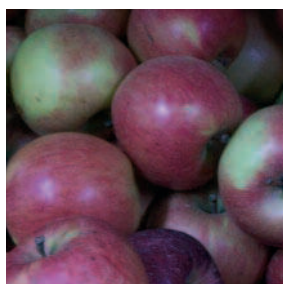


Stockage et conservation des récoltes en agriculture biologique

Prenez garde à la bonne conservation de vos récoltes. Parfois délicate, cette étape est essentielle à la pérennité et à l'autonomie de la ferme.

**Dossier coordonné
par Aude Coulombel (ITAB)**



Les procédés de conservation des produits récoltés varient suivant le type de produits, l'objectif d'écoulement, le mode de distribution... Ces procédés visent à conserver au maximum les caractéristiques originelles des produits, ou fortement ralentir (voire stopper) la dégradation de ces produits tout en maintenant leur valeur nutritionnelle, texture, goût,... Pour cela, il s'agit d'empêcher le développement des insectes, des bactéries, champignons et autres micro-organismes, de retarder l'oxydation des graisses, l'autolyse... et ce, en prenant en compte les spécificités des produits biologiques. Dans ce dossier, nous nous intéresserons uniquement à la conservation et/ou au stockage des grains et des fruits et légumes.

- Dans un premier temps, nous verrons comment stocker les récoltes de grains biologiques à la ferme dans l'attente de leur valorisation (alimentation humaine ou animale, attente de cours plus attractifs, semences fermières, ...). Un responsable d'une coopérative biologique témoignera des conditions de stockage et de suivi de la qualité liée au stockage dans sa coopérative.
- Ensuite, nous ferons un état des lieux des principaux problèmes de conservation des pommes. Un spécialiste du CTIFL apportera son expertise sur les méthodes de protection contre les maladies de conservation. Le GRAB fera ensuite le point sur la conservation des pêches.
- Enfin, nous apprendrons comment conserver les légumes avec un spécialiste du CTIFL.

Stockage à la ferme

Des précautions indispensables



Article issu de la fiche Techn'ITAB « Stockage à la ferme des grains issus de l'AB », rédigée par Gilbert Niquet (ARVALIS-INSTITUT DU VÉGÉTAL)

Le stockage des grains issus de l'agriculture biologique est une opération complexe qui demande la prise en compte de multiples paramètres lors des différentes étapes, entre la récolte et l'expédition.

Diagramme des opérations à réaliser pour le stockage des grains

Préparation de l'installation

- Nettoyage du matériel et des bâtiments
- Traitement insecticide si nécessaire

Réception de la récolte

- Régler correctement la moissonneuse batteuse
- Récolter des grains mûrs (à une humidité maximale de 15% pour le blé)

Prénettoyage du grain

- Avec prénettoyeur à turbine (aspiration d'air) pour éliminer poussières et impuretés légères

Triage et nettoyage du grain

- Avec nettoyeur séparateur, nettoyeur calibre, table densimétrique pour éliminer grains cassés, impuretés diverses et graines étrangères

Séchage du grain à l'air chaud

- Prénettoyer les grains humides
- Bien régler la température en fonction du type de grains et du débouché visé

Refroidissement du grain à l'air ambiant

- Avec un ventilateur piloté par thermostat
- La nuit, par paliers successifs de 8 à 10 °C

Protection contre les ravageurs

- Filets, grillages ou bâches tressées à petites mailles contre les oiseaux
- Prendre des dispositions contre rats et souris
- Eloigner les animaux domestiques

Expédition du grain

- Vérifier l'état sanitaire du grain
- Prélever et conserver un échantillon

La conservation des grains issus de l'agriculture biologique demande une mise en œuvre de la ventilation de refroidissement des grains à l'air ambiant de manière très rigoureuse avec un suivi assidu de la température des stocks. En préalable, le pré-nettoyage des grains à la réception est fortement recommandé pour optimiser la ventilation. Cette technique de base va permettre de lutter efficacement contre les moisissures et surtout les insectes, ce qui est primordial en agriculture biologique puisque l'emploi des insecticides y est limité et très coûteux. De plus, pour éviter la présence de graines étrangères, le passage dans un nettoyeur est conseillé pour rendre les lots commercialisables.

lisses (pas de vieilles dalles poreuses ou bétons grossiers !).

En cas de prolifération avérée d'insectes, le nettoyage doit être complété par un traitement insecticide du matériel et des locaux. Traitez alors avec une spécialité à base de pyrèthrine naturelles.

Des grains stockés propres et échantillonnés

Attention, lorsque le grain est contaminé par la carie, il ne faut ni le faire passer dans la manutention ni le stocker pour éviter la contamination de l'ensemble de l'installation. Il est recommandé de prendre contact avec son organisme stockeur pour définir une stratégie acceptable.

Des précautions dès la récolte

Tout d'abord, la moissonneuse-batteuse doit être correctement réglée (vitesse de rotation du batteur, de l'écartement batteur/contre-batteur et du débit d'air au niveau des tables de nettoyage) pour limiter le risque d'apparition d'insectes qui préfèrent les grains cassés contenant des impuretés, pour améliorer la circulation de l'air et donc garantir un meilleur refroidissement, et pour diminuer la présence de moisissures et de toxines. Les grains doivent être bien mûrs avec une humidité inférieure à 15% pour les céréales à paille et les protéagineux et à 9% pour les oléagineux. Cela limite le risque d'échauffement des masses de grains, condition favorisant le développement des ravageurs.

Du matériel et des bâtiments propres

Pensez à vider correctement la trémie de la moissonneuse-batteuse avant la récolte, à laver au nettoyeur haute pression les bennes et à nettoyer intégralement le matériel de manutention des grains. Les insectes ne viennent pas des champs mais des installations de stockage, d'une campagne à l'autre. Ils se concentrent là où il y a de la poussière, des brisures... Pour ne pas les attirer, nettoyez l'intérieur et l'extérieur des parois de cellules, des cases (y compris sol et charpente si possible), aspirez et détruisez immédiatement les poussières et déchets végétaux, privilégiez les sols

Contre les mycotoxines de stockage

Témoignage d'André Le Bras (ARVALIS-INSTITUT DU VÉGÉTAL), propos recueillis par Aude Coulombel (ITAB)

