

# Outils d'aide à la décision pour la récolte des abricots Luizet à distiller

Danilo CHRISTEN<sup>1</sup>, Sébastien BESSE<sup>2</sup>, Loïc-Marco GUELAT<sup>3</sup>, Cyrielle COUTANT<sup>3</sup>, Julien DUCRUET<sup>3</sup>, Jacques ROSSIER<sup>2</sup> et Cédric CAMPS<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW

<sup>2</sup>Office d'arboriculture et de cultures maraîchères, Service de l'agriculture du Valais

<sup>3</sup>Ecole d'ingénieurs de Changins EIC

Renseignements: Danilo Christen, e-mail: danilo.christen@acw.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11, www.agroscope.ch



L'appareil portable DA-meter permet de mesurer par spectrométrie visible l'état de maturité des abricots au verger.

## Introduction

Afin d'obtenir une appellation d'origine contrôlée (AOC), une «eau-de-vie d'abricot du Valais» doit contenir au moins 90 % d'abricots de la variété Luizet. Le cahier des charges de l'AOC stipule que les abricots à distiller doivent être à *maturité optimale et de texture tendre et se liquéfier autour du noyau* (OFAG 2002). La qualité du matériel de base et sa maturité physiologique ont une influence directe sur la qualité finale des eaux-de-vie de poires ou d'abricots (Gössinger *et al.* 2003; Garcia-Llobodanin *et al.* 2008; Ducruet *et al.* 2010). Pourtant, cette notion de maturité idéale n'a jamais été objectivement définie pour les abricots. En effet, la date optimale de récolte des abricots repose uniquement sur l'expérience du chef de culture, qui se base sur la couleur et la fermeté des fruits pour déterminer leur maturité. Des paramètres physico-chimiques tels que couleur, fermeté, taux de sucre et d'acidité peuvent certes être déterminés en laboratoire (Lurol *et al.* 2007), mais ces mesures prennent du temps, nécessitent une lourde infrastructure, sont coûteuses et surtout destructives. Elles sont donc réalisées sur un petit échantillon pas toujours représentatif de l'état de maturité des fruits de l'ensemble de l'arbre. De plus, contrairement à ce qui existe pour les pommes (Gasser et Siegrist 2010), les valeurs indicatives de ces paramètres physico-chimiques n'ont pas été fixées pour définir la fenêtre optimale de récolte des abricots.

Ces dernières décennies, la spectroscopie visible (VIS) et proche infrarouge (NIR) a été développée pour mesurer la qualité des fruits et légumes de façon rapide et non destructive. De nombreuses études ont été menées pour prédire les paramètres de la qualité interne des pommes (Ventura *et al.* 1998; McGlone *et al.* 2002; Moons *et al.* 2000), mais très peu sur abricots. La technologie VIS/NIR semble pourtant prometteuse pour prédire les taux de sucre et la fermeté des abricots (Camps et Christen 2009a; Carlini *et al.* 2000; Costa

et al. 2004; Bureau et al. 2006). De nombreux appareils VIS/NIR de laboratoire existent depuis longtemps, mais ce n'est que récemment que des appareils portables ont vu le jour, offrant la possibilité de mener des études au verger et de suivre l'évolution des fruits sur les arbres (Camps et Christen 2009b). Ce type d'appareils légers a également permis de déterminer la date optimale de récolte des pommes (Zude et al. 2006; Peirs et al. 2000; Herold et al. 2005). Un indice de récolte a également été développé pour les pêches, basé sur la différence d'absorbance des pics de la chlorophylle (Ziosi et al. 2008).

Le but de cette étude est d'évaluer le potentiel de la spectroscopie visible et proche infrarouge pour suivre l'évolution et la maturité physiologique des abricots sur l'arbre, afin de développer un outil d'aide à la décision pour la récolte des Luizet à distiller.

