

Entreposage frigorifique de pommes Pink Lady®: influence de la température, de l'atmosphère et du 1-MCP

Jean-Pierre SIEGRIST et Pierre-Yves COTTER, Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW
Renseignements: Danilo Christen, e-mail: danilo.christen@acw.admin.ch, tél. +41 27 345 35 11, www.agroscope.ch



La variété Pink Lady® est en plein essor sur le marché des pommes.

Introduction

Grâce au réchauffement climatique de ces dernières années, la pomme Pink Lady®, nom commercial de la variété Cripps Pink^{COV}, intéresse toujours plus les producteurs de nos régions. Des printemps précoces et des automnes doux permettent de cultiver sans trop de risques cette variété très tardive. La période de récolte de Pink Lady® est actuellement du 15 au 25 octobre.

Issue d'un croisement entre Lady Williams et Golden Delicious, elle a été sélectionnée en 1979 à Stoneville en Australie. Après des débuts timides en Suisse en 1995, elle est largement plantée depuis ces cinq dernières années dans la plaine du Rhône. Connue des consommateurs par le biais des importations de l'hémisphère Sud, la variété est très demandée par les distributeurs et il n'y a pas besoin de développer le marché. Le fruit bicolore présente une face rose foncé

pastel attractive et une forme allongée très homogène héritée de Golden Delicious. Cette morphologie régulière et attrayante garantit aux producteurs une proportion très élevée de fruits de première qualité. L'équilibre gustatif, entre un taux de sucre élevé de 13 à 15 % Brix et une acidité comprise entre 7 et 8,5 g/l, est excellent. Le tout est légèrement parfumé. A cela s'ajoute une texture fine, ferme et croquante qui se maintient remarquablement bien en conservation et à température ambiante. Les quantités produites en forte progression demandent un plus long étalement des ventes dans la saison. Ce succès exige par conséquent de définir des conditions d'entreposage toujours plus performantes pour garantir aux consommateurs une qualité irréprochable des fruits jusqu'en été. Cette variété, bien implantée dans les régions méridionales, a déjà fait l'objet de nombreux essais d'entreposage, qui ont démontré que le stockage des fruits durant six mois ne pose pas de problème particulier. Au-delà de cette période, en revanche, deux accidents physiologiques peuvent survenir et entraîner des pertes importantes. Le premier est l'échaudure ordinaire (fig.1). Le second est le brunissement de la chair, qui touche occasionnellement des lots et qui apparaît généralement après six mois d'entreposage (fig.2). Les causes de ce dégât, décrit par Mathieu-Hurtiger *et al.* (2010), sont multiples: récolte tardive, facteurs culturaux, conditions climatiques et paramètres d'entreposage sont tous susceptibles de provoquer la formation du brunissement de la chair.

Résumé

La pomme Pink Lady® n'a pas de problème de qualité en conservation, mais elle est très sensible à l'échaudure ordinaire et au brunissement de la chair. Différentes conditions de stockage ont été testées durant quatre saisons pour réduire l'apparition de ces deux dégâts. En conditions d'atmosphère ULO, l'échaudure ne se développe pas du tout. En revanche, l'application de 1-MCP (SmartFresh™) n'agit que partiellement contre cette maladie: dans nos essais, l'échaudure a pu se développer dans la cavité pédonculaire des pommes malgré ce traitement. L'entreposage à des températures élevées de 3,5 à 4 °C permet de réduire l'apparition du brunissement de la chair. Le SmartFresh™ se montre aussi efficace contre cette maladie. Les résultats obtenus avec diverses conditions de stockage durant quatre saisons par ACW montrent l'influence des conditions climatiques de l'année et la tendance des fruits de certains vergers à développer un brunissement de la chair. Actuellement, au-delà de six mois de stockage, aucune condition d'entreposage ne permet de garantir l'absence de brunissement sur cette variété. En fonction de ces résultats, il est recommandé de conserver la variété en condition ULO à une température de 3,5 à 4 °C. Un contrôle des fruits à partir du mois d'avril, et en particulier du brunissement de la chair, est vivement conseillé.



Figure 1 | Dégât d'échaudure ordinaire.



Figure 2 | Dégât de brunissement de la chair.

