

Stade optimal de récolte des pommes Gala: bilan de onze ans d'expérimentation de conservation

Jean-Pierre SIEGRIST et Pierre-Yves COTTER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

Renseignements: Jean-Pierre Siegrist, e-mail: jean-pierre.siegrist@acw.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11



Chambre frigorifique à atmosphère contrôlée.

Introduction

Le succès de la variété Gala auprès des consommateurs a naturellement incité les producteurs à planter massivement cette variété depuis une quinzaine d'années. Aujourd'hui, les surfaces de vergers de Gala en Suisse dépassent les 800 hectares et leur surface a même dépassé celle de la variété leader Golden Delicious. Dans beaucoup d'exploitations, la proportion de vergers plantés de Gala est importante. Cette situation ne va pas sans poser des problèmes d'organisation des récoltes pour les producteurs et de stockage pour les entrepositaires. Les volumes ainsi produits assurent l'approvisionnement du marché durant près de dix

mois. Pour assurer une si longue conservation, il est nécessaire de récolter les fruits au stade optimal de maturité et de bien choisir les lots qui offrent le maximum de garantie de stockage aux entrepositaires. Vu l'importance prise par cette variété sur le marché, l'Office cantonal d'arboriculture du canton du Valais et la Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW collaborent depuis 1999 pour suivre l'évolution d'échantillons de fruits en post-récolte, afin d'améliorer les critères de maturité à la récolte et d'augmenter la durée de stockage.

Le but de cette étude est de préciser les valeurs de la fenêtre optimale de récolte publiée pour Gala (Gasser et Siegrist 2010), d'observer l'influence du réchauf-

fement climatique sur l'époque habituelle de récolte des pommes ainsi que sur l'évolution de la qualité et sur l'aptitude à la conservation de cette variété. Il s'agit aussi de fournir aux entrepositaires une méthode leur permettant d'orienter la marchandise en toute sécurité vers un stockage à court, moyen ou long terme selon l'état de maturité des fruits à la récolte. L'objectif est d'éviter des pertes importantes au stockage comme celles qui se sont produites ces dernières années.

Matériel et méthodes

Le suivi des vergers débute dans la phase de pré-récolte par des tests hebdomadaires de maturité. A la récolte, des échantillons de fruits sont prélevés sur un réseau de quinze vergers de la variété Gala ordinaire et du clone Royal Gala. La marchandise est conservée en chambre frigorifique à atmosphère contrôlée jusqu'au printemps suivant. La description des caractéristiques des vergers figure dans le tableau 1. Le verger 12 est cultivé selon les règles de la production biologique et le verger 13 a été converti en production biologique durant la période d'observation.

La récolte des échantillons sur les quinze vergers du réseau est réalisée par l'Office cantonal d'arboriculture de Châteauneuf-Sion. Elle a lieu le jour où le producteur décide de cueillir sa parcelle. Le prélèvement se compose de deux plateaux de 80 à 100 fruits pour le stockage, lesquels sont entreposés dans les conditions d'atmosphère contrôlée ULO (*Ultra Low Oxygen*): **température 0,5°C, humidité relative 92-94 %, gaz carbonique (CO₂) 3 % et oxygène (O₂) 1%.**

Résumé Des échantillons de fruits provenant d'un réseau de quinze vergers de la variété Gala sont conservés chaque année depuis 1999 afin de déterminer les causes du manque de fermeté des fruits et des dégâts de brunissement de la chair après stockage. Les tests de maturité des fruits effectués à la récolte montrent qu'une partie des vergers sont récoltés trop tard, ce qui explique en partie l'origine de ces problèmes de qualité et de pertes après stockage. De plus, les résultats de ces tests montrent que le test amidon est le meilleur indicateur de maturité des fruits à la récolte pour déterminer la durée du stockage. Dans le but d'avancer la période de récolte, les valeurs optimales de référence du test amidon sont modifiées et passent de 4 à 6 au lieu de 5 à 7 dès 2011. Au terme de l'expérimentation, il a été établi aussi que lors des années climatiques chaudes, le stockage est plus difficile et les dégâts de brunissement de la chair plus importants. Après onze années de suivi en entreposage, cette étude permet de proposer aux producteurs et entrepositaires des solutions pour réduire le risque de dommages en conservation et pour maintenir la qualité des pommes Gala.

