistrés dans plusieurs modalités T1, T2 (Mur fruitier) et T3. Ces meurtrissures sont issues de la chute naturelle de fruits sur les autres fruits, de chocs contre les branches fruitières.

**Figure 6 : Meurtrissure des fruits (%), Buckeye® Gala Simmons<sub>cov</sub>**



## CONCLUSION & PERSPECTIVES :

---

Eclairvale est un nouveau procédé d'éclaircissage des jeunes fruits différent des outils existants (vibreurs & secoueur). 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 post floral 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 vitesses 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 & 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 (pp. 65-70).*

*Damerow, L., Kunz, A., & Blanke, M. (2007). Regulation of fruit set by mechanical flower thinning. Erwerbs-Obstbau, 49(1), 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, p. 26-31.*

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

*Roche L., Codarin S., Mathieu V., Saffray C, 2010. L'Eclaircissage mécanique pour réduire l'utilisation de substances chimiques Infos-Ctifl, n°261 p45-49.*