

Pruneaux: calibre et prédiction de la maturité¹

Daniel BAUMGARTNER, Simon KOLLAART, Susanna LATTMANN, Katharina SCHNEIDER, Monika VOLKAN et Franz GASSER, Agroscope, 8820 Wädenswil

Renseignements: Daniel Baumgartner, e-mail: daniel.baumgartner-walt@agroscope.admin.ch, tél. +41 58 460 63 47, www.agroscope.ch



Evolution de la maturation des pruneaux de la variété Fellenberg en 2015.

Les pruneaux sont des fruits d'été appréciés. Cependant, ils arrivent souvent dans les rayons à un stade de maturité à peine consommable. En Suisse, un calibre minimal est prescrit pour chaque variété, afin de garantir un minimum de qualité. Malheureusement, ce paramètre s'avère un piètre indicateur de la qualité des pruneaux. Une méthode simple de détermination de la qualité des fruits est donc nécessaire pour fixer la date optimale de récolte.

Introduction

Différentes variétés de pruneaux de table sont proposées de fin juillet à septembre. En général, les variétés précoces comme Cacaks Schöne ou Tegerase conservent moins longtemps après la récolte que des plus tardives comme Jojo ou Fellenberg, cueillies en septembre. Les

producteurs ont tendance à récolter les pruneaux très tôt pour éviter qu'ils ne se détériorent trop vite et assurer leur maintien durant le transport. Des fruits souvent peu mûrs se retrouvent ainsi mis en vente.

Attentes des consommateurs

Des études menées par Agroscope ont montré que le succès des pruneaux et le comportement d'achat des consommateurs dépendaient de la qualité interne des fruits (teneur en sucre, acidité et fermeté) (Höhn *et al.* 2004; Gasser *et al.* 2009). Les fruits mis en vente doivent donc atteindre un seuil correct pour tous ces paramètres: ni trop fermes, ni trop mous, suffisamment sucrés mais pas trop. Gasser *et al.* (2009) ont étudié la relation entre la date de récolte, la qualité interne et sensorielle des fruits et la sensibilité à la dégradation. Ils montrent que de nombreuses variétés de pruneaux peuvent être récoltées à une maturité plus avancée avec une qualité interne acceptable, sans risquer de se détériorer rapidement.

¹Traduction de l'article «Sind grosse Zwetschgen besser?» paru dans *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 152 (13), 8–12, 2016 (traduction Regula Wolz et Séverine Gabioud Rebeaud, Agroscope).

Qualité interne et externe des fruits

Contrairement à ce qui existe pour les fruits à pépins, il n'y a actuellement aucune directive sur les paramètres de qualité interne pour les pruneaux. La teneur en sucre d'une variété, par exemple, peut varier fortement d'une année à l'autre selon les conditions climatiques. Le commerce a donc pris une approche pragmatique qui se base sur la couleur, la forme et le calibre des fruits. Ces paramètres de qualité externe donnent-ils de bonnes indications sur les propriétés internes du fruit? Certaines études ont bien tenté de relier la couleur avec la qualité interne du fruit (Usenik *et al.* 2008), mais les auteurs concluent que l'évolution de la couleur seule ne permet pas d'estimer précisément le degré de maturité, notamment parce que cette évolution dépend fortement de la variété.

Objectifs

L'un des objectifs de ce travail était de mieux cerner les facteurs de la qualité interne des pruneaux comme la fermeté, la teneur en sucre et l'acidité. L'influence du calibre des fruits et de la date de cueillette sur cette qualité interne a également été évaluée. En outre, des techniques de mesure non destructives de ces facteurs ont été testées. Les données présentées ici sont issues d'essais réalisés entre 2005 et 2015 sur dix variétés au total: Cacaks Schöne, Cacaks Fruchtbare, Elena, Fellenberg, Jojo, Tegera, Topstar, Topking, Toptaste et Vanette. Les pruneaux ont été cultivés sur des parcelles expérimentales d'Agroscope à Wädenswil. Les méthodes de mesure utilisées sont décrites dans le tableau 1.

