

## Les bonnes pratiques de stockage DES POMMES DE TERRE

Loes Mertens, Biowallonie et relecture par Daniel Ryckmans, Fiwap

Un bon stockage des pommes de terre commence même avant la culture. Et le mode de stockage de pommes de terre est adapté à la destination qu'elles auront. Dans cet article, vous trouverez les bonnes pratiques à suivre pour un bon stockage — dépendant des moyens disponibles, et en fonction de l'utilisation prévue des tubercules.

### Culture-arrachage-déterrage

Dès la culture, on essaie d'éviter la contamination par du mildiou (*Phytophthora infestans*), des pourritures humides ou d'autres maladies, telle la fusariose<sup>1</sup> (voir les encadrés en page suivante).

Si nous voulons être encore plus complets, éviter la contamination commence **avant même la plantation** : en s'assurant d'avoir des tubercules indemnes, qui sont plantés en respectant une rotation suffisamment longue (tous les six ans minimum en bio), sur une parcelle où l'on a fait un suivi des débris végétaux, des tas de déchets et repousses, pour ainsi éviter des foyers d'infection hâtifs.

Ensuite, à l'**arrachage**, on veille à avoir une culture :

- Bien défanée (à maturité et un délai de défanage-récolte suffisamment long, ce qui favorise une peau mieux faite<sup>2</sup>) ;
- Dégagée (de mauvaises herbes) ;
- Arrachée au bon moment, en termes de maturité ;
- Arrachée au bon moment, en termes de climat : si possible, on arrache par températures douces (>10 °C) et en conditions sèches ;
- En évitant coups et endommagements — qui, par les plaies, forment des portes d'entrée de maladies.

Le déterrage est une étape fortement recommandée, mais dont on peut éventuellement se passer en conditions idéales. Le déterrage permet d'écarter la majeure partie de la terre ainsi que les cailloux récoltés en même temps que les pommes de terre. L'idéal est de maintenir une fine pellicule de terre sur les tubercules. Pellicule assez épaisse pour protéger la peau, mais en permettant que l'air de ventilation puisse bien circuler autour des tubercules. Quand il y a trop de terre collée aux tubercules, cela peut être une source de taches d'humidité et de pourriture au sein du tas ou du palox.



### La fusariose

La fusariose correspond à une pourriture sèche des tubercules, provoquée par des champignons du genre *Fusarium* (notamment *Fusarium sambucinum* et *Fusarium solani* var. *coeruleum*). Cette maladie peut exceptionnellement être observée dès la récolte. Mais, généralement, elle se manifeste en cours de conservation : c'est sur les tubercules coupés ou blessés que la fusariose se développe principalement.

Récolte des pommes de terre  
(source : Sillon belge)





## Jambe noire et pourriture molle<sup>3</sup>

La jambe noire est observée dans toutes les régions productrices de pommes de terre. C'est une maladie fréquente, souvent accompagnée d'une pourriture molle. La jambe noire affecte surtout la tige tandis que la pourriture molle est observée essentiellement sur les tubercules. La maladie est causée par des bactéries appartenant aux genres *Pectobacterium* spp. et *Dickeya* spp. — anciennement appelées *Erwinia*<sup>4</sup>.

### LES SYMPTÔMES

#### Sur les plantes :

- Pourriture noire humide de la base des tiges ;
- Ramollissement des tissus ;
- Flétrissement des tiges et du feuillage (jaunissement et enroulement des feuilles).

Les symptômes peuvent se développer à n'importe quel moment durant la saison, mais apparaissent généralement à la floraison lorsqu'une ou plusieurs tiges flétrissent soudainement. Les symptômes sont surtout visibles par temps très chaud.

#### Sur les tubercules :

- Pourritures molles internes démarrant du stolon ou d'une blessure ;
- Les symptômes sont d'abord de couleur claire et brunissent rapidement ;
- La maladie peut se caractériser par une odeur nauséabonde.

### LA GESTION

Éliminer complètement la maladie est impossible. Il est dès lors nécessaire de limiter l'inoculum de départ et d'éviter les conditions favorables à la maladie en conservation.

#### Plantation et saison culturale :

- Choix de plants indemnes et certifiés. Le plant est la source d'infection principale. Certaines infections des plants sont latentes et ne sont pas visibles à l'œil nu ;
- À la plantation, un sol frais (10 à 15 °C) et humide favorise le développement de la jambe noire ;
- Attention aux opérations liées à la plantation (couteau pour le tranchage des plants, équipement agricole, etc.) ;
- Choix de l'eau utilisée pour l'irrigation ;
- Choix de terrains ne pouvant accumuler l'eau lors de précipitations.  
Les plants les plus affectés sont souvent localisés dans les parties basses ;
- La prégermination diminue la proportion de plants-mère dans la récolte et donc les risques d'infection potentiels.

#### Défanage, récolte et résidus de culture :

- Éviter les blessures lors de la récolte et les manipulations car elles constituent des portes d'entrée pour la bactérie ;
- *Pectobacterium* spp. et *Dickeya* spp. ne survivent que très peu dans le sol, mais peuvent être présents dans les résidus de culture, les plantes hôtes (ex. : laitue, carotte, brassicacée) et les mauvaises herbes (ex. : chénopode blanc, renouée persicaire).

