



Effet du 1-MCP appliqué à différentes températures pour l'entreposage frigorifique de pommes Mairac®

J.-P. SIEGRIST et P.-Y. COTTER, Agroscope Changins-Wädenswil ACW, Centre de recherche Conthey, 1964 Conthey

@ E-mail: jean-pierre.siegrist@acw.admin.ch
Tél. (+41) 27 34 53 511.

Résumé

L'inhibiteur d'éthylène 1-MCP (SmartFresh™) a été appliqué en conditions d'atmosphère ULO (*Ultra Low Oxygen*) durant trois saisons d'entreposage sur la pomme Mairac®-La Flamboyante_{COV}. Lors de la dernière saison, deux variantes de température (2 et 3 °C) ont également été testées. L'application du 1-MCP réduit nettement la perte de fermeté de la chair et légèrement la teneur en acide malique. Pour certains lots, aucune des variantes d'entreposage testées n'a permis d'éviter les maladies de conservation. En atmosphère ULO, le traitement au 1-MCP a favorisé la formation de cavernes. Les brunissements de la chair ont été plus importants à 2 °C qu'à 3 °C. Les brunissements du cœur se sont manifestés fortement dans certains lots à partir du mois d'avril. En conditions ULO, la variante d'entreposage à 2 °C avec une application de 1-MCP est la moins touchée par les maladies de conservation.

treposage en atmosphère contrôlée publiés en 2005 (Siegrist et Cotter) et les conditions ULO se sont montrées nettement plus favorables à la qualité de la conservation que les conditions AC. Par contre, l'effet du 1-MCP et l'influence de l'entreposage des pommes à plus basse température sont peu connus. L'étude présentée ici visait à tester l'application du 1-MCP en conditions ULO et à analyser la conservation des pommes à des températures inférieures à 3 °C. Ceci pour répondre également à la demande de quelques entrepositaires souhaitant entreposer cette variété à une température de 2 °C pour des raisons pratiques.

Introduction

La pomme Mairac® est cultivée depuis une dizaine d'années en Suisse. Les quantités produites actuellement nécessitent une durée d'entreposage relativement longue pour étaler l'offre sur le marché. L'inhibiteur d'éthylène 1-méthylcyclopropène (1-MCP, nom commercial SmartFresh™) est tout particulièrement indiqué pour prolonger la durée de conservation, de plus il assure un meilleur maintien de la fermeté de la chair des fruits et de l'acidité totale. Les qualités gustatives sont ainsi mieux préservées. Le traitement au 1-MCP et des conditions d'entreposage trop sévères peuvent cependant accroître le risque de dommages durant le stockage. Par exemple, une teneur en oxygène très faible et/ou une température plus basse sont susceptibles de favoriser certains dégâts. Par précaution, il est nécessaire de tester le 1-MCP dans différentes conditions d'entreposage et également sur des fruits provenant de différents vergers.

Le comportement des fruits en conservation varie en fonction de nombreux paramètres: la provenance, le stade de

maturité à la récolte, la grosseur des fruits liée à la charge des arbres et la richesse en sucre. Chaque année, les conditions climatiques influencent aussi la qualité des fruits et leur comportement en conservation. Malheureusement si des dommages apparaissent, ils s'observent souvent trop tard et cela hypothèque la commercialisation de la marchandise. Mairac® a déjà fait l'objet d'essais d'en-

Matériel et méthodes

Les fruits utilisés pour cet essai proviennent de six vergers situés en Valais et dans le bassin lémanique. Certains vergers n'ont pas été utilisés chaque année et, lors de la dernière saison, leur nombre a passé à neuf. Les caractéristiques des vergers et des variantes de récolte sont présentées dans le tableau 1.

Tableau 1. Caractéristiques des vergers de pommes Mairac® et nombre de récoltes par année.

Verger	Plan-tation	Forme	Distance (m)	Porte-greffe	2005 Nbre de récoltes	2006 Nbre de récoltes	2008 Nbre de récoltes
Conthey 614	1999	Solaxe	4 × 1,2	M9 EMLA	2	2	
Conthey DSP	1999	Solaxe	4 × 1,2	M9 EMLA	2	2	1
Saxon 1	1997	Fuseau	4 × 1,5	M9 EMLA	2	2	1
Sion	2002	Fuseau	4 × 1,5	M9 EMLA	1	2	1
Etoy	2000	Fuseau	3,8 × 1,5	M9 EMLA	2	2	
Saint-Prex	2000	Fuseau	3,8 × 1,5	M9 EMLA			1
Vullierens	2002	Fuseau	4 × 1,5	M9 EMLA	2	2	1
Charrat	2002	Fuseau	4 × 1,5	M9 EMLA			1
Martigny	2002	Fuseau	4 × 1,5	M9 EMLA			1
Saxon 2	2004	Fuseau	4 × 1,5	M9 EMLA			1
Tolochenaz	2003	Fuseau	4 × 1,4	M9 EMLA			1

Les critères de la fenêtre de maturité optimale de récolte recommandés pour l'entreposage de la variété Mairac® (Siegrist et Cotter, 2005) sont définis par les valeurs suivantes:

- Brix entre 11,5 et 13%;
- fermeté entre 8 et 9 kg/cm²;
- note de la teneur en amidon entre 4 et 6 (code Ctifl);
- acide malique entre 8 et 10 g/l;
- indice Streif entre 0,103 et 0,196.

