



Suivi des abricots avant récolte par spectroscopie proche infrarouge portable

C. CAMPS et D. CHRISTEN, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche de Conthey, 1964 Conthey

@ E-mail: cedric.camp@acw.admin.ch
Tél. (+41) 27 34 53 530.

Résumé

La mesure par spectroscopie dans le proche infrarouge (NIR) a été testée pour suivre l'évolution des abricots au verger et déterminer leur qualité physico-chimique. Deux étapes ont pu être distinguées dans l'évolution physico-chimique des fruits: jusqu'à dix jours avant la récolte, on enregistre une diminution de l'acidité et une augmentation de la teneur en sucres solubles. Les dix derniers jours se caractérisent quant à eux par une chute de la fermeté et une stagnation des teneurs en sucres solubles et de l'acidité des fruits. Les résultats obtenus montrent que la mesure NIR permet de classer correctement les fruits en fonction de dates de récoltes pendant toute la durée de leur développement. La méthode NIR a aussi permis de prédire les valeurs de fermeté avec une précision de 2,7% (2,3ID) à 6,2% (4,8ID). Concernant la teneur en sucres solubles, la précision est de 9,2% (0,85 °Brix) pour la variété Bergarouge et de 13,7% (1,47 °Brix) pour la variété Harostar. La confirmation de ces résultats permettrait de mesurer la qualité des fruits au verger de façon non destructive.



Le développement des abricots peut être suivi directement sur l'arbre, grâce au spectromètre proche infrarouge portable qui permet de mesurer certains paramètres de la qualité interne des fruits sans les détruire.

Introduction

Aujourd'hui, la maturité des abricots au verger est évaluée visuellement par le producteur. Il n'existe pas de mesures objectives et standardisées actuellement pour assister le professionnel. A la récolte, c'est uniquement le calibre et la couleur de fond qui sont pris en compte pour évaluer la maturité.

Cependant, le marché se montre de plus en plus exigeant sur la fermeté des fruits et sur l'équilibre sucre-acidité, qui dépend de la variété. La mesure de ces paramètres physico-chimiques permettrait d'assurer un suivi correct de la qualité des fruits, au verger comme après la récolte. Toutefois, ces mesures

demandent du temps, sont onéreuses en produits chimiques et nécessitent qu'un échantillon de fruits soit détruit à chaque analyse.

Dans ce sens, le développement d'une méthode de mesure capable de suivre la maturité du fruit au verger jusqu'à la récolte constitue un progrès. Une technique non destructive aurait l'avantage de limiter le nombre d'outils et le temps nécessaires pour les mesures, sans utiliser de produits chimiques. Enfin, une telle mesure permettrait de suivre l'évolution d'un même lot de fruits sur l'arbre et non à partir de divers échantillons successivement détruits.

Parmi les méthodes non destructives appliquées aux produits agricoles, la spec-

troscopie proche infrarouge (NIR) est une des moins onéreuses et des plus abouties. Cette technique a permis d'évaluer la qualité de nombreux fruits comme la pomme, le kiwi ou les mangues (McGlone *et al.*, 1998; Peirs *et al.*, 2005; Renfu *et al.*, 2000; Schaare et Fraser, 2000). Pour l'abricot, il a été montré qu'il serait possible de déterminer la teneur en sucres solubles et la fermeté des fruits (Camps et Christen, 2009; Bureau *et al.*, 2009).

Toutefois, les applications de cette technique aux fruits en cours de développement au verger sont encore peu nombreuses. Quelques études montrent qu'il est possible de proposer une date de récolte optimale pour les pommes en pré-

disant la fermeté et le taux de sucre des fruits (Peirs *et al.*, 2000). Aucune étude n'a encore été publiée sur l'utilité d'une telle technique pour l'abricot avant la récolte.

L'objectif de notre travail consistait à tester le potentiel de la spectroscopie proche infrarouge portable pour suivre la maturité des abricots au verger, de façon non destructive. Dans un premier temps, l'aptitude des mesures physico-chimique et NIR à rendre compte de l'évolution des fruits au verger a été comparée. Ensuite, la possibilité de prédire les mesures physico-chimiques des fruits par spectroscopie NIR a été évaluée, dans le but de mesurer le taux de sucre et de la fermeté tout au long du développement des fruits sans avoir à les détruire.

Matériel et méthodes

Matériel végétal

Les essais ont été réalisés avec deux variétés d'abricots (Bergarouge et Harostar). Les fruits proviennent de la récolte 2008 des vergers expérimentaux d'Agroscope Changins-Wädenswil (ACW), à Conthey (VS).

