



**LES BULLETINS
DU
Centre Technique de la Pomme de Terre**



**LE STOCKAGE FRIGORIFIQUE
DE LA POMME DE TERRE DE SAISON**

1- INTRODUCTION

Dans les pays à climat chaud, comme le nôtre, le recours à la réfrigération est indispensable pour assurer la conservation, pour une longue durée, des pommes de terre de consommation ou de semences.

Le grand avantage de la conservation au froid est qu'elle permet de stocker les pommes de terre sous une température et une humidité relative contrôlées tout en :

- limitant au minimum les pertes en poids occasionnées par la respiration, la transpiration, la germination et les maladies
- préservant la qualité culinaire et technologique des pommes de terre (consommation ou transformation)
- maintenant la vigueur germinative des semences par le ralentissement de l'incubation.

Néanmoins, les investissements pour l'équipement ainsi que les frais de gestion des entrepôts frigorifiques sont coûteux.

2-COMPORTEMENT DU TUBERCULE PENDANT LE STOCKAGE

Etant *un organe vivant*, le tubercule de pomme de terre transpire, respire et subit une évolution biochimique pendant le stockage. Il est, aussi, sujet aux attaques des champignons, des bactéries et autres ravageurs.

✓ *La transpiration*

Etant une tige souterraine, constituée à 80% d'eau , le tubercule de pomme de terre transpire à travers ses lenticelles en dégageant de l'eau sous forme de vapeur .

Juste après l'arrachage, la transpiration est élevée ; puis elle se stabilise si les conditions de conservation sont adéquates .

L'intensité de transpiration est assez élevée si :

- le tubercule a été récolté avant la maturité de la peau.
- le tubercule a subi des blessures pendant l'arrachage, le transport, l'entreposage...
- l'hygrométrie de l'air à l'intérieur du local de stockage, est inférieure à 80%.

✓ *La respiration*

Durant le processus de respiration, le tubercule de pomme de terre :

- absorbe de l'oxygène du milieu environnant .
- dégage du gaz carbonique et de la vapeur d'eau .
- produit de la chaleur .

L'intensité de respiration dépend, beaucoup, de la température de conservation .

Elle s'accroît également avec la grosseur des tubercules, le nombre et l'importance des blessures .

✓ *Les pourritures sèches et humides*

Durant la conservation, les tubercules de pomme de terre peuvent être infestés, notamment s'ils sont blessés, par des pourritures causées par :

- les champignons.
- les bactéries et d'autres ravageurs, surtout, si le triage n'était pas rigoureux

Les processus de transpiration, de respiration ainsi que les pourritures occasionnent:

- des pertes en poids
- une dépréciation de l'état sanitaire et de la qualité culinaire des tubercules.

3- PRINCIPE DE LA CONSERVATION FRIGORIFIQUE

Le système de refroidissement fonctionne en circuit fermé, entièrement indépendant des conditions extérieures.

Il se compose de quatre éléments :

- ✓ *Le compresseur* où un gaz réfrigérant est comprimé et refoulé vers un condenseur.
- ✓ *Le condenseur* où le réfrigérant est refroidi, avec l'air ou l'eau et devient liquide .
- ✓ *Le vase d'expansion* où le gaz réfrigérant est maintenu à l'état liquide, à basse pression.

- ✓ **L'évaporateur** dans lequel le gaz réfrigérant s'évapore en absorbant la chaleur dégagée par les pommes de terre .
Ensuite, il est aspiré par le compresseur et le cycle recommence .