A la récolte, dès réception de la marchandise, un échantillon de vingt-cinq pommes est analysé par le laboratoire automatique «Pimprenelle» et le test amidon est effectué sur dix fruits. Les valeurs de Brix, de fermeté et d'acide malique ainsi que le calcul de l'indice Streif sont comparés aux critères de la fenêtre de maturité optimale de récolte. La marchandise destinée à l'entreposage est immédiatement refroidie et maintenue à une température de 3 °C avec une humidité relative de 92 à 94%. Le traitement au 1-MCP, effectué sur la moitié des lots, se déroule le lendemain et durant vingt-quatre heures dans une micro-cellule étanche. Cette opération terminée, les échantillons traités et non traités sont regroupés puis entreposés à 3 °C. Les variantes d'atmosphère décrites dans le tableau 2 ont été établies par un rinçage à l'azote selon la pratique usuelle. En 2008, les conditions d'atmosphère ont été établies par la respiration des fruits uniquement. Le procédé étant plus lent, les valeurs d'atmosphère ne sont atteintes et stabilisées qu'après deux à trois semaines. Cette technique vise à réduire éventuellement la formation de cavernes. Le contrôle des lots en conservation a lieu en février-mars et en mai. Il porte sur un échantillon de quatre-vingts fruits par variante et par verger. Les lots sont placés dans un local de maturation pendant sept jours à 19 °C et ensuite examinés: cinquante fruits par échantillon sont coupés pour dénombrer et déterminer les diverses maladies dues à l'entreposage. La qualité de vingt-cinq pommes de tous les lots est analysée par le laboratoire «Pimprenelle». L'état sanitaire et qualitatif reflète ainsi la situation effective au moment où les fruits sont en général consommés.

Résultats et discussion

Saisons 2005-2007

L'inhibiteur d'éthylène n'est efficace que s'il est appliqué sur des fruits récoltés au bon stade de maturité, c'est-à-dire avant que l'éthylène ne soit présent dans le fruit (Guide pratique du Système qualité SmartFreshsm pomme, 2007). L'essai réalisé sur de la marchandise récoltée à deux dates différentes permet de définir la période de cueillette optimale pour la réussite d'un traitement au 1-MCP. Les résultats des analyses à la récolte figurent dans le tableau 3. Toutes les mesures ne sont pas obligatoirement dans les limites de la fenêtre optimale de récolte. La teneur en sucre est quelquefois insuffisante, mais si la présence d'hydrate de carbone sous forme d'amidon est élevée,

Tableau 2. Variantes d'entreposage ULO (Ultra Low Oxygen) à deux températures, avec et sans traitement au 1-MCP.

Année	Variantes d'atmosphère	T (°C)	HR (%)	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	Variante 1-MCP
2005	ULO	3	92-94	1,5	1,0	avec/sans
2006	ULO	3	92-94	1,5	1,0	avec/sans
2008*	ULO	3	92-94	1,5	1,0	avec/sans
	ULO	2	92-94	1,5	1,0	avec/sans

L'atmosphère a été établie par la respiration naturelle des fruits uniquement.

Tableau 3. Résultats des analyses des deux récoltes par année de pommes Mairac® de 2005 à 2006, en relation avec la fenêtre optimale de maturité.

Provenance	Date de récolte	Poids (g)	Brix (%)	Fermeté (kg)	Acide malique (g/l)	Amidon 1-10 (note)	Indice Streif
Première récolte 2005							
Saxon 1	16 sept. 2005	153	10,8	8,3	9,4	6,6	0,116
Sion	21 sept. 2005	185	13,2	8,5	10,1	3,6	0,179
Conthey 614	21 sept. 2005	183	11,7	8,1	9,4	6,2	0,112
Conthey DSP	21 sept. 2005	186	12,0	8,0	9,9	5,4	0,123
Vullierens	21 sept. 2005	194	12,0	8,6	10,0	4,8	0,149
Etoy	27 sept. 2005	200	10,9	7,9	9,3	4,2	0,173
Seconde récolte 2005							
Saxon 1	23 sept. 2005	180	11,3	7,9	9,4	6,6	0,106
Conthey 614	28 sept. 2005	197	12,3	7,6	9,2	7,4	0,083
Conthey DSP	28 sept. 2005	181	12,1	7,7	9,4	7,3	0,087
Vullierens	27 sept. 2005	187	12,2	8,3	10,1	5,9	0,115
Etoy	4 oct. 2005	176	11,0	7,9	9,2	6,5	0,110
Première récolte 2006							
Conthey 614	19 sept. 2006	226	11,6	7,9	10,4	5,1	0,134
Conthey DSP	19 sept. 2006	222	11,9	8,3	10,3	4,9	0,142
Sion	19 sept. 2006	193	13,6	9,4	10,5	5,5	0,126
Etoy	25 sept. 2006	228	11,8	8,8	12,0	3,8	0,196
Vullierens	25 sept. 2006	205	12,3	9,0	12,1	4,8	0,152
Saxon 1	27 sept. 2006	155	10,8	8,8	9,0	5,7	0,143
Seconde récolte 2006							
Conthey 614	26 sept. 2006	244	12,0	7,7	10,7	5,5	0,117
Conthey DSP	26 sept. 2006	229	13,3	8,6	12,0	6,0	0,108
Sion	26 sept. 2006	239	13,9	8,1	11,0	6,5	0,090
Etoy	2 oct. 2006	218	11,7	7,7	11,7	5,4	0,122
Vullierens	2 oct. 2006	198	13,0	9,7	12,6	5,0	0,149
Saxon 1	3 oct. 2006	162	10,4	8,3	9,5	5,4	0,148
Début de la fenêtre optimale de maturité			11,5	9,0	10,0	4,0	0,196
Fin de la fenêtre optimale de maturité			13,0	8,0	8,0	6,0	0,103

 Avant la fenêtre optimale de récolte.  Après la fenêtre optimale de récolte.

le taux de sucre va augmenter en conservation après hydrolyse. Des fruits avec une teneur en sucre dépassant les limites et riches en amidon proviennent d'arbres peu chargés ou jeunes. Là encore, rien d'inquiétant. Par contre, si l'amidon a presque totalement disparu, le stade de maturité est trop avancé. La

fermeté est un critère important pour assurer une conservation optimale. Le traitement au 1-MCP en 2005 et 2006 a donné des résultats très significatifs concernant le maintien de la fermeté et de l'acidité. Les résultats des analyses et des contrôles de maladies de conservation sont représentés dans le tableau 4.