Tableau 1 | Méthodes de mesure de la qualité des pruneaux

Critère de qualité	Méthode de mesure (échantillon)
Poids	Détermination du poids du fruit avec une balance (20 fruits)
Calibre	Mesure au pied à coulisse ou avec une plaque de calibrage perpendiculairement à l'axe longitudinal (20 fruits)
Fermeté	Mesure de compression de 2 mm à l'aide d'un Texture Analyzer TA2i (Stable Micro Systems, USA), vitesse de 6,7 mm/sec, sonde de 25 mm de diamètre (20 fruits)
Teneur en sucre	Mesure en °Brix du jus de fruit au réfractomètre Atago PR32 (4 jus de 5 fruits)
Acidité	Titration du jus de fruit à la soude à 0,1 M jusqu'à pH 8,1 avec un titrimètre Mettler Titrator DL67, résultat exprimé en g/l d'acide malique (4 jus de 5 fruits)
Spectrométrie NIR	Labspec (ASD, USA), 2 x 2 mesures par fruit sur 2 faces opposées de chaque côté du sillon (20 fruits)

Calibre et poids des fruits

En Suisse, un calibre minimal est fixé pour chaque variété de pruneaux selon la norme de commercialisation des fruits à noyau actualisée chaque année. Ce calibre doit être respecté lors de la livraison à la grande distribution. Le tableau 2 décrit les calibres minimaux (CM) et ceux relevés dans nos essais. Signalons que très peu de fruits étaient inférieurs au CM.

Par ailleurs, les essais ont montré une relation significative entre le calibre et le poids des fruits, indépendamment de la variété (fig. 1). De 2005 à 2009, cette relation n'a jamais été influencée par la variété ou par l'année.

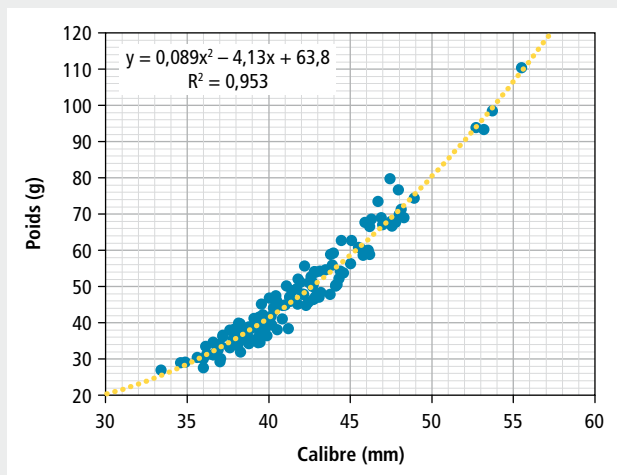


Figure 1 | Relation entre le poids et le calibre des fruits testés de 2005 à 2009 (toutes les variétés).

Tableau 2 | Calibre des fruits testés et calibre minimal exigé (CM) dans la norme de commercialisation 2015

Variété	CM selon norme de commercialisation (mm)	Calibre des fruits testés (mm)	Nombre de fruits < CM / nombre total
Cacaks Fruchtbare	33	35–44	0 / 40
Cacaks Schöne	36	36–51	0 / 120
Elena	33	25–45	1 / 120
Fellenberg	33	33–43	0 / 80
Jojo	36	35–52	1 / 160
Tegera	33	26–44	4 / 60
Tophit	45	41–53	9 / 80
Topking	33	26–46	10 / 80
Topstar	non défini	36–50	– / 60
Toptaste	36	35–50	1 / 80
Vanette	40	36–52	3 / 120

Calibre et qualité interne des fruits

Le concept de commercialisation et la définition des calibres minimaux attribuent une meilleure qualité interne aux fruits de gros calibre. Or cette hypothèse ne se vérifie pas pour les trois critères de qualité considérés (fermeté, teneur en sucre et acidité), pour aucune des variétés étudiées (fig. 2 a-c). En d'autres termes, ces gros fruits ne sont pas forcément synonymes de maturité optimale. Toutefois, dans ces essais, la plupart des fruits étaient bien au-delà du calibre minimal exigé dans la norme de commercialisation 2015 (tabl. 2).

Date de récolte et qualité interne du fruit

Le développement et la qualité des fruits ont été déterminés à trois ou quatre dates de récolte, à intervalle de quatre à dix jours. La figure 3 montre par exemple l'évolution de la qualité interne des fruits de la variété Tophit selon la date de récolte. On voit nettement que le calibre minimal de 45 mm était atteint dès la première date de récolte (28.8.2008), alors que les fruits n'étaient pas encore mûrs, avec une fermeté de 1,2 kg/cm² et une acidité de 15 g/l.

