

## Prédiction de la charge des pommiers

Simon SCHWEIZER<sup>1</sup>, Lena NEUMANN<sup>3</sup>, Peter BRAUN<sup>3</sup>, Sonja KUTTIG<sup>2</sup>, Daniel BAUMGARTNER<sup>2</sup> et Albert WIDMER<sup>1</sup>  
 Agroscope, <sup>1</sup>Institut des sciences en production végétale IPV et <sup>2</sup>Institut des sciences en denrées alimentaires IDA, 8820 Wädenswil, Suisse

<sup>3</sup>Hochschule Geisenheim, Institut für Obstbau, 65366 Geisenheim, Allemagne

Renseignements: Simon Schweizer, e-mail: simon.schweizer@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 61 91, www.agroscope.ch



Figure 1 | Première mesure du diamètre du fruit de la variété Nicoter, le 14 mai 2013.

### Introduction

L'éclaircissage est l'un des procédés culturaux les plus importants en arboriculture. La rentabilité de la production de l'année en cours et de la suivante dépend principalement de la régulation optimale de la charge. Une surcharge implique un plus grand investissement en temps et en main-d'œuvre lors de l'éclaircissage manuel, les fruits ne sont pas de bonne qualité et les variétés sensibles à l'alternance ont une mauvaise floraison l'année suivante. En cas de charge trop faible, la production et la qualité sont amoindries: les fruits sont trop gros, des taches amères et un brunissement de sénescence peuvent apparaître et les fruits se conservent mal.

L'une des difficultés de l'éclaircissage est que l'évolution de la charge en fruits est difficile à évaluer au moment même de l'éclaircissage. La chute naturelle des fruits comme l'efficacité des mesures d'éclaircissage sont très variables et influencées par différents

facteurs qui ne peuvent être gérés que partiellement. De bonnes connaissances de la variété, du système de culture, de la parcelle et des différentes stratégies d'éclaircissage sont essentielles à une bonne évaluation de la charge. Toutefois, des incertitudes demeurent. C'est pourquoi les producteurs ont absolument besoin de pouvoir planifier au mieux l'évolution de la charge. Agroscope, en collaboration avec des membres du groupe de travail international pour la conduite des cultures de fruits à pépins (Lena Neumann, Hochschule Geisenheim; Michael Clever, OVA Jork; Gottfried Lafer, Versuchsstation Haidegg; Philipp Brunner, Versuchszentrum Laimburg), s'est penché sur trois techniques de prédiction de la charge: la mesure de la croissance du fruit de Duane W. Greene, la modélisation du bilan d'hydrates de carbone (MaluSim) d'Alan N. Lakso ainsi que la mesure non destructive de détermination des éléments par spectroscopie proche infrarouge (NIR).

### Méthode de Greene

Duane W. Greene, du Massachusetts, a observé la croissance des jeunes fruits après l'éclaircissage. Il a constaté que les fruits qui étaient destinés à chuter en juin avaient ralenti leur croissance quelques jours déjà après l'éclaircissage chimique. En se basant sur cette observation, il a développé une méthode permettant de prédire la charge qui restera en fonction des mesures de la croissance du fruit, à un stade où un éclaircissage peut encore être effectué efficacement, soit jusqu'à un calibre d'environ 12 mm (Greene *et al.* 2005). La méthode de Greene a été testée et développée sur plusieurs parcelles en Europe de 2007 à 2012, en collaboration avec le groupe de travail pour la conduite des cultures. En dépit des nombreuses adaptations apportées au modèle de calcul (Gölles *et al.* 2012), les résultats n'ont pas été probants. Ainsi, la méthode américaine ne peut être adaptée de façon satisfaisante aux conditions européennes. Une analyse plus détaillée devrait éclaircir la situation.

En 2013, des mesures détaillées de la croissance du fruit ont été effectuées à Wädenswil sur Nicoter (Kanzi®) et Golden Delicious (travail de bachelor V. Leschenne). En

l'espace de vingt-quatre jours, le calibre a été mesuré dix fois sur le même fruit, avec des calibres de 4 à 15 mm (fig. 1).

Les résultats ont montré que les fruits se développaient de façon hétérogène (fig. 2), ce qui confirmait en premier lieu l'observation de Greene. Mais, ensuite, des fruits qui s'étaient très bien développés jusqu'au stade souhaité (calibre = 12 mm) sont tout de même tombés. Lorsque la prévision a été établie, aucun lien entre la croissance de ces fruits et la probabilité de chute n'avait été perceptible. Une comparaison avec de précédents résultats a montré que, malgré un bon développement initial, la quantité de fruits tombés pouvait fortement varier. Cependant, aucun rapport avec un facteur d'influence connu n'a pu être déterminé. Ainsi, une adaptation adéquate de cette méthode de prévision n'était pas possible.