Tableau 4. Résultats d'analyses des pommes Mairac® à la récolte et après conservation en ULO avec ou sans 1-MCP, en février/mars et mai 2005 et 2006.

ANNÉE		2005				2006			
Résultats		1 ^{re} récolte		2 ^e récolte		1 ^{re} récolte		2 ^e récolte	
Contrôles récoltes	Brix (%)	11,8 ± 0,86		11,8 ± 0,59		12,0 ± 0,93		12,4 ± 1,27	
	Fermeté (kg)	8,2 ± 0,25		7,9 ± 0,27		8,7 ± 0,53		8,4 ± 0,75	
	Acide malique (g/l)	9,7 ± 0,34		9,5 ± 0,37		10,7 ± 1,17		11,3 ± 1,10	
	Amidon 1-10 (note)	5,1 ± 1,19		6,7 ± 0,62		5,0 ± 0,67		5,6 ± 0,53	
	Indice Streif	0,142 ± 0,028		0,100 ± 0,014		0,149 ± 0,025		0,122 ± 0,023	
Variantes		Témoin	1-MCP	Témoin	1-MCP	Témoin	1-MCP	Témoin	1-MCP
Contrôles de février/mars	Brix (%)	14,4 ± 0,88	14,3 ± 0,42	13,9 ± 0,97	14,3 ± 0,50	14,5 ± 1,15	14,7 ± 0,91	14,7 ± 0,68	14,9 ± 0,93
	Fermeté (kg)	7,4 ± 0,32	8,3 ± 0,53	7,6 ± 0,55	8,0 ± 0,43	7,7 ± 0,58	8,6 ± 0,30	7,4 ± 0,40	8,4 ± 0,26
	Acide malique (g/l)	7,3 ± 0,36	7,9 ± 1,27	7,5 ± 0,85	7,5 ± 0,12	7,9 ± 0,67	8,3 ± 0,47	8,0 ± 0,47	8,6 ± 0,41
	Cavernes (%)	0,0	0,0	3,2	3,2	1,9	2,9	0,6	3,1
	Bruniss. du cœur (%)	1,0	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
	Bruniss. de la chair (%)	1,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Contrôles de mai	Brix (%)	14,4 ± 0,87	14,7 ± 0,77	14,6 ± 0,92	14,4 ± 0,31	14,5 ± 0,66	14,5 ± 0,89	14,3 ± 1,01	14,4 ± 1,00
	Fermeté (kg)	6,4 ± 0,14	8,2 ± 0,38	7,3 ± 0,63	7,9 ± 0,37	7,3 ± 0,40	8,4 ± 0,24	6,9 ± 0,38	8,2 ± 0,50
	Acide malique (g/l)	6,5 ± 0,50	6,9 ± 0,53	6,5 ± 0,44	6,9 ± 0,28	7,3 ± 0,72	7,6 ± 0,47	7,6 ± 0,54	8,2 ± 1,67
	Cavernes (%)	0,0	0,9	0,0	2,1	0,8	2,6	0,0	4,6
	Bruniss. du cœur (%)	0,4	1,3	1,6	0,5	1,5	1,9	0,8	0,8
	Bruniss. de la chair (%)	0,4	1,3	0,0	0,0	0,4	1,5	0,0	0,8

Les valeurs correspondent à la moyenne et à l'écart-type des vergers considérés.

Le 1-MCP améliore la fermeté de 0,2 à 2,2 kg selon les vergers ou les dates de récolte (fig.1). Toutefois, deux lots de la seconde récolte 2005 (Conthey 614 et Conthey DSP), possédant un indice Streif trop bas, n'ont été que partiellement bloqués par le 1-MCP. L'acide malique est aussi mieux préservé et le gain de poids, bien que faible (quelques dixièmes de gramme), améliore l'équilibre gustatif (sucre/acide). Avec

deux récoltes effectuées à une semaine d'intervalle (excepté en 2005 pour les deux vergers déjà cités), le stade de maturité est toujours optimal pour l'entreposage et la réussite d'un traitement au 1-MCP.

Concernant les maladies de conservation, Mairac® est légèrement sensible à la formation de cavernes dans la chair ou autour des loges (fig. 2 et 3), moyennement sensible au brunissement de la