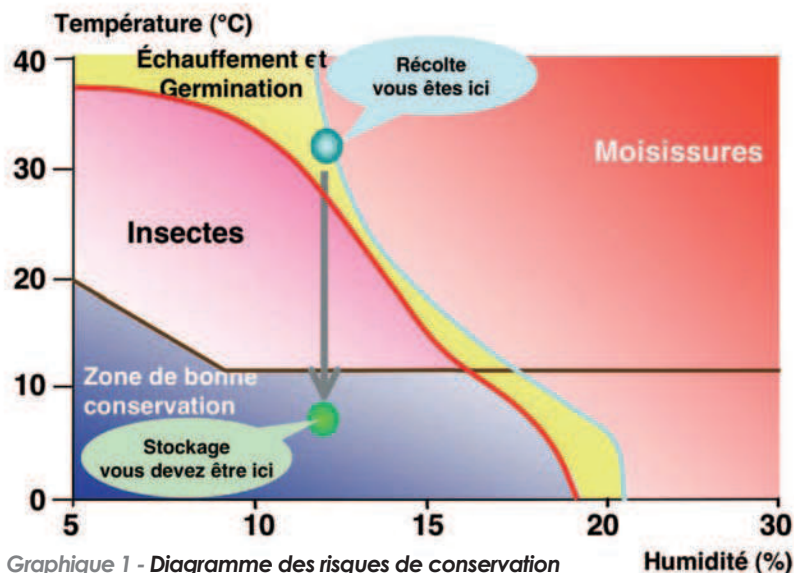
« Les mycotoxines de stockage ne posent pas plus de problème en AB qu'en conventionnel. Ce sont des ochratoxines générées par des *Aspergillus* et des *Penicillium*. Les risques de développement sont dus à une mauvaise conservation liée à une humidité excessive et à un échauffement de la céréale. Attention donc aux éventuelles fuites de toitures ou pénétration quelconque d'eau susceptibles d'entraîner une réhumidification du grain.

En AB notamment, il faut veiller à avoir une récolte la plus propre possible. Il faut éliminer un maximum de résidus de plantes (parties vertes chargées d'humidité), qui sont autant de risques de foyers d'échauffement. Si la récolte semble sale, il est important de la passer dans le nettoyeur. La circulation de l'air est très importante. Le haut de la cellule de stockage doit être plan.

Si on soupçonne des échauffements (vérifiables à la sonde si on en possède une), et donc un risque de mycotoxines, le nettoyage est encore envisageable pour sauver un lot.

A la vidange, un mauvais écoulement ou des blocs de grains peuvent être symptomatiques de la présence de mycotoxines. Dans ce cas, il est préférable d'en parler à son acheteur, le producteur étant responsable de la qualité de son produit. Il pourra être nécessaire de faire des analyses. Dans ce cas, les prélèvements d'échantillons doivent être très serrés (les contaminations sont très variables de deux endroits même très proches). De nouvelles normes AFNOR détaillent les protocoles à suivre pour l'échantillonnage.

En cas de contamination avérée, il n'y a pas grand-chose à faire. Il est strictement interdit de « diluer ce lot », c'est-à-dire à dire le mélanger avec un lot sain. Toutefois, les essais de nettoyage avec une aspiration très forte de lots contaminés avec une autre mycotoxine ont montré que cette opération peut réduire de 30 à 60% la contamination.»



Graphique 1 - Diagramme des risques de conservation

Source : G. Niquet (ARVALIS)

Pensez à prélever un échantillon à chaque remorque, le plus représentatif possible, soit au minimum trois sous-échantillons au cours de la vidange, un échantillon moyen par cellule ou par case et à contrôler l'humidité (ou demander à la coopérative).

● Une phase importante : le triage/nettoyage des grains

Les prénettoyeurs qui utilisent comme principe l'aspiration d'air au travers du flux de grain, pour éliminer les poussières et les impuretés légères, réalisent un travail souvent suffisant pour les céréales à paille. Le triage et le nettoyage des grains doit être réalisé avec des grilles de dimensions judicieusement choisies. L'utilisation d'un nettoyeur séparateur à grilles planes inclinées ou d'un nettoyeur calibre rotatif à grilles cylindriques inclinées donne de bons résultats. Il est important de bien régler l'aspiration pour éliminer les impuretés légères et la poussière et respecter le débit de grain pour enlever les grosses impuretés et les grains cassés. Parfois, dans le cas de grains ini-

tialement très sales, un deuxième passage, avec des grilles de dimensions différentes, peut s'avérer nécessaire. Dans quelques cas de lots très sales, contenant notamment des graines étrangères, un nettoyage correct ne pourra être réalisé qu'avec une table densimétrique (trie les grains grâce à la différence de densité des éléments).

● Séchage des grains si nécessaire

Le séchage des grains récoltés humides s'avère indispensable. Pour éviter les risques de contamination entre grains et pour limiter le risque d'incendie entre les oléagineux et les autres grains, le séchoir doit être nettoyé entre chaque espèce. Les températures d'air chaud seront correctement réglées suivant l'espèce et le débouché (voir tableau). Il est préférable de ne récolter que la quantité équivalente au débit du séchoir pour éviter le pré-stockage du grain humide. Avant passage dans le séchoir, le grain doit être pré-nettoyé.

● Optimiser la ventilation

La ventilation permet d'abaisser la température, ce qui est indispensable pour lutter contre les insectes.

Tableau 1 - Température d'air chaud à appliquer en fonction du type de grain

Température Air chaud (°C)	Espèces et Débouchés
40	semences, orge brassicole
0	oléagineux
80	maïs* (gavage)
90	protéagineux, blé tendre et dur, maïs waxy
110	maïs* (agro-industrie)
130	maïs* (alimentation animale)

* température pour un maïs récolté à 30% d'humidité



COOPÉRATIVE
spécialisée en
céréales biologiques

x Collecte de céréales-oléoprotéagineux et de légumineuses
x Multiplicateur et distributeur de semences biologiques

SEMENCES 2008-2009

<p>Avoine GERALD</p> <p>Blé tendre ATARO ATLASS CAPO CHEVALIER PACTOLE PIRENEO RENAN SATURNUS TRISO (P)</p>	<p>(P)= variétés de printemps</p> <p>Epeautre COSMOS RESSAC</p> <p>Féverole DIVA GLADICE IRÉNA DIVINE (P) LADY (P) MELODIE (P)</p>	<p>Orge MERLE VANESSA SCARLETT (P) PRESTIGE (P) SEBASTIAN (P)</p> <p>Selghe CAROASS</p> <p>Triticale BIENVENU GRANDVAL TREMPLIN</p>
---	--	--

BIO CER - Hameau de Grohan 27180 Le Plessis-Grohan
Tél: 02.32.67.81.31 - Fax : 02.32.67.78.75
www.biocer.fr

Elle doit commencer dès la récolte, pendant les nuits, même par temps de pluie pour faire chuter la température du grain le plus rapidement possible de 30-35 °C à 20-22 °C. A partir de 20 °C, le risque de développement des insectes diminue et la durée de bonne conservation du grain s'allonge. Prenez garde à ventiler quand l'écart de température entre l'air extérieur et le grain est compris entre 7 °C et 10 °C. Au dessus il y a des risques de condensation (et donc de moisissures et de mycotoxines), en dessous l'efficacité de la ventilation est limitée.

