

Conservation des pommes

dans les entrepôts frigorifique

Pr. Ezzahouani Abdelaziz, IAV.Hassan II - a.ezzahouani@iav.ac.ma

La pomme fait partie des produits horticoles qui évoluent inévitablement après leur récolte et ne survivent que pendant une durée limitée, variable selon leur nature. Ce sont généralement des organes riches en eau qui se déshydratent rapidement et qui sont facilement attaqués par les champignons et les bactéries. Ils peuvent de ce fait devenir plus ou moins rapidement impropres à la consommation ou à la commercialisation.



La pomme est un fruit climactérique qui se caractérise par une intensité respiratoire qui passe par un minimum (minimum climactérique) à la fin de la croissance, pour augmenter ensuite quand la maturation s'engage (crise climactérique). L'intensité respiratoire est maximale quand le fruit est mûr, puis elle diminue au cours de la sénescence. La crise climactérique ou respiratoire est accompagnée d'une libération importante de l'éthylène qui initie les différentes évolutions biochimiques caractéristiques de la maturation. Les fruits climactériques (pommes, poires, bananes, etc.) ont la possibilité de pouvoir mûrir après leur cueillette :

- s'ils sont récoltés trop tôt (avant

le minimum climactérique), leur maturation est souvent difficile et incomplète.

- s'ils sont cueillis trop tardivement (après le minimum climactérique), leur dégradation (phase de surmaturité) est déjà engagée et leur durée de survie est réduite.

Le stade de développement à la récolte est donc décisif pour la destination du produit. Pour les pommes destinées à la conservation, elles doivent être cueillies juste avant le pic climactérique car toutes les opérations de post-récolte (réfrigération, atmosphère contrôlée) ont pour objectif de retarder cette crise climactérique qui coïncide avec la pleine maturité. Cependant, il faut signaler que ces techniques ne vont pas améliorer la qualité des pommes au cours de la conservation, mais plutôt



Manifestations intéressant le produit (entreposage et conservation, CTIFL)

Facteurs physiques externes	Evolution interne	Echanges de substances entre l'air et le fruit
Température Hygrométrie Vitesse de l'air Lumière	Transpiration- perte d'eau (perte de poids) Respiration Evolution interne (changement de coloration, ramollissement, maladies physiologiques...)	Perte d'eau Emission de CO ₂ Absorption d'O ₂ Formation de H ₂ O Emission de produits volatils (éthylène, odeurs)

Conservation des pommes



Le but principal de la conservation par le froid est de ralentir ou même de stopper la maturation des fruits pour assurer un grand étalement des ventes.

maintenir leur qualité initiale. D'où la nécessité de ne conserver que les produits de bonne qualité en effectuant un triage sévère au départ. On conseille notamment de :

- n'entreposer que des fruits sains, exempts de meurtrissures
- effectuer un triage et si possible un pré-calibrage avant la mise au froid. Généralement, on ne conserve que les fruits de taille moyenne car les gros fruits mûrissent rapidement et sont sensibles aux maladies physiologiques.
- réduire autant que possible la période cueillette-mise au froid

La conservation frigorifique des pommes

Une fois récoltée, la pomme est privée des flux brute et élaboré, et

Température de conservation des pommes en chambre froide

Variétés	Température (en °C)	Durée conservation (mois)
Golden delicious	0 à +1°	7
Starking delicious	0 à +2°	7
Granny Smith	0 à +1°	5
Richared	0°	6
Mac Intosh	0 à +1°	5
Reinette de Canada	7°	2
Belle de Boskoop	5°	3
Jonathan	3 à 4°	4

sa survie dépend de ses réserves et des facteurs physiques externes. Le but principal de la conservation par le froid est de ralentir ou même de stopper la maturation des fruits pour assurer un grand étalement des ventes. La température idéale de conservation d'un produit horticole donné correspond à celle située juste en dessous de sa température

de congélation. Le froid ralentit considérablement l'activité des enzymes et les réactions chimiques correspondantes. Ainsi, Une réduction de température va entraîner une réduction des vitesses de changements de tous les paramètres tels que la respiration et le changement de texture par exemple. D'autres effets indirects peuvent être obtenus en dimi-

