

L'isolation des hangars de stockage.

Fabienne Rabier & Sébastien Pekel²

Article réalisé dans le cadre du projet « Bâtiments de stockage pommes de terre en Région wallonne ». Projet porté par le Département Génie rural, en collaboration avec la Fiwap, et financé par la Direction Générale de l'Agriculture (DGA) du Ministère de la Région wallonne (MRW).

1. Introduction

La conservation des pommes de terre se fait à des températures spécifiques (appelées températures de consigne) qui dépendent de la spéculation.

- Pomme de terre industrielle: 7-9°C
- Pomme de terre pour le marché du frais: 5-6°C
- Plant de pomme de terre: 2-4°C

Le bâtiment de stockage doit assurer le maintien de la température des tubercules à un niveau donné durant la conservation, et ce quelles que soient les variations de températures extérieures qui sont parfois importantes.

Ces écarts de températures entre l'intérieur et l'extérieur provoquent des déplacements de chaleur de la zone chaude vers la zone froide (transfert de chaleur).

2. Importance de l'isolation

- Eviter les dépenses d'énergies pour éviter un refroidissement trop important des tubercules (fuite de chaleur) ou un réchauffement (entrée de chaleur).
- Eviter les dépenses d'énergies dans le cas d'un stockage en frigo (entrée de chaleur).
- Eviter les variations de température du tas (brunissement).
- Eviter (ou retarder) l'apparition de la condensation durant les périodes froides. L'humidité relative dans un hall de stockage de pommes de terre est élevée (entre 90 et 100%). L'air plus froid ne peut contenir la même quantité d'eau que de l'air plus chaud et on assiste à des phénomènes de condensation. Lorsque la température d'une paroi diminue à partir de sa face extérieure (en hiver), la vapeur d'eau contenue dans l'air du bâtiment qui se trouve au contact de la paroi plus froide se condense à la surface ou même à l'intérieur de celle-ci (si on ne met pas en œuvre une couche étanche et continue à l'intérieur du bâtiment : pare vapeur). Certains isolants sont imperméables à la vapeur d'eau et ne nécessitent pas la pose d'un pare vapeur.

⇒ Une isolation thermique insuffisante se traduit par des pertes qualitatives (températures de stockage trop basses, humidité sur les tubercules) et engendre des coûts supplémentaires en chauffage ou refroidissement.

² Département Génie rural - Centre wallon de Recherches Agronomiques - Gembloux

3. Conductivité thermique, coefficient de transmission de chaleur, et résistance thermique

Chaque matériau donné possède une caractéristique intrinsèque appelée la **conductivité thermique (noté λ en $W/m^{\circ}C$)**. Plus cette valeur est faible, plus le matériau est isolant. Selon les normes en vigueur, le coefficient de conductivité thermique limite à partir duquel on considère qu'un produit est **un isolant est de $0,065 W/m^{\circ}C$** . Attention cela ne veut pas dire que des matériaux dont le λ est supérieur à $0,065 W/m^{\circ}C$ n'ont pas de pouvoir isolant mais ils ne sont pas considérés comme tels.

Outre cette caractéristique λ , un autre facteur important à prendre en compte est l'épaisseur du matériau. La combinaison de ces deux paramètres permet de définir l'aptitude d'un matériau à conduire de la chaleur par le **coefficient global de transmission de**

chaleur K ($W/m^2^{\circ}C$). On utilise également le terme de **résistance thermique d'un matériau R en $m^2^{\circ}C/W$** qui est l'inverse de K (1/K).

Dans le cas d'un mur constitué de plusieurs matériaux, la résistance thermique de l'ensemble est égale à la somme des résistances thermiques de tous les matériaux qui constituent la paroi.

En bref : un matériau donné est un meilleur isolant

- si sa conductivité thermique (λ) est faible
- si son coefficient global de transmission de chaleur (K) est faible
- si sa résistance thermique (R) est élevée.

Quelques exemples de matériaux avec leurs coefficient de conductivité thermique (λ).