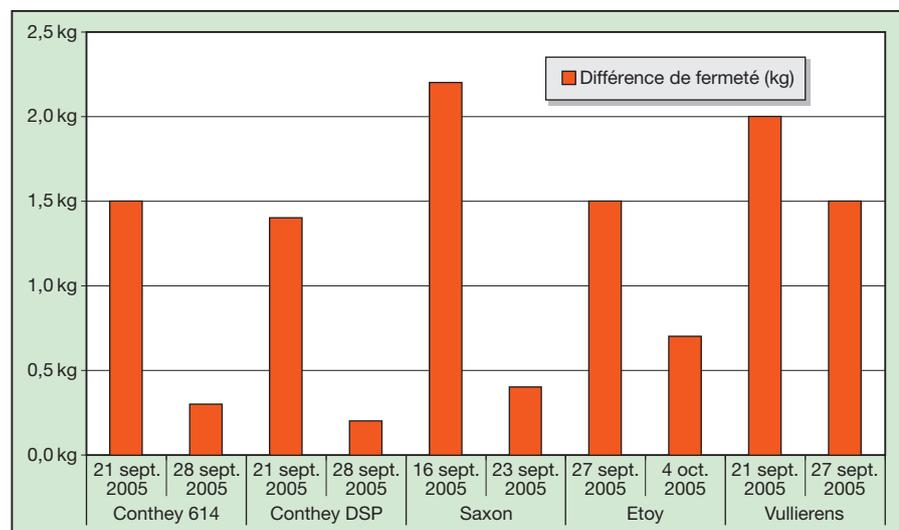


Fig. 1. Différence de fermeté de la pomme Mairac® entre le témoin et la variante 1-MCP selon la date de récolte, après conservation en mai et sept jours de maturation.



Fig. 2. Dégâts de cavernes situés dans la chair de la pomme Mairac®.



Fig. 3. Dégâts de cavernes situés vers les loges de la pomme Mairac®.



Fig. 4. Brunissement de la chair de la pomme Mairac®.



Fig. 5. Brunissement du cœur de la pomme Mairac®.

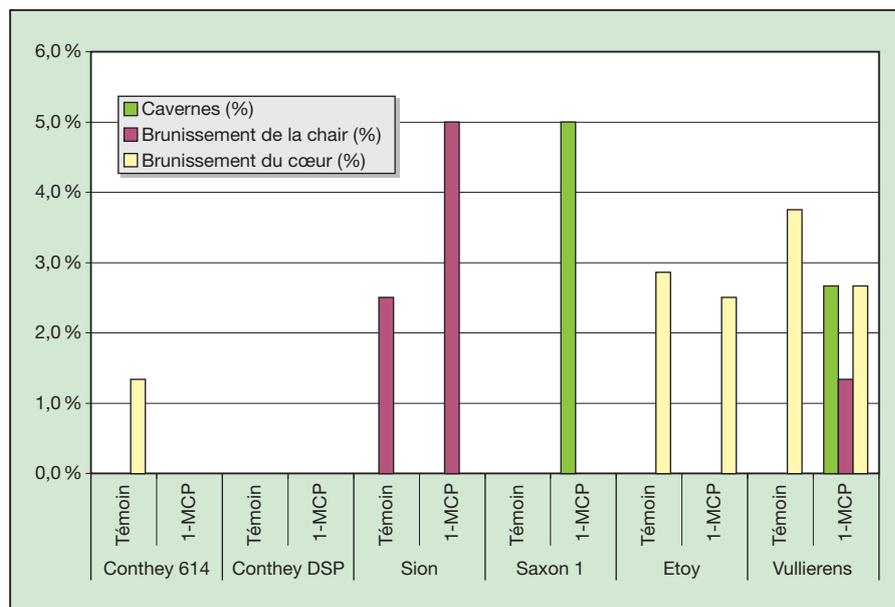


Fig. 6. Dégâts internes de la pomme Mairac® en mai 2006, après conservation en ULO et sept jours de maturation à 19 °C. Résultats présentés par verger et par variante.

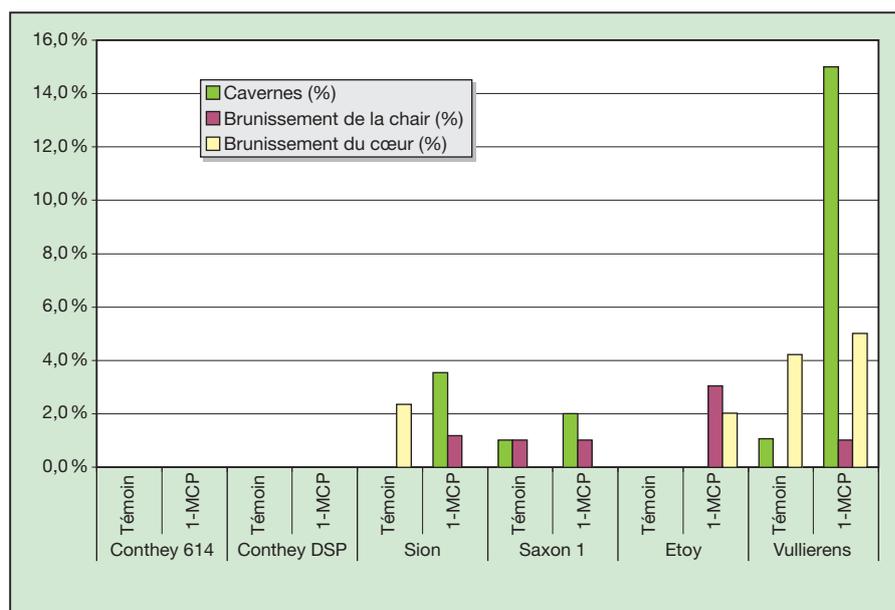


Fig. 7. Dégâts internes de la pomme Mairac® en mai 2007, après conservation en ULO et sept jours de maturation à 19 °C. Résultats présentés par verger et par variante.

chair (fig. 4) et au brunissement du cœur (fig. 5), comme mentionné par Siegrist et Cotter (2005). Les conditions d'entreposage ULO testées de 2002 à 2004 se sont révélées efficaces pour réduire le brunissement du cœur. Ce résultat positif s'est confirmé lors de la première saison d'essai 2005-2006, puisque les dégâts sont peu nombreux (fig. 6). Des cavernes se sont développées dans des proportions limitées (10%) dans le lot du verger de Saxon 1, aussi bien dans la variante traitée au 1-MCP que dans la variante non traitée, et cela sur les deux récoltes. En 2006, les maladies de conservation observées sont faibles (fig. 7), excepté dans le lot de Vullierens où des cavernes se sont formées dans des proportions allant jusqu'à 15% dans la variante avec 1-MCP, soit au-delà des limites tolérées. En pratique, un déclassement complet de la marchandise en fruits de table serait inévitable. Par contre, dans le lot de Saxon 1, la quantité de cavernes observées cette saison est acceptable.