Prélèvement des fruits

Au cours de cet essai, l'évolution de la qualité des fruits a été suivie depuis la formation des petits fruits (75-77 jours après floraison [JAF]) jusqu'à la récolte des fruits mûrs (106-108 JAF). Les fruits ont été prélevés à quatre reprises dans cette période: P1 (10 juin 2008), P2 (23 juin 2008), P3 (1^{er} juillet 2008) et P4 (11 juillet 2008) (tabl.1) et immédiatement disposés dans des caisses alvéolées afin de minimiser les blessures pouvant survenir lors de la manipulation et du transport. Les prélèvements ont été effectués dans l'ensemble de la canopée de l'arbre. Vingt-cinq fruits par prélèvement ont été analysés.

Mesures de qualité

Deux mesures de spectroscopie proche infrarouge ont été effectuées sur la partie équatoriale de chaque fruit. La fermeté (exprimée en indice Durofel ID) a ensuite été mesurée au même endroit à l'aide d'un appareil muni d'une sonde métallique de 0,10 cm² (Durofel, COPA-Technologie S.A./CTIFL). Le jus filtré de chaque fruit a servi à mesurer la teneur en sucre (en °Brix) au réfractomètre digital (ATAGO C.O., LTD, Model PR-1). Enfin, l'acidité a été mesurée par titration de 5 ml de jus à l'aide d'un titrimètre (Metrohm, 719S, Titrino). Au cours des quatre prélèvements, le calibre et le poids des fruits ont également été notés.

Spectroscopie proche infrarouge

Les mesures ont été prises avec un spectromètre portable développé par l'université de Bologne (I) (Costa *et al.*, 2004), qui permet de mesurer l'absorbance dans le proche infrarouge de 652 à 1265 nm. La mesure s'effectue en réflexion diffuse, ce qui veut dire que le rayonnement de la lumière infrarouge pénètre de quelques millimètres dans la chair du fruit avant de ressortir. L'intensité du rayonnement sortant est fonction de la composition chimique de l'échantillon analysé. Il est alors possible de lier une signature spectrale infrarouge à la teneur en eau, en sucre ou encore en protéines du fruit.

Analyse des données

Correction des données NIR

Les spectres mesurés sur les fruits ne sont pas utilisables à l'état brut, ils doivent subir une correction afin d'établir une ligne de base à la collection complète des spectres. La correction a été réalisée selon la méthode Standard Normal Variate SNV (Barnes *et al.*, 1988).

Classification des fruits en fonction de leur évolution au verger

A cette fin, une analyse factorielle discriminante (AFD) a été appliquée aux résultats des mesures physico-chimiques puis à ceux de

la spectroscopie proche infrarouge (Camps et Christen, 2008). Les groupes à discriminer par AFD correspondent aux quatre dates de récoltes (P1, P2, P3 et P4). Le critère permettant d'évaluer l'efficacité de l'analyse est le pourcentage de fruits correctement classés dans les groupes représentés par les dates de récolte. L'ensemble de ces analyses a été effectué dans l'environnement Matlab 6.0 (The MathWorks, Inc., Natick, MA USA).

Détermination de la qualité par spectroscopie NIR

A l'aide d'outils statistiques, les mesures destructives de référence (sucre, fermeté et acidité) et les spectres proches infrarouges sont mis en relation. Il s'agit d'établir des modèles de prédiction des mesures de qualité en fonction de l'absorption à certaines longueurs d'ondes du spectre proche infrarouge. La relation est opérée par la méthode de régression des moindres carrés partiels (PLS). Dans un premier temps, les modèles ont été calibrés, puis validés. Les résultats sont alors discutés d'après les valeurs du coefficient de corrélation (R), les erreurs commises sur l'étalonnage (RMSEC, eq. 1) et sur la validation des modèles (RMSECV, eq. 1).

$$RMSEC/CV = \sqrt{\frac{\sum (y_{prédit} - y_{mesuré})^2}{n}} \quad [1]$$

où n est le nombre de mesures de spectres, $y_{mesuré}$ les valeurs mesurées et $y_{prédit}$ les valeurs prédites des paramètres de qualité.

Résultats

Evolution physico-chimique des fruits dans le temps

Le développement des fruits au verger a été suivi jusqu'au moment de la récolte (tabl.1). La variabilité des paramètres physico-chimiques (teneur en sucres solubles, l'acidité, la fermeté, le calibre et la masse fraîche) a été analysée afin de caractériser les fruits prélevés aux dif-

Tableau 1. Mesures de fermeté (Fi), teneur en sucres solubles (SSC) et acidité (TA). Moyenne: valeur moyenne des paramètres mesurés, CV (%): coefficient de variation exprimé en pourcentage. P1, P2, P3 et P4: dates de récoltes des fruits.