La ventilation doit se poursuivre jusqu'à ce que la couche supérieure du grain (50 cm) soit parfaitement refroidie. En automne, dès que les nuits sont plus froides, réaliser systématiquement un second palier de ventilation pour faire chuter la température du grain en dessous de 12 °C. A cette température les insectes se mettent en état de vie ralentie et plus aucun ne peut se reproduire. Enfin, en hiver, un dernier palier de ventilation doit permettre un refroidissement vers 5°C ou moins (en période de gel). Les grains ont alors acquis une très bonne stabilité.

Pour piloter efficacement la ventilation, l'installation d'un thermostat et d'un compteur horaire s'impose. Il va permettre la mise en fonctionnement du ventilateur lorsque les conditions climatiques sont favorables le soir et son arrêt le matin. Il va



Ventilateur avec thermostat.

également permettre de gérer l'écart de température entre le grain et l'air lors des phases de ventilation.

Halte aux prédateurs des grains

Pour empêcher les oiseaux de survoler le grain et ainsi éviter la pollution des lots de grains par des bactéries pathogènes, obtenez toutes les ouvertures, poser des filets ou des grillages verticaux autour des cellules ou des cases, installez des bâches tressées ou à petites mailles, du film horticole à même le tas (l'air doit passer au travers), et assombrissez au maximum les bâtiments (les oiseaux préfèrent la lumière pour nicher). Les excréments et les cadavres de rongeurs sont également des éléments indésirables dans les lots de grains. Pour les éviter, il faut entretenir les

abords des bâtiments, éliminer tout ce qui peut servir d'abri, obturer les orifices avec du grillage, repérer les endroits où il y a des crottes, pour y implanter des postes d'appâtage. Pour lutter contre les insectes, une bonne ventilation de refroidissement est la règle de base. Comme en conventionnel, les insectes de stockage en AB sont essentiellement des charançons sylvains, les triboliums, et des lépidoptères (teignes...). La désinsectisation du grain, se fera uniquement en cas d'insectes visibles avec des spécialités à base de pyréthrinés naturels uniquement. Surveillez aussi les chats et les chiens qui apprécient les substrats meubles pour y déposer leurs déjections.

Des conditions d'expédition et une traçabilité strictes

Lors de la vidange de la cellule, assurez-vous que le grain «coule» librement. En cas de prise en masse, prévenir la coopérative pour définir la meilleure stratégie possible. Et lors du chargement, vérifiez qu'il n'y a pas de corps étranger dans le grain (cadavres de rats ou d'oiseaux, morceaux de bois ou objet métallique...). Pensez à effectuer régulièrement des prélèvements afin de réaliser un échantillon moyen pour vérifier les principales caractéristiques du grain (humidité, impuretés, grains cassés...). Divisez cet échantillon et identifiez-le pour en conserver un double à l'abri des rongeurs et des insectes.

Le respect de la qualité sanitaire des grains oblige à pouvoir donner la preuve des conditions de stockage. L'enregistrement de certains paramètres devient indispensable. Dès la mise en cellule, notez l'espèce, la variété, l'humidité et la température des grains ainsi que les analyses complémentaires s'il y a lieu. Lors du stockage, notez les dates et durées de ventilation et la température des grains tous les jours pendant les phases de ventilation, puis tous les 15 jours. En cas de traitement insecticide et/ou de plan de dératisation, notez la date, le produit et la dose utilisés.

BLÉS TENDRES D'HIVER : SATURNUS : barbu riche en protéines, améliorant.

Retenu par l'Association Nationale de la Meunerie Française
GLOBUS : riche en gluten, supporte les conditions séchantes, paille haute et solide.

CORNELIUS : qualité et productivité. **SOISSANA** : qualité et rusticité.

TRITICALE : PASSUS : Taille moyenne, très productif, riche en protéines.



N'oubliez pas de fortifier vos semences contre la carie avec **le Tillecur**.

Le Tillecur est également un répulsif corbeaux sur toutes semences.

SEMENCES DE L'EST 7 rue de l'Escaut - 51685 REIMS Cedex 2

Tél. +333 26 85 55 33 - Fax : +333 26 85 48 25

Site Internet : www.semest.com - E-mail : mgoussen@semest.com



POUR EN SAVOIR PLUS

■ Fiche technique intégrale en téléchargement libre sur www.itab.asso.fr, rubrique Publications, puis Fiches Techniques



SA PINAULT

En AB, le site réceptionne des céréales (3000 tonnes de blé par campagne), des protéagineux et des oléagineux et vend aux meuniers, fabricants d'aliments, éleveurs, floconneries (pour petits déjeuners), malteries, huileries...

Stockage à la coopérative

Interview de Jean-Michel Bohuon - Responsable de la SA PINAULT (non loin de Rennes), propos recueillis par Aude Coulombel (ITAB)

● **Votre entreprise est-elle exclusivement biologique ?**

La SA PINAULT est une entreprise 100% bio, qui appartient depuis son rachat à la COOP DE BROONS, une coopérative de Bretagne. Des récoltes conventionnelles sont également stockées sur le site. Suite à l'accroissement des activités, les élévateurs et les fosses de réception sont communs pour l'instant. Le travail doit être réalisé par séquences de produits AB ou conventionnels. Par exemple, une matinée est consacrée à l'AB et l'après-midi au conventionnel après nettoyage de l'outil.

● **Quelles espèces stockez-vous ?**

Le site reçoit des céréales (blés fourragers et de brasseries, orges fourragères, de brasserie, de floconnerie, avoines vêtues et nues), des protéagineux (féveroles, pois et lupins), et des oléagineux (colza, lin, tournesol).

● **Quelles sont les principales difficultés de stockage liées à l'AB ?**

Que ce soit en AB ou pas, les difficultés sont les mêmes. Les principaux facteurs à considérer pour le stockage sont les taux d'humidité et d'impuretés. D'ailleurs, chaque matière première récep-

tionnée est immédiatement échantillonnée. Il faut s'assurer de ne rentrer que des récoltes dans les normes, c'est-à-dire des grains mûres et à une humidité inférieure à 15% pour les céréales, 14 pour les protéagineux et 8,5/9 pour les oléagineux. Toutes les céréales à un taux d'humidité supérieur à 15,5 passent au séchoir dédié exclusivement aux produits biologiques. Avant de les stocker, toutes les récoltes sont nettoyées, d'abord par émottage pour retirer les grosses impuretés puis par triage des grains cassés ou échaudés. Ensuite, une bonne ventilation est indispensable pour faire baisser la température par paliers.