Tableau 1 | Description des caractéristiques des vergers cultivés dans la plaine du Rhône en Valais

Verger	Clone Gala	Plantation	Forme	Distance (m)	Arbres/ha	Porte-greffe	Production
Verger 1	Royal	1996	Fuseau	4 x 1,5	1666	M9	Intégrée
Verger 2	Royal	1980	Fuseau	4 x 1	2500	M9	Intégrée
Verger 3	Ordinaire	1988	Fuseau	4 x 3,5	714	M9	Intégrée
Verger 4	Royal	1994	Fuseau	4 x 2	1250	M9	Intégrée
Verger 5	Royal	1995	Fuseau	4 x 1	2500	M9	Intégrée
Verger 6	Royal	1995	Fuseau	3.5 x 1,2	2380	M9	Intégrée
Verger 7	Royal	1992	Fuseau	4 x 1,5	1666	M9	Intégrée
Verger 8	Royal	1996	Fuseau	4 x 1,5	1666	M9	Intégrée
Verger 10	Ordinaire	1992	Fuseau	4 x 3	833	M9	Intégrée
Verger 11	Ordinaire	1991	Fuseau	4 x 1,5	1666	M9	Intégrée
Verger 12	Royal	1992	Fuseau	4 x 1,2	2083	M9	Biologique
Verger 13*	Ordinaire	1989	Palmette	4 x 3	833	M9	Bio dès 2006
Verger 14	Ordinaire	1992	Fuseau	4 x 1,5	1666	M9	Intégrée
Verger 15	Ordinaire	1988	Palmette	4 x 3,5	714	M9	Intégrée
Verger 16	Ordinaire	1990	Fuseau	4 x 2	1250	M9	Intégrée

*Verger 13: arraché en 2008.

Un échantillon de trente-cinq fruits est destiné aux analyses de maturité à la récolte. De cet échantillon, vingt-cinq fruits sont analysés avec le laboratoire automatique Pimprenelle (Rossier *et al.* 1998). Les résultats obtenus sont la teneur en sucre exprimée en % Brix et la fermeté en kg/cm². Les dix fruits restants servent à réaliser le test amidon évalué visuellement à partir d'un code de dix images de référence et de notes de 1 à 10 établies par le CTIFL (Planton 1995). Les valeurs analysées sont comparées aux valeurs de la fenêtre optimale de maturité de récolte recommandées pour Gala: **sucre 10 à 12 % Brix, fermeté 7,5 à 9 kg/cm², amidon notes 5 à 7 et indice de maturité 0,089 à 0,180.**

Le contrôle des lots a lieu à la mi-février et à fin avril. A la sortie du stockage, les échantillons sont placés d'abord dans un local de maturation pendant sept jours (température ambiante 19°C, humidité relative 50-60%). La qualité ainsi mesurée est proche de celle perçue par le consommateur. Après cette maturation, un échantillon de vingt-cinq fruits est analysé avec le laboratoire automatique et cinquante fruits sont coupés pour déterminer et dénombrer les dégâts internes et les maladies de conservation comme le brunissement de la chair ou le brunissement de sénescence.

Résultats et discussion

Analyses de la maturité à la récolte

Les proportions de vergers récoltés selon les critères de la fenêtre optimale de maturité durant onze années sont illustrées dans la figure 1. Concernant les critères de fer-

meté et de % Brix, un fort pourcentage de vergers sont effectivement dans les valeurs de référence, respectivement 74 et 80%. Par contre, 51% des résultats du test amidon ne sont pas dans la fenêtre des valeurs optimales mais se situent au-dessus de la note 7, donc à un stade de maturité trop avancé. Les résultats du test amidon (onze ans d'observations) présentés par verger (fig. 2) montrent clairement certaines tendances des producteurs, les uns récoltant régulièrement tôt ou au stade optimal de maturité, les autres récoltant presque toujours tard. Ces résultats permettent déjà d'expliquer la cause des problèmes récurrents de quelques lots observés après stockage. En mettant en relation les notes d'amidon et la proportion de fruits atteints de brunissement de la chair, le graphique de la figure 3 démontre bien que le risque



Variété Gala à différents stades de maturité à la récolte.

