

PRESCRIPTIONS TECHNIQUES APPLICABLES AUX LOCAUX DE STOCKAGE DE POMMES DE TERRE (PLANT, CONSOMMATION ⁽¹⁾ ET FECULE) CONSTRUITS OU AMENAGES DANS LE CADRE DES PROCEDURE D'AIDE DE FRANCEAGRIMER

Les dossiers de demande d'aide doivent être constitués en tenant compte des prescriptions décrites ci-dessous. Le producteur pourra s'appuyer également sur les principes figurant dans les documents : « Stockage et conservation de la Pomme de Terre » (1) et « Données pratiques de construction » (2) ainsi que l'application internet « Bien ventiler les pommes de terre de féculés » (3).

LE BATIMENT

Pour la pomme de terre de fécule il n'existe pas de contrainte particulière à ce niveau. Tout au plus il est suggéré de ne pas dépasser 7 m au chéneau pour faciliter l'isolation périphérique au-dessus du niveau de stockage des tubercules. Lorsque pour ce type de spéculation la distribution d'air est assurée par des caissons latéraux à cloison canadienne, la largeur du bâtiment devra si nécessaire être adaptée à la largeur maximale stockable de 5 m devant les jalousies.

Pour les plants et la consommation, le bâtiment doit être obscur, étanche, isotherme et ventilé. L'aire de conditionnement, si elle existe, doit être séparée de l'aire de stockage par une cloison étanche, isolée à la norme si le local de conditionnement n'est pas à cette norme. Un cloisonnement est également nécessaire si plus de 25 % de la surface du bâtiment sont occupés par une aire non utilisée pour le stockage. La pomme de terre est stockée en vrac (hauteur conseillée du tas 3,5 m) ou en caisses-palettes, sur un sol bétonné. Le circuit de ventilation doit être adapté au mode de stockage.

De façon générale, afin d'assurer une bonne unité de conservation (rapidité de remplissage et de déstockage, température de consigne variable), il est conseillé d'éviter de construire des bâtiments de trop grandes dimensions et de réaliser de préférence plusieurs cellules indépendantes dans le cas où le remplissage est susceptible de s'étaler sur plusieurs semaines.

➤ Isolation thermique

Pour la pomme de terre de fécule, elle doit être continue sur la hauteur et la périphérie du tas en recherchant à minimiser les ponts thermiques. L'objectif est de parvenir à un coefficient de transmission de chaleur U (anciennement dénommé « K ») global périphérique du bâtiment inférieur à 0,5 W/m² °C au moins sur la hauteur du tas.

Pour les plants et la pomme de terre de consommation, elle doit être continue avec absence de ponts thermiques tant en parois qu'en plafond. Le coefficient de transmission de chaleur U global du bâtiment et des fondations doit être inférieur à 0,30 W/m² °C pour un bâtiment ventilé et à 0,25 W/m² °C pour un bâtiment réfrigéré sauf murs ou cloisons intérieurs d'un bâtiment déjà isolé à la norme de 0,30 W/m² °C.

¹

Consommation y compris la transformation hors féculerie

Pour le calcul de ce coefficient, les valeurs des résistances thermiques des matériaux isolants retenues seront celles des certificats ACERMI en cours de validité (4).

Pour les matériaux non certifiés, la valeur du coefficient de transmission thermique sera celle définie par le CSTB (5).

ANNEXE 1

2/7

Lorsque les isolants thermiques sont placés à l'intérieur du bâtiment, une paroi de protection est nécessaire pour éviter toute détérioration de ces matériaux, sur une hauteur d'au moins 3,5 m en stockage vrac et de 2 m en stockage caisses.

Il est conseillé d'utiliser des matériaux résistants au feu de type M0 ou M1. L'usage de la projection de mousse de polyuréthane sera limité aux investissements d'aménagement de bâtiments existant.

Compte tenu de la difficulté de protéger l'isolant projeté en parois, cette pratique n'est pas recommandée pour les stockages en vrac, hormis cas particuliers devant être confirmés par l'expert technique national lors de l'instruction du dossier, où elle ne doit concerner que l'isolation de la toiture d'où elle pourra déborder en haut de paroi pour éviter les ponts thermiques.

L'équipement électrique de l'installation devra être facilement accessible, non inclus dans l'isolant (passage de câbles).