La figure 3 indique aussi que le calibre des fruits de la variété Tophit n'a pas évolué avec la date de récolte,

contrairement aux paramètres de qualité interne. Pour mieux illustrer ce phénomène, les corrélations entre les dates de récolte et les paramètres de qualité ont été calculées par année et par variété pour les essais de 2005 à 2015 (fig. 4). Comme l'indique la répartition des couleurs dans la figure 4, le calibre ne reflète la progression de la qualité que dans 19 cas sur 46, tandis que les critères de qualité interne sont significativement corrélés avec la maturation dans plus de 80 % des cas ($R^2 > 65\%$; 42, 38 et 44 cas sur 46 pour la fermeté, la teneur en sucre et l'acidité).

Il est ainsi prouvé que le calibre des fruits (s'il dépasse le calibre minimal) n'a qu'une signification limitée en termes de qualité. Il faut trouver une autre façon de la déterminer de manière rapide et sûre dans la pratique. Les analyses traditionnelles (teneur en sucre et acidité) s'effectuent sur les jus de fruits et sont donc destructives. Par ailleurs, selon la taille de l'échantillon, l'analyse peut prendre beaucoup de temps. Depuis plusieurs années, des méthodes d'analyses non destructives sont testées, parmi lesquelles la spectroscopie proche infrarouge (spectroscopie NIR) semble très prometteuse (Nicolai *et al.* 2007).

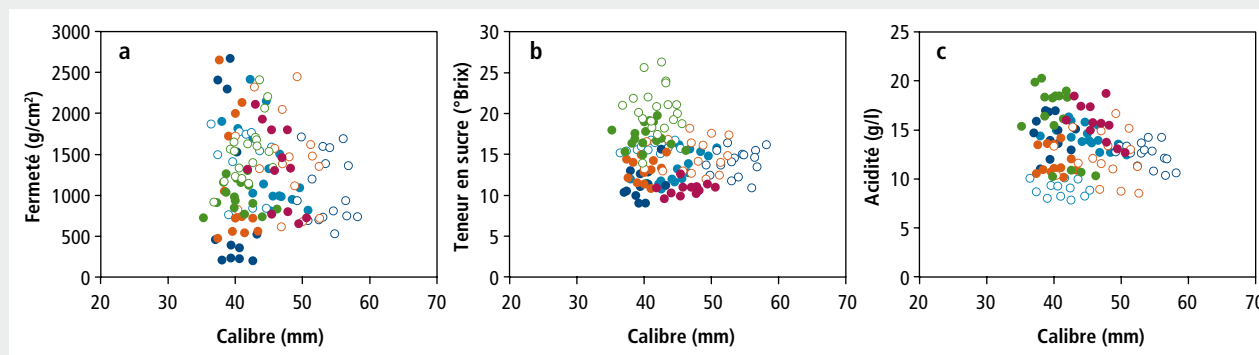


Figure 2 | Le calibre n'est pas corrélé aux critères de qualité: fermeté (a), teneur en sucre (b) et acidité (c). Les différentes couleurs et symboles représentent chacun une variété; les données sont celles de l'année 2009.

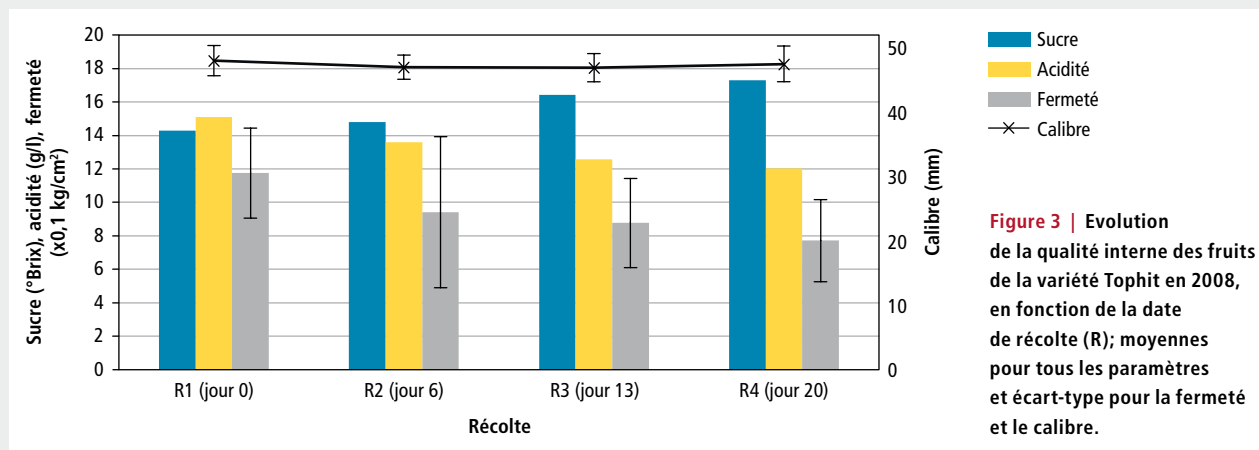


Figure 3 | Evolution de la qualité interne des fruits de la variété Tophit en 2008, en fonction de la date de récolte (R); moyennes pour tous les paramètres et écart-type pour la fermeté et le calibre.