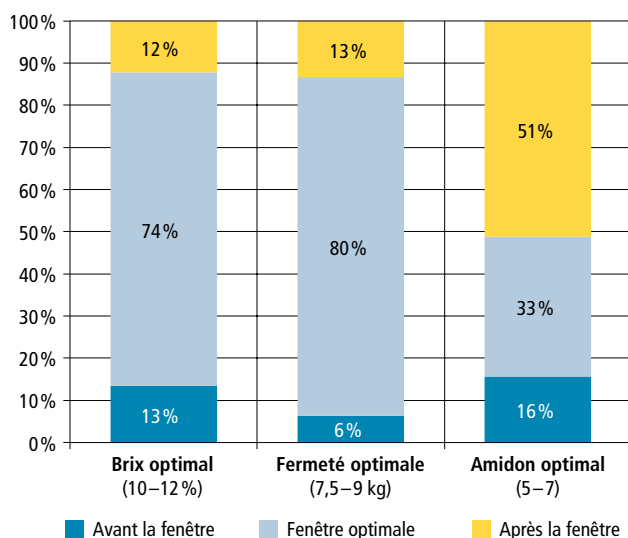


Figure 1 | Proportion des stades de maturité à la récolte selon les critères de la fenêtre recommandée pour Gala. Résultats de quinze vergers de 1999 à 2009, 172 récoltes.

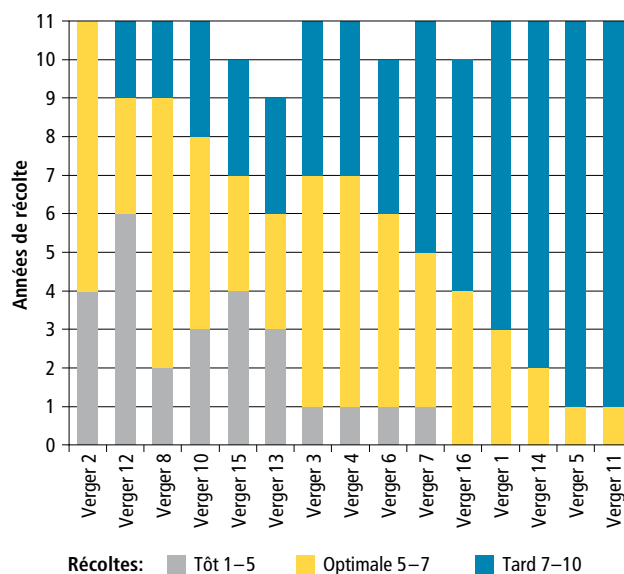


Figure 2 | Classement des vergers, selon les stades de maturité à la récolte mesurés avec le test amidon durant onze années.

de problème de brunissement augmente pour les lots ayant obtenu une note d'amidon élevée. Les exceptions existent aussi et tous les fruits cueillis tard ou trop tard ne finissent pas bruns après conservation.

Les valeurs proposées pour la fenêtre optimale de récolte et la publication des tests de pré-récolte sur internet ont eu un impact positif auprès des producteurs. Depuis 2003, les récoltes se font déjà globalement plus tôt et pour motiver les producteurs à avancer encore la cueillette, les valeurs optimales d'amidon passeront de 4 à 6 au lieu de 5 à 7 actuellement. Reste que si la coloration n'est pas suffisante au bon moment, les récoltes sont par la force des choses retardées, et malheureusement avec le réchauffement climatique cet inconvénient revient souvent.



Test amidon sur la variété Gala: récolte précoce.



Test amidon sur la variété Gala: récolte tardive.