Le but de l'étude menée de 2007 à 2010 par Agroscope ACW était de tester durant quatre ans différentes températures de stockage, des conditions à basse teneur en oxygène (ULO: 1% O₂) et l'inhibiteur d'éthylène SmartFresh™ afin de maîtriser l'échaudure ordinaire et le brunissement de la chair de la pomme Pink Lady® durant sa conservation.

Matériel et méthode

Les fruits utilisés pour ces essais proviennent de vergers situés en Valais. Vu l'hétérogénéité des résultats et la forte influence du verger, le nombre de provenances a été augmenté de 6 à 12 lors des derniers essais. La maturité optimale de récolte recommandée par Gasser et Siegrist (2011) pour l'entreposage de Pink Lady® se définit comme suit:

- teneur en sucre entre 12,5 et 13,5 % Brix
- fermeté entre 7,5 et 8,5 kg/cm²
- teneur en amidon notes entre 4 et 6 (code Ctifl)
- indice de maturité entre 0,10 et 0,17.

La récolte de cette variété se situe à une période favorable pour les producteurs: tout à la fin de la saison, le personnel est disponible pour récolter les fruits au stade optimal de maturité pour l'entreposage.

Le jour où le producteur récolte sa parcelle, l'Office cantonal d'arboriculture de Châteauneuf (OCAVS) en Valais prélève les échantillons nécessaires à l'essai d'entreposage: soit un plateau de 15 kg par variante testée et un échantillon de 26 fruits destinés aux analyses de récolte. Dès réception de la marchandise, l'échantillon de 26 pommes est analysé avec le laboratoire automatique «Pimprenelle» et le test d'amidon est effectué sur dix fruits. Les lots destinés à l'entreposage sont refroidis

immédiatement et les conditions d'atmosphère contrôlée sont établies dès que toutes les provenances sont réceptionnées. Les variantes pour les quatre saisons d'entreposage sont décrites dans le tableau 1. En 2007, l'influence de la température de stockage est testée sur la marchandise à 3 et à 4°C en conditions AC. En 2008, diverses mises en condition de l'atmosphère sont comparées, avec trois protocoles différents: la variante témoin est établie selon la règle habituelle en abaissant la teneur en oxygène par rinçage à l'azote sitôt la marchandise refroidie. Dans la deuxième variante, l'oxygène est naturellement réduit par la respiration des fruits et, dans la troisième, le rinçage à l'azote est différé de trois semaines. En 2009, le test se déroule dans une atmosphère pauvre en oxygène (ULO). En 2010, une variante avec application de l'inhibiteur d'éthylène SmartFresh en conditions AC est comparée à la variante ULO.

Les lots en conservation sont contrôlés en mars et en mai ou juin, avec des échantillons de 80 fruits par variante et par verger. Les lots sont placés dans un local de maturation pendant sept jours à 19°C, puis exami-

Tableau 1 | Variantes d'entreposage testées de 2007 à 2010 pour la pomme Pink Lady®

Année	T (°C)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Variante d'entreposage	Provenance (nombre)
2007	3	1,5	2	AC, 2 températures	8
	4				
2008	4	1,5	2	AC, rapide, rinçage à l'azote	6
				AC, par la respiration des fruits	
				AC, différée de 3 semaines	
2009	3,5-4	1,5	2	AC	12
		3	1	ULO	
2010	3,5-4	1,5	2	AC + 1-MCP	12
		3	1	ULO	