Mesurer avec la lumière sans endommager les fruits

L'analyse par spectroscopie NIR des fruits repose sur le principe que leurs composants absorbent différemment les longueurs d'ondes de la lumière. La lumière qui illumine le fruit et n'est pas absorbée arrive sur un détecteur où elle active un signal de mesure. Les spectres ainsi obtenus sont soumis à des tests statistiques à variables multiples et constituent la base des modèles dits de calibration. Ces derniers permettent de calculer les informations recherchées à partir des spectres comme la teneur en sucre (Baumgartner *et al.* 2007). Dans cet essai, les mesures ont été réalisées sur les fruits intacts avec un spectromètre Labspec 5000 (ASD, Etats-Unis), qui enregistre les spectres en réflexion dans une gamme de longueurs d'ondes visibles et proches infra-rouge de 350 à 1830 nm. Installé dans un sac à dos et doté d'une batterie externe, l'appareil permet également de faire

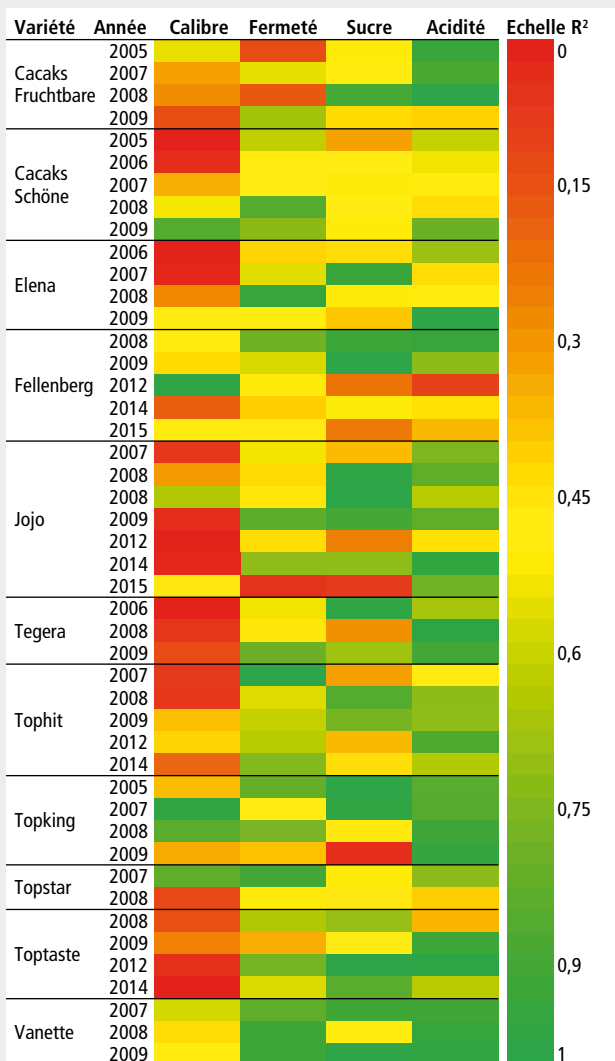


Figure 4 | Corrélation entre la date de récolte (nombre de jours après la première récolte) et les critères de qualité (calibre, fermeté, teneur en sucre et acidité). L'échelle de couleur va du rouge ($R^2 < 0,3$) au vert ($R^2 > 0,7$) en passant par le jaune ($R^2 0,4-0,6$).

des mesures en plein air. L'évaluation des spectres et le calcul des modèles ont été réalisés à l'aide du logiciel «The Unscrambler X» (version 10.3).

Modèle de prévision de la teneur en sucre

Il existe peu de travaux sur l'utilisation de la spectroscopie NIR pour déterminer la qualité des pruneaux. Les études de faisabilité scientifique de Slaughter *et al.* (2003) et de Pérez-Marín *et al.* (2010) en sont deux exemples. Avec une erreur moyenne d'estimation de 1 à 1,2 °Brix pour la teneur en sucre, les deux groupes d'auteurs ont démontré que cette technique permettait de déterminer la date de récolte ou de trier les fruits. Il était donc intéressant de tester si des modèles de prévision satisfaisants pouvaient être établis avec nos variétés et appliqués dans la pratique.