Saison 2008-2009

Des fruits provenant de neuf vergers ont servi à la réalisation de cet essai en conditions ULO à deux températures (2 °C et 3 °C), avec ou sans application de 1-MCP. Une seule récolte a été effectuée. Les résultats des analyses à la récolte sont pratiquement tous dans les limites de la fenêtre optimale de maturité (tabl. 5). Seule la teneur en acide malique dépasse les limites, mais ce paramètre reste secondaire pour la réussite de l'entreposage.

Les résultats des paramètres de qualités avec ou sans 1-MCP sont conformes à l'attente (tabl. 6). La teneur en sucre n'est pas influencée par le traitement. La fermeté des fruits traités au 1-MCP ne diminue pratiquement pas durant la conservation et l'acide malique est quelque peu supérieur au témoin. La variante à 2 °C sans 1-MCP a donné des résultats de fermeté inférieurs à la variante à 3 °C sans traitement. Les dif-

Tableau 5. Résultats des analyses de la récolte 2008 de pommes Mairac® en relation avec la fenêtre optimale de maturité.

Provenance	Date de récolte	Poids (g)	Brix (%)	Fermeté (kg)	Acide malique (g/l)	Amidon 1-10 (note)	Indice Streif
Sion	15 sept. 2008	216	12,9	8,9	10,9	5,6	0,123
Martigny	17 sept. 2008	216	11,5	8,8	10,3	4,9	0,156
Conthey DSP	19 sept. 2008	214	12,2	8,5	10,9	5,7	0,122
Charrat	22 sept. 2008	215	12,8	8,5	11,5	6,3	0,105
Saxon 1	22 sept. 2008	197	11,2	8,5	10,5	5,7	0,133
Saxon 2	22 sept. 2008	196	12,1	8,8	12,4	5,0	0,145
Tolochenaz	1 ^{er} oct. 2008	188	12,4	8,9	10,8	4,5	0,159
Saint-Prex	3 oct. 2008	161	11,0	8,7	10,3	4,2	0,188
Vullierens	3 oct. 2008	170	13,0	9,5	12,4	4,8	0,152
Début de la fenêtre optimale de maturité			11,5	9,0	10,0	4,0	0,196
Fin de la fenêtre optimale de maturité			13,0	8,0	8,0	6,0	0,103

Avant la fenêtre optimale de récolte (bleu) Après la fenêtre optimale de récolte (jaune)

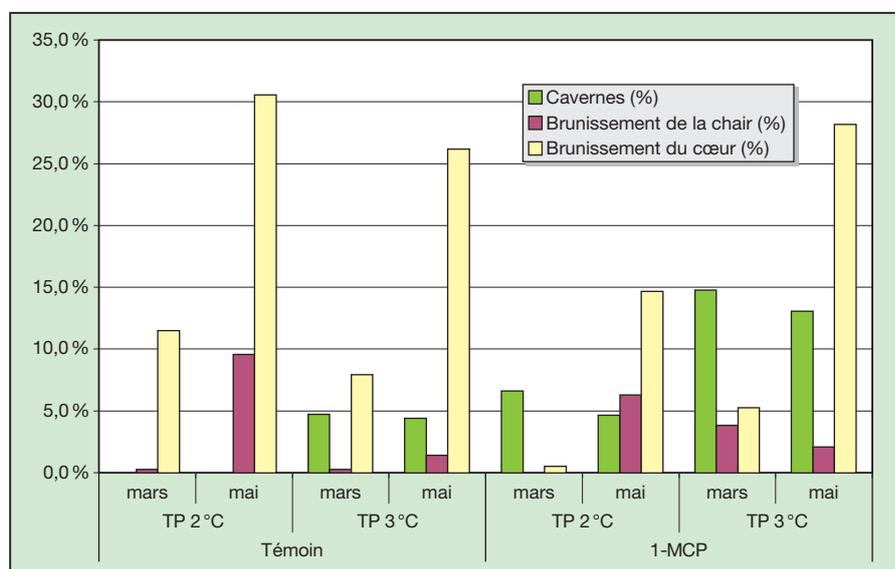


Fig. 8. Dégâts internes de la pomme Mairac® en mars et en mai 2009, après conservation en ULO et sept jours de maturation à 19 °C. Les valeurs correspondent à la moyenne de neuf vergers avec conservation à 2 et 3 °C, sans traitement (témoin) et avec (1-MCP).

férences ne sont pas significatives, mais habituellement une température plus basse maintient mieux la fermeté. Dans cet essai, la conservation à 2 °C n'améliore pas la qualité des fruits.

Aucune des variantes testées n'est indemne de maladies de conservation (fig. 8). Au contrôle de mars déjà, les dégâts de cavernes et le brunissement de la chair sont importants dans deux

Tableau 6. Résultats d'analyses des pommes Mairac® à la récolte 2008 et après conservation à deux températures en ULO avec ou sans 1-MCP, en mars et mai 2009.