## Matériel et méthodes

### Matériel végétal et prélèvement des fruits

Les abricots (variété Luizet) utilisés pour ce travail proviennent de deux sites en coteau sur la commune de Saxon (VS), d'altitude différente. La parcelle 1 est située à 660 m (Tovassière, plantation 2000) et la parcelle 2 à 820 m (La Courte, âge moyen des arbres 40 ans). Pour le suivi de la maturité sur l'arbre, des analyses destructives et non destructives ont été conduites entre le 20 juillet 2010 et le 4 août 2010 sur un prélèvement journalier de vingt fruits. En outre, des lots de Luizet provenant de ces deux parcelles ont été récoltés et répartis de façon tactile et visuelle en trois catégories de maturité: pré-mûr, optimal et sur-mûr.

### Mesures de la qualité des fruits

#### Mesures destructives des paramètres physico-chimiques

Les analyses physico-chimiques ont été réalisées sur vingt fruits prélevés aléatoirement. La fermeté et la couleur ont été relevées sur chaque fruit, en deux mesures effectuées sur la zone équatoriale. La couleur (composante «a\*») a été mesurée à l'aide d'un colorimètre (Minolta Chroma METER CR-400). La fermeté a été mesurée à l'aide d'un appareil Durofel muni d'une sonde métallique de 0,1 cm<sup>2</sup> (Durofel, COPA-Technologie SA Ctifl). Le jus filtré des vingt fruits a été utilisé pour sonder la teneur en sucre à l'aide d'un réfractomètre digital (ATAGO C.O. Ltd; Model PR-1) et mesurer l'acidité par titration de 5 ml (titrimètre Metrohm, 719S, Titrimètre). La fermeté est exprimée en indice Durofel (ID), la teneur en sucre en indice de réfraction (% Brix) et l'acidité totale en méq/100 ml de jus.

**Résumé** Cette étude avait pour but de suivre l'évolution de la maturité physiologique des abricots Luizet au verger par spectroscopie visible ou proche infrarouge. Le potentiel de ces mesures non destructives comme outil d'aide à la décision pour la récolte des Luizet à distiller a été évalué sur des fruits prélevés quotidiennement. Les paramètres physico-chimiques ont montré l'évolution attendue sur l'arbre, avec une augmentation de la teneur en sucre et de la couleur à composante rouge et une diminution de la fermeté et de l'acidité. La spectroscopie visible (DA-meter) a permis une prédiction de la date de récolte avec une précision d'un jour et la spectroscopie proche infrarouge (Phazir) avec une précision de trois jours. Ces deux appareils portables sont une aide fiable à la décision pour la récolte optimale de Luizet à distiller.

### Mesures non destructives aux DA-meter et Phazir

Une mesure a été effectuée sur chaque joue des abricots de l'échantillon, soit sur leurs deux parties équatoriales. Les mesures de spectroscopie visible ont été réalisées avec l'appareil DA-meter (Université de Bologne 2005), qui mesure l'absorbance aux longueurs d'onde 670 nm et 720 nm. Un indice DA ( $I_{DA}$ ) est ensuite calculé selon la formule suivante:  $I_{DA} = A_{670} - A_{720}$ . Le spectromètre proche infrarouge Phazir (Polychromix, USA) mesure l'absorbance de 940 à 1797 nm en mode de réflexion diffuse.

### Analyse des données

#### Prétraitement des données NIRs, classification des fruits en fonction des jours avant récolte et analyses statistiques

Les spectres proches infrarouge NIRs mesurés ont subi un prétraitement selon la méthode de la dérivée première de Savitzky-Golay (avec le logiciel Polychromix MG, version 3.101 R1). Une analyse factorielle discriminante (AFD avec le logiciel XLSTAT 2011) a été appliquée aux spectres corrigés afin de discriminer les dates de récolte des fruits. Le critère d'efficacité de l'analyse est le pourcentage de fruits correctement classés dans les groupes représentés par les dates de récolte.

## Résultats et discussion

### Mesures destructives des paramètres physico-chimiques

Le développement des fruits au verger a été suivi jusqu'au moment de la récolte (tabl.1). Les fruits montrent une évolution régulière du taux de sucre, qui augmente dans le temps tandis que l'acidité diminue. La fermeté diminue continuellement lors de la période d'analyse, et en particulier aux deux derniers prélèvements. La couleur des fruits passe des tons vert-gris (valeurs négatives et proche de 0) aux tons rougeâtres (valeur positive).