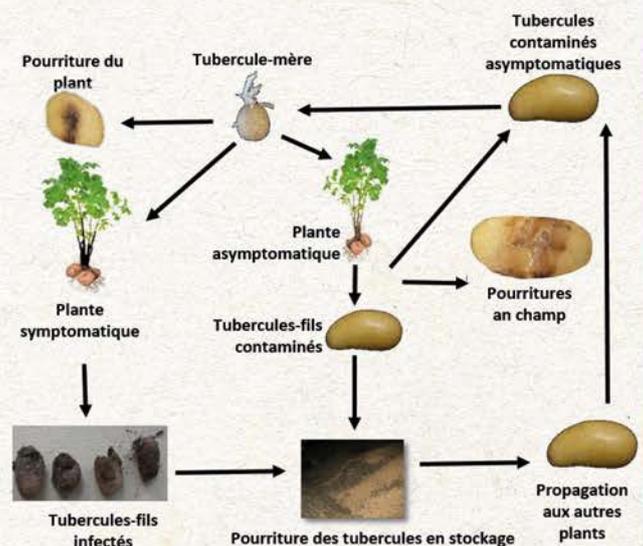
#### Stockage des pommes de terre :

- Avant le stockage, il est impératif de nettoyer et désinfecter les hangars potentiellement infectés par les pathogènes<sup>5</sup> ;
- Un séchage rigoureux et rapide des plants à la récolte est primordial dans les lots atteints ;
- Il est impératif d'éviter la condensation lors du stockage ;
- La température de conservation doit être adaptée à la variété conservée.

En appliquant ce genre de précautions, on se protège non seulement contre une potentielle infection causée par la jambe noire, mais également contre d'autres infections.



Jambe noire sur tiges de pomme de terre (source : Agrichem)



Cycle de développement de la jambe noire (source : appi.be)

<sup>3</sup> <https://appi.be/fr/fiches-maladies-ravageurs/jambe-noire-and-pourriture-molle-de-la-pomme-de-terre>.

<sup>4</sup> <https://www.irisphytoprotection.qc.ca/Fiche/Bacterie?mageld=8847>. <sup>5</sup> Coins de hangars 2019 — Daniel Ryckmans, Fiwap.

## Le début de la conservation

Sources : les articles « Séchage et ventilation – quelques rappels en début, puis en cours de conservation » de D. Ryckmans (Fiwap)

Au début de conservation, on veut favoriser une  **cicatrisation rapide et bien sécher les tubercules, avant de les refroidir.**

- Des températures entre 15 et 18 °C permettent aux tubercules de cicatriser rapidement – entre 1 à 3 semaines<sup>6</sup>.
- Attention, un tas ne doit jamais dépasser les 18-20 °C<sup>2</sup>.

Sachez tout de même que lorsqu'un tas est humide (en cas de pommes de terre pourries ou vitreuses), il faut parfois ventiler quasi en permanence – alternant les phases de ventilation interne d'homogénéisation des températures avec des phases de ventilation externe, qui apportent de l'air frais et évacuent l'air chargé d'humidité. Dans ce cas, le processus de séchage peut durer plusieurs semaines, voire 2 à 3 mois.

« En matière d'humidité,  
tout est d'une relativité absolue »

Trotec

Les choix concernant la ventilation, dans cette phase de séchage des tubercules, vont dépendre de plusieurs paramètres : tant la température et l'humidité relative de l'air extérieur que la température des tubercules. Ainsi que l'équipement en place.

Très pratiquement :

- Dans le cas d'un système de ventilation automatisée, on réglera la température minimale du canal sur la température la plus élevée du tas.
- Dans l'absence d'une ventilation automatisée, mais en présence d'un canon à chaleur, on placera les canons soit devant ou sur le tas, soit dans le couloir technique, en réglant – s'il y en a un – le thermostat du canon sur la température la plus élevée constatée dans le tas. Les volets d'entrée d'air seront fermés, la porte (entr)ouverte et les volets de sortie ouverts. On fera cela chaque fois que la température extérieure sera plus froide que le tas : l'air froid est toujours séchant et, une fois réchauffé, il peut encore se charger d'une quantité d'eau complémentaire !

- Dans l'absence d'une ventilation automatisée, mais en présence d'un ventilateur : portes grandes ouvertes, ventilateurs mobiles braqués sur l'avant du tas et le système de ventilation mis en route.

« Parfois, la méconnaissance de quelques règles et principes de base en matière de conservation fait que l'on cause plus de mal à essayer de faire quelque chose plutôt qu'en ne faisant rien : par exemple, ventiler alors que la température extérieure est supérieure à celle du tas et que l'humidité extérieure dépassent le point de rosée. Donc, l'humidité de l'air que l'on ventile condense et mouille le tas, au lieu de le sécher et de le refroidir. »

D. Ryckmans

- L'idéal est de sécher avec un air légèrement plus froid que le tas, ou réchauffer l'air froid de la nuit ou du petit matin, avec des canons à chaleur, avant de l'envoyer dans le tas.

- Un air réchauffé peut évacuer plus d'humidité qu'un air plus froid : l'air réchauffé peut contenir plus d'humidité (voir diagramme de Mollier).