Date de récolte	Statistiques	Fi (ID)		SSC (°Brix)		TA (g/L)	
		Bergarouge	Harostar	Bergarouge	Harostar	Bergarouge	Harostar
P1 (10.06. 2008)	Moyenne	91,88	93,36	7,60	8,73	24,50	25,78
	CV (%)	2,36	2,37	5,83	10,10	8,04	20,13
P2 (23.06. 2008)	Moyenne	95,68	95,84	8,42	10,30	15,01	28,74
	CV (%)	1,97	1,56	7,24	8,90	10,14	16,03
P3 (01.07. 2008)	Moyenne	94,92	93,04	9,18	11,40	11,11	17,54
	CV (%)	2,70	5,19	9,78	17,68	12,08	14,72
P4 (11.07. 2008)	Moyenne	89,96	84,96	8,83	10,37	9,34	20,21
	CV (%)	2,62	8,65	10,73	16,93	15,73	17,99

Tableau 2. Corrélation entre les coordonnées factorielles (F1 et F2) des AFD et les mesures physico-chimiques, fermeté (Fi), teneur en sucres solubles (SSC), acidité (TA), calibre (Cal) et masse fraîche des fruits (MF).

	SSC (°Brix)	TA (g.L ⁻¹)	Fi (ID)	Cal (mm)	MF (g)
Bergarouge					
F1	0,60	-0,99	0,05	0,74	0,68
F2	0,14	0,06	0,86	-0,08	0,03
Harostar					
F1	0,63	-0,64	-0,20	0,87	0,82
F2	0,06	0,25	0,76	-0,40	-0,36

férentes dates de récoltes (P1, P2, P3 et P4). Les analyses AFD montrent que l'évolution globale dans le temps est similaire chez les deux variétés (fig.1; tabl. 2). De P1 à P3, les fruits sont caractérisés par une évolution de la balance sucre/acide, le taux de sucre augmentant dans le temps tandis que l'acidité dimi-

nue. Au stade P3, l'équilibre sucre/acide cesse d'évoluer et une chute significative de la fermeté intervient entre P3 et P4 (tabl.1). Le pourcentage moyen de fruits correctement classés dans leur date de récolte est de 92 et 89% respectivement pour les variétés Bergarouge et Harostar.

Suivi de l'évolution des fruits par spectroscopie NIR

Les spectres moyens obtenus pour chaque date de récolte montrent un profil particulier au voisinage de 970 nm et 1100 nm (fig. 2). L'absorbance au voisinage de 970 nm augmente de manière continue depuis P1 jusqu'à P4 alors qu'au voisinage de 1100 nm, l'absorbance est quasiment inexistante jusqu'à P2 puis s'intensifie de P3 à P4.

L'analyse AFD des spectres NIR permet de classer avec une grande précision les fruits en fonction des dates de récoltes. Quelle que soit la variété, 99% des fruits ont pu être correctement classés selon leur date de récolte.

Les figures 3A et 3B montrent l'évolution dans le temps des fruits sur la base des spectres proche infrarouge. L'axe F1 permet une classification globale des fruits en fonction des différentes dates

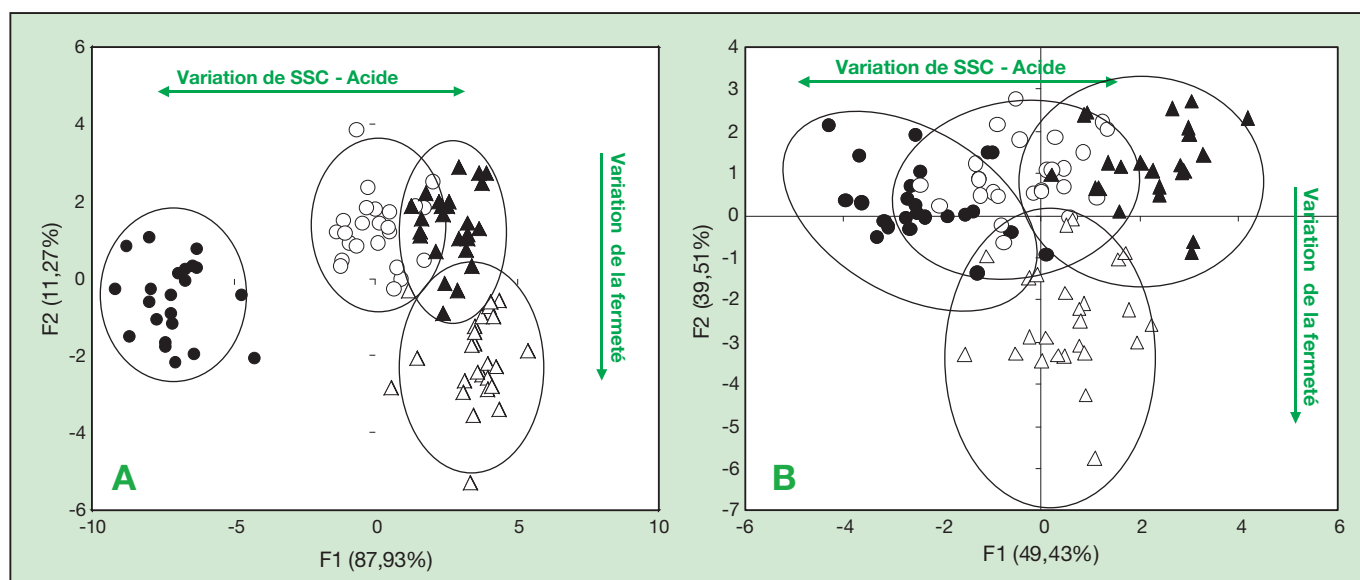


Fig. 1. Cartes factorielles obtenues à l'issue de l'analyse factorielle discriminante (AFD) des mesures physico-chimiques, visant à discriminer les fruits en fonction des dates de récoltes (P1: ●, P2: ○, P3: ▲ et P4: △). A: variété Bergarouge et B: variété Harostar.