4- TEMPERATURE DE CONSERVATION

Elle varie, comme indiqué dans le tableau ci-dessous, en fonction de :

- la durée du stockage
- la destination de la production

Durée de stockage	Destination de la production	Température de conservation
Moins de trois mois	Consommation	8 à 10° C
	Transformation(*)	8 à 10° C
	Semences	5 à 12° C
Plus de trois mois	Consommation	4 à 7° C
	Transformation(*)	7 à 8° C
	Semences	2 à 4° C

(*) : Les pommes de terre destinées, à la transformation, sont conservées à une température supérieure à 4°C pour éviter l'accumulation des sucres réducteurs responsables du noircissement des frites et des chips. Aussi, pour inhiber la germination des pommes de terre, des produits anti-germes sont appliqués par poudrage ou thermonébulisation .

5- ISOLATION THERMIQUE

Tout entrepôt frigorifique (murs, plafond, parterre, portes etc...) doit être, thermiquement isolé, pour éviter la condensation sur les parois et pour permettre une maîtrise convenable de la température intérieure. Différents matériaux sont utilisés pour l'isolation : liège, laine de verre, mousse de caoutchouc etc...Ceux-ci doivent être résistants aux microorganismes, à l'humidité et imputrescibles.

Le coefficient de transmission de chaleur (K) recommandé pour les pays chauds est= 2KJ/H/°C

6- CAPACITE DE REFRIGERATION

Elle est déterminée en tenant compte de :

- la chaleur de refroidissement = 3600 KJ/T/°C

- la chaleur dégagée durant le processus de respiration soit 0,01 KW/T à 5 - 15°C
- les déperditions à travers les murs ,les portes, le plafond,le parterre etc...
- la chaleur dégagée par les ventilateurs
- la chaleur générée par le renouvellement de l'air.

7- LA CONDUITE DE LA CONSERVATION FRIGORIFIQUE

Elle comporte quatre étapes :

- ✓ ***Le séchage*** : dans notre pays, le séchage n'est pas nécessaire pour les pommes de terre de saison puisqu'elles sont arrachées, très souvent, en conditions sèches .Il pourrait, cependant, être envisagé pour les pommes de terre récoltées par temps humide en arrière-saison .
- ✓ ***La cicatrisation des blessures***: l'arrachage, surtout mécanique, occasionne, inévitablement, des blessures. Celles-ci doivent être subérisées pour éviter les pourritures dues aux champignons et bactéries. La subérisation des blessures est assurée en maintenant les pommes de terre pendant deux à trois semaines, à une température moyenne de 15°C et une humidité relative supérieure à 80% .
- ✓ ***Le refroidissement*** : après la phase de cicatrisation, l'abaissement de température jusqu'au niveau préconisé, doit se faire, graduellement, à raison de 0,5 ou 1°C par jour.
- ✓ ***Le reconditionnement avant le déstockage*** : Les pommes de terre conservées au froid, sont, extrêmement sensibles aux blessures, aux chocs et au noircissement interne. Aussi, un réchauffement préalable, à une température moyenne de 15°C pendant une semaine à dix jours, est nécessaire avant le déstockage.

NB : *Pour éviter le phénomène du « cœur noir », le taux de gaz carbonique libéré par les pommes de terre, au cours du processus de respiration, doit être maintenu en dessous de 1% durant toute la durée de stockage, par le renouvellement, de l'air à l'intérieur des cellules à raison de 3 à 5 m³ /tonne/jour.*

8- MODES DE STOCKAGE PAR LE FROID

- ✓ **Le stockage en vrac** : est envisageable dans le cas où l'entrepôt est équipé d'un système de ventilation forcée. Les ventilateurs propulsent l'air froid, sous basse pression, dans le tas de pommes de terre à travers des canalisations disposées sous le niveau du sol ou à la surface du sol. La capacité de ventilation pendant le séchage est de 100 à 120 m³ d'air/tonne/heure.

La hauteur de stockage peut atteindre 3 à 4 mètres.

Il est, par ailleurs, très important d'assurer une distribution homogène de l'air à travers le tas pendant toute la durée de conservation .