Si les producteurs avancent la récolte d'une semaine quand c'est possible, en entre-cueillant tous les fruits bien exposés et colorés, cela permettra déjà sans trop de contrainte d'améliorer la qualité des fruits et de réduire les risques de brunissement en conservation. Souvent, ce sont les plus beaux fruits qui, cueillis trop mûrs, vont mal évoluer et déprécier toute la marchandise. Actuellement, il est encore impossible d'éliminer au triage les fruits qui manquent de fermeté ou ceux dont la chair est brune. Dans le futur, les nouvelles trieuses seront probablement capables de le faire, mais pour le moment, c'est toute la marchandise qui est pénalisée.

Analyses et contrôles après conservation

Influence climatique annuelle

L'influence climatique a aussi des répercussions sur la qualité et le brunissement de la chair des fruits. Les moyennes annuelles de sucre, de fermeté et le brunissement de la chair des quinze vergers mesurés après le stockage sont présentées dans le tableau 2. Les résultats du mois de février montrent que la plupart des résultats sont conformes aux exigences commerciales. Ces limites de qualité fixées par les grands distributeurs sont: pour le sucre > 11,4 % Brix et > 5,4 kg pour la fermeté. Cela signifie que durant les six premiers mois de conservation et de consommation, la qualité des fruits est en général bonne et dans les normes.

2002 se révèle être la plus mauvaise année concernant la teneur en sucre des fruits puisque cinq vergers ne sont pas conformes aux minima. En 2003 et 2004,

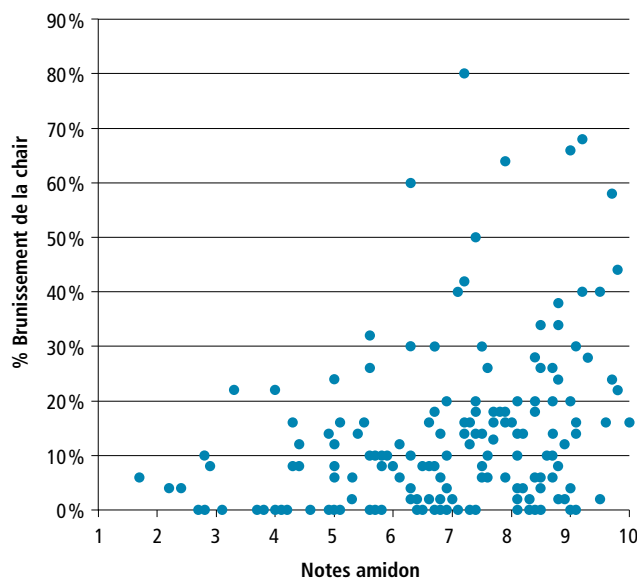


Figure 3 | Relation entre les notes du test amidon à la récolte et le pourcentage de brunissement de la chair en avril après conservation.

par contre, c'est la fermeté des fruits qui fait défaut respectivement sur neuf et six vergers. En 2003 et 2009, le brunissement de la chair est déjà présent dans certains lots en février. Ces deux années sont les plus chaudes de la décennie, en particulier l'année 2003, où les fruits ont subi durant plusieurs jours des températures caniculaires dépassant les 35 °C.

Au contrôle d'avril, la proportion de lots non conformes augmente pour les trois critères mesurés. Les lots atteints de brunissement de la chair sont aussi moins fermes. Le développement du brunissement de la chair est très variable selon les années. Dans le tableau 2 figurent les dates moyennes de récolte du réseau, en onze ans de contrôles. Les quatre années les plus précoces se distinguent par une proportion plus élevée de fruits atteints de brunissement de la chair. En plus d'être précoce, la période idéale de récolte peut devenir extrêmement courte. Dans ces situations, auxquelles s'ajoutent encore des difficultés de coloration des fruits,

les producteurs n'ont souvent pas suffisamment de main-d'œuvre pour cueillir toute leur production de pommes Gala au stade optimal de maturité. La part de la marchandise récoltée tard ou trop tard se conservera peu de temps ou mal, d'où une plus forte proportion de dégâts de brunissement de la chair observée en fin de stockage. A noter qu'avec le réchauffement climatique, ces difficultés sont de plus en plus fréquentes.