Lorsqu' en stockage fécule, l'isolation périphérique au-dessus du niveau du sommet de tas ou de la toiture est insuffisante, une couverture du tas de type voile Toptex complétée par une couche paillée de 40 cm minimum devra être mise en place durant les périodes de grands froids ; pour les situations extrêmes il pourra être bon de surmonter l'ensemble d'un deuxième voile de type Toptex pour renforcer l'isolation.

➤ **Résistance des parois à la poussée du tas**

Elle concerne uniquement les stockages en vrac. Pour une hauteur conseillée de 3,5 à 4 m, la poussée sur les parois est de l'ordre de 1 tonne par mètre linéaire. La résistance des parois doit être adaptée pour résister à cette poussée.

La hauteur maximale recommandée au chéneau pour la charpente est de 5,5 m en stockage vrac (hors fécule) et 9 m en stockage caisses.

Lorsque la température de consigne visée est supérieure ou égale à 7°C (pommes de terre de transformation), il est possible de stocker les tubercules en caisses avec le seul recours à l'air extérieur en prenant alors en compte les prescriptions techniques du paragraphe « Ventilation ».

➤ **Protection contre l'humidité**

A l'exception des polystyrènes extrudés et du polyuréthane projeté, tous les matériaux isolants doivent être protégés contre la pénétration d'humidité par un écran pare-vapeur placé sur chacune des deux faces du matériau. Cette mesure ne s'applique pas à la pomme de terre de fécule si l'isolation périphérique du tas est obtenue par un mur de paille continu.

➤ **Sol**

Le sol doit être bétonné. Les caractéristiques de la dalle sont à établir en fonction des charges exercées par les engins utilisés.

➤ **Hall de manutention (Auvent)**

Afin de réaliser les opérations de réception, mise en stockage et rechargement des pommes de terre dans de bonnes conditions à l'abri des précipitations, un auvent pourra être construit dans le prolongement de la porte principale du bâtiment de stockage (avec un minimum conseillé de 12 m de largeur). Celui-ci sera pris en compte pour le calcul de la subvention dans la limite de 20 % de la surface de l'aire de stockage du bâtiment.

LA VENTILATION

Une capacité de ventilation suffisante et une répartition homogène de l'air sont nécessaires pour assurer une conservation de longue durée.

Pour l'utilisation de l'air extérieur, en dehors des stockages féculé pour lesquels la ventilation doit essentiellement permettre de sécher les tubercules après récolte et les maintenir à une température de consigne, les installations destinées aux plants ou à la pomme de terre de consommation doivent permettre :

- d'introduire l'air extérieur en mélange à l'air intérieur,
- de ventiler en circuit fermé avec l'air intérieur au stockage,
- de contrôler l'hygrométrie de l'air extérieur introduit,

➤ **Capacité de ventilation**

Pour un stockage vrac (Base retenue : 1 m³ de pommes de terre = 650 kg), elle doit être de 100 m³/h par m³ de pommes de terre. Il est préférable de choisir des ventilateurs de type hélicoïdal, fournissant un grand débit d'air sous faible pression (15 mm de colonne d'eau). Ceux-ci doivent être équipés de clapets anti-retour lorsqu'ils sont mis en œuvre dans un couloir technique.

Pour la pomme de terre de féculé, on accepte la possibilité de disposer de ventilateurs déplaçables sur 2 gaines au maximum lorsque la distribution d'air se fait par un réseau de gaines enterrées ou hors sol. La capacité totale de 100 m³/h par m³ stocké devra par contre être respectée pour ce débouché en cas d'utilisation d'un caillebotis intégral ou d'un caisson latéral à cloison canadienne.

Lorsque les pommes de terre sont mises en caisses dès la récolte une introduction d'air extérieur par dispositif de mélange d'air ou extracteur d'air peut être utilisée avec un débit allant jusqu'à 60 m³/h par m³ de pommes de terre stockées. En phase de conservation et d'utilisation du groupe froid un débit de 30 à 40 m³/h par m³ de pommes de terre stockées est suffisant.

➤ **Nuisances sonores**

Le bâtiment devra respecter la législation en vigueur en matière de nuisance sonore (émergence inférieure à 3 dB la nuit et à 9 dB le jour) au niveau des habitations les plus proches du stockage.