Recommandations pour le stockage des pommes en chambre froide et en atmosphère contrôlée (cité dans Arbo. Fruit., 1979)

Variétés	Chambre froide		Atmosphère contrôlée		
	Température °C	Limite de stockage	Température	CO ₂ %	O ₂ %
Gala	0 à 1,5°	février	3,5 à 4°	<1	2
Golden delicious	1,5 à 2°	janvier	1,5 à 3,5°	<5	3
Mac Intosh	3,5 à 4°	mi décembre	3,5 à 4°	<1	2
Red délicieux	0 à 1°	janvier	0 à 1°	5	3

L'humidité relative de la chambre de stockage doit être comprise entre 90 et 96%

Conservation des pommes



nuant la température, tels que la diminution de la vitesse de développement de la flore microbienne, car si la température est suffisamment basse, pas spores ne vont pas germer. Deux grandes catégories de fruits peuvent être distinguées :

- les variétés d'origine américaine ou assimilée (Golden, Delicious rouge, Granny-Smith...) qui supportent un froid proche de 0 °C
- les variétés dites européennes (Reinette, Canada, Boskoop, Cox) que l'on conseille d'entreposer au dessus de 4 °C à cause de leur sensibilité au froid qui se manifeste par des troubles physiologiques.

La conservation en atmosphère contrôlée

L'air contient 21% d'oxygène (O₂), 79% d'azote et des traces de gaz carbonique (CO₂). La technique de l'atmosphère contrôlée est une technique de conservation avec réfrigération où le taux d'O₂ et celui de CO₂ sont maintenus à un niveau déterminé. Généra-

lement, le taux de CO₂ est augmenté à environ 10%, alors que celui d'O₂ est diminué à environ 5%, grâce à des installations automatisées permettant la réalisation et le maintien sous contrôle de la composition gazeuse désirée.

La diminution du taux d'O₂ ne doit pas excéder un certain seuil pouvant causer l'apparition d'une respiration anaérobie. La réduction de la concentration en O₂ nécessaire pour ralentir la respiration dépend de la température du stockage. Le seuil critique à partir duquel on a fermentation est par conséquent très important quand les températures sont élevées.

La principale utilisation commerciale de la conservation en atmosphère contrôlée a lieu dans le cas des pommes et des poires. Elle est particulièrement avantageuse pour les variétés Mc Intosh, Jonathan, et Yellow Newton, qui à cause de leur sensibilité au froid ne peuvent pas être stockés à -1 ou 0 °C (température standard pour la plupart des variétés). Ainsi avec un taux d'O₂ de 2 à 3% et un taux de CO₂ de 1

Conservation des pommes



à 8% en fonction des variétés et une température de 2,2 à 4,4 °C, on aboutit à une conservation de plus longue durée pour ces variétés. La respiration est réduite de 30 à 60%. Ainsi, en atmosphère contrôlée, on peut relever la température pour réduire les risques de troubles imputables aux basses températures.

Maladies et troubles liés à la conservation

Au cours de leur conservation, les pommes sont le siège de différentes altérations. Les attaques parasitaires sont principalement représentées par les agents des pourritures molles : les Penicilliums, le Rhizopus, le Botrytis et ceux des pourritures sèches (Monilia, Phytophthora). La maladie débute à partir d'une blessure de l'épiderme, ou d'une porte d'entrée naturelle : lenticelles, oeil du fruit, pédoncule et loges carpellaires. Notons que la plupart de ces maladies doivent faire l'objet d'un contrôle au verger et au cours de la conservation par l'adoption d'un calendrier de traitements appropriés tout en veillant à alterner les produits de traitement pour éviter tout risque de résistance. **Généralement, le succès de l'opération de conservation commence au niveau du verger.**

Les altérations non parasitaires (phytotoxiques) expriment des troubles de fonctionnement cellulaire au cours de la conservation, notamment :

- l'échouage de sénescence liée à la sénescence naturelle du fruit,
- le fêtrissement qui résulte d'une perte d'eau en atmosphère trop sèche,
- le ramollissement précoce lié à

une alimentation insuffisante de l'arbre en calcium,

- le brunissement de la chair interne dû au froid,
- le bitter-pit lié à un trouble nutritionnel du fruit en calcium.