Le calcul des modèles de calibration a été effectué sur 634 pruneaux des variétés citées plus haut. Les fruits ont été récoltés à des dates différentes sur l'ensemble de la saison en 2012 et 2014. Ils ont été analysés parallèlement par spectrométrie et par des méthodes conventionnelles en laboratoire (valeurs de référence). Différents modèles de régression à variables multiples ont été établis à partir des spectres et des valeurs de référence correspondantes. Ces modèles ont ensuite été validés à l'aide d'une compilation de données externes constituée de 282 échantillons de fruits mesurés en 2015. Les données de calibration et de validation du meilleur modèle de prévision de la valeur Brix obtenu sont présentées dans la figure 5. L'erreur résiduelle de validation 1,1 °Brix est comparable à celle des références bibliographiques mentionnées. La qualité de la calibration permet d'envisager une application pratique.

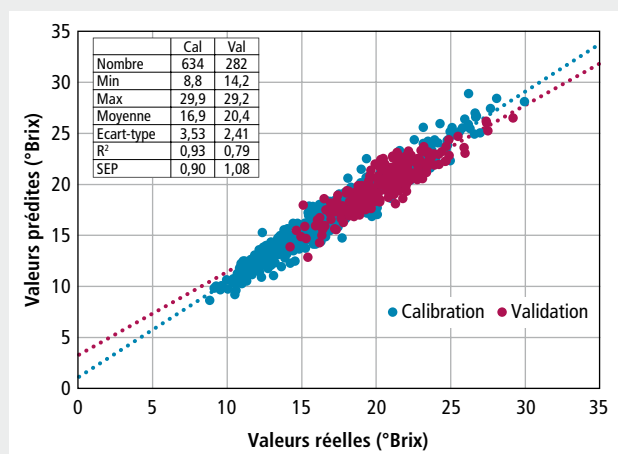


Figure 5 | Validation du modèle de calibration pour la teneur en sucre des pruneaux. Calibration (en bleu) avec des fruits de 2012/2014, validation (en rouge) avec des fruits de 2015. R² = coefficient de corrélation, SEP = erreur résiduelle de calibration / validation du modèle en °Brix.

Mesures de maturité sur l'arbre

Pour valider les modèles de prévision calculés, des mesures ont été effectuées directement sur les arbres en 2015 pendant la maturation des variétés Fellenberg et Jojo, à raison de deux fois par semaine sur 40 fruits marqués. Les teneurs en sucre calculées à partir des spectres sont illustrées par des points bleus dans la figure 6 (moyenne et écart-type de 40 fruits), tandis que les moyennes et écarts-types de 20 pruneaux cueillis sur les mêmes arbres sont en rouge.

L'augmentation de la teneur en sucre durant le développement des fruits sur l'arbre est très bien suivie par les mesures spectroscopiques. Les différences avec les valeurs de référence peuvent s'expliquer par le fait que les fruits mesurés de manière destructive étaient différents de ceux mesurés par spectroscopie NIR, même s'ils venaient des mêmes arbres. D'autre part, la fluctuation des valeurs mesurées par fruit était relativement importante (Fellenberg: 1,5–2 °Brix et Jojo: 1,3–2,2 °Brix). Ces résultats montrent que la spectroscopie NIR a un réel potentiel pour estimer la maturité des pruneaux dans la pratique.

Bilan de l'essai

En général, dans la pratique, la date de récolte n'est pas seulement liée à la qualité sensorielle des fruits, mais aussi aux conditions météorologiques et à la situation du marché: si le temps se gâte ou si la demande est forte, les fruits sont souvent cueillis avant la date optimale. Il serait intéressant de pouvoir déterminer la date de récolte idéale à partir de paramètres objectifs et faciles à mesurer.