Relation entre fermeté et brunissement de la chair

Le manque de fermeté des pommes des vergers 4, 6 et 8 s'explique en analysant les résultats représentés dans la figure 4 (valeurs moyennes de fermeté du mois de février et dégâts de brunissement de la chair observés lors du contrôle d'avril). Une des principales causes du manque de fermeté et du brunissement prononcé de la chair des pommes provenant des vergers 4 et 6 réside dans les récoltes trop tardives. Par contre, le cas du verger 8 est différent; puisque la date de récolte

Tableau 2 | Contrôle de la qualité des fruits après conservation, moyennes annuelles et nombre de vergers conformes ou non conformes aux exigences commerciales

Exigences commerciales de qualité	Dates moyennes de récoltes	Sucre (> 11,4 °Brix)			Fermeté (> 5,4 kg/cm ²)			Brunissement de la chair (< 8%)		
		Moyenne annuelle	Conforme	Non conforme	Moyenne annuelle	Conforme	Non conforme	Moyenne annuelle	Conforme	Non conforme
Analyses et contrôles de février	28.08.1999	12,3	11	3	6,4	10	4	4%	11	3
	22.08.2000	12,0	12	3	7,2	15	0	5%	12	3
	27.08.2001	12,1	13	2	7,2	15	0	2%	14	1
	27.08.2002	12,2	10	5	7,5	15	0	1%	15	0
	22.08.2003	12,7	15	0	5,7	6	9	20%	6	9
	31.08.2004	12,1	14	1	6,2	9	6	1%	15	0
	28.08.2005	12,2	14	1	7,6	15	0	0%	15	0
	31.08.2006	12,2	13	2	7,4	15	0	0%	15	0
	21.08.2007	12,2	11	3	7,0	14	0	6%	10	4
	28.08.2008	12,5	12	2	6,7	13	1	2%	13	1
25.08.2009	12,1	11	3	7,0	13	1	14%	7	7	
Analyses et contrôles de mai	28.08.1999	11,8	8	6	5,7	6	8	12%	6	8
	22.08.2000	11,7	11	4	6,9	13	2	20%	6	9
	27.08.2001	14,4*	15	0	6,7	13	2	9%	9	6
	27.08.2002	11,6	9	6	7,2	15	0	7%	9	6
	22.08.2003	12,3	14	1	5,5	4	11	30%	4	11
	31.08.2004	12,0	13	2	5,8	5	10	3%	13	2
	28.08.2005	12,4	13	2	7,2	15	0	4%	12	3
	31.08.2006	11,9	10	5	6,8	14	1	7%	11	4
	21.08.2007	12,1	12	2	6,4	13	1	15%	3	11
	28.08.2008	11,7	6	8	6,4	14	0	11%	8	6
25.08.2009	11,6	8	6	6,7	12	2	24%	2	12	
Moyennes/Sommes		12,4	255	67	7,4	264	58	9,8%	216	106
Résultats en %			79%	21%		82%	18%		67%	33%

*Perte de poids importante en conservation, due à un manque d'humidité relative.

n'est pas en cause, il est difficile de trouver l'origine du problème. Le peu de fermeté des fruits observé dans les vergers 4, 6 et 8 au contrôle de février est en fait le signe précurseur de sénescence aboutissant plus tard au brunissement de la chair. Il faut relever que les fruits des vergers 1, 3, 5 et 11, dont la fermeté est basse en février, se retrouvent aussi avec une forte proportion de brunissement de la chair au contrôle d'avril. Le verger 2 obtient d'excellents résultats de fermeté, mais une proportion relativement élevée de fruits bruns. Les fruits de ce verger n'ont présenté que lors d'une seule année un dégât de brunissement important (60 %) qui a péjoré la moyenne. Il était dû à une cueillette trop tardive.