Analyses		Brix (%)		Fermeté (kg)		Acide malique (g/l)	
Récolte	2008	11,8 ± 0,74		8,6 ± 0,31		9,7 ± 0,82	
Variantes d'entreposage		Témoin	1-MCP	Témoin	1-MCP	Témoin	1-MCP
T 2 °C	10 mars 2009	14,7 ± 0,90	14,4 ± 0,70	7,6 ± 0,31	8,7 ± 0,31	7,8 ± 0,53	8,2 ± 0,43
	26 mai 2009	13,8 ± 0,83	13,9 ± 0,89	6,7 ± 0,39	8,6 ± 0,40	6,2 ± 0,47	7,0 ± 0,60
T 3 °C	11 mars 2009	14,6 ± 0,89	14,4 ± 0,90	7,8 ± 0,38	8,6 ± 0,28	7,7 ± 0,40	7,6 ± 0,61
	27 mai 2009	13,8 ± 0,75	14,1 ± 1,05	7,2 ± 0,34	8,7 ± 0,35	6,0 ± 0,46	7,0 ± 0,52

Les valeurs correspondent à la moyenne et à l'écart-type de neuf vergers.

lots. Les plus grandes proportions de fruits atteints se trouvent dans les variantes avec 1-MCP. Seule la variante témoin avec entreposage à 2 °C n'est pas touchée par ces maladies. Le brunissement du cœur commence aussi à se développer dans les lots du bassin lémanique. Les symptômes sont discrets, mais la proportion de fruits touchés est importante. Dans ces lots, les

fruits conservés à 2 °C ne sont pas atteints de brunissement du cœur avec le traitement au 1-MCP, contrairement au témoin non traité qui est le plus touché de toutes les variantes.

Au contrôle de mai, les maladies de conservation se sont encore aggravées. Dans les figures 9, 10 et 11, les pourcentages de fruits atteints par les trois principales maladies de conservation

(cavernes, brunissement de la chair et brunissement du cœur) ont été reportés. Tous les lots entreposés à 3 °C et traités au 1-MCP sont touchés par les cavernes dans des proportions allant de 2 à 31%. Dans la variante entreposée à 2 °C sans traitement, aucun dégât n'est apparu dans les lots; en revanche, le brunissement de la chair est très présent, plus grave que dans la variante à 3 °C. Le traitement au 1-MCP réduit aussi quelque peu la proportion de fruits atteints de brunissement de la chair. La variante la moins touchée par les dégâts de brunissement du cœur est la variante à 2 °C avec 1-MCP; seuls les fruits du bassin lémanique sont fortement touchés, avec des symptômes très marqués. Dans les trois autres variantes, le pourcentage de brunissement du cœur est similaire, mais les lots du Valais sont peu touchés.

Toutes maladies confondues, la variante à 2 °C avec 1-MCP présente le moins de dommages (22%), tandis que la variante la plus touchée est celle également à 2 °C mais non traitée (38%). Cette dernière cependant est exempte de cavernes.

Il devient difficile de proposer des recommandations d'entreposage, compte tenu de l'apparition aléatoire de ces trois maladies touchant les fruits de certaines provenances, selon les conditions d'atmosphère ou en fonction du traitement au 1-MCP, ou encore différemment selon l'année. Finalement, l'essai démontre que l'entreposage de la variété Mairac® n'est pas sans risque. Suivant la provenance des fruits, des dégâts de conservation d'importance et de nature différentes peuvent apparaître. Après plusieurs années d'expérimentation avec cette variété, on s'aperçoit que les fruits riches en sucres à la récolte ou issus d'arbres peu chargés se conservent mal. Leur métabolisme est logiquement plus actif, ce qui les prédispose à un vieillissement accéléré. Il serait souhaitable que l'entrepoteur dispose de ces informations culturelles lors de la réception de la marchandise. Elles lui permettraient de s'organiser et de ne stocker ces fruits sensibles que durant une courte période. Les résultats démontrent que la conservation à 2 °C réduit quelque peu le brunissement du cœur, mais elle favorise le brunissement de la chair. La sensibilité au froid est probablement augmentée. L'absence de cavernes à cette température et sans 1-MCP est toutefois intéressante. Le traitement au 1-MCP favorise la formation de cavernes, mais les conditions d'atmosphère ULO contribuent aussi fortement au développement de cette maladie. Le 1-MCP améliore nettement le maintien de la fermeté de la

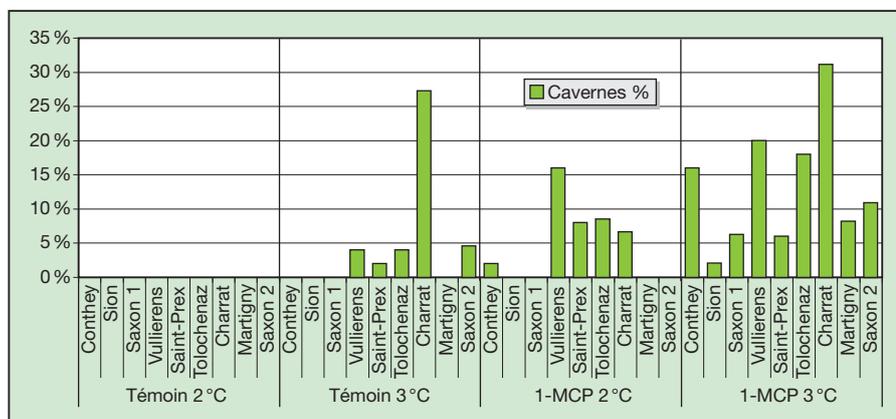


Fig. 9. Dégâts de cavernes de la pomme Mairac® en mars et mai 2009, après conservation ULO à deux températures et sept jours de maturation à 19 °C. Résultats présentés par verger et par variante.