● **Quelles sont les causes et conséquences de récoltes « sales » ?**

La propreté se construit à tous les niveaux de la chaîne. Nous ne pouvons pas faire de miracle avec une récolte reçue très sale. Le producteur a la responsabilité de fournir une récolte la plus propre possible. Pour cela, il doit gérer correctement l'assolement, le désherbage, et bien conduire la récolte, par exemple en diminuant la cadence ou en faisant appel à une entreprise qui a du bon matériel. Certains producteurs stockent leurs récoltes chez eux de manière très sérieuse, mais d'autres, gardent

leurs grains en attendant la hausse des cours sans expérience ni équipement : les semaines passent et les problèmes se développent ! Le prix payé au producteur est fonction de la qualité.

La gêne liée aux impuretés n'est pas la même suivant les espèces. Par exemple, une féverole contenant des impuretés ne va pas poser de problèmes de conservation, alors qu'une orge avec le même taux d'impuretés y sera très sensible.

● **Les insectes sont-ils un problème pour vous ?**

Généralement pas, sauf avec quelques récoltes stockées à la ferme. Les lots sont vérifiés et refusés s'ils présentent des attaques de charançons sylvains. Si un producteur prévient d'un échauffement dans son tas avant novembre, on peut tenter de récupérer le lot par nettoyage sauf si les grains sont attaqués. Après cette période, c'est très difficile.

● **Et la carie ?**

Nous sommes très vigilants avec la carie. Depuis deux ans, certains lots atteints sont arrivés ici, nous avons dû les refuser.

● **Et les mycotoxines de stockage ?**

Les analyses réalisées n'ont jamais révélé de problème. Normalement, si le nettoyage et le stockage sont bien menés, elles n'apparaissent pas.

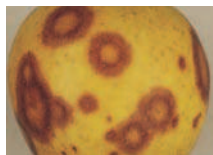
Conservation des pommes

Principaux problèmes

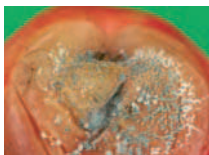
Les maladies de conservation représentent une cause importante de déclassement ou perte de pommes après leur stockage. Le tableau suivant récapitule les principaux problèmes de conservation sur pommes, leurs symptômes et origine.

✓ POUR EN SAVOIR PLUS

- Le Ctifl donne accès librement au logiciel « Reconnaître les maladies de conservation pomme poire ». Lien exact : www.fruits-et-legumes.net/RecoMalConsPo/index.htm
- Fiche technique : Principales maladies de conservation des pommes observées dans les chambres de stockage du Nord de la France (FREDON Nord-Pas-de-Calais)



Gloeosporioses



Penicillium



Botrytis



Echaudure



Bitter pit



Phytophthora

■ SYMPTÔMES

- | | | | | | |
|--|---|---|---|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Nécrose lenticellaire ronde, marron plus ou moins foncé, avec souvent le centre plus clair | <ul style="list-style-type: none"> • Pourriture humide circulaire brun clair • Puis moisissure blanche virant au verdâtre | <ul style="list-style-type: none"> • Décoloration puis tache brune • Pourriture brune molle • Apparition d'un feutrage gris souris | <ul style="list-style-type: none"> • Coloration brune superficielle épiderme seul) sans contour défini | <ul style="list-style-type: none"> • Taches circulaires, sèches et spongieuses, brunes, <5 mm de diamètre, situées sous l'épiderme | <ul style="list-style-type: none"> • Tache brune à contour diffus, pourriture ferme |
|--|---|---|---|--|--|

■ CAUSES

- | | | | | | |
|---|--|---|---|--|---|
| <p>Infection au verger surtout le mois précédant la récolte, favorisée par des conditions pluvieuses et une récolte tardive</p> | <p>Infection dans les chambres froides et par l'eau des canaux de convoyage si inoculum du champignon et micro-blessures</p> | <p>Le botrytis est un champignon parasite latent localisé au niveau de l'œil et parasite de blessure. Présent sur de nombreux débris végétaux, la contamination a lieu au verger. La germination intervient au niveau de la fleur et entraîne l'infection de l'œil.</p> | <p>Oxydation de l'épiderme de certaines variétés sensibles, favorisée par les récoltes précoces</p> | <p>Déséquilibre nutritionnel : carence en calcium ou rapport (K+Mg)/Ca trop élevé, renforcé par charge faible, stress hydrique, récolte précoce, sensibilité variétale, conservation trop longue</p> | <p>Infection au verger sur les fruits proches du sol, ou lorsque la récolte est réalisée par temps pluvieux ; favorisée par les inondations. Infection dans les eaux de calibrage lorsque les palox ont de la terre contaminée sur les semelles</p> |
|---|--|---|---|--|---|

■ APPARITION

- | | | | | | |
|---|--|--|--------------------------------------|--|--|
| <p>Décembre-janvier en froid normal ou février-mars en atmosphère contrôlée</p> | <p>1 à 2 mois après récolte, sporulation abondante dans les débris contenus dans les palox</p> | <p>Progression rapide de la pourriture, contamination des fruits sains par les fruits atteints</p> | <p>Lors de longues conservations</p> | <p>Peut être visible dès la récolte, se développe plus en conservation</p> | <p>Rapide, dès les 1^{ers} mois de stockage Développement rapide en Distribution</p> |
|---|--|--|--------------------------------------|--|--|



Thermothérapie chez un arboriculteur allemand

Il y a plus de sept ans, M. Holland, qui possède 40 hectares au-dessus du Lac de Constance, a découvert aux Coteaux Nantais¹ la « douche » à thermothérapie de M. Bernard. Le problème de ce système selon lui, c'est que l'eau ne coule pas sur toute la surface des pommes. Pour y remédier, il a entrepris avec l'institut de recherche allemand, la mise au point d'un système de trempage intégral des pommes d'abord adapté à des cageots de 20 kg. Ensuite, avec son voisin, ils ont cherché un constructeur pour réaliser une machine capable de baigner les palox de 300 kg. Aujourd'hui, ils en possèdent chacun une. Les pallocks sont immergés deux minutes dans l'eau à la température comprise entre 48 et 54°C. Au delà les risques de brûlures sont importants. Après le bain, les pommes passent une nuit dehors pour assurer leur refroidissement avant d'être rentrées en chambres froides. Selon M. Holland, son investissement de 60 000 € est déjà rentabilisé puisqu'il estime à 100 000 € les économies réalisées (voir aussi l'étude économique, article pêches page suivante). Préventivement, il préfère tremper toute la récolte car il n'a pas une idée précise de son calendrier de ventes.

- **Efficacité** : 40 tonnes de pommes traitées en huit heures, avec la mobilisation d'une personne.
- **Consommation d'eau** : 60 000 L/h. L'eau est traitée à l'ozone pour la désinfecter, elle peut ainsi être réutilisée dans le circuit de la machine. Elle est changée tous les jours.
- **Consommation d'énergie** : 1 litre de fuel/tonne de pommes traitée. La chaleur émise par les réfrigérateurs (chambres froides) est récupérée pour préchauffer l'eau.
- **Coût de revient par pallox** : 8 €

¹ Voir l'article p.8, Alter Agri N°86. Les vergers bio-dynamiques « Côteaux Nantais » sont des pionniers de la thermothérapie.