➤ **Volets d'entrée et de sortie d'air**

En dehors des pommes de terre de féculé pour lesquelles ces volets ne sont nécessaires que si les pommes de terre sont stockées dans un bâtiment entièrement clos, pour les pommes de terre de plant ou de consommation ils sont obligatoires. Les entrées d'air doivent être situées de préférence au Nord ou à l'Est.

La surface totale des volets d'entrée d'air doit être suffisante pour garantir une vitesse moyenne de 5 à 6 m/s pour l'air lors de son passage au travers de ces trappes d'entrée d'air.

La surface totale des volets de recyclage doit correspondre au minimum à la surface totale des entrées d'air.

La surface totale des sorties d'air doit être supérieure d'au moins 20 % par rapport à la surface totale des entrées d'air. Si l'air est évacué à l'intérieur d'un bâtiment, dans l'aire de conditionnement par exemple, des trappes de surface équivalente et auto-ouvrantes sont à installer dans des parois qui donnent vers l'extérieur.

Les volets de sortie d'air doivent être situés de préférence à l'opposé des entrées d'air. Au cas où ils seraient situés sur le même pignon, il est conseillé de les décaler d'au moins 1,5 m en hauteur par rapport aux entrées et de placer des « casquettes » au-dessus des ouvertures d'entrée d'air pour assurer une aspiration d'air extérieur par le bas.

L'ouverture et la fermeture des volets d'entrée d'air et de recyclage sont commandées par l'armoire de régulation. Leur fonctionnement est automatique au moins pour les entrées d'air. Une sortie d'air par motorisation de la porte principale est exclue pour des raisons d'efficacité et de sécurité.

Répartition de l'air en stockage vrac

Elle est assurée à partir ou non d'un couloir de surpression situé sur le long pan ou en pignon du bâtiment et sa distribution dans le tas s'effectue par :

- soit un caillebotis intégral surplombant des gaines d'égale profondeur ; les sections de sortie d'air des caillebotis seront réduites à l'opposé du couloir technique lorsque les gaines dépasseront 15 m de longueur ou une pente sera créée en fond de gaine,
- soit par des gaines de sections décroissantes, enterrées ou placées à la surface du sol. Les gaines enterrées sont placées à 2,50 – 2,70 m d'axe en axe (distance maximale entre gaines enterrées : 1,70 m). Les gaines de surface sont préférentiellement espacées à 3,50 m d'axe en axe en respectant un écart maximal de 4 m.

Pour le stockage de pomme de terre de féculé, la distribution d'air peut également être réalisée à l'aide d'un caisson de surpression à cloison canadienne disposant de jalousies sur au moins 1,20m de hauteur. Dans ce cas la largeur de pommes de terre stockées devant ladite cloison ne pourra pas dépasser 5 m (exemple : pour un stockage avec couloir de ventilation à cloison canadienne sur les deux longs pans du bâtiment, la largeur de celui-ci ne pourra pas dépasser 12 à 13 m pour des couloirs latéraux de 1 à 1,5 m de large).

Répartition de l'air en stockage caisses

La hauteur de gerbage conseillée est de 5 ou 6 caisses sur au maximum 9 m de hauteur pour les caisses les plus hautes utilisées en pommes de terre de consommation. Il est conseillé de limiter la capacité des caisses aux dimensions maximales suivantes pour les pommes de terre de consommation : Profondeur : 1,2 m x Largeur : 1,8 m à 2,4 m x Hauteur : 1,2 à 1,5 m. La capacité limite conseillée des caisses pour les plants est de 1,2 t avec une hauteur à 1,15 m.

Le mode de stockage des caisses peut être réalisé de différentes façons :

- **avec système « boîte aux lettres » ou « caisson »** : L'air est introduit à partir du couloir de surpression et est distribué par les palettes de chaque caisse. Les palettes, obturées sur deux côtés, forment une gaine de ventilation d'une longueur maximale de 12 m (rangées de 10 palox de dimensions standard). Les palettes des dernières

caisses sont fermées sur trois côtés pour maintenir une pression correcte. Les piles de caisses sont jointives latéralement à moins de disposer de palox aux côtés pleins au moins latéralement.

Un espace entre le sommet des piles et le plafond d'au moins 0.8 à 1 m doit être respecté.