Matériaux	Coefficient de conductivité thermique λ en $W/m^{\circ}C$
Béton plein	2,3
Briques pleines	0,87
Béton cellulaire	0,17
Bois de sapin	0,17
Panneaux en chanvre	0,04
Laine de verre	0,16 à 0,036
Air	0,030
Polyuréthane en panneau	0,026 à 0,035
Frigolite	0,039
Paille	0,07

Sources : ITPT, fabricants divers, Ademe.

Remarque : les chiffres cités sont des moyennes, les procédés de fabrication peuvent être différents (de plus ils évoluent) et également entraîner des λ différents. Avant un achat, il convient de toujours vérifier le λ du matériau auprès du vendeur.

Attention : l'épaisseur prise seule ne signifie rien, ce n'est pas parce que l'épaisseur placée est importante que l'isolation est bonne, cela dépend également de la conductivité.

Par exemple pour obtenir un coefficient global de transmission de chaleur égal à $0,3 W/m^2^{\circ}C$ il faudra **8,5 cm de polyuréthane en panneau ou 54 cm de sapin ou 7,2 m de béton plein !**

4. Critères de choix d'un isolant

4.1 Informations générales

Le choix d'un isolant peut se baser sur un grand nombre de critères tels que :

- Offrir des performances thermiques élevées y compris à long terme,

- Etre imputrescible,
- Traité contre les rongeurs, insectes,
- Offrir une bonne résistance mécanique, résistance aux chocs,

- Bonne stabilité dimensionnelle dans le temps,
- Insensible à l'eau (nettoyage) et à la vapeur d'eau (stockage en milieu humide),
- Facilité de mise en œuvre, léger (poids sur la structure),
- Réaction au feu,
- Prix.

4.2 Halls de stockage de pommes de terre

Il n'existe pas d'**obligations** concernant les isolants à utiliser, ce paragraphe ne fait état que de **recommandations**.

a) Coefficients de transmission de chaleur recommandés

Les valeurs recommandées pour les bâtiments de stockage des pommes de terre sont reprises au tableau suivant (pour les parois constituant les murs et le toit) :

Bâtiment	K maximum recommandés (W/m ² C)	R minimum recommandés (m ² C/W)
Hall ventilé (température de stockage >6°C)	0,3	3,3
Hall réfrigéré ou frigo (température de stockage 4-6°C)	0,25	4
Frigo (température de stockage < 4°C)	0,2	5

Les exigences sont plus importantes pour les frigos afin de réduire les transferts de chaleur, et ainsi les heures de fonctionnement du groupe froid.

Le choix doit donc se porter sur un matériau permettant d'atteindre ces valeurs sans avoir à appliquer une couche de 50 cm !

b) Propriétés I,S,O,L,E

Les propriétés importantes des isolants sont listées ci-dessous. Les lettres par lesquelles sont nommées les propriétés sont indicatives (norme française).

- I aptitude de l'isolant à **résister à l'effet d'une compression** (5 niveaux I1 à I5, du moins résistant au plus résistant)
- S permet d'apprécier la **stabilité** dans le temps des dimensions initiales de l'isolant sous influence de la chaleur et de l'humidité (5 niveaux S1 à S5, du moins stable au plus stable).
- O caractérise le **comportement à l'eau** de l'isolant, imperméabilité et absorption d'eau (3 niveaux O1 à O3).
- L caractérise la **cohésion et la rigidité** de l'isolant après essais mécaniques en traction (4 niveaux L1 à L4)
- E caractérise l'aptitude de l'isolant à **s'opposer au passage de la vapeur d'eau** (5 niveaux E1 à E5).

c) Autres propriétés

La réaction au feu qui définit la participation du matériau en tant qu'agent de combustion et donc d'élément de propagation de l'incendie. Le classement comprend 5 niveaux de M1 à M5 (ou M0 à M4), M1 pour les produits incombustibles et M5 pour les produits très facilement inflammables.