Protection des fruits contre les maladies de conservation

Le point avec Michel Giraud (CTIFL)

Propos recueillis par Aude Coulombel (ITAB)

« Après la récolte, en AB, il existe deux procédés pour protéger les fruits des maladies de conservation : les micro-organismes antagonistes et la thermothérapie.



La désinfection des locaux de stockage et chambres froides est interdite avec des produits de synthèse. Les produits constitués de l'association acide acétique – acide péraétique – peroxyde d'hydrogène peuvent être conformes en AB et certaines sociétés (ex. Laboratoires ACL) proposent dans leurs gammes des produits agréés par Ecocert (s'assurer simplement que le produit est bien homologué sur l'usage désinfection des locaux / produits végétaux). La désinfection des chambres froides ne permet que de diminuer la pression *Penicillium*, et de participer à la qualité sanitaire des locaux de stockage.

Le cas des levures

Parmi les micro-organismes antagonistes, certaines espèces de levures peuvent donner de bons résultats en prévention des maladies de conservation liées à des parasites infectant les fruits par des blessures telles que *Penicillium*, *Botrytis*, ou *Monilia*. Le principe est basé sur l'occupation de site, c'est-à-dire que la levure va se développer pour constituer un biofilm dans la blessure, empêchant ainsi les spores des champignons parasites de blessure de s'y installer et de contaminer le fruit. Certaines souches sont par ailleurs capables de produire des enzymes attaquant directement le champignon (cas des beta-glucanases qui dégradent *Botrytis*). Ces levures sont par contre inactives sur les parasites lenticellaires comme les gloeosporioses.

Un produit à base de levure, issu de la recherche en Belgique (Faculté de Gembloux) est actuellement en cours d'homologation par la start-up Bionext, qui dépend aujourd'hui du groupe levurier Lesaffre. Les tests réalisés sur ce produit par le CTIFL semblent concluants. Ce produit est une poudre à bien mélanger à de l'eau avant d'appliquer la solution par trempage ou douchage en post-récolte.

Trempage ou douchage à l'eau chaude

La thermothérapie reste surtout indiquée en cas de longue conservation (après décembre). Cette technique permet de supprimer la plupart des spores des parasites de surface, surtout les agents des « gloeosporioses » mais aussi sans doute (d'après Gilles Bompeix, de l'Université de Paris,

à l'origine du développement de cette technique) *Phytophthora*, par trempage dans de l'eau chaude. Un certain nombre d'études ont déjà été menées sur le sujet. On connaît les températures que peuvent supporter plusieurs espèces de fruits en trempage pendant 2-3 minutes, qu'il ne faut pas dépasser sous risque de brûler les fruits (pommes = 48-50°C sauf quelques variétés plus résistantes, oranges = 60°C). L'adjonction d'un extrait de clou de girofle (produit commercialisé par la Société Xeda) améliore l'efficacité de l'eau chaude et limite les risques de phytotoxicité. L'eau chaude a aussi un effet non négligeable sur l'échaudure de prématurité.

Seules les petites unités de production sont susceptibles d'utiliser les machines mises au point sur ce principe, le nombre de palox traités par heure étant faible. Il en existe plusieurs : Xeda en France, Burg en Hollande... Mais vue la conjoncture prix de l'énergie, il faudra réfléchir à des moyens alternatifs pour chauffer l'eau pour garantir l'avenir de cette technique.

L'utilisation de techniques favorisant la conservation des fruits sont surtout utiles en cas de longue conservation. Dans le cas de variétés très sensibles aux « gloeosporioses » ou à l'échaudure de prématurité, il faudrait déstocker les fruits avant janvier pour éviter l'apparition des symptômes de ces maladies. En agriculture biologique, les fruits sont souvent vendus ou transformés très rapidement (vente directe). Mais, ces méthodes restent des méthodes très intéressantes pour les producteurs impliqués dans des circuits longs et qui conservent longtemps leurs fruits. »

Conservation des pêches

Cas des monilioses

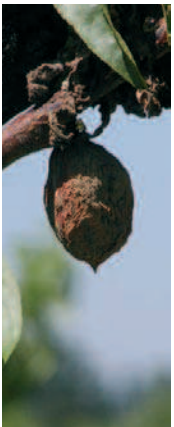
Par Christelle Gomez et François Warlop (GRAB), Aude Coulombel (ITAB)



GRAB

Fruit monilié.

De nombreux champignons sont responsables des pourritures sur pêches, soit au verger, soit en conservation (*Monilia*, *Rhizopus*, *Penicillium*, etc.). Les monilioses constituent la principale maladie cryptogamique affectant la conservation des fruits à noyau et sont l'une des principales contraintes techniques au développement du pêcher en agriculture biologique. La sélection de matériel végétal tolérant, certaines techniques culturales (taille, fertilisation, enherbement...), et des méthodes post-récolte comme la thermothérapie ou les micro-organismes antagonistes garantissent une meilleure conservation des pêches.



GRAB

Momie sur arbre.

Méthodes préventives au verger

Il est important de privilégier les variétés peu sensibles aux monilioses (importance d'un réseau de sélection intégrant les critères de rusticité). Une bonne protection passe par une prophylaxie au verger : taille en vert pour assurer une bonne aération des arbres, alimentation hydrique et azotée équilibrée pour éviter de fragiliser la cuticule des fruits, élimination des fruits pourris, momies et chancres. Les premiers traitements cupriques contre la cloque assainissent partiellement le verger. Les pulvérisations foliaires d'engrais (algues, oligo-éléments, calcium) corrigent les carences et améliorent les défenses naturelles de l'arbre lorsque celui-ci est déséquilibré. Les études récentes réalisées par l'INRA de Gotheron sur l'impact des techniques culturales sur le développement des monilioses ont montré que la taille par arrachage manuel et la gestion de l'irrigation permettent de diminuer significativement les attaques de monilioses. Cette diminution apparaît dès les premières attaques dans la parcelle et s'accroît en conservation. Même si ces deux techniques peuvent diminuer très

légèrement le calibre, les fruits sont globalement de meilleure qualité avec significativement moins d'attaques de monilioses (mercier *et al.*, 2005).

● Focus : Rôle prometteur de l'enherbement

Le GRAB et l'INRA de Gotheron testent depuis 2004 l'effet de l'enherbement total sur le développement de pêchers conduits en agriculture biologique et sur les attaques de monilioses. La variété de pêche blanche Bénédicte (peu sensible aux monilioses) sert de support d'expérimentation. Les deux modalités testées sont :

- Enherbement total des pêchers : l'inter rang est naturellement enherbé. Du trèfle blanc nain a été semé sur le rang à l'automne. Il a été choisi pour son caractère de faible pousse et sa résistance à la sécheresse. Un semis est nécessaire tous les deux ans.