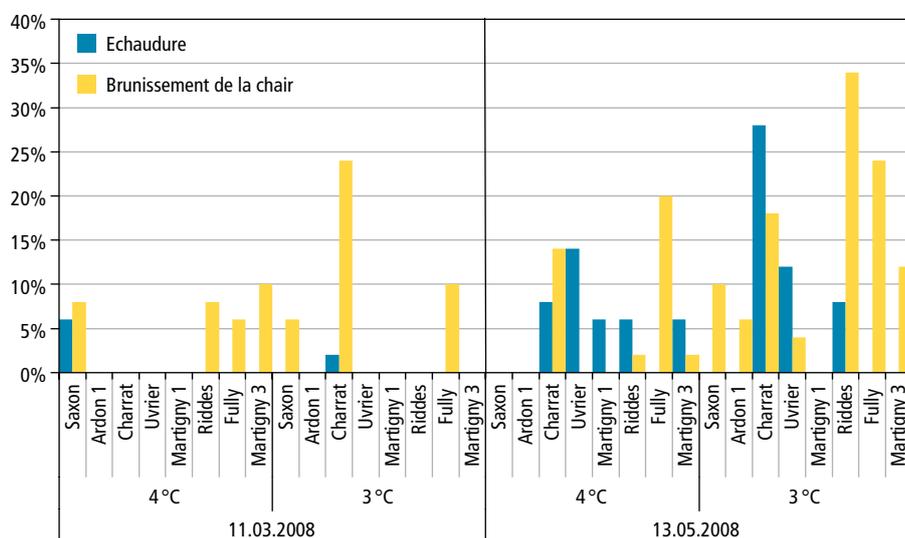


Figure 3 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair (en %) en atmosphère contrôlée à 3 et 4°C: résultats en mars et mai 2008.

nés; 50 fruits par échantillon sont coupés pour dénombrer et déterminer les diverses maladies dues à l'entreposage. La qualité de 26 pommes de tous les lots est analysée avec le robot «Pimprenelle». L'état sanitaire et qualitatif reflète ainsi la situation effective du moment où les fruits sont en général consommés.

Résultats

Effets de la température de stockage

Les dégâts d'échaudure et de brunissement de la chair des deux contrôles sont représentés par variante de température et par provenance dans la figure 3. Au contrôle de mars, les symptômes de brunissement de la chair sont discrets et ne touchent qu'une faible proportion de fruits, à l'exception d'une provenance, touchée à 24 % dans la variante à 3°C. Au contrôle de la mi-mai, toutes les provenances présentent de l'échaudure ou du brunissement de la chair, voire les deux. Globalement, la proportion de maladies est nettement plus élevée dans la variante conservée à 3°C. Ces résultats confirment les données de la littérature. Les températures basses sont une des causes qui favorisent le développement du brunissement. Une bonne partie des fruits proviennent d'arbres jeunes, ce qui peut expliquer leur plus grande sensibilité aux maladies et l'importance des dégâts.

Effet de l'établissement des atmosphères contrôlées

La mise en place de l'atmosphère peut aussi provoquer un stress mal supporté par les fruits. Les résultats des contrôles de ces différentes mises en condition AC sont donnés dans la figure 4. Lors de la saison d'essai, le développement des maladies de conservation est globalement très faible. Seule une provenance présente beaucoup de brunissement de la chair dans les trois

variantes, lors des deux contrôles. L'échaudure n'apparaît que sur une seule provenance dans deux conditions, le dégât ne dépassant pas 12 %. La pression des maladies étant très faible l'année de production 2008, les différentes variantes de mise en condition AC en automne n'ont pas pu montrer d'effets particuliers sur le comportement en stockage.

Effets des conditions ULO sur la formation de l'échaudure

Pour mieux prendre en compte l'influence des vergers, le nombre de provenances a passé à douze dans l'essai. Au contrôle de mars, aucun dégât n'est observé sur les fruits des deux variantes. En mai, les pommes à la sortie du frigo ne présentent aucun défaut externe, mais après quelques jours passés à température ambiante, l'échaudure apparaît sur certains lots conservés en AC. Dans la figure 5 sont reportés les dégâts observés après sept jours de maturation à 20°C. Étonnamment, sur 600 fruits coupés et contrôlés, aucun n'est atteint de