Notre étude montre que le calibre des fruits n'est pas un indicateur fiable pour choisir la date de récolte optimale. La définition d'un calibre minimal permet

certes d'éviter certains problèmes de qualité, mais ces valeurs, actuellement très basses, ne garantissent pas une qualité gustative suffisante pour les consommateurs. Les données de cette étude indiquent que les paramètres de qualité interne (fermeté, teneur en sucre et acidité) sont de meilleurs indicateurs de la qualité gustative des fruits. La teneur en sucre peut être obtenue rapidement et sans détruire le fruit par spectroscopie NIR. D'autres essais doivent encore être poursuivis avec les producteurs avant de pouvoir recommander cette méthode dans la pratique. Par ailleurs, les appareils NIR portables actuels sont encore trop chers pour être utilisés à cette fin. ■

Bibliographie

- Baumgartner D., Gabioud S., Gasser F. & Höhn E., 2007. Zerstörungsfreie Messung innerer Qualitätsmerkmale beim Apfel. *Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau* 143 (12), 10–13.
- Gasser F., Kockerols M., Heiniger C., Gasser S., Kneubühler Y., Eppler T. & Bozzi Nising A., 2009. Zwetschgen: Pflückzeitpunkt, Qualität & Verderbsanfälligkeit. *Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau* 145 (11), 8–11.
- Höhn E., Gasser F., Mattle S., Nöpflin B. & Ladner J., 2004. Zwetschgenqualität aus Sicht der Konsumentinnen und Konsumenten. *Schweiz. Z. Obst- u. Weinbau* 140 (21), 10–13.
- Nicolai B., Beullens K., Bobelyn E., Peirs A., Saeys W., Theron K. I. & Lammertyn J., 2007. Nondestructive measurement of fruit and vegetable quality by means of NIR spectroscopy: A review. *Postharv. Biol. Technol.* 46, 99–118.
- Pérez-Marin D., Paz P., Guerrero J.-E., Garrido-Varo A. & Sánchez M. T., 2010. Miniature handheld NIR sensor for the on-site non-destructive assessment of post-harvest quality and refrigerated storage behavior in plums. *J. Food Engineering* 99 (3), 294–302.
- Slaughter D. C., Thompson J. F. & Tan E. S., 2003. Nondestructive determination of total and soluble solids in fresh prune using near infrared spectroscopy. *Postharv. Biol. Technol.* 28, 437–444.
- Usenik V., Stampar F. & Veberic R., 2008. Anthocyanins and fruit colour in plums (*Prunus domestica* L.) during ripening. *Food Chem.* 114, 529–534.

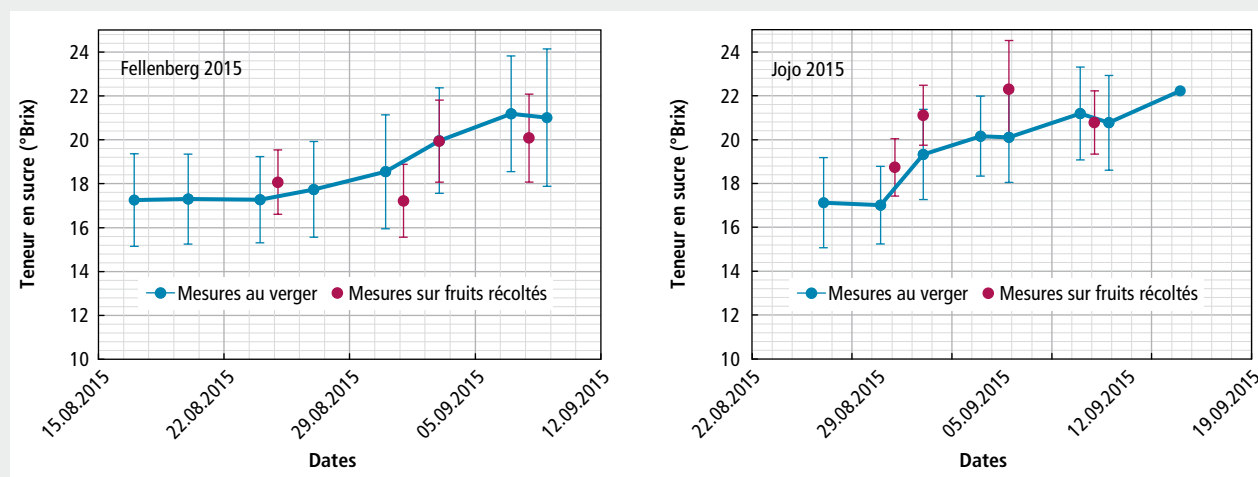


Figure 6 | Mesures par spectrométrie NIR sur l'arbre pendant le développement des fruits des variétés Fellenberg et Jojo. Bleu = mesures NIR de 40 fruits sur l'arbre, rouge = valeurs de référence de 20 fruits cueillis. La figure représente la moyenne et l'écart-type des valeurs de mesure.