



## Recommandations 2006-2007 aux entrepositaires de fruits et légumes

La saison d'entreposage 2005-2006 s'est déroulée sans grande difficulté pour les entrepositaires. Les teneurs en sucres des pommes et des poires stockées étaient généralement inférieures à celles de la saison d'entreposage passée. En effet, la teneur en sucres varie légèrement d'une année à l'autre; ces variations naturelles sont inévitables et doivent être acceptées dans une certaine limite par tous les partenaires de la filière, du producteur au consommateur, en passant par les entrepositaires et les commerçants. La majorité des dommages subis par quelques lots durant le stockage ont été occasionnés par des dates de récolte inadéquates ou des erreurs techniques: température de stockage trop basse, durée de conservation trop longue ou difficultés à maintenir les bonnes conditions d'atmosphère. Par exemple, des dégâts d'entreposage (amollissement de la chair) ont été observés sur des poires Louise Bonne, qui avaient été récoltées manifestement trop tard.

### Perte en eau des poires

L'an dernier, plusieurs cas de flétrissement prématuré sur des poires Beurré Bosc ont été constatés. Le flétrissement est visible dès que la perte en eau atteint 5%; sur les poires, il s'observe généralement près du pédoncule et, sur les pommes, sur la partie exposée à l'ombre. La perte de poids dépend essentiellement des conditions d'humidité relative en conservation. Plus l'hygrométrie est élevée et proche de la saturation de 100%, moins la perte en eau sera importante. Il est vrai également que les fruits entreposés doivent pouvoir libérer de l'eau dans l'atmosphère des chambres, sans quoi des maladies de conservation telles que l'échaudure

ou d'autres dégâts d'entreposage peuvent être favorisées. Ainsi, pour chaque variété, une plage optimale d'humidité relative est prescrite. Ces plages, qui doivent être maintenues pour les diverses variétés de poires et de pommes, figurent dans le tableau des conditions d'entreposage recommandées. Outre le taux d'humidité, d'autres facteurs influencent la perte en eau, par exemple un brassage intensif de l'air. Lors de chaque cycle de refroidissement, une certaine quantité d'eau est piégée, ce qui engendre un cycle de dessèchement. La quantité d'eau piégée dépend du  $\Delta t$  (Delta T), soit la différence de température entre la chambre et l'évaporateur. Plus le  $\Delta t$  est grand, plus la quantité d'eau piégée est importante. Après le refroidissement de la marchandise, la fréquence des cycles de froid durant la période de conservation dépend avant tout de la chaleur diffusée à travers le plafond, les parois et le sol. Le refroidissement est ralenti par l'épaisseur de l'isolation de ces éléments, ce qui réduit d'autant la quantité d'eau piégée dans la chambre. Le coefficient de transmission thermique est caractérisé par la valeur  $k$  (déperdition de chaleur). L'unité est donnée en  $W/m^2 \times ^\circ K$  (watt par  $m^2$  de parois multiplié par la différence de température entre l'extérieur et l'intérieur en degrés Kelvin). Plus le coefficient  $k$  d'une paroi est élevé, plus le flux de chaleur qui la traverse est rapide. En règle générale, les valeurs  $k$  se situent entre  $0,3$  et  $0,4 W/m^2 \times ^\circ K$  pour le plafond et les parois d'une chambre frigorifique. Les sols ne sont souvent pas isolés. Dans ces cas, la valeur se monte à  $1,5 W/m^2 \times ^\circ K$ . Considérons l'exemple suivant: un sol d'une surface de  $80 m^2$ , avec une différence de température (extérieure-intérieure) de  $10 ^\circ C$ , entraîne une déperdition thermique de  $1200 W$  s'il n'est pas isolé, et de  $240 W$  seulement s'il est isolé (valeur), c'est-à-dire cinq fois moins pour une valeur  $k$

de  $0,3 W/m^2 \times ^\circ K$ . Un sol isolé permet donc de limiter les besoins en froid et de réduire proportionnellement le nombre de cycles de refroidissement. De ce fait, avec des conditions d'entreposage pourtant semblables – température et humidité relative identiques –, la gestion du froid piégera considérablement moins d'eau dans une chambre avec un sol isolé. L'entreposage des poires devrait donc se faire autant que possible dans des chambres au sol bien isolé.