### Spectroscopie visible (DA-meter)

L'indice DA ( $I_{DA}$ ) diminue progressivement durant la période de prélèvement pour se rapprocher de 0 (fig.1), ce qui en fait un très bon indicateur de la maturité des fruits sur l'arbre. L'utilisation d'un modèle de prévision basé sur les  $I_{DA}$  (régression linéaire) a permis de prévoir en moyenne la récolte à un jour près. L'approche suivante a consisté à corréliser les moyennes journalières de  $I_{DA}$  avec les mesures physico-chimiques. Deux types de régression ont été choisis pour évaluer cette corrélation, le modèle linéaire et le modèle logarithmique. Dans tous les cas étudiés, une forte corrélation ( $R^2 > 0,8$ ) existe entre  $I_{DA}$  et les paramètres physico-chimiques

mesurés (tabl.2). La régression linéaire semble plus adaptée à la corrélation de  $I_{DA}$  avec la couleur, la régression logarithmique livrant de meilleurs résultats entre  $I_{DA}$  et la fermeté, la teneur en sucres solubles et l'acidité. La régression logarithmique tient en effet compte de la variabilité importante d'un paramètre tel que la teneur en sucres solubles, lorsque  $I_{DA}$  se rapproche de 0. Ces bonnes corrélations corroborent les résultats obtenus avec d'autres variétés (Berthod et Rossier 2009) et confortent l'utilisation du DA-meter pour la détermination des propriétés physico-chimiques du Luizet. Instrument portatif facile à utiliser, le DA-meter offre incontestablement aux producteurs des possibilités d'utilisation au verger comme aide à la décision pour déclencher la récolte.

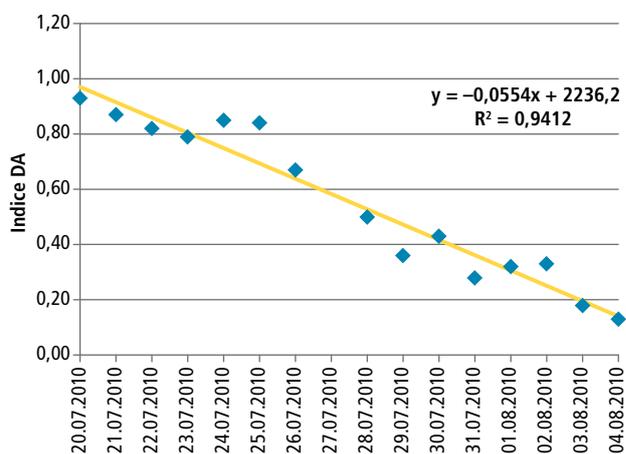
### Spectroscopie proche infrarouge (Phazir)

Une première analyse visant à discriminer chaque jour avant la récolte des fruits n'a pas permis de classer correctement les fruits en fonction de la date de mesure. Une influence trop importante des conditions environnementales (p. ex. la température) explique certainement la grande variabilité des mesures et l'impossibilité de discriminer les dates avant récolte avec les spectres NIRs. Dans une deuxième phase, les spectres NIRs de différentes dates de mesures ont été rassemblés (R-9

**Tableau 1 | Moyennes journalières de fermeté, teneur en sucres solubles, acidité et coloration obtenues sur vingt fruits de la variété Luizet**