- Un tas à 13 ou 14 °C est plus facile à sécher qu'un tas à 8 ou 9 °C.

- L'unique manière de savoir si l'on peut ventiler ou non, c'est de connaître les températures internes et externes, l'humidité relative (HR) de l'air interne et externe, et d'utiliser le diagramme de Mollier.

Quelques rappels importants :

- Un air plus chaud que le tas peut, dans certains cas, être séchant. Notamment quand la température de condensation de l'air est inférieure à la température des tubercules. Mais cet air peut aussi être mouillant – et donc présenter un risque pour le tas et sa conservation !



Canon à chaleur et ventilateur devant un tas de pommes de terre (source : Sillon belge)

Précis  
Polyvalent  
Fiable

Ebra

SEMOIRS MARAÎCHERS  
MECANIQUES

Adapté au  
maraîchage diversifié

[www.ebra-semoir.fr](http://www.ebra-semoir.fr)

(33) 02 41 68 02 02

[info@sepeba.fr](mailto:info@sepeba.fr)



T° de l'air °C	Humidité relative de l'air en %							
	30	40	50	60	70	80	90	100
2	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
3	1,8	2,4	2,8	3,3	4,0	4,5	5,0	5,5
4	1,9	2,6	3,1	3,6	4,4	5,0	5,4	6,2
5	2,0	2,8	3,5	4,0	4,9	5,5	6,1	7,0
6	2,2	3,0	3,6	4,4	5,1	6,0	6,5	7,5
7	2,4	3,2	3,8	4,7	5,4	6,2	7,0	8,0
8	2,6	3,4	4,2	5,0	6,0	6,7	7,5	8,3
9	2,8	3,7	4,6	5,4	6,4	7,1	7,9	9,0
10	3,0	3,9	4,8	5,8	6,8	7,7	8,6	9,5
11	3,1	4,1	5,0	6,1	7,1	8,0	9,0	10,0
12	3,2	4,2	5,3	6,3	7,4	8,5	9,6	10,8
13	3,4	4,4	5,7	6,9	8,0	9,1	10,2	11,3
14	3,6	4,6	6,0	7,4	8,4	9,5	11,0	12,1
15	4,0	5,0	6,3	7,9	9,0	10,1	11,5	13,0
16	4,2	5,2	6,8	8,1	9,5	11,0	12,2	13,8
17	4,4	5,8	7,3	8,8	10,0	11,5	13,0	14,6
18	4,6	6,1	7,8	9,1	10,8	12,5	13,9	15,2
19	4,8	6,5	8,0	9,5	11,2	13,0	14,5	16,1
20	5,0	7,0	8,5	10,3	12,0	13,8	15,5	17,1
21	5,4	7,4	9,1	11,0	12,8	14,6	16,5	18,2
22	5,8	7,8	9,7	11,7	13,4	15,4	17,5	19,3
23	6,2	8,2	10,2	12,2	14,1	16,4	18,5	20,6
24	6,6	8,8	10,9	13,0	15,0	17,3	19,6	21,8
25	7,0	9,0	11,5	14,0	16,1	18,2	21,0	23,0

Figure 1 : Le diagramme de Mollier (source : *Rendez-vous qualité* n°3, octobre 1997, D. Ryckmans, Fiwap<sup>7</sup>)

De manière plus visuelle, on peut retrouver une partie de ce diagramme — notamment la ligne de HR maximale (100 %) — sous forme de « courbe de saturation<sup>8</sup> ».

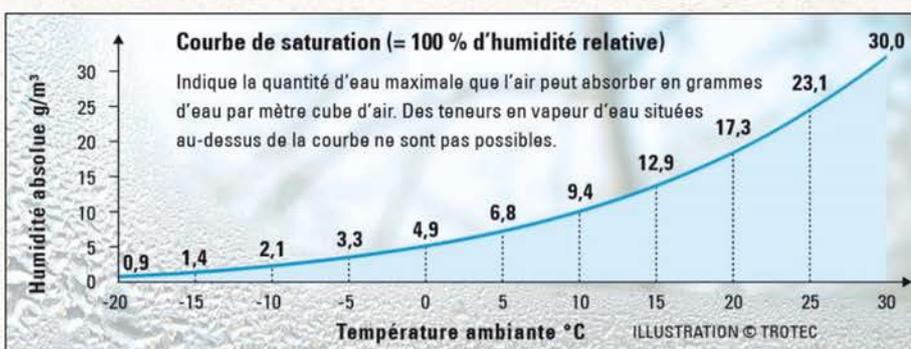


Figure 2 : La courbe de saturation (Trotec)

Exemple A : l'air extérieur est à 20 °C, son humidité relative est à 60 % (10,3 g/m<sup>3</sup>) et la température des tubercules est à 5 °C. Peut-on sécher avec cet air ?

Exemple B : l'air extérieur est à 10 °C, son humidité relative est à 60 % (5,8 g/m<sup>3</sup>) et la température des tubercules est à 5 °C. Peut-on sécher avec cet air ?

Réponse A : point de condensation de l'air : 12 °C approx. → Non, on va créer de la condensation sur les tubercules.

Réponse B : point de condensation de l'air : 2,5 °C approx. → Oui, on va enlever de l'humidité aux tubercules.