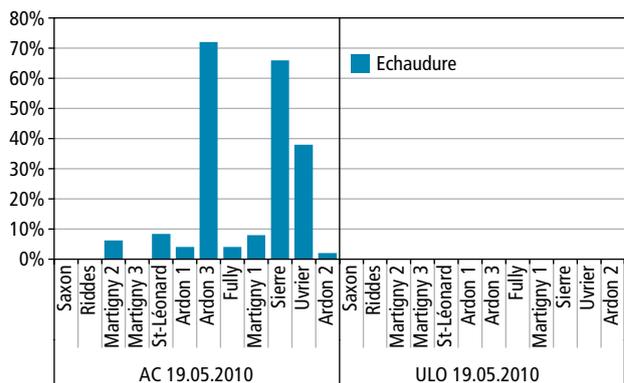
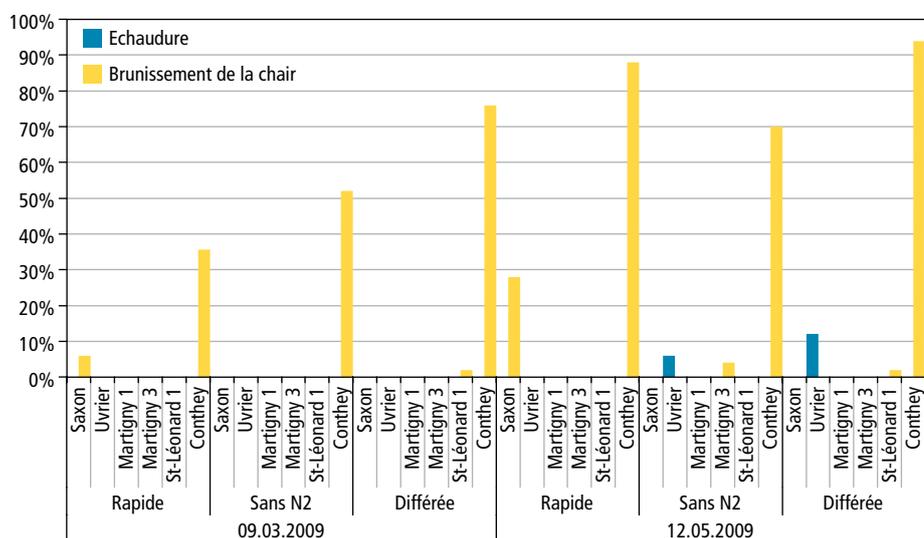


Figure 5 | Dégât d'échaudure ordinaire en atmosphères contrôlées AC et ULO: résultats en mai 2010.

Figure 4 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair dans différentes conditions d'atmosphère contrôlée: résultats en mars et en mai de l'année 2009 de trois variantes rapides, sans N2 et différées.



brunissement de la chair. L'échaudure est présente uniquement sur les fruits conservés en AC, les conditions ULO ont efficacement empêché la formation de la maladie. Dans la variante AC, les résultats diffèrent fortement entre les provenances: le dégât est absent sur trois lots, présent mais sans dépasser 8 % sur six lots et présent sur 40 à 70 % des fruits dans trois lots. Après trois ans d'essai, le brunissement de la chair ne semble plus poser de problèmes.

Effets du 1-MCP sur la formation de l'échaudure

Le produit SmartFresh™ avec l'inhibiteur d'éthylène 1-MCP est proposé par l'entreprise AgroFresh et permet de lutter contre l'échaudure. Dans l'essai 2010–2011, la variante ULO, qui donne de très bons résultats pour lutter contre la maladie, est comparée à la variante AC+1-MCP. L'expérience se déroule à nouveau avec les fruits de douze provenances. Au premier contrôle de mars, les fruits conservés en AC et traités au Smart-Fresh™ présentent après sept jours de maturation des taches d'échaudure localisées dans la zone pédonculaire des pommes (fig. 6). Les résultats du contrôle de mars sont présentés dans la figure 7 et ceux de juin dans la figure 8. Cette échaudure qui se développe dans la zone pédonculaire lors de l'application du SmartFresh™ est également signalée par Mathieu-Hurtiger *et al.* (2010) et dans la documentation publiée sur internet par l'entreprise AgroFresh (2007). Ce dégât spécifique est observé sur les pommes Pink Lady® traitées au 1-MCP. La proportion de fruits touchés n'est pas très importante et n'augmente pas forcément avec la durée de conservation. L'inconvénient pour l'entre-

positaire, c'est que le dégât apparaît au moment où la marchandise se trouve sur le marché, ce qui donne lieu à des retours qui pénalisent la variété et les fournisseurs. Dans la variante ULO, l'échaudure est quasi inexistante. Par contre, le brunissement de la chair peut apparaître en juin dans certains lots tandis que, dans la variante traitée au 1-MCP, seul un lot présente du brunissement au contrôle de juin. A nouveau, les résultats entre les provenances sont très différents, laissant à penser que l'origine principale du développement de ces deux maladies de conservation est liée aux vergers. Reste à trouver les causes de ces dégâts et les solutions pour les éviter. Ces résultats montrent qu'il est difficile pour le moment de recommander des conditions d'entreposage permettant de garantir une conservation de longue durée pour cette variété.