Conformité de la qualité des fruits aux critères commerciaux

Les exigences qualitatives commerciales appliquées par les grands distributeurs lors de l'achat de la marchandise durant toute la période de commercialisation ont un impact relativement important sur les producteurs et les entrepositaires. La variété Gala offre l'avantage de pouvoir se consommer dès la récolte. Donc, si l'entrepositaire contrôle attentivement la marchandise provenant de ses producteurs et en particulier l'état de maturité des fruits à l'arrivée à l'entrepôt, il peut adapter la durée et la technique de conservation en conséquence. Plus la marchandise réceptionnée est avancée en maturité, plus courte sera sa durée de conservation et seuls les lots récoltés tôt seront conservés longtemps. >

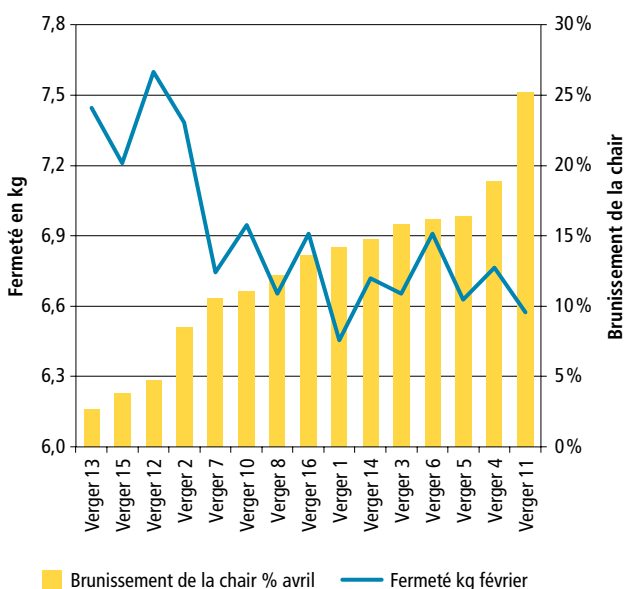


Figure 4 | Moyennes de onze années des mesures de fermeté des fruits par verger en février en relation avec le pourcentage de brunissement de la chair observé en avril.