#### Explication des parties grisées :

Avec une HR de 100 %, un air à 12 °C contient 10,8 g d'eau/m<sup>3</sup> d'air. À 15 °C, il peut en contenir 13,0 g. Ainsi, pour un lot de pommes de terre à 15 °C, dans lequel on souffle de l'air à 12 °C et d'une HR de 100 %, l'air sera réchauffé par les pommes de terre et évacuera 13,0 – 10,8 = 2,2 g d'eau/m<sup>3</sup> d'air. Une bonne capacité de ventilation étant de 100 m<sup>3</sup>/h/m<sup>3</sup> de pommes de terre, on évacuera, dans le cas présent, 220 g d'eau par heure/m<sup>3</sup> de pommes de terre et le tas sera progressivement séché (tiré du *Rendez-vous qualité* n°3).

Ce qu'il faut donc également connaître, c'est le point de rosée (de condensation) de l'air, en fonction de l'humidité relative. C'est la température sous laquelle la vapeur d'eau contenue dans l'air se condense sur les surfaces, par effet de saturation.

→ Cela veut dire qu'on ne peut que sécher avec l'air dont l'humidité relative est moindre que le point de rosée correspondant à la température des tubercules.

# TECHNIQUE

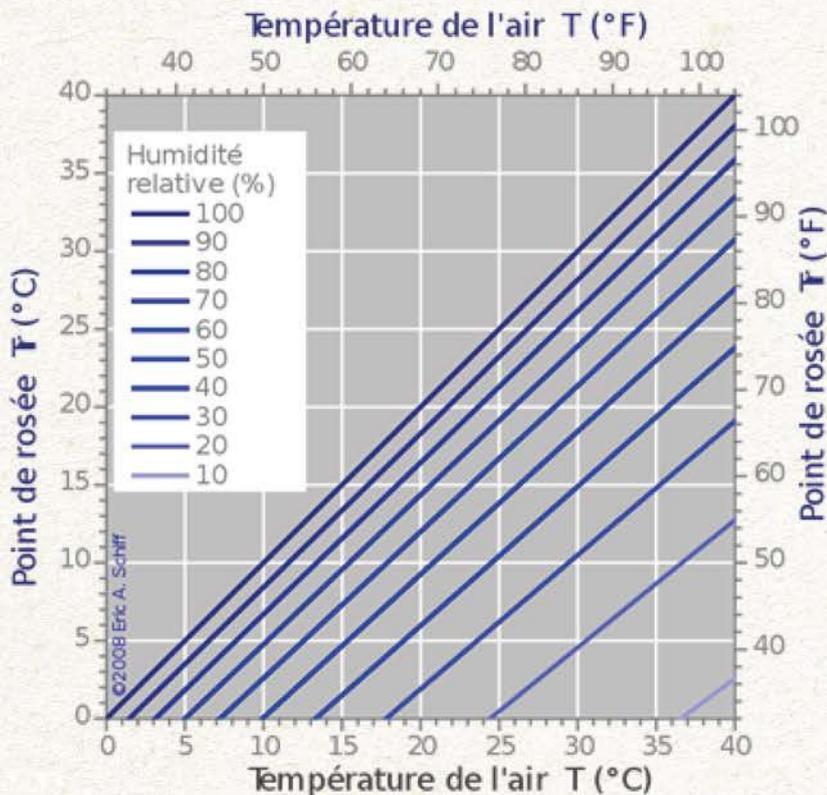


Figure 3 : La dépendance du point de rosée par rapport à la température de l'air pour différents niveaux d'humidité. Fondé sur les approximations d'August-Roche-Magnus<sup>9</sup> (source : Wikipedia)

Toutes ces informations ont été combinées dans un seul tableau par l'IKC-PAGV (nov. '93), dans la publication « Teelt van consumptie aardappelen – teelthandleiding nr 57 », qui a été reprise par D. Ryckmans dans son article « Séchage et ventilation – quelques rappels en début, puis en cours de conservation. D. Ryckmans (Fiwap) ».

T° des pdt °C	Température de l'air en °C																					
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
3	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32	30	28			
4	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32	30			
5	+	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	50	47	44	42	39	36	34	32			
6	+	+	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	51	47	45	42	40	37	35			
7	+	+	+	+	93	87	81	76	71	66	62	58	54	51	47	45	42	40	37			
8	+	+	+	+	+	93	87	81	76	72	67	62	59	54	51	48	45	42	40			
9	+	+	+	+	+	+	93	87	82	76	72	67	63	59	55	51	48	46	43			
10	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	76	72	67	63	59	55	52	49	46			
11	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	67	63	59	55	52	49			
12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	63	59	56	53			
13	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	64	60	56			
14	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	87	82	77	72	68	64	60			
15	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	82	77	72	68	64			
16	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	77	72	68			
17	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	77	73			
18	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83	78			
19	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	93	88	83			
20	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	94	88			

+ signifie qu'on peut ventiler, peu importe l'HR (humidité relative) de l'air extérieur.