On conseille des niveaux inférieurs pour le toit par rapport au mur et enfin au sol : M1 ou M2 pour le toit, et M2 ou M3 pour les murs.

Certains matériaux sont ininflammables tels que les polystyrènes extrudés par exemple (classe M1). Tandis que d'autres s'enflamment facilement (polyuréthane). Il existe plusieurs procédés d'ignifugation qui permettent de remédier à ce problème.

Traitement rongeurs, insectes...Certains isolants sont naturellement non attractifs pour les rongeurs (laine de mouton, laine de verre, laine de roche) ou les insectes (laine de roche pour les termites). D'autres sont traités afin de l'être.

4.3 Pour s'y retrouver

- Demander l'avis des professionnels
- Le marquage CE garantit la conformité du produit aux exigences de sécurité et qualité mais pas les caractéristiques du matériau.
- Exemple du marquage ACERMI : certificat délivré par l'association pour la certification des matériaux isolants. Il apporte la garantie de la fiabilité de leurs performances. Il est apposé sur l'emballage des produits et permet le choix d'un isolant adapté à l'emploi grâce aux informations inscrites sur l'étiquette.

En plus de la résistance thermique, ce certificat fournit les informations I,S,O,L,E ainsi que la classe de réaction au feu.

5. Isolants utilisés en Région wallonne

Selon une enquête effectuée en Région wallonne, les **principaux isolants utilisés** aussi bien pour le toit que les murs sont listés dans le tableau suivant. Les épaisseurs d'isolant nécessaire afin d'atteindre les K (ou R) recommandés sont également mentionnés dans le tableau ainsi qu'un prix moyen indicatif au m² (enquête 2007 auprès de professionnels actifs en Belgique).



Isolant	Noms commerciaux	Épaisseur (cm) K=0,3	Prix (€/m ²)	Épaisseur (cm) K=0,25	Prix (€/m ²)	Épaisseur (cm) K=0,2	Prix (€/m ²) (Indicatif)
Polyuréthane en panneau	Isobar Eurothane	6 à 8 cm	24 à 26	8 à 10 cm	28 à 29	10 à 12 cm	31 à 34
Polyuréthane projeté	Pluimers isolatie, Isotrie, Thermo technique.	6 à 8 cm	17 à 21	8 à 10 cm	18 à 24	10 à 12 cm	19 à 30
Polystyrène extrudé	Styrodur, Styrofoam, Roofmate	10 à 12 cm	18 à 44	12 à 14 cm	24 à 56	16 à 18 cm	33 à 61
Polystyrène expansé (frigo-lite)	EPS	10 à 12 cm	10 à 26	12 à 13 cm	26 à 27	16 à 17 cm	34 à 33

Remarque : les prix mentionnés s'entendent hors TVA (départ usine) sans frais de pose par un professionnel à l'exception du polyuréthane projeté. Les devis ont été demandés pour des surfaces comprises entre 500 et 1000 m².

Pour certains produits, les prix varient du simple au double (par ex de 24 à 56 € pour une épaisseur de 12 à 14 cm dans le cas du polystyrène extrudé), il est important de bien se renseigner. Certains présentent des caractéristiques légèrement différentes: par exemple présence d'une feuille d'aluminium ou non, parement de mortier,...Les systèmes d'emboîtement sont également différents. Les épaisseurs sont fixées par les procédés de fabrication, ce qui ne permet pas toujours de choisir l'épaisseur calculée (les panneaux de polyuréthane sont souvent disponibles en épaisseur 8 et 10 cm). Certains professionnels ne sont pas d'ailleurs pas capables de fournir un matériau qui permet d'atteindre K= 0,2.

Le polystyrène expansé (frigo-lite) :

Ce type d'isolant se présente le plus souvent, sous forme de panneau. Ce sont des perles de polystyrène expansées sous vapeur d'eau et injectées sous pression pour être moulées. Cette structure à pores ouverts se présente sous différentes densités desquelles découlent des coefficients de conductivité différents (compris entre 0,037 et 0,044).