Importance du calcium

Le calcium est généralement peu abondant dans les fruits, même s'il peut atteindre des niveaux élevés dans les organes ligneux et les feuilles. En effet, la compétition entre feuilles et fruits pour le calcium est en faveur des feuilles qui ne libèrent que de petites quantités de cet élément vers les fruits. Pour les pommes destinées au stockage, on se base sur le dosage du calcium dans le fruit et dans les feuilles. Le rapport "Ca feuille/Ca fruit" doit être inférieur à 20.

Le calcium apparaît comme un régulateur du métabolisme des fruits. Présent en quantité suffisante, il ralentit la respiration des pommes, qui reste stable quand la concentration de Ca dans la pulpe dépasse 110 ppm, mais s'accroît quand le Ca descend à 90 ppm. En excès, le Ca retarde non seulement la crise respiratoire, mais aussi la perte de la fermeté, le changement de couleur des fruits, c'est à dire l'ensemble des phénomènes qui accompagnent la maturation.

La déficience en Ca peut entraîner la désorganisation des cellules du fruit. On recommande de pratiquer sur les arbres des pulvérisations foliaires avec de préférence le chlorure de calcium qui se montre moins phytotoxique et plus efficace que le nitrate de calcium. Le trempage des fruits après récolte dans une solution contenant du chlorure de calcium à 2% permet d'élever la concentration de calcium dans les fruits. En cours de stockage, le fruit continue à absorber le calcium qui est déposé à sa surface, si les conditions d'humidité sont correctes: 90 à 95%.



L'atmosphère contrôlée

permet de prolonger la conservation des fruits à pépins, mais elle risque de modifier leur composition chimique. D'une manière générale, la dureté des fruits reste plus élevée en atmosphère contrôlée qu'en chambre froide ordinaire. Les pommes Golden conservées en atmosphère contrôlée gardent plus longtemps une certaine acidité. En général, il y a moins de perte de poids en atmosphère contrôlée qu'en chambre froide. L'atmosphère contrôlée a aussi un effet sur certains organismes responsables de la pourriture dont l'activité peut être réduite par une atmosphère contenant 10% de CO₂ ou plus, si le produit ne risque pas d'être affecté par de telles concentrations.

été correctement dimensionné pour un fonctionnement en atmosphère contrôlée. Dans une vieille chambre, il sera difficile d'obtenir des résultats satisfaisants.

L'atmosphère contrôlée permet-elle aux producteurs de mieux valoriser leurs fruits ?

Conservés en AC permet de choisir le moment opportun pour la commercialisation des fruits. Et, comme chacun le sait, les prix augmentent lorsqu'il y a moins d'offre sur le marché, à condition bien sûr de proposer des produits de bonne qualité.

Y a-t-il des solutions différentes en fonction du type de fruits et légumes entreposés ?

Tous les fruits et légumes ne se conservent pas en atmosphère contrôlée. En outre, selon les types de fruits (pommes ou poires) ou encore les variétés (Golden, ou Conférence), les respirations diffèrent. Il est primordial de bien dimensionner les appareils qui vont permettre de gérer leur respiration. Pour certains fruits et légumes qui ne se conservent pas en AC, l'élimination de l'éthylène va permettre le maintien de la qualité du produit et de rallonger sa durée de vie. Il est possible d'entreposer plusieurs fruits et légumes frais ensemble à court terme dans une chambre, en froid normal, en éliminant l'éthylène qu'ils pro-



duisent. En atmosphère contrôlée, certains mélanges sont à proscrire.

Comment éviter le mûrissement prématuré ou la décoloration des fruits ?

La mise en AC permet un fort ralentissement du processus de maturation. Toutefois, l'élimination de l'éthylène contribue également à ce ralentissement et donc à un meilleur maintien de la qualité. Nous fabriquons maintes catalyseurs d'éthylène que nous consomons en fonction de la taille des chambres, de la quantité de produits entreposés et des variétés de fruits à conserver.

Absogor réalise depuis plusieurs années des essais en stations fruitières en France et en Europe en collaboration avec les centres de recherche et les producteurs sur les bénéfices que peut apporter l'élimination de l'éthylène, notamment dans la lutte contre l'échouage de pré-maturité et remplacer ainsi certains traitements chimiques.