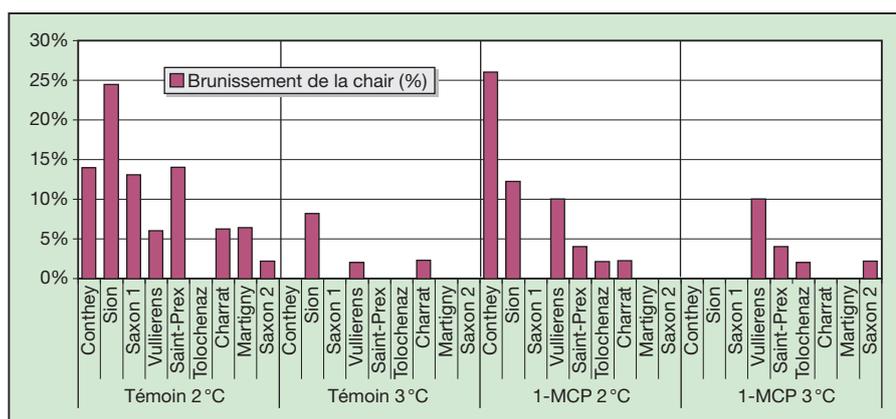


Fig. 10. Brunissement de la chair de la pomme Mairac® en mars et mai 2009, après conservation ULO à deux températures et sept jours de maturation à 19 °C. Résultats présentés par verger et par variante.

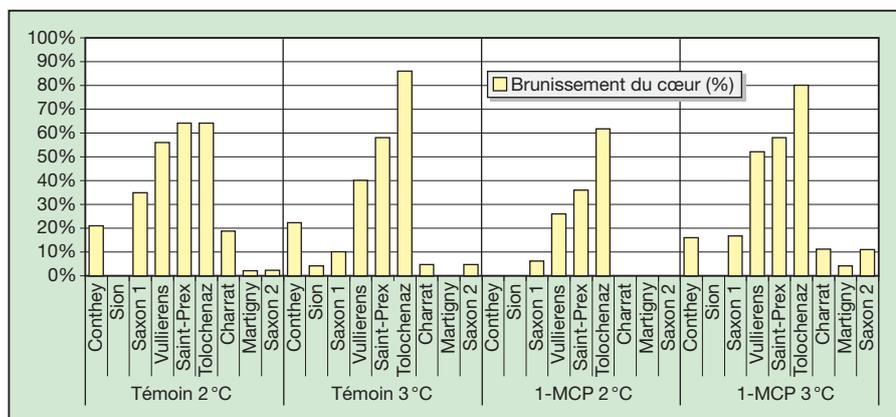


Fig. 11. Brunissement du cœur de la pomme Mairac® en mars et mai 2009, après conservation ULO à deux températures et sept jours de maturation à 19 °C. Résultats présentés par verger et par variante.

chair et, dans une moindre mesure, influence favorablement la teneur en acide malique. Il serait regrettable de se passer de ces effets positifs sur le maintien des qualités gustatives des pommes. La mise en condition lente de l'atmosphère par la respiration des fruits n'a pas apporté les améliorations escomptées.

Le comportement de la marchandise de chaque verger en conservation est très variable. Pour minimiser les risques, un contrôle interne des fruits est nécessaire, par exemple en février-mars lors d'un déstockage partiel. Un contrôle de vingt fruits par verger après sept jours de maturation à température ambiante permet de dépister l'apparition des trois principales maladies d'entreposage. Si la marchandise est saine, l'entreposage peut se prolonger. Dans le cas contraire, il est plus prudent de commercialiser rapidement les lots douteux.

Conclusions pour la pratique

- ❑ L'entreposage en atmosphère contrôlée (ULO) combiné avec un traitement au 1-MCP réduit la perte de fermeté des fruits et, dans une moindre mesure, la perte d'acide malique. Le traitement est cependant susceptible de favoriser la formation de cavernes dans certains lots.
- ❑ L'entreposage à une température de 2 °C en ULO est possible mais n'améliore pas la qualité des fruits, par contre il réduit légèrement les maladies de conservation.
- ❑ La récolte au stade optimal de maturité est primordiale pour minimiser les dommages en conservation. Les fruits d'arbres peu chargés ne devraient pas être conservés au-delà du mois de février.
- ❑ Afin de limiter les risques de développement de maladies, la durée de l'entreposage de cette variété ne devrait en général pas excéder le mois de mai.

Remerciements

Nous remercions pour leur précieuse collaboration les producteurs et fournisseurs de pommes Mairac®, le Service d'agriculture du Valais, MM. J. Rossier, Ch. Evequoz, G. Bender et M^{me} Nadia

Summary

The effect of 1-MCP on Mairac® apples under different storage temperatures and under ULO atmosphere

1-MCP (SmartFresh™), an inhibitor of ethylene action, was tested under ULO (*Ultra Low Oxygen*) atmosphere during three years with Mairac® apples. In one year, the influence of two temperatures (2 °C and 3 °C) was analysed under these storage conditions. The application of 1-MCP reduced dramatically the decrease in firmness of the Mairac® apples. However, the decline in malic acid of these apples was reduced only slightly. Under all tested conditions storage, diseases were partly observed. Under ULO conditions, 1-MCP increased the cavity development. Apples with soft scald were more often observed at 2 °C storage temperature than at 3 °C. Furthermore, the brown core disease increased more or less from April, depending on the orchard. In conclusion, the results showed that the Mairac® apples had less storage diseases under ULO-conditions with a temperature of 2 °C temperature combined with an 1-MCP application.

