

ENTREPOSAGE DES FRUITS AVEC LA TECHNOLOGIE HDCOLD®



Fig. 1: Evaporateur HDCold®. Photo : Agroscope.

Les fruits sont des tissus vivants qui perdent continuellement de l'eau après la récolte, en particulier dans les environnements à faible hygrométrie. Ces pertes en eau affectent la qualité des fruits et peuvent causer des pertes économiques significatives. Il est donc crucial de les minimiser autant que possible. Dans cette étude, la technologie HDCold® permettant d'optimiser l'hygrométrie tout en se passant du dégivrage en froid positif a été testée sur divers types de fruits.

La technologie de refroidissement par air HDCold® (DPKL, Moissac, France) permet de conserver des produits frais à des hygrométries élevées (> 95%) sans apport d'eau et sans dégivrage en froid positif. Cette technologie peut être appliquée en atmosphère normale et contrôlée. La suppression de dégivrage limite les variations de température dans la chambre froide et réduit ainsi les phénomènes de condensation néfastes à la qualité des produits horticoles, notamment en favorisant le développement de maladies parasitaires (Praeger *et al.* 2021 ; Sardella *et al.* 2016). Cette suppression permet également des économies d'énergie avec notamment une meilleure restitution de l'énergie frigorifique en comparaison d'évaporateurs classiques (com-

munication orale, B. Duparc). Trois cellules d'entreposage d'Agroscope sur le site de Conthey en Valais ont été équipées avec les évaporateurs et la régulation HDCold® par la société Quercy Réfrigération (Moissac, France) en 2022.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les essais d'entreposage ont été effectués durant la saison 2022-23 sur diverses variétés de pommes et de poires, et durant l'été 2023 sur les abricots et les cerises (tabl. 1). Les fruits ont été entreposés à 1 °C en conditions d'atmosphère normale durant 7 à 8 mois pour les fruits à pépins, et 14 jours pour les fruits à noyau. L'humidité relative moyenne mesurée sur toute la durée d'entreposage à l'aide de cap-

Pommes	Ariane, Braeburn, Dalinette, Gala, Golden
Poires	Beurré Bosc, Cepuna, Concorde, Conference, FRED®
Abricots	Apridélise, Apribang, Apriweet, Big Red®, Orangered®, Flopria
Cerises	Early Star®, Grace Star, Marisa, Sweet Ariana®, Sweet Gabriel®, Sweet Lorenz®

Tabl. 1: Variétés testées.

teurs (HC2A-S3, Rotronic, Suisse) était de 96% pour les fruits à pépins et de 90% pour les fruits à noyau en utilisant le froid classique, tandis qu'elle atteignait 98% pour les fruits à pépins et 97% pour les fruits à noyau avec le système HDCold®. L'influence du HDCold® a été évaluée sur la perte de poids, la qualité des fruits (fermeté, teneur en sucre et couleur) et la qualité commerciale (fruits à pépins: pourcentage de fruits affectés par des maladies physiologiques et parasitaires; fruit à noyau: indice de fraîcheur des fruits et des pédoncules (cerises)).

INFLUENCE DU HDCOLD® SUR LES PERTES DE POIDS

Les pertes de poids impactent négativement la qualité des fruits durant la conservation, notamment en altérant leur apparence, leur texture et leur jutosité (Hasan *et al.* 2024). Elles entraînent également une diminution du poids vendable des fruits ce qui peut conduire à des pertes économiques importantes. Le système de refroidissement HDCold® a permis une réduction significative des pertes de poids de 24 à 43% en moyenne par rapport au froid classique (fig. 1). L'effet était particulièrement visible sur les abricots, suivi des cerises et des poires. Pour les pommes, moins sensibles à la déshydratation que les poires, la différence de perte de poids entre l'utilisation du HDCold® et le froid classique était plus faible mais néanmoins de 24% en moyenne (fig. 1).

INFLUENCE DU HDCOLD® SUR LES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES

À l'exception des cerises, le HDCold® n'a pas influencé la fermeté des fruits testés dans cette étude

		Fermeté ¹	Teneur en sucre ²	Couleur ³
Pommes	Classique HDCold®	5.9	13.6	87.5
		5.9	13.6	86.7
		ns	ns	ns
Poires	Classique HDCold®	4.2	13.1	87.5
		4.2	12.9	86.4
		ns	ns	ns
Abricots	Classique HDCold®	53.6	nd	57.9
		53.1	nd	58.1
		ns	nd	ns
Cerises	Classique HDCold®	70.9	nd	12.1
		72.1	nd	12.5
		*	ns	ns

¹Pommes: kg/cm², poires: kg/0.5 cm² abricots: ID10 et cerises: ID25, ²°Brix, ³Hue

Tabl. 2: Influence du HDCold® sur la fermeté, la teneur en sucre et la couleur des pommes et poires entreposées jusqu'en avril et des abricots et cerises entreposées durant 14 jours à 1°C. nd: non déterminé; ns: non significatif et *: significatif à p<0.05 selon le test-t de Student.



Fig. 2: Cerises entreposées en HDCold®.