- Enherbement uniquement sur l'inter rang et travail mécanique du sol sur le rang.

De 2004 à 2007, les observations ont porté sur le suivi du grossissement des fruits au cours de chaque saison, les mesures de la qualité des fruits à la récolte, le

suivi des attaques de monilioses à la récolte et en conservation. Les résultats des quatre années d'expérimentation montrent une réduction du développement des monilioses en conservation pouvant atteindre 80% pour les fruits prélevés dans la modalité enherbée. L'enherbement total des pêchers pourrait donc jouer un rôle de tampon au niveau du sol lors de fortes pluies ou d'orages, favorisant une croissance régulière des fruits et limitant ainsi l'apparition de microfissures qui sont des portes d'entrée pour le monilia.

D'un point de vue agronomique, les résultats sont intéressants sur plusieurs points. Tout d'abord, l'enherbement ne pénalise pas le développement des pêchers puisque les analyses de qualité des fruits à la récolte et le rendement sont similaires dans les deux modalités. Il constitue une alternative au travail du sol sur le rang. Attention toutefois au risque de développement des campagnols. L'enherbement total pourrait également permettre de réduire l'apport de compost et d'engrais organique au cours de la saison puisque le trèfle blanc fournit de l'azote alors disponible pour les arbres.

Méthodes post-récolte

● La thérapie est efficace

Après de bons résultats obtenus depuis plusieurs années par le GRAB ou le CTIFL, la technique baptisée «thérapie» mérite d'être développée en France à l'échelle commerciale. Elle consiste à traiter les fruits à l'eau chaude après la récolte pour les protéger des maladies de conservation (monilioses, gloeosporioses, pénicillium, botrytis...), et donne des niveaux d'efficacité intéressants les professionnels confrontés aux problèmes de pourriture sur fruits à noyau ou à pépins. Sur monilia, le GRAB a pu obtenir des efficacités de l'ordre de 70-80% avec des traitements de 50°C pendant 2 à 3 minutes. Le rhizopus reste toutefois un pathogène à surveiller de près dans les situations à risque, car il est résistant à la chaleur et se propage très rapidement.

Des machines existent sur le marché (BURG, XÉDA, SHELAH...) mais elles restent chères (souvent près de 60 000 euros), même si le retour sur investissement est très

Calcul des pertes	niveau des pertes	10%	20%	30%	40%	50%
	pertes en fruits par tonne	100 kg	200 kg	300 kg	400 kg	500 kg
	pertes en fruits après traitement (efficacité 85%)	15 kg	30 kg	45 kg	60 kg	75 kg
	gain en fruits après traitement	85 kg	170 kg	255 kg	340 kg	425 kg
	gain financier brut par tonne (€, 1,2 €/kg)	102	204	306	408	510
	coût du traitement par tonne			50		
	gain net par tonne (€)	52	154	256	358	460
	gain total (250 tonnes, €)	12920	38420	63920	89420	114920
amortissement	taux de perte en conservation	10%	20%	30%	40%	50%
	investissement initial			-58000		
	1 AN	-45080	-19580	5920	31420	56920
	2 ANS	-32160	18840	69840	120840	171840
	3 ANS	-19240	57260	133760	210260	266760
	4 ANS	-6320	95680	197680	299680	401680
	5 ANS	6600	134100	261600	389100	516600

Tableau 1 - Thérapie : résultats d'études de faisabilité menées en 2005 et 2006 par le GRAB avec les étudiants de l'École d'Agronomie de Montpellier, pour faire connaître la technique et évaluer son applicabilité en stations.

rapide (parfois moins d'un an) quand les pertes en conservation s'élèvent à plus de 10%.

● Antagonistes

Dans des vergers non traités, des fruits ont été prélevés et la flore microbienne présente sur ces fruits a été cultivée puis isolée ; 25 espèces différentes ont pu être inventoriées, parmi lesquelles deux espèces donnent des efficacités intéressantes contre *Monilia laxa*. Les antagonistes sont appliqués après blessure calibrée des fruits (dosés à 107 ou 108 unités/ml), ou par trempage des

fruits sains, pour se rapprocher des conditions pratiques d'utilisation en station. Une des espèces retenue est *Pantoea agglomerans*, du groupe des *Enterobacter*, bien connue des chercheurs pour son intérêt contre le feu bactérien. Ce groupe des *Enterobacter* est aussi connu pour son potentiel pathogène pour l'homme. Si cette espèce ne semble présenter aucun risque, son homologation en lutte biologique risque toutefois d'être compromise, par principe de précaution. Certaines équipes de recherche commencent à se tourner vers d'autres agents de lutte, malgré tout l'intérêt que peut présenter *Pantoea agglomerans*.

Mieux connaître les monilioses

Les monilioses sont provoquées par des champignons pathogènes du genre *Monilia*. Trois espèces en sont responsables : *Monilia laxa* et *M. fructicola* qui attaquent les fleurs et les fruits, *M. fructigena* qui attaque seulement les fruits, car il exige des températures plus élevées pour se développer. *M. fructicola* est un organisme de quarantaine qui a été identifié dans le Gard, le Vaucluse et la Drôme en 2001, mais qui pourrait être plus largement présent.

Ces champignons passent l'hiver sous forme de sclérotés (organes de conservation) et se conservent au niveau des momies (fruits moniliés desséchés) restées sur les arbres ou tombées au sol, des chancres sur les rameaux et des pédoncules des fruits infectés encore fixés aux rameaux. Dès que les conditions climatiques sont favorables (température douce et forte humidité), des conidies (spores) sont émises et disséminées par la pluie et le vent sur les organes sensibles. Elles se déposent sur les fleurs et les fruits et germent lorsque les conditions sont favorables.

A la floraison, les conidies pénètrent dans les fleurs au niveau de blessures. Les fleurs brunissent, se flétrissent et se dessèchent brusquement. Le mycélium issu de la germination de ces conidies progresse ensuite vers les jeunes rameaux qui se dessèchent aussi. Il se forme alors de petits chancres souvent accompagnés d'écoulements gommeux.

Les jeunes fruits verts sont rarement attaqués par le monilia, mais à l'approche de la maturité la sensibilité des fruits augmente. La pénétration des champignons est favorisée par la présence de blessures causées par la pluie, la grêle, les piqûres d'oiseaux ou d'insectes, ainsi que les microfissures à la surface des fruits liées à la variété et à diverses conditions de culture (manipulation des fruits lors de la récolte notamment).