Conservation des fruits et légumes

L'Atmosphère Contrôlée Pour une meilleure valorisation des F&L

Absogor est une société spécialisée dans la fabrication et la commercialisation d'appareils pour la modification de l'air et la conservation des fruits en atmosphère contrôlée: Adsorber CO₂, Générateur d'azote, etc. Absogor réalise plus de 50% de son chiffre d'affaires à l'export et exporte vers plus de 40 pays. Mme Lucie Nouaillac, responsable export Absogor répond aux questions les plus fréquemment posés par les professionnels.

Qu'apporte le système de conservation en Atmosphère Contrôlée (AC) par rapport aux installations frigorifiques classiques ?

L'atmosphère contrôlée est une technique de conservation qui consiste à gérer la production de l'air en contrôlant l'air à l'intérieur de la chambre froide, dans le but de ralentir le processus de maturité. Elle permet de ce fait de rallonger la durée de vie des produits de 2 à 3 fois par rapport à une conservation en chambre froide classique et de limiter les pertes de poids tout en maintenant la qualité du produit.

Vos solutions peuvent-elles être utilisées dans d'anciennes installations frigorifiques ?

Si la chambre frigorifique est récente, il faut réaliser l'étanchéité, changer la porte et s'assurer que le groupe froid a

été correctement dimensionné pour un fonctionnement en atmosphère contrôlée. Dans une vieille chambre, il sera difficile d'obtenir des résultats satisfaisants.

L'atmosphère contrôlée permet-elle aux producteurs de mieux valoriser leurs fruits ?

Conservés en AC permet de choisir le moment opportun pour la commercialisation des fruits. Et, comme chacun le sait, les prix augmentent lorsqu'il y a moins d'offre sur le marché, à condition bien sûr de proposer des produits de bonne qualité.

Y a-t-il des solutions différentes en fonction du type de fruits et légumes entreposés ?

Tous les fruits et légumes ne se conservent pas en atmosphère contrôlée. En outre, selon les types de fruits (pommes ou poires) ou encore les variétés (Golden, ou Conférence), les respirations diffèrent. Il est primordial de bien dimensionner les appareils qui vont permettre de gérer leur respiration. Pour certains fruits et légumes qui ne se conservent pas en AC, l'élimination de l'éthylène va permettre le maintien de la qualité du produit et de rallonger sa durée de vie. Il est possible d'entreposer plusieurs fruits et légumes frais ensemble à court terme dans une chambre, en froid normal, en éliminant l'éthylène qu'ils pro-

duisent. En atmosphère contrôlée, certains mélanges sont à proscrire.

Comment éviter le mûrissement prématuré ou la décoloration des fruits ?

La mise en AC permet un fort ralentissement du processus de maturation. Toutefois, l'élimination de l'éthylène contribue également à ce ralentissement et donc à un meilleur maintien de la qualité. Nous fabriquons maintes catalyseurs d'éthylène que nous consomons en fonction de la taille des chambres, de la quantité de produits entreposés et des variétés de fruits à conserver.

Absogor réalise depuis plusieurs années des essais en stations fruitières en France et en Europe en collaboration avec les centres de recherche et les producteurs sur les bénéfices que peut apporter l'élimination de l'éthylène, notamment dans la lutte contre l'échouage de pré-maturité et remplacer ainsi certains traitements chimiques.

Conservation des fruits et légumes

Entrepôts frigorifiques Une affaire de spécialistes

Depuis sa création en 1981, la société THERMO RÉFRIGÉRATION n'a cessé de se développer. Aujourd'hui, ses moyens humains et techniques lui permettent d'être plus performant, et plus réactive pour satisfaire aux exigences de ses clients dans plusieurs pays. M. Xavier Farrugia, directeur de l'entreprise, partage avec nos lecteurs son expérience dans le domaine de la conservation des fruits et légumes en station fruitière.



d'agrumes, de fruits à noyaux, de raisin, de bananes...

Les produits stockés en palox ou en vrac nécessitent-ils une gestion différente ?