Date	Fermeté (ID)	Sucre (°Brix)	Acidité (méq/100 g)	Couleur (a*)
20.07.2010	91,05 (4,71)	8,82 (0,79)	25,47 (1,70)	4,03 (8,80)
21.07.2010	86,60 (9,04)	8,97 (1,12)	24,57 (2,74)	5,55 (8,57)
22.07.2010	86,43 (6,45)	9,54 (0,95)	23,82 (1,80)	4,03 (8,80)
23.07.2010	84,58 (7,94)	8,89 (1,16)	22,71 (1,54)	7,29 (7,52)
24.07.2010	84,43 (8,21)	8,45 (0,74)	23,10 (1,71)	5,18 (8,32)
25.07.2010	82,73 (8,01)	8,26 (0,68)	22,59 (1,42)	7,67 (7,51)
26.07.2010	79,03 (10,96)	8,69 (0,83)	21,93 (2,14)	10,46 (7,59)
27.07.2010	80,58 (7,98)	8,89 (0,98)	21,31 (1,53)	9,20 (8,54)
28.07.2010	73,83 (12,64)	9,72 (0,80)	21,20 (1,40)	13,69 (6,94)
29.07.2010	67,95 (10,10)	10,10 (1,09)	19,94 (1,49)	16,39 (5,78)
30.07.2010	66,88 (15,09)	9,76 (1,13)	19,13 (2,28)	15,96 (9,02)
31.07.2010	57,98 (17,33)	10,28 (1,33)	17,95 (2,12)	19,11 (6,71)
01.08.2010	61,73 (12,94)	10,31 (1,16)	18,61 (1,95)	17,29 (5,87)
02.08.2010	64,20 (9,69)	9,87 (1,42)	17,99 (1,43)	17,56 (6,77)
03.08.2010	48,40 (18,68)	11,21 (1,29)	16,29 (2,31)	19,88 (5,48)
04.08.2010	43,18 (14,73)	11,50 (1,32)	15,27 (2,01)	21,14 (3,21)

L'écart-type est indiqué entre parenthèses; NA: pas de données disponibles.



**Figure 1 | Moyennes journalières des mesures de l'indice DA ( $I_{DA}$ ) en fonction des dates avant la récolte.**

**Tableau 2 | Coefficients de corrélation ( $R^2$ ) des régressions linéaires ou logarithmiques entre les moyennes journalières de l'indice DA et les caractéristiques physico-chimiques mesurées sur vingt fruits de la variété Luizet**

Régression	Fermeté	Sucre	Acidité	Couleur
Linéaire	0,91	0,82	0,94	0,99
Logarithmique	0,99	0,91	0,95	0,87

regroupe les mesures des 26 et 27 juillet 2010, R-6 regroupe les mesures des 28 et 30 juillet 2010, R-3 regroupe les mesures des 1<sup>er</sup> et 2 août 2010 et R correspond aux mesures du jour de récolte le 4 août 2010). L'analyse AFD des spectres NIRs a permis de classer avec une grande précision les fruits en fonction des dates avant la récolte. En moyenne, 92,86 % des fruits ont été classés correctement (tabl. 3). Le pourcentage de classification correcte pour R-3 et R-6 a été un peu plus bas (88,89 % et 87,50 %), mais reste très précis. Les deux premières dimensions (F1 et F2) de l'AFD représentent 90,96 % de la variance totale (fig. 2). Les dates avant la récolte sont bien corrélées avec la première dimension

**Tableau 3 | Classification (matrice de confusion) de la validation croisée de l'AFD pour la discrimination de la date avant récolte de Luizet obtenue avec les spectres NIRs de différentes dates de mesures rassemblés**

De/vers	R	R-3	R-6	R-9	Total	% correct
R	32	0	0	0	32	100,0
R-3	0	64	8	0	72	88,89
R-6	0	7	63	2	72	87,50
R-9	1	0	0	75	76	98,68
Total	33	71	71	77	252	92,86

R-9 = récolte dans 9 jours, R-6 = récolte dans 6 jours,  
R-3 = récolte dans 3 jours et R = jour de récolte.