La grande majorité des dégâts sur fruits est due à l'espèce *M. laxa* qui présente des coussinets conidifères gris à marrons. Les dégâts occasionnés par *M. fructigena*, uniquement les fruits, sont caractérisés par des coussinets conidifères blanchâtres à jaunes qui se développent souvent en cercles concentriques autour du point d'infection. Les différentes espèces peuvent être présentes sur le même fruit simultanément. La pourriture peut être totale en 3 ou 4 jours ! Par temps chaud et sec, les fruits atteints se dessèchent en momies. Par temps doux et pluvieux, les fruits pourrissent très vite, se décomposent et tombent.

L'enchaînement, avant la récolte, de plusieurs cycles de développement des monilioses sur fruits engendre une augmentation des dégâts dans les vergers et en conservation. Les pertes peuvent être importantes si des précipitations se produisent à l'approche de la récolte, d'autant plus qu'aucun produit n'est homologué en agriculture biologique.

● Huiles essentielles peu concluantes

Les huiles essentielles sont des molécules très puissantes, et potentiellement toxiques. Nos travaux sur ces thématiques ont péniblement avancé en raison de la forte phytotoxicité des huiles sur les fruits, même à distance. Les terpènes de clou de girofle (eugénol) ou de menthe (carvacrol) ajoutés dans l'eau chaude augmentent l'efficacité de la thérapie, mais sensibilisent énormément l'épiderme des fruits. Ajoutés dans l'eau froide, ils ne présentent pas de réel intérêt. En conclusion, il semble vain de chercher à utiliser les huiles dans l'eau de traitement après récolte, en raison de l'homologation nécessaire, et d'un gain en efficacité insuffisant par rapport à l'eau chaude seule.



POUR EN SAVOIR PLUS

- Arbo Bio Infos
- Mercier V, Guedry H, Neraudeau E. et Chauffour D., 2005. Taille, irrigation et monilioses du pêcher. Phytoma LDV. 581 : 40-41



ITAB

Comment conserver les légumes ?

Par Philippe Moras (CTIFL) avec la participation de Mickaël Legrand (FREDON NPDC)

Pour maintenir les conditions de survie après récolte, l'utilisation d'une température basse appropriée est le facteur essentiel de la conservation, ensuite c'est l'humidité.

Les légumes sont des produits vivants. Comme tous les végétaux, ils ont une activité respiratoire qui est l'expression externe des réactions biochimiques internes dont le niveau dépend de chaque produit. Le niveau de respiration des végétaux (absorption d'oxygène, émission de gaz carbonique) donne une indication de leur périssabilité. La durée de vie des légumes après leur récolte est conditionnée par plusieurs facteurs :

- Les caractéristiques intrinsèques liées à l'espèce et la variété, leur structure et composition (la fraise se conserve quelques jours, la carotte quelques mois) ;
- les conditions de culture et de récolte (les excès d'eau ou d'azote sont préjudiciables à la qualité, un produit immature ou trop évolué se conserve mal) ;
- les éléments extrinsèques comme la température, l'humidité, les contraintes mécaniques, les contaminations parasitaires et autres composantes de l'environnement...



ITAB



ITAB

Les contraintes de récolte, les nécessités de gestion et d'approvisionnement du marché, la logistique peuvent donner lieu au stockage des légumes. Toutes ces étapes peuvent faire appel aux techniques de préservation et de conservation des végétaux. La bonne conservation des légumes biologiques dépend de la prise en compte des caractéristiques liées au mode de production AB, de l'aptitude à la conservation propre à chaque espèce, de la préparation des produits et d'une bonne gestion des paramètres froid et humidité.

Pour maintenir les conditions de survie après récolte, l'utilisation d'une température basse appropriée est le facteur essentiel de la conservation, ensuite c'est l'humidité. Leurs niveaux et conditions d'application permettent de réduire ou d'allonger la durée de vie d'un facteur de 1 à 15 entre 0 et 30°C en ce qui concerne la température.

Particulièrement, la conservation des légumes biologiques doit tenir compte que d'une part le risque d'apparition de maladies ou ravageurs est sensiblement plus fréquent du fait du nombre plus restreint de substances utilisables

en cours de culture, et que d'autre part, il n'existe pas ou peu de produits autorisés utilisables avant récolte ou conservation, et permettant d'améliorer la durée de conservation, soit en bloquant ou retardant le développement de pathogènes ou de ravageurs, soit en inhibant la germination. Pour le reste, les légumes biologiques sont soumis aux mêmes règles que les légumes produits selon le mode conventionnel avec cependant un comportement du produit qui peut être légèrement différent, lié aux pratiques culturales spécifiques comme la fertilisation ou la protection phytosanitaire.



Relation niveau de respiration de différents produits et durée de vie potentielle

Performances de conservation possibles en fonction des systèmes

Produit / technique conservation	Au champ (lié au climat)	En silo ventilé (ou froid 5°C et humidité à 95%)	En chambre froide (0 à 1°C et humidité > à 97%)
Carotte	1 à 6 mois	3 à 4 mois	4 à 9 mois (sensibilité à l'éthylène)
Céleri	-	3 à 4 mois	4 à 8 mois
Chou de Milan	1 à 3 mois	≤ 15 j	1 à 2 mois (sensibilité à l'éthylène)



Chambre pour maturation et refroidissement rapide.

Diverses méthodes de conservation

Suivant le produit, le lieu et la saison, il est possible d'utiliser un froid naturel ou artificiel, le site de culture ou un équipement spécialisé pour conserver ses légumes.

- **Au champ** (poireaux, choux, carottes...)

Le produit reste en terre et est ramassé en fonction des besoins, sa conservation est directement dépendante des conditions climatiques. Le produit est laissé dans le sol et un buttage, un paillage ou un retournement est réalisé. L'action du climat est prépondérante.

- **En silo ventilé au champ** (carottes, betteraves, céleris...)

Les produits sont installés en tas autour de systèmes de gaines permettant une ventilation. Une protection thermique est assurée par différents matériaux de couverture (paille, fanes...) protégés. La ventilation doit être assurée par un air humide à une température inférieure à celle du tas, mais au dessus du point de gel (par thermostat différentiel). La température est dépendante de l'extérieur.

- **En silo sous bâtiment avec des**

produits en vrac ou pallox (céleris, oignons, pommes de terre, betteraves, courges...)

L'environnement de conservation est mieux contrôlé (protection, isolation) mais dépendant des conditions externes si l'on utilise la simple ventilation ou avec apport de froid ou chaud avec une installation thermique d'appoint.

- **En chambre froide**

Le climat est régulé en fonction des besoins des espèces. Les caractéristiques de l'équipement doivent être bien définies (disponibilité en froid, humidité relative élevée, ventilation modulable).