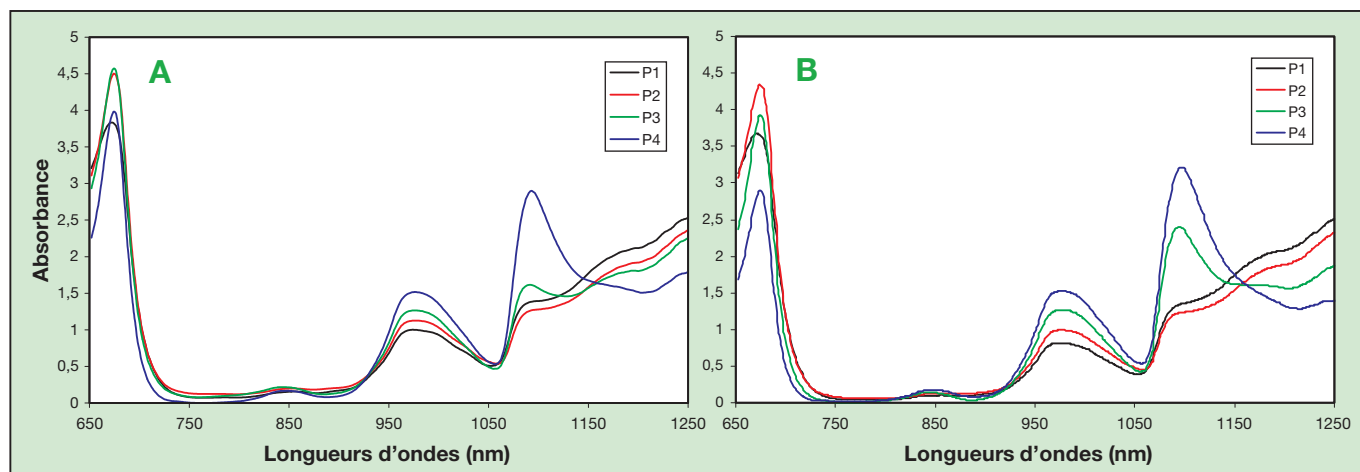


Fig. 2. Spectres proche infrarouge moyen acquis à chaque date de récolte. A: Bergarouge, B: Harostar.