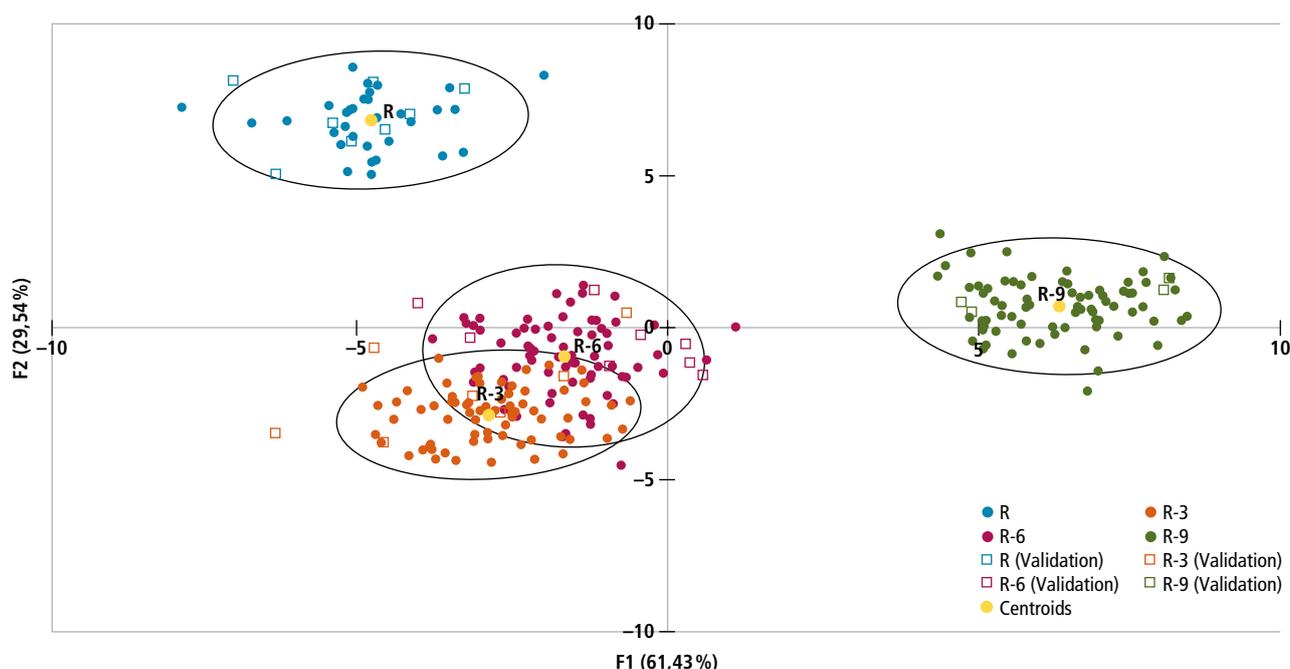
F1 de l'AFD, qui explique 61,43 % de la variance totale. Les dates avant la récolte sont alignées sur cette dimension F1, qui pourrait donc être considérée comme un axe de l'évolution de la maturité des fruits sur l'arbre.

L'appareil portable NIRs Phazir permet donc de suivre l'évolution de la maturité des fruits sur l'arbre et de prédire la date de récolte avec une sensibilité de trois jours ou moins. Une étude conduite avec les variétés d'abricots Bergarouge® et Harostar avait permis de prédire la date de récolte avec une sensibilité d'une semaine (Camps et Christen 2009c). A l'avenir, afin de développer un modèle de prédiction de la date de récolte plus robuste, des fruits sur-mûrs devraient également être utilisés. De plus, la prédiction pourrait éventuellement devenir plus précise en développant des modèles de prédiction des paramètres physico-chimiques.

#### Caractérisation de lots de maturité différente

Des lots de Luizet provenant de deux parcelles différentes ont été répartis de façon tactile et visuelle en trois catégories de maturité: pré-mûr, optimal et sur-mûr. Ces maturités ont été caractérisées et utilisées pour valider les outils d'aide à la récolte.

L'analyse des paramètres physico-chimiques des différents lots triés sur une base visuelle et tactile confirme la faiblesse de cette approche empirique pour déterminer la maturité des abricots. Seules les valeurs