Avant de remplir les chambres, il est indispensable de les refroidir longtemps à l'avance pour que le plafond, les parois et le sol soient refroidis à la température de stockage. Un apport d'eau au sol peut également accélérer son refroidissement. Il faut éviter de refroidir ces éléments de construction lors de l'introduction de la marchandise dans la chambre, car toute la puissance frigorifique doit être consacrée à abaisser la température des fruits.

### Première saison d'entreposage avec le procédé SmartFresh™ (1-MCP)

En automne 2005, la Suisse a pu utiliser pour la première fois le système SmartFresh™ (1-MCP). Plus de 100 applications ont été réalisées sur des pommes de table de plus de 11 variétés différentes (fig. 1), dont Golden Delicious et Jonagold, qui représentent 61% de tous les fruits traités.

A quelques exceptions près, les traitements ont été effectués au bon stade de maturité. Le 1-MCP est un inhibiteur d'éthylène. La stimulation du processus de maturation ne semble possible qu'au moment où l'éthylène se lie aux récepteurs protéiniques. Ces liaisons peuvent

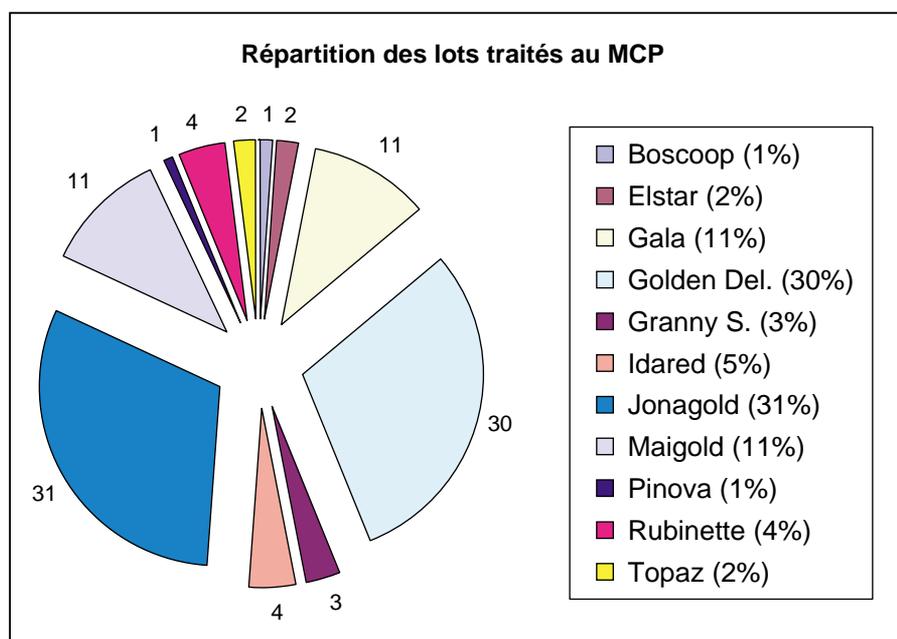


Fig. 1. Variétés traitées au SmartFresh™ en automne 2005.

être occupées et bloquées par le 1-MCP, empêchant donc l'éthylène de s'y lier, que celui-ci provienne des fruits eux-mêmes ou de l'air ambiant. En conditions de stockage, le métabolisme est très ralenti et l'action de l'éthylène bloquée durant plusieurs mois. Après le stockage, ce blocage se lève progressivement après une à deux semaines à température ambiante. La synthèse d'éthylène reprend lentement et le processus de maturation du fruit s'active à nouveau.

## Contrôles des applications SmartFresh™

L'efficacité d'une application Smart-Fresh™ peut être testée en mesurant la formation de l'éthylène dix jours après le traitement. Le dégagement d'éthylène d'un échantillon de fruits non traités donne une indication supplémentaire sur l'état de maturité des fruits. Les fruits immatures ou à peine mûrs ne forment que peu ou pas d'éthylène, tandis que ceux arrivés à maturité en produisent beaucoup. Il existe cependant de grandes différences entre les variétés. Par exemple, Elstar dégage extrêmement peu d'éthylène et ne permet pas de démontrer l'efficacité d'une application au 1-MCP. La seule possibilité pour la prouver consiste à mesurer la fermeté de la chair des fruits. Après un stockage de dix jours à 20 °C, la fermeté de la chair d'Elstar diffère nettement entre les échantillons traités et non traités. Les lots non traités perdent beaucoup de fermeté durant cette période, contrairement aux lots traités,

pour autant que l'opération se soit réalisée au bon stade de maturité. Dans la pratique, si Elstar ou d'autres variétés telles que Gala sont traitées dans la même salle frigorifique, le test d'éthylène ne sera alors réalisé sur Gala.