Key words: storage diseases, scald, firmness, malic acid, controlled atmosphere.

Zusammenfassung

Die Wirkung von 1-MCP bei Mairac® Äpfeln unter verschiedenen Lagertemperaturen und ULO-Bedingungen

Der Ethylenhemmer 1-MCP (SmartFresh™) wurde unter ULO (*Ultra Low Oxygen*) Kühlagerbedingungen während drei Jahren an Mairac® Äpfeln getestet. Weiter wurde in einem dieser Jahre auch der Einfluss der Temperatur (2 °C und 3 °C) unter diesen Bedingungen mit und ohne 1-MCP untersucht. Die Anwendung von 1-MCP reduzierte den Festigkeitsverlust der Mairac® Äpfel deutlich. Dabei wurde der Verlust an Apfelsäure aber nur leicht vermindert. In allen getesteten Verfahren wurden teilweise Lagerkrankheiten beobachtet. Unter ULO Bedingungen fördert 1-MCP die Kavernenbildung. Äpfel mit Fleischbräune traten bei 2 °C Lagertemperatur stärker auf als mit 3 °C. Weiter kann sich die Kernhausbräune vor allem je nach Parzelle ab dem Monat April mehr oder weniger stark entwickeln. Zusammenfassend zeigten die Resultate, dass unter ULO Bedingungen eine Lagertemperatur von 2 °C in Verbindung mit einer 1-MCP Behandlung am wenigsten Mairac® Äpfel mit Lagerkrankheiten befallen waren.

Riassunto

Effetto del 1-MCP applicato a diverse temperature per la conservazione frigorifera della mela Mairac®

L'inibitore d'etilene 1-MCP (SmartFresh™) è stato applicato sulla varietà di melo Mairac®-La Flamboyante^{cov} durante tre stagioni di conservazione a condizioni d'atmosfera ULO (*Ultra Low Oxygen*). Nel corso dell'ultima stagione sono state testate anche due varianti di temperatura (2 °C e 3 °C). L'applicazione del 1-MCP riduce nettamente la perdita di consistenza della polpa e leggermente il tenore in acido malico. Per certi lotti nessuna delle varianti di conservazione in prova ha permesso di evitare malattie dovute alla conservazione. In atmosfera ULO, il trattamento con 1-MCP favorisce la formazione di caverne. L'imbrunimento della polpa è più importante a una temperatura di 2 °C. Danni d'imbrunimento del cuore si sono manifestati in modo significativo, in certi lotti, dal mese di aprile. A condizioni d'atmosfera ULO, la variante di conservazione a 2 °C con applicazione di 1-MCP si è rivelata la variante meno toccata dalle malattie di conservazione.

Berthod de l'Office cantonal d'arboriculture de Sion (OCAVS), MM. P. Mayor, G. Andrey et R. Olivier de la Station cantonale d'arboriculture vaudoise (SCAVD), l'entreprise AgroFresh et M. A. Vink pour la mise à disposition du produit SmartFresh™.

Bibliographie

Siegrist J.-P. & Cotter P.-Y., 2005. Entreposage frigorifique de pommes Mairac en atmosphère contrôlée AC et ULO. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **37** (5), 291-295.

Pépinières viticoles



FAVRE Daniel

Des plants de vignes soignés
pour vous satisfaire !

Ch. de LAPRA 17 1170 Aubonne

Tel. 021 808 72 27 Fax. 021 807 43 39 E-mail: favre.vitipep@bluewin.ch

BOUCHONS Schlittler

E. & H. Schlittler Frères SA
Autschachen 41
CH-8752 Naefels / Gl
Tél. +41 (0)55 618 40 30
Fax +41 (0)55 618 40 37
info@swisscork.ch

**TRADITION
DEPUIS
1871**

FABRIQUE DE BOUCHONS ET DE LIÈGE AGGLOMÉRÉ

- BOUCHONS EN LIÈGE
- BOUCHONS MICROGRANULÉS PERFECT
- BOUCHONS SYNTHÉTIQUES NOCORK-E
- CAPSULES EN ÉTAÏN ET THERMORÉTRACTABLES
- BOUCHONS À TÊTE NOCORK SPIRIT
- CAPSULES À VIS B.V.S. VINIVIS
- TIRE-BOUCHONS PATRICK ET PULLTEX

WWW.SWISSCORK.CH

Service – Qualität – Sicherheit

Köppel

LEBENSMITTELTECHNOLOGIE

Rendez-nous visite sur le stand
no 1301 lors d'Agrovina 2010.



Domaines d'activités

Nous sommes actifs dans l'industrie alimentaire et principalement dans le domaine des boissons.

Notre palette de produits couvre tout le traitement des boissons, la filtration, la désinfection, le contrôle biologique de l'eau ainsi que les bouchons liège et synthétiques.

Nous serons présents avec nos partenaires. Nous nous réjouissons de votre visite.



CH-8572 Berg TG Tel. +41 71 638 03 33 www.koepfel-berg.ch info@koepfel-berg.ch

AVIDOR VALAIS SA

ZI Falcon
Rue du Stand 11
CH-3960 Sierre
tél. 027 456 33 05
fax 027 456 33 07
www.avidorvalais.ch

**Rendez nous visite sur le stand 2204
et profitez de nos actions durant l'Agrovina
sur nos marques:**

GRIZZLY / BUCHER / CMA/ ENOS

**Venez déguster une raclette, servie tous les jours
de l'exposition entre 11 et 15h**

Team Avidor