**Figure 2 | Cartes factorielles obtenues par analyse factorielle discriminante (AFD) des mesures spectrales NIRs visant à discriminer les fruits en fonction des dates avant la récolte de Luizet (R-9 = récolte dans 9 jours, R-6 = récolte dans 6 jours, R-3 = récolte dans 3 jours et R = jour de récolte). Les carrés représentent les spectres utilisés pour la validation croisée.**

de fermeté et du taux de sucre sont cohérentes par rapport à la constitution des différents lots (tabl. 4). Pour la fermeté, cela pourrait s'expliquer par son utilisation comme critère principal de discrimination entre les différents lots. Des valeurs hétéroclites ont été observées pour l'acidité des fruits, suggérant une forte influence de la parcelle. Aucune tendance particulière ne se dégage pour le caractère de la couleur. Cette tendance aléatoire met en évidence le manque de consistance du tri visuel. Ce tri tactile et visuel n'a pas permis de discriminer l'indice DA pour les lots «optimal» et «sur-mûr». Les lots pourraient être mieux répartis en utilisant le DA-meter pour discriminer les fruits à la récolte, tout en supprimant l'effet de la parcelle. Une analyse détaillée des fruits triés de façon tactile et visuelle a permis de mettre en évidence une très bonne corrélation entre l'indice DA et le taux de sucre de ces différents lots (fig. 3). Par contre, la relation n'est plus linéaire en se rapprochant d'un  $I_{DA}$  de zéro, donc avec des fruits ayant dépassé la maturité optimale. La teneur en sucres solu-

bles constitue l'élément central de la qualité des Luizet destinés à la distillation (Ducruet *et al.* 2010). Une teneur en sucres solubles supérieure à 11 °Brix est recommandée pour l'élaboration d'une eau-de-vie de qualité.

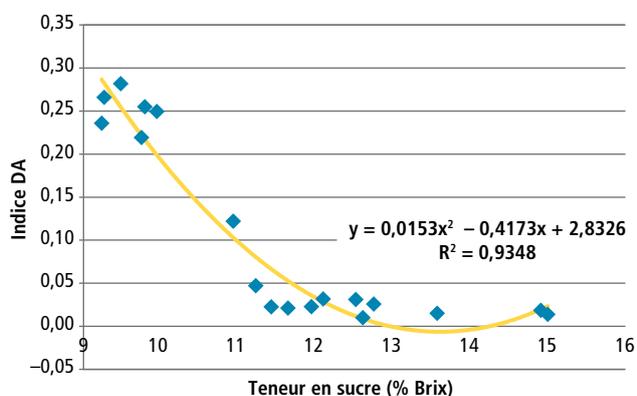
## Conclusions

- Le spectromètre portable DA-meter permet de suivre l'évolution de la maturité des fruits sur l'arbre et de prédire la date de récolte avec une sensibilité d'un jour. Le DA-meter est un outil performant d'aide à la décision pour déclencher la récolte.
- Le spectromètre portable NIRs Phazir permet de suivre l'évolution de la maturité des fruits sur l'arbre et de prédire la date de récolte avec une sensibilité de trois jours ou moins.
- Ces deux méthodes sont plus précises qu'une évaluation visuelle et tactile de la maturité et sont plus rapide que des analyses destructives au laboratoire. ■

**Tableau 4 | Moyennes des mesures des paramètres physico-chimiques de dix-huit lots triés sur base visuelle et tactile en trois classes de maturité sur deux parcelles**

Parcelle	Maturité	Fermeté (ID)	Sucre (°Brix)	Acidité (még/100g)	Couleur (a*)	Indice DA ( $I_{DA}$ )
P1	Pré-mûr	57,88 A	09,83 C	15,45 A	19,55 A	0,24 A
P1	Optimal	38,51 B	11,27 B	15,18 A	20,84 A	0,06 B
P1	Sur-mûr	26,08 C	12,46 A	13,00 B	20,13 A	0,03 B
P2	Pré-mûr	68,73 A	09,33 C	25,08 A	14,24 B	0,26 A
P2	Optimal	49,61 B	12,00 B	21,70 B	21,08 A	0,02 B
P2	Sur-mûr	25,92 C	14,50 A	17,80 C	19,45 A	0,02 B

Pour chaque maturité et parcelle, trois échantillons de dix fruits ont été analysés individuellement. Les valeurs correspondent à la moyenne des trois échantillons. Les lettres différentes indiquent pour chaque parcelle des différences significatives entre les maturités ( $P < 0,05$  test de Tukey).