Le test d'éthylène donne pour certaines variétés une indication sur le degré de maturité. Lorsque des Gala non traitées forment très peu d'éthylène (Gala 1; tabl.1), cela signifie qu'elles ne sont pas mûres. Dans un tel cas, l'efficacité du SmartFresh™ sera très forte. Malheureusement, la formation d'arômes sera inexistante et la qualité gustative des fruits s'en ressentira. Dans le tableau 1 figurent deux cas (Gala 3 et Golden Delicious 2) pour lesquels l'application SmartFresh™ a été réalisée à un stade de maturité trop avancé. Ces échantillons traités dégagent beaucoup d'éthylène. Le traitement n'a eu vraisemblablement aucune efficacité. Dans quelques cas, des applications ont été réalisées trop tardivement sur les variétés Golden Delicious et Jonagold.

Tableau 1. Test d'éthylène pour vérifier l'efficacité des applications SmartFresh™.

Variété	Production d'éthylène (µg/kg 24h)		Remarques
	Lot témoin	Lot 1-MCP	
Elstar	0,4	0,3	Pas d'éthylène
Gala 1	3,9	0,3	Pas mûrs
Gala 2	260	0,9	Mûr, application efficace
Gala 3	258	18,3	Trop mûr? (cas limite)
Golden Delicious 1	231	0,9	Mûr, application efficace
Golden Delicious 2	298	223	Trop mûr, aucune efficacité

## Variétés et application du SmartFresh™

Les informations de la pratique et les résultats des essais réalisés par ACW permettent de donner les premières indications et recommandations pour l'application du procédé SmartFresh™ sur les différentes variétés.

**Boscoop:** la fermeté de la chair n'a pas varié entre les lots traités au Smart-Fresh™ et ceux non traités. La teneur en acidité semble s'être un peu mieux maintenue dans les fruits traités. Comme le SmartFresh™ n'améliore pas la fermeté de la chair de cette variété, il ne vaut pas la peine d'investir dans ce nouveau procédé.

**Elstar:** la fermeté et l'acidité se maintiennent nettement mieux que chez des fruits non traités, il vaut donc la peine d'appliquer le SmartFresh™ sur Elstar.

**Gala:** l'efficacité sur Gala est très bonne et se maintient longtemps, sur tous les lots traités. La fermeté de la chair diffère de 1,3 à 2,3 kg/cm<sup>2</sup> entre les fruits des lots témoins et les fruits traités. De même, les valeurs d'acidité dans les fruits traités sont généralement supérieures. Une partie des lots traités ont été récoltés un peu trop tôt, ce qu'il faut éviter, car malgré une très bonne fermeté de la chair, la qualité gustative a été jugée médiocre.

**Golden Delicious:** l'efficacité du 1-MCP dure moins longtemps que sur Gala. Une partie des lots ont été traités à un stade de maturité trop avancé, ce que le test d'éthylène a confirmé; plus tard, la fermeté de la chair des fruits n'a pas différé entre les échantillons traités ou non traités. En revanche, les applications réalisées au bon stade de maturité se sont révélées très efficaces sur une longue durée; la fermeté de la chair et la teneur en acidité étaient plus élevées dans les échantillons traités que dans les témoins. Sur quelques lots non traités et conservés au froid normal, de l'échauffement de sénescence a été constatée.