Figure 4 : Humidité relative maximale de l'air extérieur admise pour le séchage et la ventilation des pommes de terre (tiré ci-après du *Rendez-vous qualité* n°3 d'octobre 1997, D. Ryckmans, Fiwap)

## Explication des parties grisées.

Si la température de l'air ventilé est de 18 °C et celle des pommes de terre est de 15 °C, on voit sur le tableau ci-contre que l'air aura un effet desséchant séchant avec une HR de 82 % ou moindre. Par contre, si la température des tubercules est de 10 °C, il faudra, pour avoir un pouvoir desséchant (c-à-d que l'air puisse se charger davantage en vapeur d'eau) de l'air à 18 °C, avoir une HR inférieure à 59 %, ce qui n'est pas toujours évident en automne (tiré du *Rendez-vous qualité* n°3).

## Ensuite : la baisse de la température

Source : « Conserver un lot avec un pourcentage certain de pourries et/ou de vitreuses », Daniel Ryckmans (Fiwap)

Une fois que la cicatrization et le séchage sont terminés (le tas doit être sec), il faut procéder lentement à la baisse des températures (max 2 °C par semaine) pour arriver à la **température de consigne** (voir le cadre ci-contre « Résumé des règles du stockage »).

*En cas d'apparition d'humidité (évolution négative de certaines parties de lots contaminés par des pourritures humides, par exemple), il faudra tout de même continuer à sécher les tas, au besoin en recourant aux services d'un canon à chaleur (ou d'une autre méthode de chauffage).*

La **ventilation interne** est importante dès le début de la mise en stockage (et tout au long de celui-ci). Ceci doit amener une homogénéisation des températures au sein du tas et ainsi **éviter les problèmes de condensation**. On tolère au maximum 1,5 °C d'écart entre les parties les plus chaudes et les plus froides du tas !

### Un suivi continu des paramètres (T, HR, teneur en CO<sub>2</sub>) est de mise

• **Température** : afin de maintenir les qualités technologiques et culinaires des tubercules, il faudra veiller à respecter au mieux la température de consigne (5-6 °C pour les pommes de terre de consommation) que l'on s'est fixée. Pourquoi ?

- En-deçà : risque de brunissement à la friture et/ou de sucrage.
- Au-delà : risque de germination et/ou de flétrissement plus rapide, et de respiration/transpiration plus élevée.

Par ailleurs, toutes les variations intempestives de température au fil des mois de stockage font vieillir les pommes de terre plus rapidement et participent à la dégradation de la qualité.

Le sucrage de froid est encore partiellement réversible par réchauffage/reconditionnement, bien que le sucrage de sénescence, lui, est irréversible.

→ Surveiller l'évolution des températures : une sonde qui décroche par rapport aux autres doit toujours attirer l'attention.

• **Humidité relative (HR)** : ne pas laisser l'HR du bâtiment descendre en dessous de 90 %.

« L'humidité normale d'un stockage de pomme de terre devrait être autour de 90-92 %, pas plus de 94 %, sinon c'est qu'il y a un problème de pourritures humides. » D. Mouraux (Klim'Top)

« L'humidité relative est donc le rapport entre la pression de vapeur d'eau réellement présente dans l'air considéré (pression partielle de l'eau dans l'air, P<sub>vap</sub>) et la valeur de pression saturante (P<sub>sat</sub>). »

$$\varphi [\%] = \frac{P_{vap}}{P_{sat}(T)} \times 100$$

→ Veiller à observer toute humidité qui apparaîtrait, qu'elle provienne du tas ou de la condensation.

→ Dans le cas d'éventuels problèmes de condensation : la ventilation interne est-elle suffisante ? Y a-t-il encore des ponts thermiques à isoler ? Les ventilateurs anticondensation (aérothermes) fonctionnent-ils bien ?

• **CO<sub>2</sub>** : ne pas laisser les teneurs en CO<sub>2</sub> augmenter au-delà des 3.000 à 5.000 ppm – afin d'éviter tout brunissement à la friture, dû à des teneurs trop élevées en CO<sub>2</sub>. En fonctionnant avec des extracteurs de CO<sub>2</sub>, ou alors en apportant de l'air frais régulièrement : 2 à 3 fois, 5 minutes par jour.

**Surveiller le tas au moins une fois par semaine** : aller plus loin que les paramètres T, HR et CO<sub>2</sub> et utiliser aussi ses sens !

→ L'apparition de mauvaises odeurs et/ou de mouchettes, des taches humides ou de nouvelles pourritures doivent attirer l'attention.

→ Suivre la qualité : à partir de décembre, suivre l'évolution de l'indice de cuisson à la friture mensuellement (et, à partir de la mi-mars, au plus tard 2 fois par mois). Mais aussi contrôler l'état général des tubercules (germination, flétrissement).



## Résumé des règles du stockage

S'équiper en sondes de température et d'humidité facilite grandement le travail du suivi des paramètres de température et d'hygrométrie interne et externe.

**Au début du stockage, pour favoriser une cicatrization rapide :**

- Sécher sans refroidir (1-3 semaines, à une température entre 15 et 18 °C<sup>10</sup>)
- Veiller à une homogénéisation de la température au sein du tas
- Appliquer un antigerminatif (thermo-nébulisation) après cicatrization
- Plusieurs sondes dans le tas et différence max de 1,5 °C entre les points
- Quand le tas est sec : diminution progressive de la température (max 2 °C/semaine).