**Figure 3 | Corrélation entre l'indice DA et le taux de sucre mesurés sur vingt fruits de la variété Luizet provenant de différents lots triés de façon tactile et visuelle.**

## Remerciements

Un grand merci à Julien Morand pour la mise à disposition des abricots pour ces essais.

## Bibliographie

- Bureau S., Reich M., Marfisi C., Audergon J.-M. & Albagnac G., 2006. Application of Fourier-transform infrared (FT-IR) spectroscopy for the evaluation of quality traits in apricot fruits. *Acta Hort.* **717**, 347–350.
- Berthod N. & Rossier J., 2009. Un appareil novateur pour tester la maturité et la qualité des abricots. Conférence de presse de l'Etat du Valais, 9 juillet 2009. Adresse: <http://www.vs.ch/Navig/navig.asp?MenuID=11772> [4 octobre 2011]
- Camps C. & Christen D., 2009a. Non-destructive assessment of apricot fruit quality by portable visible-near infrared spectroscopy. *LWT – Food Sci. Technol.* **42**, 1125–1131.
- Camps C. & Christen D., 2009b. On-tree follow-up of apricot fruit development using a hand-held NIR instrument. *J. Food Agr. Environ.* **7**, 394–400.
- Camps C. & Christen D., 2009c. Suivi des abricots avant récolte par spectroscopie proche infrarouge portable. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **41**, 193–198.
- Carlini P., Massantini R. & Mencarelli F., 2000. Vis-NIR measurement of soluble solids in cherry and apricot by PLS regression and wavelength selection. *J. Agr. Food Chem.* **48**, 5236–5242.
- Costa G., Noferini M. & Fiori G., 2004. Application de la technique du NIRS à l'analyse de la qualité de deux variétés d'abricots: Bergarouge® (Arvine) et Goldrich. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **36**, 71–75.
- Ducruet J., Coutant C., Wang M., Deneulin P., Fleury D., Defayes A., Baumgartner D. & Christen D., 2010. Maturité du Luizet et qualité des eaux-de-vie d'abricots. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **42**, 342–349.
- Garcia-Llobodanin L., Ferrando M., Güell C. & López F., 2008. Pear distillates: influence of the raw material used on final quality. *Eur. Food Res. Technol.* **228**, 75–82.
- Gasser F. & Siegrist J.-P., 2010. Recommandations 2010–2011 aux entrepositaires de fruits et légumes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hort.* **42**, 322–326.
- Gössinger M., Sämman H., Baumann R., Patzl W. & Vogl K., 2003. Untersuchungen zur Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes von 'Williams Christ'-Birken für die Destillatherstellung. *Mitt. Klosterneuburg* **53**, 184–194.

**Summary** ■ **Decision support tools for the harvest of the apricot Luizet for distillation**

This study aimed to follow up the in orchard physiological ripening evolution of Luizet apricots using visible and near infrared spectroscopy. The potential of development of a decision support tool for the harvest of Luizet dedicated to distillation was assessed with non-destructive measurements on fruits harvested every day. Physicochemical parameters evolved as expected on the trees, showing increasing soluble solids content and ground color and decreasing firmness and acidity. The visible spectroscopy (DA-meter) allowed to predict harvest date with a precision of one day and near infrared spectroscopy (Phazir) with a precision of three days. Both portable devices allowed good monitoring of fruit ripening on the trees and can be considered as reliable decision support tools for optimal harvest time of Luizet dedicated to distillation.