Figure 6 | Dégât d'échaudure dans la zone pédonculaire.

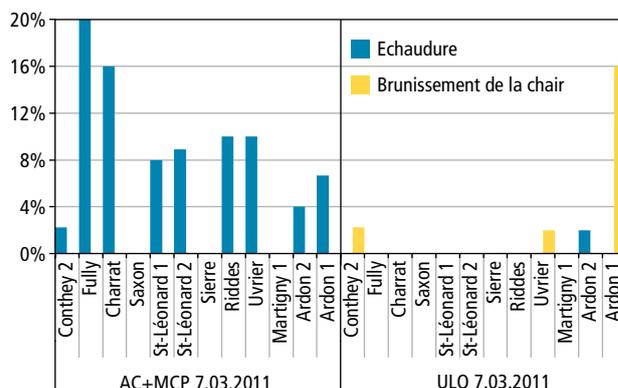


Figure 7 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair dans les variantes d'atmosphère AC+1-MCP et ULO: résultats en mars 2011.

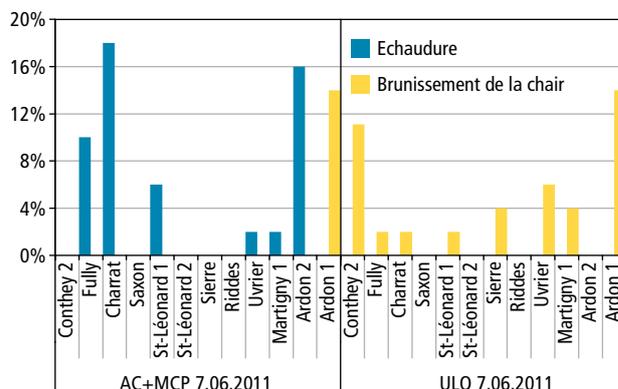


Figure 8 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair (en %) dans les variantes d'atmosphère AC+1-MCP et ULO: résultats en juin 2011.

Influence des conditions d'entreposage sur la qualité

L'évolution de la qualité de Pink Lady® en conservation est assez exceptionnelle. La perte de fermeté que l'on observe chez la plupart des variétés ne se produit pas avec celle-ci. Dans toutes les conditions de conservation de nos essais, la teneur en sucre et la fermeté des fruits se maintiennent remarquablement bien. De petites différences sont mesurées entre les variantes de stockage mais, dans tous les cas, leur qualité reste largement suffisante pour le marché. Le tableau 2 résume les moyennes des analyses effectuées durant les quatre saisons et dans les différentes variantes d'entreposage.

Discussion

Le test d'autres conditions de stockage peut éventuellement apporter de meilleurs résultats. Dans la littérature, d'autres variantes ont été examinées: moins de CO₂, température plus basse, refroidissement lent, etc., mais aucune solution idéale ne se dégage pour conserver la pomme Pink Lady® sans risque sur une longue durée. La sensibilité au brunissement de la chair survenant durant l'entreposage est fortement liée aux conditions de production des vergers. La figure 9 donne le pourcentage de dégât par verger, toutes variantes et

Tableau 2 | Résultats des analyses de la pomme Pink Lady® à la récolte et en fin de conservation selon les variantes d'entreposage

Nombre provenances	Récolte / Contrôle	Variante entreposage	Poids (g)	Sucre (% Brix)	Fermeté (kg)	Ac. malique (g/l)
8 vergers	2007	Récolte	174 ±22,5	13,0 ±0,81	8,3 ±0,56	9,3 ±1,34
8 vergers	13.05.2008	AC 4°C	164 ±15,2	13,4 ±0,42	7,7 ±0,48	5,6 ±0,87
8 vergers		AC 3°C	167 ±19,5	13,5 ±0,54	7,8 ±0,39	5,7 ±0,76
6 vergers	2008	Récolte	160 ±16,4	13,6 ±1,19	8,6 ±0,40	10,8 ±1,22
6 vergers	12.05.2009	AC Rapide	157 ±10,7	13,7 ±0,87	8,1 ±0,75	6,2 ±0,58
6 vergers		AC Sans N ₂	151 ±11,6	13,5 ±0,78	8,0 ±0,58	5,8 ±0,64
6 vergers		AC Différée	152 ±17,6	13,3 ±0,61	7,7 ±0,86	5,8 ±0,64
12 vergers	2009	Récolte	169 ±17,6	12,5 ±0,76	8,8 ±0,30	8,4 ±1,04
12 vergers	19.05.2010	AC	167 ±19,5	12,3 ±0,62	8,4 ±0,46	5,5 ±0,99
12 vergers		ULO	172 ±16,6	12,3 ±0,62	8,6 ±0,40	5,0 ±0,53
12 vergers	2010	Récolte	178 ±15,7	13,0 ±0,80	9,1 ±0,47	10,0 ±1,23
12 vergers	07.06.2011	AC+MCP	177 ±11,3	14,7 ±0,95	9,9 ±0,46	6,7 ±0,46
12 vergers		ULO	179 ±16,0	14,5 ±0,81	9,0 ±0,37	5,6 ±0,58