N. B: *ce mode de stockage est adapté, plutôt, aux pays à climat tempéré .*

- ✓ **Le stockage en sacs de jute à grandes mailles** : la hauteur de stockage peut atteindre 3- 4m. si l'entrepôt frigorifique est équipé d'un système de ventilation forcée

Dans le cas où la ventilation est naturelle, les sacs doivent être disposés en piles dont la largeur ne dépasse pas celle de deux sacs et la hauteur celle de six à huit sacs couchés . Il faut, aussi, séparer les piles de sacs par un espace vide de 30 à 40 cm pour l'aération .

- ✓ **Le stockage en paloxes ou en caisses en plastique** : ce système présente moins de risque de développement des maladies que le stockage en vrac. Sa capacité de stockage par m³ est, néanmoins, relativement inférieure.

Par ailleurs, il faut laisser des espaces vides :

- d'une part, entre les piles de paloxes ou de caisses et les parois de la chambre froide (murs, plafonds, portes) .
- d'autre part, entre les piles de paloxes ou de caisses elles-mêmes .

La hauteur limite des piles ne doit pas dépasser celle à la quelle est placé l'évaporateur.

N.B: *La conservation en sacs , en paloxes ou en caisses est très pratique pour le stockage de différentes variétés dans une même chambre frigorifique .*

9- RECOMMANDATIONS POUR REUSSIR LE STOCKAGE AU FROID

La réussite de la conservation frigorifique se mesure, notamment, par le pourcentage de pertes en poids. Ce dernier ne doit pas dépasser 3% par évaporation (déshydratation) et 1 à 2% par pourritures.

D'autre part, les tubercules doivent garder leur aspect turgescent et maintenir leur pouvoir germinatif (semences) ou leur qualité technologique (transformation/consommation) pendant toute la durée de stockage.

Pour cela, les mesures suivantes doivent être respectées:

✓ *Avant le stockage :*

- arracher les pommes de terre lorsque la peau des tubercules est complètement mûre et ferme afin de minimiser les blessures.
- écarter les tubercules blessés, pourris, infestés par le mildiou ou la teigne (production de saison).
- éviter les chutes et toutes manipulations brusques et inutiles.
- ne pas récolter par temps chaud (production de saison) ou par temps humide (production d'arrière-saison).
- limiter au minimum la phase arrachage- ramassage afin d'éviter le réchauffement (production de saison) ou le verdissement (production d'arrière saison).
- veiller à ce qu'il y ait le minimum de terre collée aux tubercules (arrière-saison).
- laisser refroidir les pommes de terre durant 24 heures au moins (production de saison) avant d'entamer l'entreposage.
- veiller au nettoyage et à la désinfection des chambres.