**Key words:** decision support tools, optimal harvest time, VIS/NIR spectroscopy, apricot distillate.

**Zusammenfassung** ■ **Entscheidungshilfen für die optimale Ernte der Aprikosen 'Luizet' für die Destillation**

Das Ziel dieser Studie war es, die physiologische Reife der Aprikosensorte Luizet mit der sichtbaren und nahen Infrarot-Spektroskopie zu verfolgen. Mit diesen nicht-destruktiven, täglich durchgeführten Messungen wurde die mögliche Entwicklung einer Entscheidungshilfe für die optimale Ernte von Luizet für die Destillation getestet. Entsprechende physikalisch-chemische Analysen der Früchte zeigten mit zunehmender Reife einen Anstieg der Zuckergehalt, eine Farbveränderungen zur Rot-Komponente und eine Abnahme der Festigkeit und Säure. Diese Werte wurden in Beziehung zu den nicht-destruktiven Messungen gesetzt. Die Visible-Spektroskopie (DA-Meter) erlaubte eine Vorhersage des Erntezeitpunktes mit einer Genauigkeit von ein Tag, während die Nahinfrarot-Spektroskopie (Phazir) erlaubte eine Vorhersage des Erntezeitpunktes mit einer Genauigkeit von drei Tagen. Beide tragbaren Geräte haben ermöglicht, die Reifung der Aprikosen auf dem Baum zu verfolgen und sind eine wertvolle Hilfe, um die optimale Luizet-Ernte für die Destillation zu bestimmen.

**Riassunto** ■ **Strumenti ausiliari per definire il momento della raccolta dei albicocchi Luizet destinati alla distillazione**

Obiettivo di questo studio era quello di monitorare, attraverso la spettroscopia visibile nel vicino infrarosso, l'evoluzione della maturazione fisiologica delle albicocche Luizet nel frutteto. Attraverso queste misurazioni non distruttive è stato valutato il potenziale di sviluppo di uno strumento ausiliario per determinare il momento del raccolto delle Luizet destinate alla distillazione con un prelievo quotidiano di frutti. I parametri fisico-chimici hanno mostrato da un lato un'evoluzione logica sull'albero con un aumento del tenore zuccherino e del colore a componente rossa e, dall'altro, una diminuzione della fermezza e dell'acidità. La spettroscopia visibile (DA-meter) ha permesso una previsione della data di raccolta con una sensibilità di un giorno e la spettroscopia nel vicino infrarosso (Phazir) con una sensibilità di tre giorni. Ambedue gli apparecchi portatili sono un aiuto preciso per decidere il momento di raccolto ottimale i frutti di Luizet da distillare.

- Herold B., Truppel I., Zude M & Geyer M. 2005. Spectral measurements on 'Elstar' apples during fruit development on the tree. *Biosystems Eng.* **91**, 173–182.
- Luro S., Hilaire C., Lichou J. & Jay M., 2007. Pêche – Abricot de la récolte au conditionnement. Outils pratiques. Ed. Ctifl, Paris, France, 114 p.
- McGlone V. A., Robert B., Martinsen J. & Martinsen P., 2002. Vis/NIR estimation at harvest of pre- and post-storage quality indices for 'Royal Gala' apple. *Postharv. Biol. Technol.* **25**, 135–144.
- Moons E. & Sinnaeve G., 2000. Non-destructive Vis and NIR spectroscopy measurement for the determination of apple internal quality. *Acta Hort.* **517**, 441–448.
- OFAG, 2002. Office fédéral de l'agriculture. Cahier des charges de l'appellation d'origine contrôlée Abricotine. Registre des appellations d'origine et des indications géographiques, décision du 6 novembre 2002, 5 p.
- Peirs A., Lammertyn J., Ooms K. & Nicolai B. M., 2000. Prediction of the optimal picking date of different apple cultivars by means of VIS/NIR-spectroscopy. *Postharv. Biol. Technol.* **21**, 189–199.
- Université de Bologne, 2005. Patente n° MO 2005000211. Metodo ed apparato per determinare la qualità di prodotti ortofruttili.
- Ventura M., De Jager A., De Putter H. & Roelofs P. M. M., 1998. Non-destructive determination of soluble solids in apple fruit by near infrared spectroscopy (NIRS). *Postharv. Biol. Technol.* **14**, 21–27.
- Ziozi V., Noferini M., Fiori G., Tadiello A., Trainotti L., Casadoro G. & Costa G., 2008. A new index based on vis spectroscopy to characterize the progression of ripening in peach fruit. *Postharv. Biol. Technol.* **49**, 319–329.
- Zude M., Herold B., Roger J. M., Bellon-Maurel V. & Landahl S., 2006. Non-destructive tests on the prediction of apple fruit flesh firmness and soluble solids content on tree and in shelf life. *J. Food Eng.* **77**, 254–260.