Les valeurs correspondent à la moyenne et à l'écart-type des provenances et variantes testées.

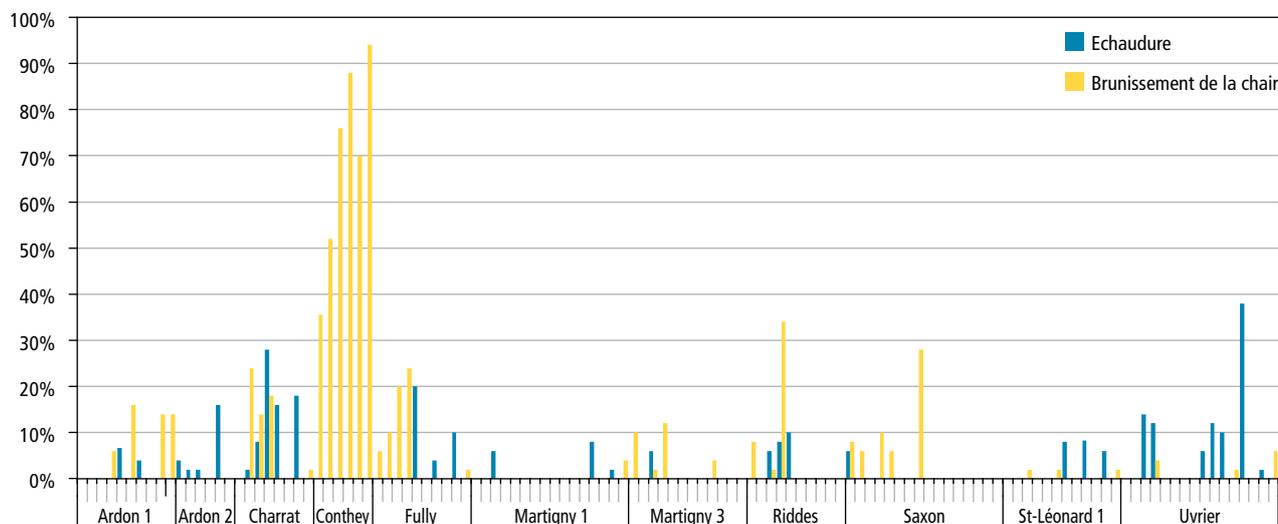


Figure 9 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair de 2007 à 2010, toutes variantes d'entreposage confondues: résultats en mars et mai selon les provenances.

années confondues, et démontre bien que les fruits de certaines provenances posent régulièrement des problèmes et d'autres rarement.

En l'état actuel de nos résultats et expériences, il convient tout de même de proposer des conditions d'entreposage aux entrepositaires chargés de conserver cette variété. Parmi les variantes testées durant quatre ans, une est intéressante. La figure 10 résume l'influence des conditions d'atmosphère sur le développement de ces deux maladies de conservation et la variante ULO apparaît comme la moins mauvaise et la plus économique à pratiquer. Reste à l'entrepositaire d'être vigilant et de contrôler attentivement la marchandise à partir du mois d'avril pour éviter les mauvaises surprises. En contrôlant les fruits, il peut dépister les vergers qui posent des problèmes de brunissement de la chair.