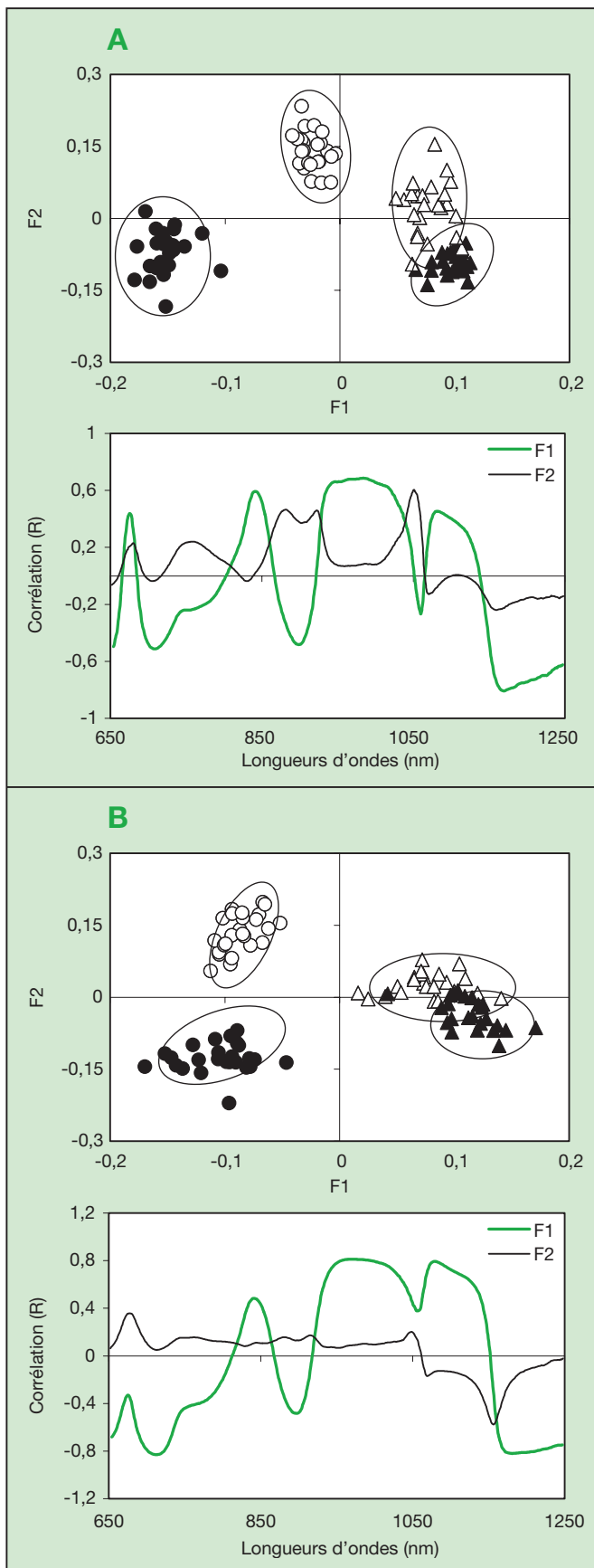


Fig. 3. Cartes factorielles obtenues à l'issue de l'AFD visant à discriminer les fruits en fonction des dates de récoltes (P1: ●, P2: ○, P3: △ et P4: ▲). A: variété Bergarouge et B: variété Harostar. Les courbes à la droite des figures A et B donnent l'importance des longueurs d'ondes visibles et infrarouges permettant de différencier les fruits en fonction des dates de récoltes.

de récolte. L'axe F2, qui décrit une plus faible variabilité que F1, permet de différencier les fruits issus de P1 et P2 ainsi que ceux issus de P3 et P4. Pour les deux variétés, les longueurs d'ondes importantes sont similaires. Ces dernières se situent aux alentours de 710 nm, 845 nm, 895 nm, 955-990 nm, 1050-1150 nm et 1180-1200 nm. L'absorbance au voisinage de 710 nm est essentiellement due à l'évolution de la coloration de l'abricot qui passe du vert à l'orange avec toute la palette de couleurs intermédiaires. Les autres longueurs d'ondes, en particulier celles aux environs de 895 nm, 955-990 nm et 1050-1150 nm, sont liées à l'évolution de la teneur en eau et en sucres solubles du fruit.

Détermination non destructive des propriétés physico-chimiques du fruit par spectroscopie NIR

L'approche suivante a consisté à mettre en corrélation les données de spectres proche infrarouge avec les données de mesures physico-chimiques. Cette corrélation a été effectuée par la méthode de régression des moindres carrés partiel (PLS). Le but de cette approche était d'évaluer la possibilité de mesurer la teneur en sucres solubles et la fermeté par la technique infrarouge. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 3. Les modèles PLS visant à prédire les mesures de fermeté se sont avérés particulièrement précis. Pour les variétés Bergarouge et Harostar, la fermeté a ainsi pu être déterminée avec une erreur respective de 2,7% (2,3 ID) et 6,2% (4,8 ID). La prédiction des valeurs en sucres solubles s'est avérée correcte pour la variété Bergarouge (0,85 °Brix) mais plus difficile pour la variété Harostar (1,47 °Brix). La figure 4 illustre les corrélations entre les valeurs physico-chimiques mesurées à l'aide des outils destructifs et les valeurs déterminées par la régression PLS.

Tableau 3. Résultats des régressions PLS effectuées entre les données proche infrarouge et les mesures physico-chimiques (MPC). R: coefficient de corrélation, RMSEC: Erreur sur l'étalonnage et RMSECV: Erreur sur la validation. Fi: mesure de fermeté et SSC: mesure des sucres solubles.

	MPC	R	RMSEC	RMSECV
Bergarouge	SSC	0,84	5,0% (0,51 °Brix)	9,25% (0,85 °Brix)
	Fi	0,85	1,8% (2,2 ID)	2,7% (2,2 ID)
Harostar	SSC	0,86	10,5% (1,04 °Brix)	13,5% (1,47 °Brix)
	Fi	0,87	3,1% (2,7 ID)	6,2% (4,8 ID)

Discussion

L'utilisation de la mesure dans le proche infrarouge comme outil de suivi de la maturité et de la qualité des fruits au verger tend à se développer en Europe et dans le monde. En conséquence, de nombreux outils sont développés par des maisons privées qui aujourd'hui proposent une large gamme d'appareils portables. L'étude proposée dans cet article utilisait un prototype conçu à l'université de Bologne (Costa *et al.*, 2003; 2004). Les résultats obtenus avec les deux variétés d'abricots ont montré qu'un suivi précis de la maturité au verger était possible et qu'une mesure non destructive de l'évolution de la fermeté pouvait être envisagée.