- **avec système « brassage d'espaces »** : Les tubercules sont conservés en caisses palettes, à claire-voies sur les quatre faces et leur disposition dans le bâtiment maintient environ 15 % de la surface au sol libre, de façon à assurer une distribution satisfaisante de l'air dans le stockage. En général, il est conseillé de prévoir un espace de 10 à 15 cm entre les rangées de caisses et 80 cm à 1 m le long des parois. Un espace minimal de 1 m à 1,5 m au-dessus de la dernière caisse est également préconisé dans ce but. L'air froid est propulsé au-dessus des caisses vers l'extrémité du bâtiment opposée à l'introduction d'air ou à la réfrigération. Si la distance de propulsion d'air requise est supérieure à 25 m, l'ajout de ventilateurs de reprise en plafond est nécessaire dans le cas d'un caisson surmonté de buses. En cas d'évaporateur suspendu la distance de projection maximale conseillée est de 15 m.
- **avec système « à aspiration »** : Comme précédemment les tubercules sont conservés en caisses palettes, à claire-voies sur les quatre faces. Les rangées de caisses sont par contre serrées au plus 3 par 3 en ménageant un espace libre ("couloir") d'au moins 50 cm entre 2 groupes de rangées de caisses sur toute la longueur du stockage. Une bâche plastifiée recouvre ces couloirs, du couloir technique d'aspiration, placé au fond du bâtiment et sur lequel viennent s'appuyer les rangées de caisses, jusqu'au bas des premières caisses en front de stockage. Ce dispositif permet d'accroître le passage dynamique de l'air au travers des caisses. Toutefois pour éviter trop d'hétérogénéité de ventilation sur la longueur du bâtiment, le couloir ne devra pas excéder 20 m

➤ **Régulation de la ventilation**

Elle doit être automatique, afin d'assurer le refroidissement des tubercules de manière contrôlée en disposant d'une information satisfaisante de leur température (1 sonde de tas pour 150 à 200 t stockées et au minimum 2 sondes par tas) et la valeur de l'air ventilé.

Pour la pomme de terre de fécule, la régulation pourra s'effectuer uniquement à l'aide d'un automate à afficheur numérique disposant d'une température de consigne modifiable et fonctionnant avec un déclenchement de type différentiel mini/maxi + limite de température basse.

Pour les plants et pommes de terre de consommation, la température de l'air introduit dans le stockage se fera par le principe du mélange d'air (ventilation air extérieur avec mis en place d'une sonde de température « de gaine »), qu'il s'agisse d'un stockage vrac ou en caisses, ou par le fonctionnement d'un groupe frigorifique (réfrigération).

Lorsque le stockage en caisses réfrigéré n'utilise pas l'air extérieur, il doit cependant disposer d'un dispositif de renouvellement d'air d'au moins 5 m³/t par jour. Celui-ci sera assuré par un extracteur positionné en partie basse du bâtiment.

Les boîtiers de régulation devront permettre une sauvegarde des données de conservation sur au moins une campagne de conservation à raison d'au moins un enregistrement journalier des paramètres de stockage.

➤ Régulation de l'hygrométrie

Les installations de ventilation utilisant l'air extérieur pour les plants ou la pomme de terre de consommation doivent être régulées en intégrant le facteur hygrométrie dans cette régulation avec l'ajout d'une sonde d'hygrométrie extérieure.

Des dispositifs d'humidification d'air pourront être également installés au mieux dans le flux d'air créé par la ventilation de façon à éviter tout risque d'écoulement d'eau dans le tas de tubercules. Leur utilisation sera également régulée par l'automate du bâtiment avec la mise en place d'une sonde d'hygrométrie intérieure fiable.

Afin de garantir dans le temps une bonne régulation du stockage, il est recommandé de prévoir au moins un étalonnage annuel des différentes sondes de régulation (température et hygrométrie).

LA REFRIGERATION

En complément ou non du système de ventilation en circuit fermé, un groupe frigorifique peut être adjoint pour les conservations de longue durée ou pour garantir une conservation des tubercules à une température de consigne basse en limitant au mieux les risques de fluctuation.