Conclusions pour la pratique

- Pour limiter la maladie du brunissement de la chair en atmosphère contrôlée des pommes Pink Lady®, il convient de maintenir une température d'entreposage élevée entre 3,5 et 4 °C.
- Les conditions d'atmosphère ULO (1 % O₂ et 3 % CO₂) permettent de lutter efficacement contre l'échaudure ordinaire.
- Le traitement au SmartFresh™ réduit la formation du brunissement de la chair et de l'échaudure ordinaire. Toutefois sur certains lots, il peut se former de l'échaudure dans la zone pédonculaire des fruits.
- Le brunissement interne des fruits entreposés au-delà du mois d'avril est fortement influencé par les conditions de production du verger quelles que soient les conditions de stockage.
- La différence de qualité physico-chimique des fruits mesurée entre les variantes d'entreposage testées durant quatre saisons est très faible. ■

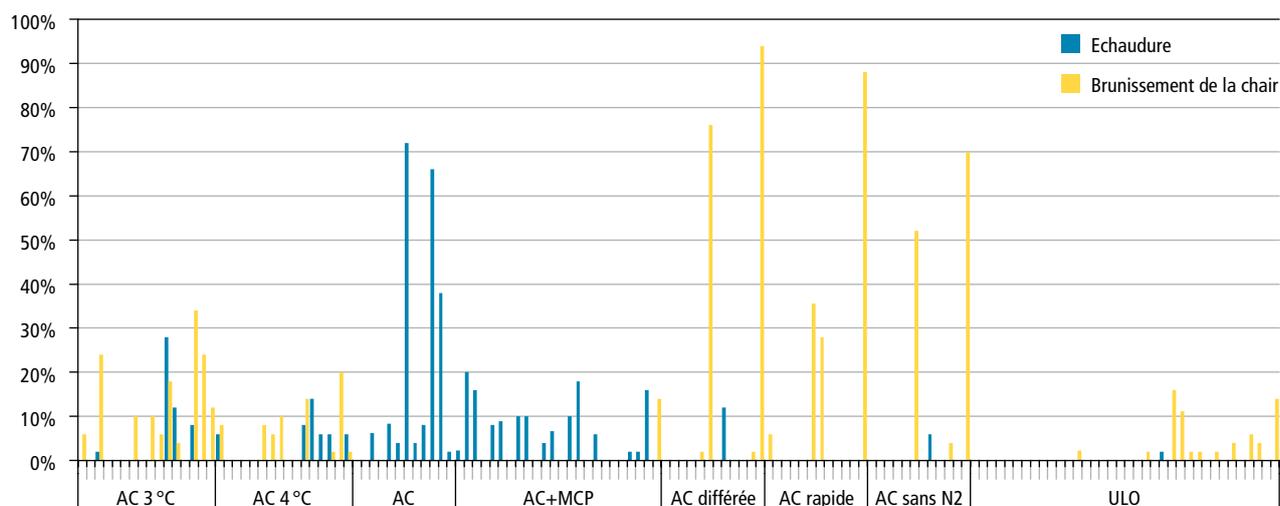


Figure 10 | Dégât d'échaudure ordinaire et de brunissement de la chair de quatre années d'essai de 2007 à 2010: résultats en mars et mai selon les variantes d'entreposage de toutes les provenances.

Remerciements

A l'Office cantonal d'arboriculture de Châteauneuf (OCAVS) en Valais et aux producteurs de la pomme Pink Lady® pour leur collaboration à ces essais d'entreposage.

Bibliographie

- AgroFresh, 2007. Pink lady® Cripps Pink[®] SmartFresh Quality system technical support. Adresse: <http://www.smartfresh.com> [15 septembre 2008].
- Gasser F. & Siegrist J.-P., 2011. Recommandations 2011–2012 aux entrepositaires de fruits et légumes. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **43** (5), 316–319.
- Mathieu-Hurtiger V., Bony P., Landry P., Coureau C., Tessier C., Westercamp P. & Monteils G., 2010. Conservation de Pink Lady® – Derniers éléments sur le brunissement interne. *Infos-Citifl* **265**, 34–39.

Summary**Storage of Pink Lady® apples: influence of temperature, CA- and ULO conditions and 1-MCP**

The Pink Lady® apple is problemless in cold storage for internal quality but it is susceptible to two storage diseases: common scald and internal browning. Different storage conditions were tested during four years in order to reduce their occurrence. Under ULO (ultra low oxygen) conditions, scald development could be avoided. The use of 1-MCP (Smart Fresh™) was in return only partially effective against this storage disease. In our tests, scald developed mainly in the stem cavity of the fruits despite of this treatment.