La perméabilité à la vapeur d'eau est de moyenne à élevée. Ce qui nécessite la pose d'un pare vapeur, sauf si le panneau est revêtu sur ses deux faces d'une feuille d'aluminium.

Existe également avec différents traitements : ignifugé, résistance aux chocs.

→ **Utilisation : couche d'égalisation, dans les panneaux sandwich, en isolation principale protégé (pare vapeur), isolation des sous-toitures avec pare vapeur.**

Le polystyrène extrudé :

Le produit est expansé en continu, et présente une structure à pores fermés. Il est plus

résistant à la compression que la frigolite et il ne se tasse pas. Il existe différents produits ayant des coefficients de conductivité différents. Ce type d'isolant présente une faible perméabilité à la vapeur d'eau (pare-vapeur inutile). Parce qu'ils sont quasiment insensibles à l'humidité, ils peuvent être désinfectés, nettoyés au jet basse pression. Ils offrent également l'avantage d'une mise en œuvre facile et d'un assemblage précis. Ces panneaux sont fixés mécaniquement par chevilles et tire-fonds. Ce produit ne brûle pas.

→ **Utilisation : sous toiture et parois des bâtiments, protection nécessaire au contact des pommes de terre. Grâce à leurs différentes caractéristiques, les panneaux de polystyrène extrudé sont très appropriés pour l'isolation des bâtiments de stockage. Cependant, ils peuvent présenter un coût relativement important en fonction des « options » (couche supplémentaire de protection).**

Le polyuréthane en panneau :

Le polyuréthane (PUR) est une mousse synthétique avec une structure cellulaire de type fermée qui est produite par le mélange de deux résines dont la réaction crée une troisième résine stable. Le produit est fabriqué en continu, entouré sur les deux faces par une couche de revêtement soit: un voile de verre bitumé, une feuille d'aluminium ou de kraft-aluminium, un voile de verre nu, un voile de verre traité à l'intérieur desquelles le produit est expansé. Ce produit est inflammable et dégage des fumées toxiques à la combustion.

→ **Utilisation : sous toiture et parois des bâtiments, protection nécessaire au contact des pommes de terre. Cet isolant est également bien adapté pour les halls de stockage de pommes de terre.**

Le polyuréthane projeté :

Le produit est projeté grâce à un agent d'expansion (liquide sous pression) qui se gazéifie instantanément à l'air libre et engendre la formation de la mousse. Le produit est appliqué par couches successives. Les conduites et les poutres ne forment plus d'obstacles car elles sont directement recouvertes d'isolant. Tous les joints et les fentes, ainsi que les raccords sensibles aux courants d'air, entre les murs et les plafonds, sont entièrement isolés.

Il n'est pas possible de mettre en œuvre un pare vapeur, afin d'obtenir un isolant relativement imperméable à la vapeur d'eau il faut que la projection permette d'atteindre une densité de 40 kg/m³.

→ **Utilisation : la projection permet l'isolation de structures où il est difficile de fixer des panneaux (isolation de toitures à configuration compliquée ou surfaces qui présentent beaucoup de reliefs). De ce fait, on privilégiera ce type d'isolant pour la transformation de bâtiments existants.**

Le tableau ci-dessous présente également les prix d'autres isolants. Ceux-ci sont moins adaptés pour les halls de stockage mais sont quelque fois utilisés ou pourraient l'être (isolant écologique tel que le chanvre).

Isolant	Noms commerciaux	Epaisseur K=0,3	Prix (€) /m ²	Epaisseur K=0,25	Prix (€) /m ²	Epaisseur K=0,2	Prix (€) /m ²
Paille		23 cm	Coût revient ferme	27 cm	Coût revient ferme	34 cm	Coût revient ferme
Panneau de chanvre	Technichanvre	13 cm	18	16 cm	21	20 cm	27
Béton cellulaire	Ytong	30 cm	37	36 cm	45	*	*
Laine de verre	Telstar	13 cm	10	15 cm	13	19 cm	15
Laine de roche		10 cm	14	13 cm	19	16 cm	22

* les dimensions commercialisées ne permettent pas d'atteindre un K=0,2.