La production et la distribution du froid dans le bâtiment peut s'effectuer selon les procédés de détente directe ou de détente indirecte (eau glycolée...). Pour ce dernier cas, le fluide caloporteur devra être certifié de l'appellation « alimentaire » pour les stockages de pommes de terre de consommation.

- Projets de construction ou d'aménagement de bâtiment : Compte-tenu des normes ci-dessus, une puissance frigorifique de 60 à 70 W/tonne est nécessaire. Cette valeur est calculée pour une durée de fonctionnement journalière de 20 h pendant la période de refroidissement pour un Δt de 7 °C.
En cours de conservation, l'installation frigorifique doit permettre de maintenir une hygrométrie satisfaisante dans le bâtiment et pour cela limiter le refroidissement de l'air à 2 °C maximum lors de son passage au travers de l'évaporateur. Les surfaces d'évaporation devront ainsi être dimensionnées en conséquence
- Bâtiments déjà construits ou aménagés et dont le coefficient de transmission de chaleur U des différentes parois est compris entre 0,3 et 0,5 W/m² °C : Il est alors nécessaire de majorer la puissance frigorifique d'environ 30 %.

Dans tous les cas, le coefficient U de la cloison qui sépare la cellule réfrigérée du reste du bâtiment non isolé doit être au moins équivalent à la norme.

Le fluide frigorigène utilisé pour la production de froid devra respecter la législation en vigueur au moment de la réalisation du projet et l'installation frigorifique devra se conformer au besoin à la réglementation ICPE en cours. Il est recommandé de travailler avec un fluide frigorigène au Pouvoir de Réchauffement Global (*Global Warming Potential*) inférieur à 2500 kg Eq. CO₂, comme valeur guide généralement citée par la procédure de *Phase Down* en cours d'élaboration pour réduire les quantités mises en marché de fluides frigorigènes à haut impact potentiel sur le réchauffement climatique.

Lorsque des applications par thermonébulisation doivent être réalisées dans le bâtiment, il est essentiel de penser à la sécurisation de ces traitements dès sa construction ou son aménagement. Pour ce faire il est nécessaire de prévoir un emplacement spécifique destiné à cet usage, de préférence à l'opposé du couloir technique de ventilation avec un dégagement minimal de 2,5 m devant l'orifice destiné au passage de l'appareil.

Cet emplacement devra comporter :

- une surface minimale de 1 m² d'isolant de type Mo au travers duquel pourra passer le canon de l'appareil de traitement grâce à un orifice sécurisé par une paroi métallique ; si l'opérateur reste au sol, l'ouverture prévue sera située à environ 1 m du sol,
- un espace suffisant couvert et protégé pour une manipulation correcte et sécurisée de l'appareil par l'applicateur (par exemple passerelle avec barrière et garde-fou pour application en hauteur),
- les boutons de commandes de démarrage manuel des ventilateurs à proximité, à moins qu'un programme spécifique pour la thermonébulisation ne soit intégré à l'automate de régulation de la ventilation du bâtiment,
- une prise électrique sécurisée d'un ampérage suffisant pour assurer le bon fonctionnement de l'appareil de thermonébulisation si celui-ci est électrique,
- un extincteur.

A ce descriptif il est possible d'y inclure une fenêtre pouvant être obturée par un cache isolant permettant de suivre l'évolution de l'application à l'intérieur du bâtiment,

L'ensemble des équipements comportant des caches de protection électrique devra être de nature à résister à une corrosion susceptible d'être provoquée par les produits appliqués par thermonébulisation ou nébulisation à froid.

(1) « Stockage et conservation de la Pomme de Terre » - Brochure ITCF / ITPT (2001)

(2) « Données pratiques de construction d'un bâtiment de stockage de pomme de terre » (1994) - P. CABARET, H. PHILIPPO + additif 2000 rédigé par H. PHILIPPO - Chambre d'Agriculture du Nord

(3) « Bien ventiler les pommes de terre de fécule » à l'adresse <http://www.arvalisinstitutduvegetal.fr/fr/ventilationfecule.asp>

(4) ACERMI : Association pour la Certification des Matériaux Isolants

(5) CSTB : Centre Scientifique et Technique du bâtiment.

(6) Plaquette Sécurité ARVALIS/GROUPAMA à l'adresse http://www.arvalis-infos.fr/_plugins/WMS_BO_Gallery/page/getElementStream.html?id=22743&prop=file