## Conditions d'entreposage recommandées en 2006-2007

VARIÉTÉS	Atmosphère normale (AN)		Atmosphère contrôlée (AC)				Ultra Low Oxygen (ULO)			
	TP (°C)	HR (%)	TP (°C)	HR (%)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)	TP (°C)	HR (%)	CO <sub>2</sub> (%)	O <sub>2</sub> (%)
<b>POMMES</b>										
Gala	0	90-92	0,0	92	2-3	2	0,5	92	3	1
Elstar**	0	90-92	0,5	92	3	2	0,5	92	3	1
Braeburn	0	90-92	0,5	92	1	1,5	Durée jusqu'en avril			
Granny Smith	0	90-92	–	–	–	–	0,5	92	2	1
Florina***	0	90-92	–	–	–	–	0,5	92	2-3	1
Jonagold*	0	90-92	2	92	4	2	2	92	3	1
Diwa®	0-1	90-92	–	–	–	–	1	92	1,5-2	1
Golden Delicious	1	92-94	2	92-94	4	2	2	92-94	3	1
Pinova	1	92-94	2	92-94	4	2	2	92-94	3	1
Topaz	1	92-94	1	92-94	3	2	1	92-94	1,5	1
Maigold	2	88-90	3	90-92	3	2	–	–	–	–
Arlet*	3	90-92	3 à 4	92	3-4	2	3 à 4	92	2	1
Pomme Cloche	0 à 1	90-92	4	92	3	2-3	Pas recommandé			
Reinette du Canada	3	90-92	4	92	3	2-3	–	–	–	–
RubINETTE	0 à 1	92-94	2 à 3	92-94	1,5-2	2	2 à 3	92-94	1,5	1,5
Boscoop	4	90-92	4	92	2-3	2-3	Pas recommandé			
Mairac®	3	90-92	3	90-92	3	2	3	90-92	1,5	1
Idared	3 à 4	90-92	4	90-92	3	2	4	90-92	1,5	1
Jonathan	3 à 4	90-92	4	92	3-4	2-3	–	–	–	–
Cox Orange	4 à 6	90-92	4	92	2-3	2-3	–	–	–	–
<b>POIRES</b>										
William's	-1 à 0	91-93	0 à 0,5	92	1,5	2	← AC, durée limitée			
Comice	-1 à 0	91-93	0 à 0,5	92	5	3				
Conférence	-1 à 0	91-93	0 à 0,5	92	1,5	2	← AC, différée de 15 à 20 jours			
Louise Bonne	-1 à 0	91-93	0 à 0,5	92	1,5	2	ULO pas recommandé pour les poires			
Beurré Bosc	-1 à 0	91-93	0 à 0,5	92	1,5	2				
Packham's	-1 à 0	91-93	0 à 0,5	92	1,5	2				
Harrow Sweet	-1 à 0	91-93	Pas recommandé							
<b>LÉGUMES</b>										
Oignons	0 à 0,5	85-90	0 à 0,5	85-90	5	3	← AC, pas avant nov. ou déc.			
Choux blancs	0 à 0,5	85-90	0 à 0,5	90-92	3	2-3	Pas recommandé			
Choux rouges	0 à 0,5	85-90	0 à 0,5	90-92	3	2-3				
Choux frisés	1	85-90	0 à 0,5	90-92	1-3	2-3				
Choux-fleurs	0 à 0,5	96-98	Pas recommandé							
Carottes	0 à 0,5	90-92								
Céleris-raves	0 à 2	90-95								
Choux de Chine	0 à 4	90-92								
Betteraves à salade	0 à 6	90-95								

\* En AN, l'épiderme devient huileux après quelques semaines. Ce n'est pas le cas en AC. \*\* En ULO, durée jusqu'en mars possible. \*\*\* Au froid normal (AN), jusqu'en novembre.

<b>Autres variétés de pommes:</b>	<b>4 à 6 °C:</b>	Gravenstein, Karmijn, Kidds Orange, Primerouge, Reinette Champagne, Reine des Reinettes, Ontario.	<b>2 °C:</b>	Berlepsch, Orange Suisse, Rose de Berne, Pomme Raisin, Gloster.
	<b>3 à 4 °C:</b>	Mcintosh, Fiesta.	<b>0 à 2 °C:</b>	Empire, Summerred, Rubinola.
	<b>2 à 4 °C:</b>	Jerseymac.	<b>0 °C:</b>	Franc-Roseau, Red Delicious, Starkrimson, Stayman, Winesap, Meran, groupe Starking.

**Golden Orange:** les essais réalisés au Centre des Fougères d'Agroscope ACW à Conthey ont démontré une très bonne efficacité du traitement au 1-MCP pour maintenir la fermeté de la chair des fruits. La perte rapide de fermeté – le point faible de cette variété – peut donc être supprimée avec succès grâce au procédé SmartFresh™.

**Granny Smith:** un traitement au SmartFresh™ permet non seulement de maintenir la fermeté de la chair et la teneur en acidité, mais aussi de supprimer totalement l'apparition de l'échaudure. Sur tous les lots non traités et conservés au froid normal, des dégâts d'échaudure (60 à 100% des fruits touchés) sont apparus.

**Idared:** l'efficacité est variable sur cette variété, aussi bien dans la pratique que dans les essais d'ACW. L'efficacité était bonne sur environ 40% des lots, mais partielle ou inexistante sur tous les autres. Pourtant, les tests d'éthylène laissaient entrevoir une bonne efficacité.