Après séchage et cicatrization : on descend la température à la température de consigne, dépendant de la variété, de sa destination, de la durée de stockage prévue.

- Plant : 2-4 °C
- Frais : 5-6 °C
- Industrie : 7-9 °C (limiter les sucres réducteurs, coloration produits frits).

### Stockage long terme

On continue à suivre les paramètres (température, humidité, odeurs, germination, aspect des tubercules).

- HR : 90-92 % (< 94 %).
- CO<sub>2</sub> : < 5.000 ppm (ex. : apport d'air frais régulier : 2-3 fois, 5 min/jr). Et moins de 3.500 ppm en cas de variétés chips/croustilles.
- Température la plus stable possible.

Une sonde de température dans un tas de pommes de terre (source : Mooij Agro)



<sup>10</sup> Source : « Séchage et ventilation – quelques rappels en début, puis en cours de conservation. D. Ryckmans (Fiwap) »

## Les produits antigerminatifs utilisables en bio

Le BioxM (extrait d'huile de menthe) et l'Argos (extrait d'écorce d'orange) à appliquer au thernébulisateur ou l'éthylène (à appliquer avec un diffuseur Restrain).

• **Le Biox-M et l'Argos** : afin de maintenir les qualités technologiques et culinaires des

tubercules, il faudra veiller à respecter au mieux la température de consigne (5-6 °C pour les pommes de terre de consommation) que l'on s'est fixée. Pourquoi ?

• **L'éthylène** est adapté à certaines variétés et pas à d'autres (dégradation des indices de

friture ou brunissement plus important dans le cas de variétés frites ou chips/croustilles)!

**Le mieux est de se renseigner auprès des firmes.**

## Quelles différentes modalités de stockage et de séchage ?

Pour nous faciliter la tâche lors du stockage, plusieurs techniques et outils existent. Et les dispositifs peuvent être choisis en fonction de ce qui est souhaitable, disponible ou atteignable. Ci-dessous, les différentes modalités en termes de stockage et de séchage.

### Stockage

- **Stockage en silo** : à l'extérieur, à l'abri du gel, sous bâche, avec un double paillage (en dessous et au-dessus de la bâche) et un canal de ventilation (par convection naturelle), conservation possible jusqu'à fin février. Plus d'info : Fiwap<sup>11</sup>.
- **Stockage en vrac**
  - **Sur des caillebotis** (fixes ou flexifloor) : permet une répartition très homogène de l'air.
  - **Avec des gaines de ventilation** (sur dalle de béton) : une technique classique et simple, qui continue à prouver son efficacité. Les ventilateurs peuvent être placés devant les gaines.
- **Stockage en palox** : facilite la manipulation de petits lots et la gestion de la qualité.

### Séchage/ventilation

- **Ventilation d'entrepôt** : très répandue, souvent en modules fixes. Il existe aussi des modules mobiles : telles les unités frigorifiques monoblocs transportables de Klim'Top ou les unités climatiques « Plug & Play » Tolsma-Grisnich. Il s'agit d'une installation de ventilation qui contrôle l'air

dans l'entièreté de l'entrepôt, sans forcer l'air à travers le produit. C'est l'idéal pour garder une température constante dans le bâtiment – après que le séchage a été effectué. Généralement l'air intérieur est mélangé avec l'air extérieur pour arriver à des conditions optimales (HR, T, CO<sub>2</sub>).

- **Ventilation par soufflerie** (un type de ventilation forcée) : dans le cas de la ventilation par soufflerie, l'air climatisé est soufflé à travers les ouvertures des boudins ou des fentes de l'installation « boîte aux lettres » et transporte ainsi l'humidité contenue dans les palox.
  - **Ventilation via « boudins »** : les boudins sont placés entre deux lignes de palox, couvrant ainsi le haut de l'espace de ventilation, pour que l'air soufflé puisse passer à travers les palox.
  - **Ventilation « boîte aux lettres »** : il s'agit d'un « mur de séchage » (séchoir à palox), qui contient des ventilateurs et des fentes disposés de telle façon qu'ils permettent un séchage par palox individuel (ou par ligne/colonne). Les palox sont équipés d'un grillage sur le fond, pour que l'air puisse être soufflé par en dessous.
- **Ventilation par aspiration** (un type de ventilation forcée) :
  - **Aux bâches** : les bâches peuvent être placées au-dessus de la pile de palox, et l'air est ainsi aspiré par en haut, ou alors

les bâches sont posées sur le devant de la pile. Ceci est généralement pour sécher le produit de façon efficace.

- **Aux boudins** : les boudins sont toujours placés entre deux lignes de palox.

*A priori*, un air « aspiré » aurait plus de facilité pour passer autour des tubercules qu'un air soufflé.

• **Séchage par condensation** : voir les portraits « Hangar de stockage du futur » et « Rencontre avec Tom Fories ».

• **Humidification/brumisation (légumes)** : si besoin, une installation de brumisation peut apporter de très fines gouttes d'eau pour augmenter l'HR dans l'espace de stockage. Cette technique est également utilisée pour éviter la poussière lorsque l'on manipule le produit (brossage, emballage...).