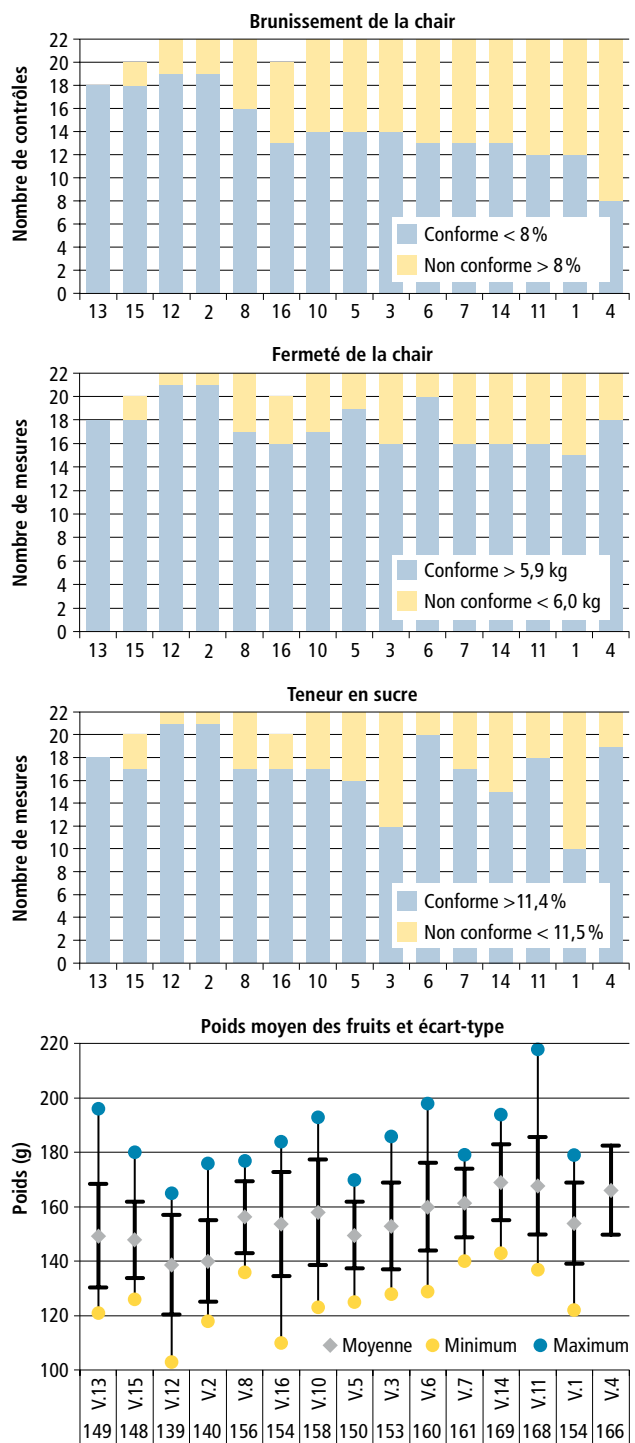


Figure 5 | Conformité des résultats cumulés de la teneur en sucre, de la fermeté de la chair et du brunissement de la chair ainsi que du poids moyen des fruits, par verger de février et avril. Les résultats sont classés par ordre croissant de dégâts de brunissement de la chair.

Si l'entrepositaire respecte impérativement cette règle, ses fruits seront rarement refusés pour des raisons de qualité et il limitera les pertes au stockage. En réalité cependant, le marché d'automne ne peut pas toujours absorber toute la marchandise mûre et c'est par la suite que des pertes au stockage et des problèmes de qualité peuvent survenir.

Dans notre réseau, tous les échantillons sont conservés jusqu'en avril, indépendamment de leur état de maturité. Ce choix n'est donc pas représentatif de ce qui devrait se pratiquer normalement. Par contre, il est très instructif et démontre bien que seuls les fruits de qualité, récoltés au stade optimal de maturité sont aptes à supporter l'entreposage de longue durée.

Sur la figure 5 sont reportés le nombre de mesures de sucre, de fermeté et de brunissement de la chair conformes ou non conformes aux exigences commerciales des distributeurs, ainsi que le poids moyen des fruits. Les résultats des contrôles de février et avril sont cumulés. Le classement des vergers des quatre graphiques est établi selon le critère du brunissement de la chair et par ordre croissant de dégâts.

Les vergers 2, 12 et 15 obtiennent d'excellents résultats. Ils sont récoltés tôt si l'on se réfère aux notes du test amidon de la figure 2. Les fruits de ces vergers sont également les plus petits du réseau (139 à 148g) alors que les plus gros pèsent en moyenne 169g. A l'opposé, les vergers 1, 3 et 14 obtiennent les moins bons résultats, les récoltes tardives étant une des principales causes de ce mauvais classement. Contrairement à un préjugé répandu, le fait de récolter tard n'améliore pas la teneur en sucre des fruits.

Remerciements

Nos sincères remerciements s'adressent à M. Jacques Rossier et ses collaborateurs de l'Office cantonal d'arboriculture du canton du Valais pour leur participation à ce travail. Nos remerciements vont aussi aux producteurs qui ont accepté de collaborer à ce réseau depuis 1999.

Conclusions

- Le test amidon se révèle être le meilleur indicateur de maturité pour la variété Gala. Les valeurs optimales du test amidon seront modifiées: dès 2011, elles seront de 4 à 6 au lieu de 5 à 7 jusqu'ici, dans le but de commencer les récoltes plus tôt afin d'améliorer la qualité et de réduire les pertes.
- Le test amidon à la récolte est également pertinent pour déterminer le potentiel de conservation des pommes Gala. Cette information permet de choisir le mode et la durée de conservation les mieux adaptés au stade de maturité des fruits.
- Une faible fermeté des fruits en février est un signe précurseur de sénescence. Celle-ci peut, si l'entreposage se prolonge jusqu'en avril-mai, aboutir au développement du brunissement de la chair.
- Les années de récoltes précoces produisent des fruits beaucoup plus fragiles à conserver. L'observation des conditions climatiques permet de se préparer à des difficultés supplémentaires tant sur le plan des récoltes et du stockage que de la commercialisation. ■