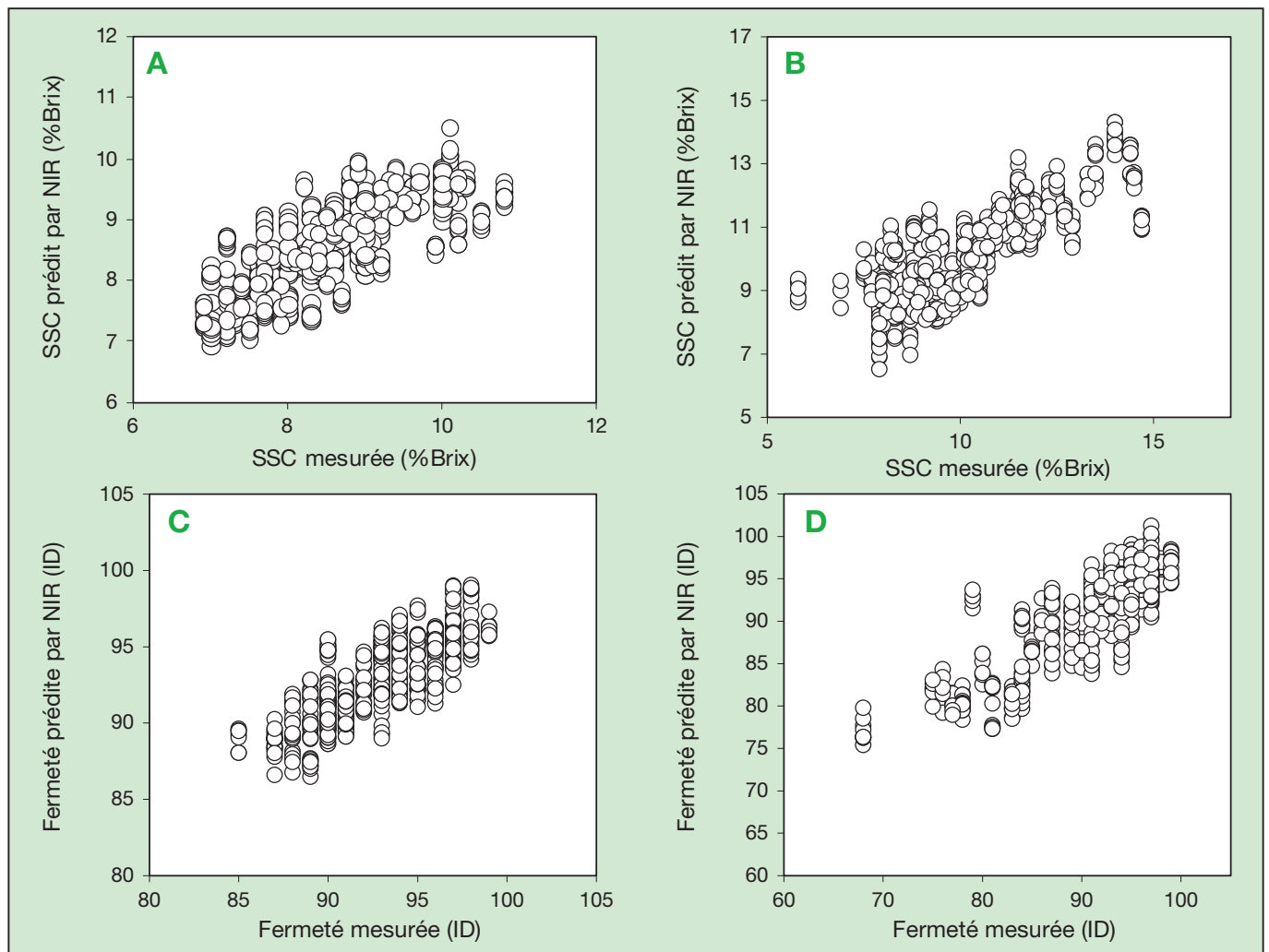


Fig. 4. Prédiction des mesures physico-chimiques par régression PLS. Prédiction de la teneur en sucres solubles pour A: Bergarouge et B: Harostar, prédiction de la fermeté pour C: Bergarouge et D: Harostar. L'axe des abscisses donne les valeurs mesurées en laboratoire et l'axe des ordonnées les valeurs prédites par la régression PLS.

Lors du suivi de la maturité des fruits, la mesure par spectroscopie proche infrarouge a permis de différencier les fruits en fonction des dates de récoltes et donc de différents niveaux de maturité. En particulier, il a été possible de marquer avec précision l'arrêt de l'évolution de la balance sucre-acide en P3 et de mettre en évidence la chute de la fermeté qui indique une maturité optimale imminente.

Par conséquent, les résultats de l'essai montrent qu'une analyse AFD à partir de données de spectroscopie NIR permet de réaliser un suivi des fruits de P1 jusqu'en P3 et que la prédiction de la fermeté par modèle PLS permet d'affiner l'évolution des fruits entre P3 et P4. Toutefois, pour déterminer une date de récolte optimale, il conviendrait maintenant d'effectuer des essais qui se concentreraient sur l'évolution des fruits entre les périodes P3 et P4.