• **Extraction du CO<sub>2</sub>** : pour éviter de devoir trop ventiler, pour rafraîchir l'air qui se charge en CO<sub>2</sub>, par suite de la respiration des pommes de terre, on peut aussi extraire le CO<sub>2</sub>. Cette extraction se fait toujours au niveau du sol, où le taux de CO<sub>2</sub> est le plus élevé. Ex. : le « Fresh Box » de Tolsma.

« *Autrement, un renouvellement d'air 2 à 3 fois par jour, chaque fois de 10 à 15 minutes, permet d'habitude de ne pas avoir de taux excessif de CO<sub>2</sub>. De petits extracteurs travaillant en continu, que l'on place dans les "caves" du couloir technique font également très bien l'affaire.* » (D. Ryckmans, Fiwap)



Une gaine de ventilation dans un tas (source : Terres et territoires)



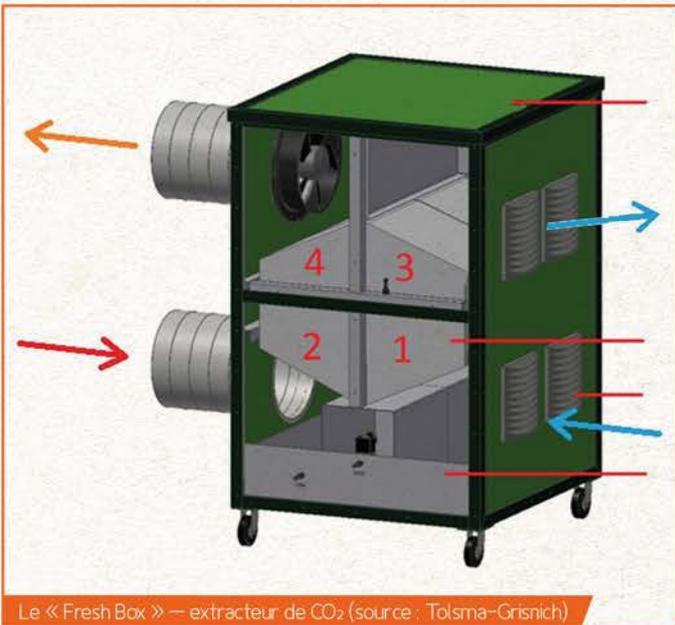
Ventilation d'entrepôt (source : Klim'Top)



Ventilation boîte aux lettres (source : Omnivent)



Ventilation par aspiration — aux bâches (source : Omnivent)



Le « Fresh Box » — extracteur de CO<sub>2</sub> (source : Tolsma-Grisnich)

**Peu importe votre situation, vous pouvez :**

- Isoler (pour éviter des ponts thermiques, et condensation) !
- Adapter la surface au volume à stocker ;
- Entretien votre matériel (sondes) ;
- Choisir le bon équipement (surtout la ventilation).  
Ex. : des ventilateurs avec régulation de fréquence vitesse ;
- Observer ;
- Vous informer.

**Quelques fournisseurs présents sur le marché bio wallon :**

- KlimTop
- Omnivent
- Tolsma-Grisnich
- Vandoorne Installatiebedrijf
- Dijksma
- Equans
- etc

# NOUS SOMMES BIO.



**Malerie  
du Château®**

**PLUS DE 40 TYPES  
DE MALTS BIO**

[WWW.MALTERIEDUCHATEAU.COM](http://WWW.MALTERIEDUCHATEAU.COM)

**+32 87 66 20 95**



# PORTRAIT



## Le « Hangar de stockage du futur »

Loes Mertens, Biowallonie

À l'occasion de son voyage annuel, la Fiwap a organisé une visite aux Pays-Bas, à Oude Tonge, pour voir le « Hangar de stockage du futur<sup>1</sup> ». Le hangar se trouve à la ferme de l'entreprise familiale Van Peperstraten Group. En ce qui concerne la production agricole, ils produisent des pommes de terre, des oignons, des carottes, des pois, des betteraves et du froment – sur 250 ha (conventionnel). En plus du besoin de stockage pour leurs propres productions, ils louent un espace de stockage à CEPA trade<sup>2</sup>, une entreprise qui fait du commerce d'oignons principalement (production, stockage, tri, emballage et logistique).

Le bâtiment – construit par Altez et équipé par Omnivent – contient 11 cellules de stockage (près de 11.000 t) pour vrac et caisses. Grâce à l'activité de l'entreprise de négoce, trois quarts des cellules fonctionnent en continu. Le tout est conçu pour utiliser le moins d'énergie possible et, dans un futur proche, il s'agit d'atteindre un bilan énergétique global positif.

Le « Hangar de stockage du futur », c'est :

- 6 cellules avec stockage « vrac » flexible d'une capacité entre 1000 et 2.200 tonnes ;
- 5 cellules avec des séchoirs à palox individuels (250 palox/cellule) ;
- De l'espace supplémentaire pour des nouvelles lignes de tri, l'emballage, etc.
- Du stockage d'eau : de condensation et de pluie, de l'eau filtrée, de l'eau potable, etc.