## Spectroscopie proche infrarouge (NIR)

Les fruits qui chuteront subissent des modifications physiologiques. Greene essaie de déceler ces modifications dès que possible en fonction de la croissance du fruit. En se basant sur le même principe, des essais ont été menés afin de déterminer si la chute physiologique peut être repérée le plus tôt possible en mesurant les composants du fruit par la méthode NIR.

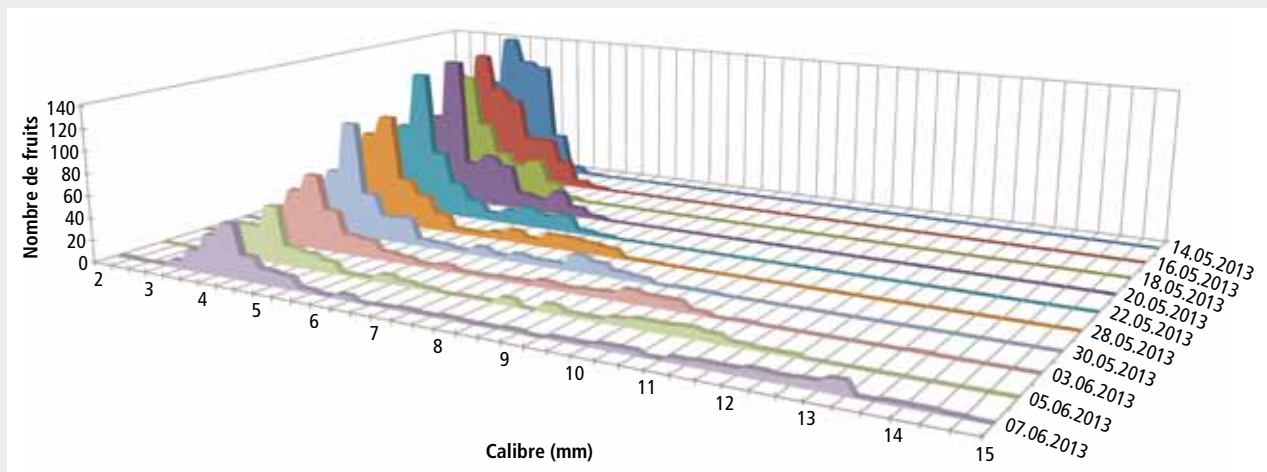
Cette technique se base sur des interactions spécifiques entre la lumière et les composants du fruit. L'appareil de mesure (fig. 3) émet un rayonnement sur le fruit et le spectre (NIR) est réfléchi. Chaque fruit a donc sa propre empreinte, qui est ensuite analysée (Baumgartner *et al.* 2007; Nicolai *et al.* 2007). L'avantage de cette méthode sur celle de Greene est que les mesures

peuvent être effectuées rapidement et sans grands investissements. Les bouquets de fruits ne doivent pas être marqués puisqu'une mesure par fruit est suffisante.

Après avoir calibré le procédé avec plus de 1000 fruits, des différences ont été perçues entre les fruits qui devaient chuter et ceux qui devaient poursuivre leur maturation. Pourtant, avec un taux de seulement 58 %, des prévisions de la charge n'étaient pas possibles. L'interprétation des résultats est rendue plus difficile par les facteurs externes – comme l'année de récolte, les conditions météorologiques, la situation ou la position du fruit sur l'arbre –, qui exercent une plus grande influence sur le spectre NIR que les modifications physiologiques conduisant à la chute. La différence entre les fruits destinés à chuter et ceux poursuivant leur maturation était plus marquée lorsque la chute effective du fruit était très proche. Les prévisions étaient



**Figure 3** | Utilisation de l'appareil NIR. Pour cette étude, les fruits ont été mesurés avec le spectromètre proche infrarouge Phazir (PZ1018, Polychromix). Cet appareil permet d'obtenir un spectre d'absorption de 930 à 1800 nm.



**Figure 2** | Mesures du calibre sur Nicoter (Kanzi®), après application de naphtylacétamide (NAD), en 2013. Echantillon n = 529 fruits (1<sup>re</sup> mesure). Dix mesures en vingt-quatre jours, toujours sur les mêmes fruits. Pleine floraison le 11 mai, application de NAD le 13 mai.

d'autant meilleures lorsque seuls les fruits destinés à chuter dans les deux semaines ou ceux à atteindre la maturité étaient pris en considération (75 %).