Des essais menés après récolte ont déjà établi la pertinence de la mesure proche

infrarouge dans la détermination du taux de sucres solubles et de la fermeté des fruits (Camps *et al.*, 2007; McGlone *et al.*, 1998; Ventura *et al.*, 1998; Renfu *et al.*, 2000; Costa *et al.*, 2003). Avant récolte, les études sont encore peu nombreuses et d'autres essais doivent être entrepris afin que cette méthode prometteuse puisse un jour être appliquée au verger. D'après nos résultats, ces essais devraient être ciblés sur l'évolution de la fermeté et la détermination de la fermeté optimale pour commencer la récolte. Cette fermeté optimale pourrait être différente selon l'utilisation des fruits récoltés: vente directe, stockage, etc.

La plupart des études réalisées jusqu'ici ont été consacrées à la pomme, qui demeure encore aujourd'hui le fruit modèle dans de tels essais. Cependant, les résultats récemment obtenus avec l'abricot sont prometteurs et devraient s'enrichir dans les années à venir (Camps et Christen, 2009; Bureau *et al.*, 2009).

Conclusions

- ❑ Le suivi des paramètres physico-chimiques des abricots au verger a permis de mettre en évidence une évolution en deux temps de leur développement. Le premier est caractérisé par l'évolution de la teneur en sucres solubles et de l'acidité des fruits. Le deuxième, qui correspond aux dix derniers jours avant la récolte, est caractérisé par la diminution de la fermeté.
- ❑ Les résultats obtenus montrent l'applicabilité de la mesure NIR au verger afin d'effectuer un suivi des fruits durant tout leur développement.
- ❑ La mesure NIR se prête particulièrement bien à une détermination non destructive de la fermeté. Celle-ci a pu être prédite avec une précision de 2,7 à 6,2%.
- ❑ La précision de la mesure NIR pour déterminer la teneur en sucres solubles varie en fonction de la variété (0,85-1,47 °Brix).

Bibliographie

- Barnes R. J., Dhanoa M. S. & Lister S. J., 1989. Standard normal variate transformation and de-trending of near-infrared diffuse reflectance spectra. *Appl. Spectrosc.* **45**, 772-777.
- Bureau S., Ruiz D., Reich M., Gouble B., Bertrand D., Audergon J. M. & Renard C. M. G. C., 2009. Rapid and non-destructive analysis of apricot fruit quality using FT-near-infrared spectroscopy. *Food Chemistry* **113** (4), 1323-1328.
- Camps C. & Christen D., 2009. Non-destructive assessment of apricot fruit quality by portable visible-near infrared spectroscopy. *LWT-Food Science and Technology*, doi:10.1016/j.lwt.2009.01.015 (2009).
- Camps C., Guillermin P., Mauget J. C. & Bertrand D., 2007. Discrimination of storage duration of apples stored in a cooled room and shelf-life by visible-near infrared spectroscopy. *J. Near Infrared Spec.* **15** (3), 169-177.
- Costa G., Noferini M., Fiori G., Rossier J. & Pfammatter W., 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.
- Costa G., Noferini M., Fiori G., Orlandi A. & Misserocchi O., 2003. Non-destructive technique to assess internal fruit quality. *Acta Hort.* **604**, 571-576.
- McGlone V. A., 2000. Firmness, dry-matter and soluble solids assessment of postharvest kiwifruit by NIR spectroscopy. *Postharv. Biol. Technol.* **13**, 131-141.
- 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.
- Peirs A., Schenk A. & Nicolai B., 2005. Effect of natural variability among apples on the accuracy of VIS-NIR calibration models for optimal harvest date predictions. *Postharv. Biol. Technol.* **35**, 1-13.
- Renfu L., Guyer D. E. & Beaudry R. M., Determination of firmness and sugar content of apples using near-infrared diffuse reflectance. *J. Text. Stud.* **31**, 615-630 (2000).
- Schaare P. N. & Fraser D. G., 2000. Comparison of reflectance, interactance and transmission modes of visible-near infrared spectroscopy for measuring internal properties of Kiwifruit (*Actinidia chinensis*). *Postharv. Biol. Technol.* **20**, 175-184.
- 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.

Summary

Non-destructive follow-up of apricot fruit using hand-held Near Infrared spectroscopy

Today, the evaluation of fruit maturity in orchard only rely on the expert eye of the producer. At harvest time, optimal maturity is estimated according to fruit calibre or background coloration of the skin. The obtention of a new and objective method able to follow fruit maturity until harvest would be advantageous. The aim of the presented trial was to evaluate the near infrared spectroscopy (NIR) ability to follow fruit development in orchard and to measure the physico-chemical quality of fruit during growing (soluble solids content and firmness). The obtained results showed that NIR was able to classify correctly about 99% of fruit according to several picking dates during fruit development. NIR measurement allowed also determining flesh firmness with an error lower than 6.2%. Concerning soluble solids content, the level of prediction was correct for the Bergarouge variety (error = 0.85 °Brix) but unsatisfactory for the Harostar variety (error = 1.47 °Brix).

Key words: NIR, AFD, PLS, apricot, preharvest, maturity.