**Jonagold:** quelques lots ont été traités à un stade de maturité trop avancé, c'est pourquoi le procédé n'a pu maintenir la fermeté de la chair des fruits. Toutefois, dans la majorité des cas, le traitement a été très efficace. A signaler que le traitement au 1-MCP n'élimine pas complètement l'apparition de l'épiderme grasseux, mais le réduit passablement.

**Pinova:** un traitement au SmartFresh™ permet de maintenir le plus fréquemment la fermeté de la chair des fruits.

**RubINETTE:** le traitement au SmartFresh™ a eu une action positive sur la fermeté de la chair des fruits de tous les lots. Cependant, tous ont été attaqués par la pourriture lenticellaire, sans différence entre les lots traités et les lots témoins.

**Topaz:** dans les conditions de la pratique, l'efficacité du traitement au SmartFresh™ a favorisé le maintien de l'acidité et de la fermeté des fruits, tandis que dans les essais réalisés par ACW, quasiment aucun effet n'a été observé.

En conclusion, les observations réalisées jusqu'à maintenant confirment les bons résultats obtenus sur les variétés Elstar, Gala, Golden Delicious, Golden Orange, Granny Smith, Jonagold, Mairgold, Mairac et RubINETTE. Pour les variétés Braeburn, Boscoop et Cox Orange, le traitement au SmartFresh™ n'est pas recommandé. Pour d'autres variétés encore, il est nécessaire de poursuivre les expériences. En général, la date de récolte doit être optimisée pour toutes les variétés. Actuellement, il est recommandé de cueillir durant la seconde moitié de la fenêtre optimale de récolte les fruits que l'on envisage de traiter au SmartFresh™. Cependant, l'investissement dans cette méthode ne vaut que pour de la marchandise de qualité. Le procédé SmartFresh™, tout comme l'entreposage, ne peut que maintenir la qualité des pommes, mais en aucun cas l'améliorer.

### Complément aux conditions d'entreposage recommandées

Les recommandations 2006-2007 restent inchangées par rapport à celles de 2005-2006. Les conditions d'entreposage ont été introduites pour la variété Diwa®. Le traitement au SmartFresh™ induit une plus grande sensibilité au froid et au CO<sub>2</sub> chez les fruits; par conséquent, les consignes de température ne doivent pas être réglées sur les valeurs extrêmes.

### Mesures de la fermeté de la chair des fruits

La fermeté peut être mesurée avec différents appareils. Le pénétromètre manuel permet de mesurer la fermeté de la chair après avoir au préalable coupé et enlevé l'épiderme avec un couteau. Pimprenelle et l'appareil ART mesurent avec un piston tranchant. Des tests de comparaison ont montré de petites différences sur les fruits tendres (valeurs au-dessous de 5 kg/cm<sup>2</sup>). Les valeurs mesurées avec un piston tranchant sont plus élevées de 0,5 kg/cm<sup>2</sup> que celles obtenues sur les mêmes fruits avec un pénétromètre manuel. Il convient d'être attentif à ces différences dans le cas où vendeurs et acheteurs n'utiliseraient pas les mêmes méthodes et appareils pour mesurer la fermeté de la chair des fruits.

Jean-Pierre Siegrist  
Station de recherche  
Agroscope Changins-Wädenswil ACW  
Centre des Fougères  
1964 Conthey  
Tél. (+41) 27 34 53 511  
jean-pierre.siegrist@acw.admin.ch

Ernst Höhn, Franz Gasser  
Station de recherche  
Agroscope Changins-Wädenswil ACW  
8820 Wädenswil  
Tél. (+41) 44 78 36 111  
ernst.hoehn@acw.admin.ch  
franz.gasser@acw.admin.ch



## PÉPINIÉRISTES!

Pour vos cires et paraffines, ainsi que pour tout votre matériel, passez dès maintenant vos commandes à

**Jean-François Kilchherr**  
**Fournitures pour pépiniéristes**

Grand-Rue 8  
1297 Founex

Tél. 022 776 21 86  
Fax 022 776 86 21  
Natel 079 353 70 52

Catalogue sur demande

V I N A L Y T I K



Certifié selon ISO 9001:2000

Votre partenaire pour l'analyse des vins

Vinalytik • Franzosenstr. 14 • CH-6423 Seewen  
Téléphone 041 819 34 68 • Fax 041 819 34 74  
E-mail: info@vinalytik.ch • www.vinalytik.ch