Photo: Agroscope.

(tabl. 2). Les cerises stockées avec le HDCold® présentaient une fermeté moyenne légèrement supérieure après entreposage par rapport à celles conservées en froid classique (tabl. 2).

La teneur en sucre, mesurée uniquement sur les fruits à pépins, et la couleur de l'épiderme, mesurée sur tous les types de fruits, n'ont pas été influencées par le HDCold® (tabl. 2).

INFLUENCE DU HDCOLD® SUR LA QUALITÉ COMMERCIALE

L'apparence visuelle des fruits est cruciale car elle est déterminante dans l'acte d'achat des fruits par les consommateurs (Jaeger *et al.* 2016). C'est la principale caractéristique sensorielle que les consommateurs prennent en compte lorsqu'ils évaluent la qualité des fruits et prennent leurs décisions d'achat (Nicolai *et al.* 2009). Dans cette étude, le taux de pourritures était tendanciellement inférieur sur les poires stockées en HDCold® comparé à un froid classique (fig. 2). Le taux d'échaudure, plus élevé pour les pommes que pour les poires, était cependant similaire en HDCold® et en froid normal (fig. 2).



Fig 3: Echaudure sur pommes.

Photo: Agroscope.



Fig. 4 : Echaudure sur poires.
Photo: Agroscope.



Fig. 5 : Abricots entreposés HDCold®.
Photo: Agroscope.

A noter que les conditions climatiques de 2022 avec des températures particulièrement élevées durant la croissance de fruits en verger ont conduit à une forte prévalence de ce dégât en conservation.

Dans le cas des fruits à noyau, la qualité commerciale a été évaluée sur la base d'un indice de fraîcheur, où un indice bas signifie une grande fraîcheur. L'indice des abricots, déterminé après les 2 semaines d'entreposage à 1 °C a fortement varié selon les variétés (données non montrées ici) mais n'a pas été impacté par le HDCold® (tabl. 3). La qualité commerciale des cerises a plus fortement évolué durant l'entreposage que celle des abricots, principalement à cause du flétrissement. Le HDCold® a tendanciellement permis un meilleur maintien de la fraîcheur des cerises et de leurs pédoncules mais les différences ne sont en moyenne pas significatives (tabl. 3).

CONCLUSIONS

- Les évaporateurs HDCold® ont maintenu une hygrométrie élevée et stable tout au long de l'entreposage. La température a également moins fluctué par rapport à la chambre froide équipée d'évaporateurs classiques.

		Indice de fraîcheur	
		Fruits	Pédoncules
Abricots	Classique	15.2	nd
	HDCold®	17.1	nd
		ns	nd
Cerises	Classique	54.8	30.7
	HDCold®	47.8	26.2
		ns	ns

Tabl. 3 : Influence du HDCold® sur l'indice de fraîcheur des abricots et des cerises ainsi que des pédoncules des cerises. nd : non déterminé. ns : non significatif selon le test de Wilcoxon.

- Grâce à une humidité relative élevée, les pertes de poids ont été fortement limitées par les évaporateurs HDCold®.
- Le HDCold® n'a pas impacté la fermeté, la teneur en sucre et la couleur. Dans certains essais, ces paramètres ont même été mieux maintenus en HDCold® qu'en froid classique.
- La qualité visuelle a été améliorée par le HDCold® pour certains fruits. Le HDCold® a notamment limité le flétrissement et le développement de pourritures sur les poires et tendanciellement mieux maintenu la fraîcheur des cerises.
- Les essais se poursuivent à l'Agroscope afin d'évaluer l'intérêt de cette technologie en conditions d'atmosphère contrôlée et de préciser son influence sur les maladies physiologiques, telles que l'échaudure, qui sont favorisées par l'augmentation des températures liées aux changements climatiques.

Remerciements

Les auteurs remercient toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ces essais. 🍷

Bibliographie

Hasan M.U., Singh Z., Shah H.M.S., Kaur J. et Woodward A., 2024. Water Loss: A Postharvest Quality Marker in Apple Storage. *Food Bioprocess Technol.*

Jaeger S.R., Antúnez L., Ares G., Johnston J.W., Hall M. et Harker F.R., 2016, Consumers' visual attention to fruit defects and disorders: A case study with apple images. *Postharvest Biol. Technol.* 116, 36-44.

Nicolai B.M., Bulens I., De Baerdemaeker J., De Ketelaere B., Hertog M.L.A.T.M., Verboven P. et Lammertyn J., 2009. Non-destructive evaluation: detection of external and internal attributes frequently associated with quality and damage. Dans 'Postharvest Handling: A Systems Approach', Academic Press, San Diego, pp. 421-441.

Praeger U., Linke M., Neuwald D.A. and Geyer M., 2021. Water condensation on fruit surfaces during apple storage. *Acta Hort.* 1327, 591-596.

Sardella D., Muscat A., Brincat J. P., Gatt R., Decelis S., et Valdramidis V. (2016). A Comprehensive Review of the Pear Fungal Diseases. *Int. J. Fruit Sci.* 16(4), 351-377.