Le projet s'inscrit dans le projet européen « AgroFossilFree », qui vise à décarboner l'agriculture. Les toits sont couverts de 9.000 panneaux photovoltaïques, pour une production de 1,8 MW. Toute l'eau (toits, surfaces imperméabilisées, condensation, lavage...) est récupérée. Une installation de production d'hydrogène est prévue, pour livrer les stations-services à hydrogène « Greenpoint » (pour voitures, bus et camions), dont il y a déjà 15 exemplaires aux Pays-Bas.

### Les mesures d'économie d'énergie

La première chose est de « garder la chaleur dehors » :

- Les toits couvrent une partie des murs pour éviter du réchauffement au printemps/été ;
- Pour éviter tout effet de pont thermique, aucune porte des cellules de stockage ne s'ouvre directement sur « l'extérieur », mais toujours vers un couloir, entièrement fermé également ;
- L'isolation de toutes les parois : tant le toit, le plafond, que les murs intérieurs et

extérieurs sont isolés (panneaux-sandwichs en béton – IP PIR 8 cm). Aucun produit n'est stocké contre un mur non isolé ;

- Le système de ventilation est conçu pour minimaliser le temps de ventilation afin de réduire la freinte (perte de poids des tubercules, dû à la déshydratation).

Sur la photo ci-dessous, on observe la porte menant à la cellule de stockage. Celle-ci s'ouvre sur un (très grand) couloir, qui peut servir pour du chargement ou l'installation d'une ligne de tri ou d'emballage.

En plus de ces mesures d'économie d'énergie, les équipements intelligents permettent d'optimiser l'utilisation d'énergie et d'alterner, suivant les prix de l'électricité, entre énergie

produite à la ferme ou énergie du réseau :

- Le système OmniCuro assure un suivi, analyse et permet de contrôler à distance les paramètres de stockage (température, humidité et taux de CO<sub>2</sub>) par cellule ;
- Le module EMS (Energy Management System) permet de gérer la source d'énergie (énergie solaire ou autre) selon sa disponibilité. On peut également installer une limite maximale d'utilisation d'énergie sur le module.
- En option (OmniCuro V5), la ventilation peut être activée pendant les heures durant lesquelles l'électricité est la moins chère sur le marché libre – via un suivi des prix de l'énergie (Apex ou Belpex).



Le couloir devant la porte menant à la cellule de stockage (photo: LM)



L'affichage sur écran du système OmniCuro (photo : Omnivent)



Le caillebotis « flexifloor » chez Van Peperstraten (photo : LM)

Les modules combinés permettent d'optimiser les paramètres liés à l'énergie avec les paramètres liés au stockage. En pratique, les ventilateurs fonctionnent, le plus souvent durant les périodes où les prix de l'énergie sont le plus bas (souvent entre minuit et 7 h), et sont combinés avec les facteurs de température et d'humidité relative (HR) de l'air extérieur ainsi que les priorités dans les différentes cellules.

#### Quelles modalités de stockage et de séchage ?

Chez Van Peperstraten, on trouve plusieurs types de modalités de stockage et de séchage.

Le **mur de séchage** (séchoir à palox individuel) – type boîte aux lettres – pour 250 palox, qui fonctionne par soufflerie.

Dans les 6 **cellules pour vrac**, la ventilation passe toujours par un caillebotis – 2 des

cellules disposent du caillebotis Swaan « flexifloor » qui permet de changer les ouvertures dans la dalle en béton (voire même de les fermer pour stocker p. ex. des grains). L'air y est soufflé par le dessous, à travers les fentes de ventilation. C'est généralement l'option la moins chère. De plus, toutes les cellules sont équipées d'une **ventilation naturelle qui utilise l'air extérieur** (avec des volets d'entrée d'air sur le côté et des volets dans le toit pour la sortie d'air), mais aussi d'un système de refroidissement avec des évaporateurs alimentés par de l'eau glycolée, refroidie par un groupe central.

Le **groupe central de froid** pour l'ensemble des cellules est évidemment de taille. Il fonctionne par compression de l'ammoniac. Le froid de ce processus est utilisé pour refroidir l'eau glycolée, stockée dans un ballon. L'eau glycolée – qui est un peu

comme un sirop sucré – serait moins corrosive et moins dangereuse en cas de fuite que d'autres dispositifs. Ce groupe central récupère aussi la chaleur et offre la possibilité d'utiliser la partie chaude de l'installation pour du réchauffage du produit stocké ou pour du **séchage par condensation**.

Si les conditions extérieures ne sont pas bonnes pour sécher les pommes de terre ou les oignons, cette installation peut continuer à sécher indépendamment des conditions météo. Dans ce cas, l'air est chauffé avant de rentrer dans la cellule où le produit est stocké – par en dessous, via les caillebotis. L'air prend l'humidité et est ensuite condensé dans les évaporateurs du groupe de froid, qui sont suspendus au-dessus du tas, et sont traversés par des tuyaux à l'eau glycolée froide. Par la suite, l'eau condensée est évacuée par des tuyaux.



Une partie de l'équipement de l'installation pour le séchage par condensation – un coffret métallique suspendu, traversé par des tuyaux à l'eau glycolée froide

Si vous voulez en savoir plus sur les systèmes de ventilation développés par Omnivent, n'hésitez pas à contacter Dries Claes (0479/79 34 14 – [dries.claes@omnivent.com](mailto:dries.claes@omnivent.com)), représentant pour la Belgique.