Storage at higher temperatures from 3.5 to 4 °C reduced the appearance of internal browning. Smart Fresh™ also had a good effect against the disease. However, the results with the different storage conditions during the four years have shown that the influence of climatic conditions of a year and the influence of the orchard may be very high. Currently, no storage conditions can be recommended to prevent internal browning after six months of cold storage. In conclusion, according to our results it is recommended to store Pink Lady® apples under ULO conditions at a temperature from 3.5 to 4 °C. The control of the appearance of internal browning is highly recommended since April.

Key words: storage, common scald, controlled atmosphere, internal browning, quality, ultra low oxygen (ULO).

Zusammenfassung**Kühlagerung vom Pink Lady® Äpfeln: Einfluss von Temperatur, CA- und ULO-Lager und 1-MCP**

Der Pink Lady® Apfel stellt bei der Lagerung kaum Probleme betreffend der Essqualität. Dagegen ist er sehr anfällig auf zwei Lagerkrankheiten: die gewöhnliche Schalenbräune und die Fleischbräune. Verschiedene Lagerbedingungen wurden bei ACW während vier Jahren getestet, um das Auftreten dieser beiden Lagerkrankheiten besser zu kontrollieren. Unter ULO-Bedingungen (ultra low oxygen) konnte sich die Schalenbräune nicht entwickeln. Dagegen war die Anwendung von 1-MCP (SmartFresh™) nur teilweise wirksam gegen diese Krankheit. In unseren Tests entwickelte sich die Schalenbräune trotz dieser Behandlung vor allem in der Stielgrube des Apfels. Die Lagerung bei höheren Temperaturen von 3,5 bis 4 °C reduzierte das Auftreten der Fleischbräune. SmartFresh™ hatte ebenfalls eine gute Wirkung gegen diese Krankheit. Die Ergebnisse unter den verschiedenen Lagerbedingungen während der vier Jahre haben aber gezeigt, dass der Einfluss der klimatischen Bedingungen eines Jahres und der Einfluss der Parzelle auf die Entwicklung der Fleischbräune sehr gross sein kann. Zur Zeit können keine Lagerbedingungen empfohlen werden, die das Auftreten der Fleischbräune nach mehr als sechs Monaten Lagerdauer gänzlich verhindern. Abschliessend kann auf der Grundlage der Ergebnisse dieses Projekts empfohlen werden, Pink Lady® Äpfel unter ULO-Bedingungen bei einer Temperatur von 3,5 bis 4 °C zu lagern. Ab dem Monat April sind Kontrollen vor allem betreffend des Auftretens der Fleischbräune dringend empfohlen.

Riassunto**Conservazione frigorifera della varietà di melo Pink Lady®: influenza della temperatura, dell'atmosfera e del 1-MCP**

La mela Pink Lady®, pur non ponendo problemi a livello di qualità nella conservazione, è molto sensibile alle seguenti due malattie: il riscaldamento comune e l'imbrunimento interno. Per ridurre l'apparizione di loro danni, sono state testate da ACW durante quattro stagioni diverse condizioni di conservazione. A condizioni d'atmosfera ULO, il riscaldamento non si sviluppa affatto, mentre l'applicazione del 1-MCP (SmartFresh™) risulta solo parzialmente efficace. Nell'ambito delle nostre prove, nonostante questo trattamento, il riscaldamento si è sviluppato nella cavità pedunculare delle mele. La conservazione a temperature elevate da 3,5 a 4 °C permette di ridurre l'apparizione dell'imbrunimento interno e lo SmartFresh™ presenta pure una buona efficacia contro questa malattia. I risultati osservati a diverse condizioni di conservazione durante quattro stagioni hanno evidenziato l'influenza delle condizioni climatiche dell'anno e la sensibilità dei frutti di certi frutteti a sviluppare dell'imbrunimento interno. Attualmente, nessun tipo di stoccaggio è in grado di garantire l'assenza d'imbrunimento su questa varietà oltre i sei mesi di conservazione. In conclusione, si raccomanda, in base ai nostri risultati, di conservare la varietà in condizioni ULO a temperatura elevata da 3,5 a 4 °C e si consiglia vivamente di controllare dei frutti dal mese di aprile, in particolare sulla presenza d'imbrunimento interno.