Bibliographie

- Planton G., 1995. Le test amidon des pommes pour l'aide à la décision de récolte. CTIFL, Eurofru, *Le point n° 6*.
- Gasser F. & Siegrist J.-P., 2010. Recommandations 2010-2011 aux entrepositaires de fruits et légumes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 42 (5), 322-326.
- Rossier J., Pfammatter W. & Aerny J., 1998. Détermination de la qualité interne des pommes à l'aide du laboratoire «Pimprenelle». *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* 30 (4), 247-25

■ Summary

Optimal harvest date of Gala apples: assessment of eleven years of cold storage experiments

The aim of the study was to find the causes for the lack of firmness and for damages caused by soft scald in Gala apples after storage. Therefore fruit samples were collected from fifteen orchards since 1999. The analysis of fruit maturity at harvest showed that some orchards were harvested too late, what may partly explain the causes for quality problems after storage. These analysis at harvest also pointed out that the starch index is the best indicator of fruit maturity to predict the storage duration. In order to harvest the Gala apples earlier, the reference values for the starch index were modified to 4-6 instead of 5-7. A further observation of these studies was, that in the years of hot weather conditions especially in summer, the storage was more difficult and soft scald damages occurred more frequently. After eleven years of research, this study gives solutions for the production and the storage to reduce the risk of fruits damages and to maintain the quality of Gala apples.

Key words: firmness, quality, scald, storage diseases.

■ Zusammenfassung

Optimaler Erntezeitpunkt von Gala Äpfeln: Bilanz von elf Jahren Lageruntersuchungen

Mit dem Ziel, die Ursachen der mangelnden Fruchtfestigkeit und der Schäden durch Fleischbräune bei Gala Äpfeln nach der Lagerung zu erforschen, wurden seit 1999 Fruchtproben von fünfzehn Parzellen erhoben. Die Untersuchungen der Fruchtreife bei der Ernte haben gezeigt, dass einige Parzellen zu spät geerntet wurden, was die Ursachen der Qualitätsprobleme und Verluste nach der Lagerung teilweise erklären können. Weiter zeigten diese Ergebnisse, dass der Stärke-Test der beste Indikator der Fruchtreife zur Festlegung der Lagerdauer darstellt. Um eine frühere Ernte der Gala Äpfel zu fördern, werden die Referenzwerte des Stärke-Tests ab der Ernte 2011 auf 4-6 statt wie bis anhin 5-7 reduziert. Bei diesen Untersuchungen wurde weiter beobachtet, dass in den Jahren mit heißem Wetter die Lagerung der Gala Äpfel schwieriger ist und dass Fleischbräune-Schäden häufiger vorkamen. Nach 11-jährigen Untersuchungen bietet diese Studie den Produzenten und den Lagerhaltern Lösungen an, um das Risiko von Verlusten im Lager zu reduzieren und die Qualität der Gala Äpfel besser zu erhalten.

■ Riassunto

Stadio ottimale di raccolta delle mele Gala: bilancio di undici anni d'esperienze nella conservazione

Per poter determinare le cause della mancanza di fermezza dei frutti e dei danni causati dall'imbrunimento della polpa dopo la conservazione, dal 1999 ogni anno si conservano campioni di frutta della varietà Gala, provenienti da una rete di quindici frutteti.

Prove di maturazione dei frutti effettuate durante la raccolta dimostrano che in alcuni frutteti la raccolta avviene troppo tardi. Questi risultati hanno mostrato che il miglior indicatore di maturazione dei frutti, al momento della raccolta e per determinare la durata della conservazione, è il test dell'amido.

Dal 2011, per gestire meglio il periodo della raccolta, i valori ottimali di riferimento sono modificati e passano da 4 a 6 invece di 5 a 7. Ulteriore osservazione: negli anni caldi la conservazione è più difficile e i danni d'imbrunimento della polpa risultano essere più importanti. Per ridurre il rischio di danni durante la conservazione e per mantenere la qualità dei frutti, dopo undici anni di studio della conservazione, questo lavoro propone delle soluzioni ai produttori ed ai responsabili per la conservazione.