- **En chambre froide et atmosphère contrôlée**

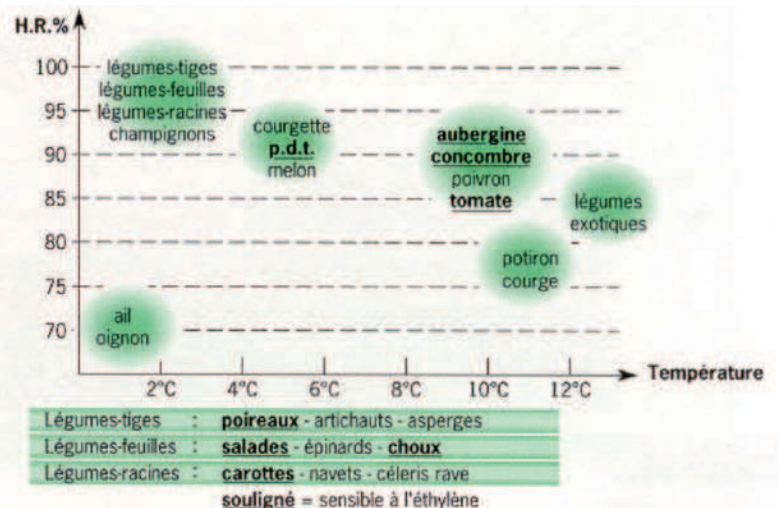
En complément du froid, la modification de la composition de l'atmosphère naturelle peut augmenter la durée de conservation. L'installation est une chambre froide étanche pourvue d'un système de régulation de la teneur en oxygène et dioxyde de carbone. Dans le cas des légumes, cette technique ne concerne que quelques espèces telles que le chou, l'oignon, le poireau, le céleri...

Dans tous les cas, on s'attachera à obtenir et garder un état sanitaire correct en prenant soin du produit à la récolte en limitant les chocs, les coupes, les abrasions... et à contrôler les conditions en cours d'entreposage. Il faut faciliter les échanges thermiques par une circulation d'air adaptée dans le chargement (forte au début et réduite ensuite) et maintenir une humidité élevée.



Chambre avec humidificateur.

Conditions de température et d'humidité idéales pour les principaux légumes en chambre froide



Cellule de stockage de pommes de terre conditionnées.

Quelques précautions à ne pas négliger

Le problème plus particulier des légumes biologiques est l'évolution des risques de développement fongiques au cours de la conservation.

Pour réduire ces risques, en cours de culture, il est souhaitable d'éviter les excès de fumure azotée, les excès d'eau, les parcelles présentant des bas-fonds humides ainsi que les « surmaturités » et au besoin anticiper la récolte ; à la récolte, il faut éviter les chocs (par exemple à l'aide de tapis de récolte) et la récolte en période de gelée.

Les légumes doivent être préparés à l'entreposage avec quelques précautions :

- Utiliser un local ou espace propre et désinfecté régulièrement par des matières actives adaptées.
- Eliminer systématiquement les légumes abimés, présentant des blessures ou des taches. Pour certains légumes type oignon, courges..., prévoir une période de cicatrisation à température modérément élevée.
- Mettre au froid rapidement les légumes à forte évolution,
- Ajuster les conditions optimales en température, humidité et circulation d'air pour stabiliser les produits dans un délai réduit et suivre les paramètres de conservation.
- Surveiller fréquemment l'état sanitaire en cours de stockage. Pour cela, prévoir un accès aisé aux caisses et pallox.

Attention aux mélanges des produits : tous les légumes ne peuvent être stockés ensemble sur une longue durée. Ils doivent justifier de conditions d'ambiance proches et ne pas émettre des gaz comme l'éthylène qui stimule la maturation et empêche la germination ou d'odeur susceptible d'être transmise (oignons, poireaux,...). Plus le stockage est long, plus la durée de vie à l'ambiance se réduit ; il est nécessaire d'en tenir compte pour l'exposition au magasin. A la sortie du froid, de la condensation apparaît souvent sur les produits. Pour l'éviter, un palier de température doit être respecté : la différence entre le produit

Durées de conservation en situations optimales

De 0 à 4°C, HR > 90 %, sauf ail, oignon 70 %	Durée possible	De 0 à 4°C, HR > 90 %, sauf ail, oignon 70 %	Durée possible
ail	6-7 mois	endive (chicon)	2-3 sem
artichaut	2-3 sem	endive (racine)	6-8 mois
asperge	10-20 jours	épinard	1-2 sem
betterave	5-7 mois	fenouil	1-3 mois
brocoli	8-15 jours	herbes (-basilic)	1-2 sem
carotte	3-8 mois	maïs doux	1 sem
céleri	1-2 mois	navet	4-5 mois
celeri-rave	3-8 mois	oignon vert	1-3 sem
champignon	2-7 jours	oignon sec	6-8 mois
choux	2-6 mois	persil	1-2 mois
chou fleur	3-4 sem	poireau	1-3 mois
choux bruxelles	3-5 sem	pommes de terre	5-9 mois
cresson	3-5 jours	radis	3-6 sem
		salades	1-3 sem

et l'ambiance doit être inférieure à 7-8°C, et la marchandise doit être bien aérée.

Des besoins de recherche

Des traitements de contrôle des maladies fongiques par des méthodes appropriées sont appliqués sur certains fruits et en expérimentation sur beaucoup d'espèces. La thérapie (voir article précédent sur la conservation des fruits) est déjà appliquée sur certains produits (mangues, melons, avocats) et fait l'objet d'essais sur haricots, tomates, pêches (Ctifl, GRAB...). La lumière pulsée (flash de lumière UV), encore à l'état de prototype dans le secteur des fruits et légumes, semble une technique intéressante. Enfin mentionnons l'utilisation de substances aromatiques volatiles et agents naturels comme l'huile de menthe (propriétés fongicides et anti germinatives) utilisable sur bulbes et tubercules, l'huile de girofle (propriétés fongicides et anti germinatives, désinfection des locaux), la lécithine de soja (propriétés anti-oxydantes et protectrices).

De 8 à 12°C, HR > 80%, sauf courge 70%	Durée possible
aubergine	1-2 sem
basilic	1 sem
concombre	8-15 jours
courge	4-6 mois
courgette	1-2 sem
haricot vert	8-10 jours
melon	1-2 sem
poivron	1-3 sem
tomate	1-2 sem



✓ POUR EN SAVOIR PLUS

Moras P. (2000) Le circuit du frais des légumes Infos-Ctifl n°164 p.40-44

Van Diepen P. (2007) Organic vegetables storage in Wales : opportunities and constraints, ADAS 26p.

Suslow T. (2000) Post harvest handling for organic crops, UC Davis, division of agriculture and natural resources, Publication 7254 8 p.

Tang J., Mitcham E., Wang S., Lurie S. (2007) Heat treatments for postharvest pest control : theory and practise CABI, 349 p.