## MaluSim

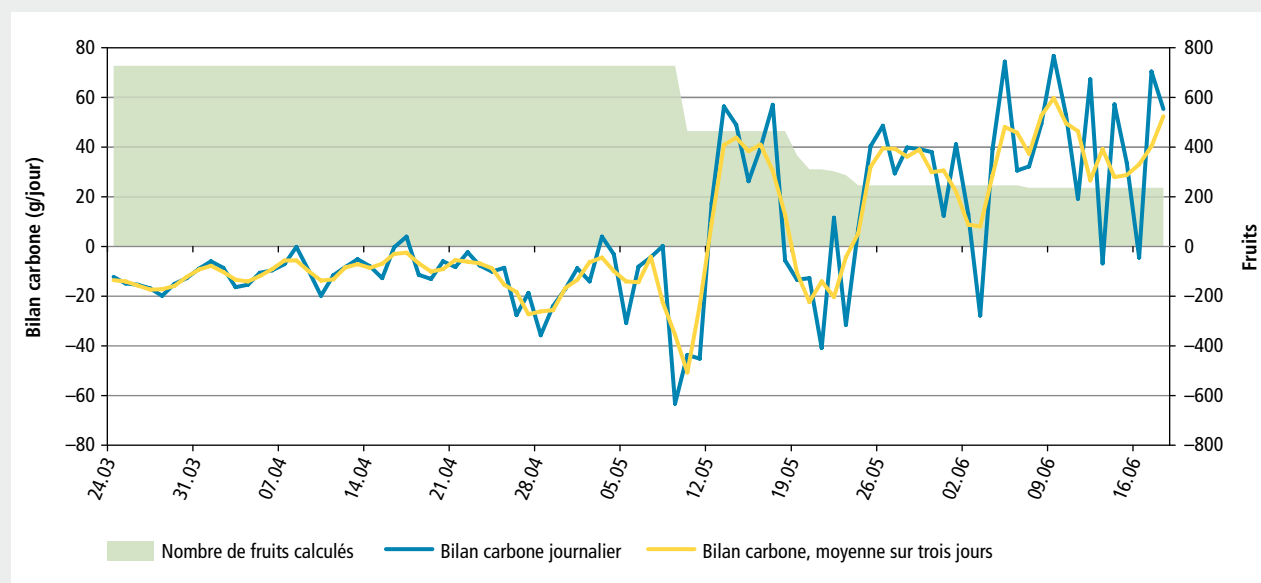
La chute physiologique et l'efficacité d'un éclaircissage chimique sont fortement influencées par la disponibilité en assimilats (bilan d'hydrates de carbone). Lorsque la production des assimilats (photosynthèse) ne permet pas de couvrir les besoins des fruits et des pousses, les fruits sont plus enclins à chuter. MaluSim permet de calculer le bilan d'hydrates de carbone au moyen des données météorologiques et du stade phénologique de l'arbre. Le modèle a été développé aux Etats-Unis par Lakso *et al.* (Lakso et Johnson 1990; Lakso *et al.* 2001) et adapté ces dernières années aux conditions européennes par l'Institut d'arboriculture de la Haute Ecole de Geisenheim. L'extension de ce bilan avait pour but la prédiction de la chute des fruits. La figure 4 présente l'évolution de la charge pour un arbre Gala standard à Zornheim (travail de Master T. Pfeifer 2012). Des essais complémentaires ont été menés sur des vergers à Wädenswil et Jork. Les résultats étaient assez bons, c'est-à-dire que les simulations correspondaient à la réalité. Toutefois, puisque la simulation dépend des données météorologiques, des prévisions plus précoces ne sont pas possibles.

MaluSim pourrait ainsi très bien servir à une prédiction de l'efficacité d'un éclaircissage chimique. Aux Etats-Unis, de telles estimations sont déjà pratiquées dans le domaine du conseil. De plus amples informa-

tions sont présentes dans la publication de Robinson et Lakso (2011) ainsi que sur la page internet de Cornell University (2014) et de Penn State (2014). La simulation a pu être adaptée de façon satisfaisante aux conditions européennes. Une prédiction de l'efficacité, et donc une aide à l'application de l'éclaircissage similaire à celle pratiquée aux Etats-Unis, pourrait probablement être appliquée aux vergers européens, après des recherches plus approfondies.