✓ *Pendant le stockage:*

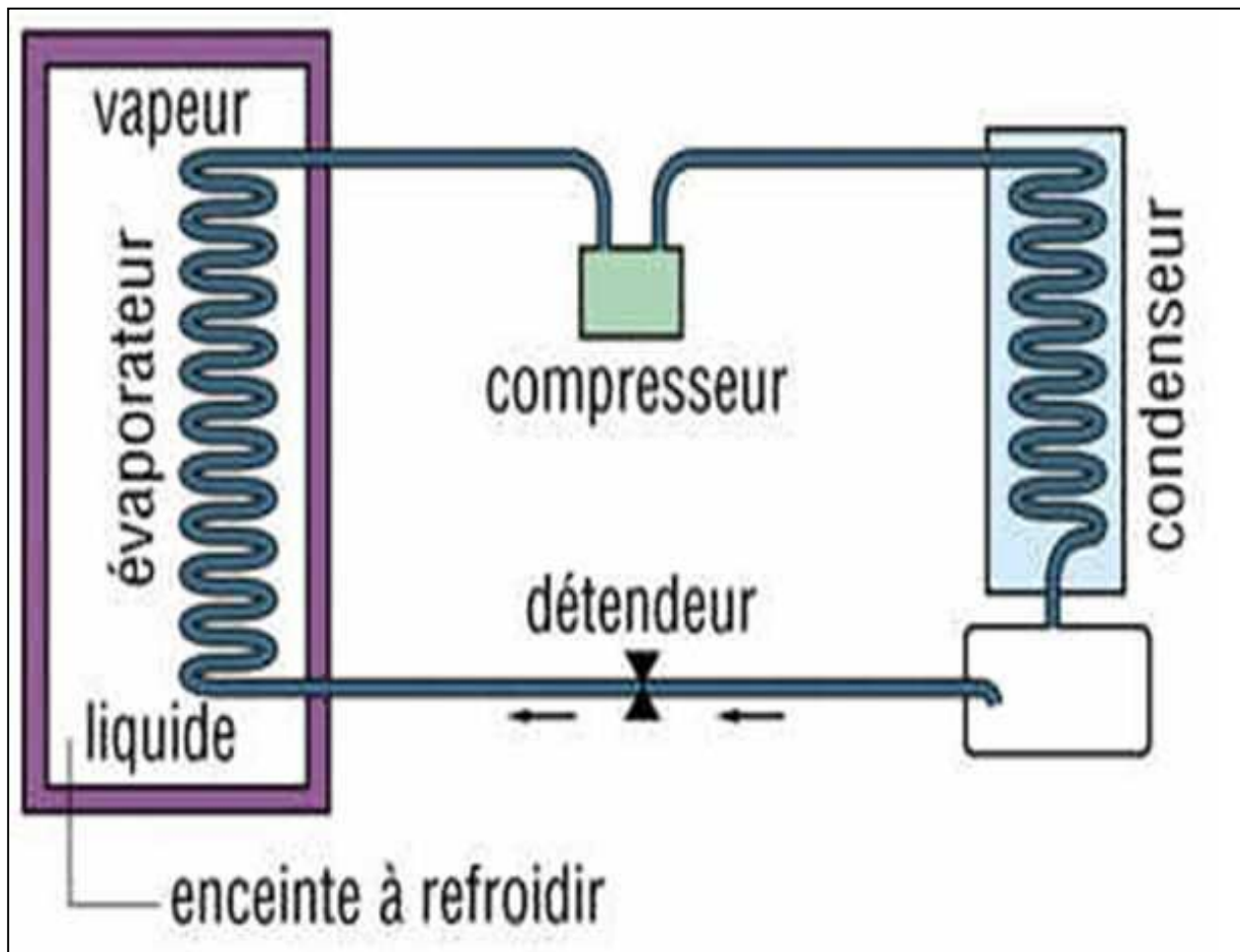
- remplir les chambres, graduellement(ne pas dépasser 10% de la capacité de la chambre/jour).
- assurer le séchage (production d'arrière- saison).
- assurer la cicatrisation des blessures .
- procéder à l'abaissement de la température, d'une manière graduelle .
- maintenir une humidité relative supérieure à 80%, à l'intérieur des chambres.
- éviter les fluctuations de la température.

- vérifier, régulièrement, que les thermomètres ou afficheurs de température, placés à l'extérieur des chambres, indiquent la température réelle des pommes de terre à l'intérieur.
- ne pas dépasser la hauteur de gerbage préconisée (surtout pour le stockage en vrac).
- séparer, par des espaces vides, les piles de sacs, de paloxes ou de caisses.
- éviter les ouvertures fréquentes des portes.

Il est aussi recommandé de :

- veiller, régulièrement, à la maintenance et l'entretien des équipements.
- intervenir, rapidement, pour réparer les pannes.
- équiper, éventuellement, l'entrepôt d'un groupe électrogène de secours.

N.B : *La gestion d'un entrepôt frigorifique doit être assurée par un personnel bien formé et qualifié dans le domaine et ayant connaissance de la physiologie des tubercules de pomme de terre.*



Composantes du système de conservation par réfrigération



Mode de stockage frigorifique en vrac