Les produits en vrac sont entreposés en stockage précis, avec un système de ventilation particulier. Ce sont, en général, des produits peu valorisés sur lesquels il faut réaliser des volumes importants. Idéal pour des produits à forte valeur ajoutée, le stockage en palox permet, quant à lui, une meilleure conservation et une meilleure présentation.

Quels atouts présentent vos installations en termes d'économie d'énergie ?

Tout se joue sur le dimensionnement des installations. Le but bien sûr étant de minimiser les pertes de froid, pour réduire la consommation. Il faut veiller à la bonne régulation du système et de la ventilation dans les chambres froides, et assurer une bonne maintenance des installations.

Que faites-vous pour répondre aux nouvelles exigences environnementales ?

Nous respectons bien sûr scrupuleusement les directives pour les nouvelles installations et nous attirons systématiquement l'attention de nos clients sur les nouvelles réglementations, notamment en ce qui concerne les fluides frigorigènes. Pour chaque installation existante, nous recherchons la meilleure solution de conversion. Nos préconisations sont spécifiques à chacune d'entre elles, et tiennent compte de ses caractéristiques propres ; nous cherchons aussi à limiter autant que possible les modifications et le remplacement de certaines pièces.

A partir de quelle capacité de production, un producteur peut-il se permettre l'installation d'un entrepôt ?

Tout dépend du type de produit à entreposer ; le volume n'est pas forcément déterminant. A partir du moment où le producteur souhaite valoriser ses produits sur une longue période, ou les commercialiser au meilleur moment, l'entrepôt frigorifique est un bon investissement. Une bonne installation peut durer plusieurs générations. D'ailleurs, nous continuons à entretenir les premiers entrepôts que nous avons conçus pour nos clients au démarrage de notre activité, en 1981...

Une bonne installation elle-même nécessite-t-elle une formation spéciale ?

Oui, chaque équipement nécessite un minimum de connaissances pour une bonne gestion de l'entrepôt, mais surtout pour assurer la surveillance quotidienne. Nous passons avec nos clients le temps nécessaire pour expliquer comment charger la chambre, surveiller les équipements et pour les conseiller en fonction de l'évolution des produits. Nous sommes spécialistes de la conservation, et pour chaque fruit ou chaque légume, nous savons diriger nos clients tout au long de leur campagne vers la meilleure conduite à tenir pour des résultats optimaux.

Est-il possible de moderniser une installation déjà en place ?

Oui, cela nécessite d'abord un état des lieux de l'installation existante, puis une étude de faisabilité. La plupart du temps, plusieurs possibilités sont proposées. Mais, il est souvent intéressant d'utiliser l'existant.

Y a-t-il des précautions à prendre ou traitements à réaliser avant l'entreposage ?

En ce qui concerne la chambre froide, le nettoyage et la désinfection avant chaque saison de stockage, est indispensable, de même qu'entre deux stockages de produits différents. Pour l'équipement frigorifique, la vidange du compresseur, la vérification des organes électriques, le recalibrage des sondes de température sont nécessaires. Il convient aussi d'effectuer une recherche d'éventuelles fuites de fluide frigorigène. Ce contrôle général du bon fonctionnement de l'installation doit être réalisé 1 fois par an à n'importe quel moment de l'année.

La plupart de ces maladies doivent faire l'objet d'un contrôle au verger et au cours de la conservation par l'adoption d'un calendrier d'appareils appropriés

Les entrepôts peuvent-ils permettre au producteur de mieux valoriser ses productions ?

Dès le départ, l'entrepôt doit être conçu dans le but de mieux contrôler la production : minimiser la perte de poids, préserver la qualité gustative et l'apparence des produits... A titre d'exemple, il est très important de bien dimensionner les chambres et d'opter pour l'installation d'un frigo à la longue conservation...

Les types d'entrepôts frigorifiques varient-ils en fonction des produits entreposés ?

Chaque produit a des besoins spécifiques en termes de température et d'hygrométrie. Pour garantir une conservation optimale à chaque fruit ou légume tout au long de l'année, il est préférable d'équiper les chambres froides de matériels qui permettront de changer les conditions de conservation en fonction du produit. Ce sont des chambres multi-produits qui permettent le stockage de pommes-de-terre, puis de dattes, de pommes/poires,