Zusammenfassung

Entwicklung der Vorerntequalität von Aprikosen mit mobilen NIR-Spektroskopiemessungen

Ziel des Versuches war die Bewertung der NIR-Spektroskopie-Messung in Hinsicht auf die Entwicklung von Aprikosenfrüchten auf dem Baum und die Bestimmung der physikalisch-chemischen Qualitätseigenschaften.

Es konnten zwei Phasen der physikalisch-chemischen-Früchteentwicklung festgestellt werden. Bis zum 10. Tag vor der Ernte, wurde ein Abbau des Säure- und ein Anstieg des Zuckergehaltes gemessen; die letzten zehn Tage vor der Ernte charakterisierten sich dagegen durch eine Festigkeitsabnahme und eine Zuckergehaltsstabilisierung. Dank dieser Ergebnisse konnte hervorgehoben werden, dass eine NIR-Messung ermöglicht, Früchte nach verschiedenen Pflückgängen vor dem optimalen Erntezeitpunkt richtig einzustufen und die Qualitätsentwicklung der Früchte zu verfolgen. Ausserdem hat es die NIR-Messung ermöglicht, die Festigkeit mit einer Genauigkeit von 2,7% (2.3 ID) bis 6,2% (4.8 ID) vorherzusagen. Betreffend des Zuckergehaltes ist die Genauigkeit der Vorhersage von 9,2% (0,85 °Brix) bei der Sorte Bergarouge und von 13,7% (1,47 °Brix) bei der Sorte Harostar. In naher Zukunft, könnte die Bestätigung dieser Resultate die Entwicklung einer zerstörungsfreien Qualitätsmessung von Obst in den Anlagen ermöglichen.

Riassunto

Controlli preraccolta delle albicocche tramite spettroscopia prossima all'infrarosso portatile

Al momento solo l'occhio esperto del produttore permette di seguire la maturazione dell'albicocca nel frutteto. Alla raccolta la maturazione ottimale è stimata sulla base del calibro in frutti e la loro colorazione di fondo. Sarebbe molto vantaggioso sviluppare un metodo in grado di seguire la maturazione del frutto nel frutteto.

L'obiettivo della prova presentata era quello di valutare le possibilità di misurazione tramite spettroscopia prossima all'infrarosso (NIR) per seguire l'evoluzione delle albicocche nel frutteto e determinarne la qualità fisico-chimica (zuccheri solubili e consistenza del frutto).

I primi risultati ottenuti dimostrano che la misurazione tramite NIR permette di classificare i frutti in funzione delle date di raccolta determinate nel corso del loro sviluppo. In questa classifica il 99% è stato classificato correttamente. La misurazione tramite NIR ha pure permesso di predire, con buona precisione, i valori di consistenza. Il tasso d'errore era sempre inferiore al 6,2%. Per ciò che concerne i tenori in zuccheri solubili, la previsione si è rivelata corretta per la varietà Bergarouge (0,85 °Brix), ma più difficile per la varietà Harostar (1,47 °Brix).

Votre spécialiste pour vos installations vinicoles

Distributeur officiel des marques:

ARMBRUSTER	matériel de réception
VAUCHER BEGUET	tables de tri et convoyeur
DELLA TOFFOLA	pressoirs et filtres
MÖSCHLE	cuves en inox
KIESEL	pompes et flottation
ROMFIL	filtres tangentiels et flottation
BERTOLASO	soutireuse / monoblock tireuse



Pressoir **DELLA TOFFOLA**

Occasions disponibles sur www.dreieroentech.ch

DREIER OENOTECH SA

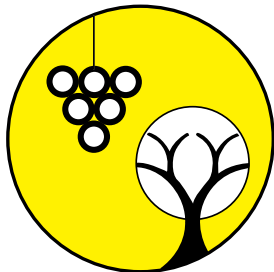
Champ de la Vigne 4 • 1470 Estavayer-le-Lac • Tél. 026 664 00 70 • Fax 026 664 00 71 • E-mail: dreier@dreieroentech.ch

LES PROFESSIONNELS

des secteurs viticoles,
arboricoles et horticoles romands
verront

VOTRE PUBLICITÉ

dans la



Revue suisse de viticulture
arboriculture et horticulture

Régie des annonces: PRAGMATIC SA Tél. 022 736 69 13
Avenue Saint-Paul 9 CH-1223 Cologny Fax 022 786 04 23

Alphatec



Turbo, Atomiseurs, Paralflow, en tracté ou porté

1350 Orbe

Tél: 024 442 85 40



25 ans de garantie!

Planning 3D compris!

Les cuves en acier inox de Speidel:

Les seules à remplir vos exigences!

Baldinger
dep. 1951 www.baldinger.biz



Switch®

Le botrytis pris en tenaille

- › **Durée d'action inégalée**
- › **Résultats hors pair depuis plus de 10 ans**
- › **Toujours appliquer Switch peu avant
la fermeture des grappes**