## Conclusions

- Une prédiction exacte et fiable de la charge après la chute de juin n'est, à ce stade de la recherche, pas possible. En tout cas, pas au moment souhaité, soit lorsque les fruits ont un diamètre d'environ 12 mm.
- Les trois méthodes de prédiction testées présentaient bien des différences entre les fruits destinés à chuter ou à arriver à maturité, mais aucune ne permettait d'obtenir des résultats fiables plus tôt qu'une à deux semaines avant la chute effective du fruit.
- Il semblerait que la chute physiologique puisse être sans cesse induite depuis la floraison jusqu'à la chute de juin, contrairement aux conclusions des publications précédentes (Handschar 1997; Greene *et al.* 2003; McCartney et Obermiller 2010), qui présentent la croissance du fruit et son calibre comme bases pour la prédiction de la chute. Les facteurs d'influence tels que la situation, le système de culture, la variété ou l'année de culture peuvent expliquer ces différences. ■



**Figure 4** | Simulation du bilan d'hydrates de carbone et de la chute des fruits avec MaluSim sur un arbre Gala standard à Zornheim en 2012 (727 fleurs/arbre, débournement le 24 mars, période de floraison 17 avril–3 mai, pleine floraison le 25 avril).

### Remerciements

Charles Amstein, Antoine et Christophe Betrisey, Luc Magnollay, Adrien Mettaz, Reynald Pasche, Peter Widmer et Thomas Zimmermann pour les mesures sur leurs parcelles, l'Union fruitière lémanique, le Strickhof et le canton du Valais sont vivement remerciés pour leur collaboration.

### Bibliographie

- Baumgartner D., Gabioud S., Gasser F. & Höhn E., 2007. Zerstörungsfreie Messung innerer Qualitätsmerkmale beim Apfel. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **143** (12), 10–13.
- Cornell University, 2014. Cornell Apple Carbohydrate Thinning Model. Accès: <http://nwa.cornell.edu/index.php?page=apple-thin> [26.05.2014].
- Gölles M., Widmer A. & Baumgartner D., 2012. Pomme: prédire la fructification pour paramétrer la régulation chimique de la charge. *Recherche Agronomique Suisse* **3** (10), 478–485.
- Greene D. W., Krupa J., Vezina M. & Lakso A. N., 2005. A Method to Predict Chemical Thinner Response on Apples. *FruitNotes* **70** (2), 12–17.
- Greene D. W., Lakso A. N. & Robinson T. L., 2003. Development and Testing of a model to Rapidly Predict Apple Thinner Response. University of Massachusetts.
- Handschak M., 1997. Fruchtfall beim Apfel. *Obstbau* **6**, 286–290.
- Lakso A. N. & Johnson R. S., 1990. A simplified dry matter production model for apple using automatic programming simulation software. *Acta Horticulturae* **276**, 141–148.
- Lakso A. N., White M. D. & Tustin D. S., 2001. Simulation modelling of the effects of short and long-term climatic variations on carbon balance of apple trees. *Acta Horticulturae* **557**, 473–480.
- McArtney S. J. & Obermiller J. D., 2010. Evaluation of a Model to Predict the Response of 'Gala' Apples to Chemical Thinners. XIth IS on Plant Bioregulators in Fruit Production. *Acta Horticulturae* **884**, 581–586.
- Nicolai B., Beullens K., Bobelyn E., Peirs A., Saeys W., Theron K. & Lammertyn J., 2007. Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A review. *Postharvest Biology and Technology* **46**, 99–118.
- Penn State, 2014. Cornell MaluSim Model. Accès: <http://extension.psu.edu/plants/tree-fruit/news/2012/a-new-tool-for-apple-cropland-management-cornell-malusim-model-for-determining-carbon-balance-in-apple-trees> [26.05.2014].
- Robinson T. L. & Lakso A. N., 2011. Predicting Chemical Thinner Response with a Carbohydrate Model. *Acta Horticulturae* **903**, 743–750.



## Flore des vignes

Ce petit livre de terrain présente les 33 plantes les plus fréquemment observées et leur impact (favorable, neutre ou indésirable) sur le vignoble. Le CD joint aborde la gestion écologique de cette flore.

Français, allemand ou italien, 72 pages, CHF 50.-

Tél. +41 79 659 48 31 | [antoinette.dumartheray@agroscope.ch](mailto:antoinette.dumartheray@agroscope.ch)



**AMTRA**  
ASSOCIATION POUR  
LA MISE EN VALEUR DES TRAVAUX  
DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
[www.revuevitiarbohorti.ch](http://www.revuevitiarbohorti.ch)