Paille:

Le coefficient d'isolation de la paille est très intéressant avec une valeur moyenne de 0,07 W/m°C pour le coefficient de conductivité

thermique. Celui-ci a été obtenu pour des ballots secs d'une densité de 75 kg/m³. La

paille humide a un pouvoir isolant moindre (0,08 W/m°C).

Panneaux de chanvre :

La laine de chanvre est un isolant obtenu par effilochage et expansion des fibres de chanvre. Les fibres de chanvre sont collées par un liant qui peut être synthétique ou naturel. Cet isolant se présente en rouleau ou en panneau. Attention de bien vérifier que les panneaux soient protégés par un pare-vapeur, car le chanvre est perméable à l'eau. De plus, il faut prévoir un revêtement mural supplémentaire pour protéger les panneaux de chanvre de l'écrasement et de l'humidité provenant du tas de pomme de terre. Ce type d'isolant possède également des propriétés acoustiques. Les rongeurs n'ont pas d'attrance pour la fibre de chanvre. Très résistante et indigeste, ils ne cherchent pas à nicher dans le produit. Le coefficient de conductivité thermique (0,04 W/m°C) est très intéressant.

→ **Utilisation : en panneau en sous toiture ou au niveau des murs avec protection. La laine de chanvre est idéale pour l'isolation de combles, de planchers, de cloisons.**

Laine de verre :

Elle est constituée de sable et produits de recyclage du verre qui sont fondu et qui subissent ensuite un fibrage. La laine est ensuite comprimée et polymérisée. Ce produit est incombustible. La laine de verre permet également de réduire les bruits. Elle est imputrescible et n'est pas attaquée par les rongeurs. Il est nécessaire de prévoir un revêtement mural supplémentaire pour protéger la laine de verre de l'écrasement et de l'humidité provenant du tas de pomme de terre.

→ **Utilisation : en panneau en sous toiture ou au niveau des murs, avec protection rigide.**

6. Pose des isolants

Bien souvent, afin de réaliser une économie les producteurs posent eux-mêmes l'isolant, c'est évidemment mieux de le faire réaliser par un professionnel.

Attention aux ponts thermiques, prendre en

compte la dilatation thermique pour éviter la création de fentes (demander au vendeur comment se comporte son produit). Les joints entre les plaques peuvent être recouverts par un ruban adhésif ou une baguette.

La fixation des plaques s'effectue à l'aide d'attaches plastifiées, il existe différents systèmes d'attache qui peuvent être utilisés en fonction de l'isolant et de la surface sur laquelle est fixée celui-ci.

Pour la projection, il est déconseillé de réaliser l'isolation par soi-même car, sans expérience, il est difficile d'assurer la régularité de la couche projetée (épaisseur et densité).

7. Conclusions

L'isolation est importante. Une bonne isolation permet de réduire les dépenses énergétiques et de préserver la qualité du produit stocké. Elle ne doit pas être considérée comme une simple finition du bâtiment et nécessite une grande attention.

En Région Wallonne, 76,2% des halls sont complètement isolés (source: enquête CRA-W 2006) La répartition de l'isolation en fonction du type de hall permet de voir que ce sont **les vieux bâtiments et les halls multifonctions qui sont les moins isolés** : 56,5% des vieux halls sont partiellement ou pas isolés, 40% pour les halls multifonctions. Ce pourcentage est réduit à **9,3% et 5% respectivement pour les halls spécifiques et les frigos.**

Cependant, il est important de remarquer que **même si les bâtiments sont isolés il apparaît que, pour une partie de ceux-ci, l'épaisseur de l'isolant utilisé n'est pas suffisante pour répondre aux recommandations en vigueur pour le stockage des pommes de terre.**

Par exemple pour les frigos environ 60% ne sont pas suffisamment isolés et pour les halls spécifiques : 30% !

Ne tombez pas dans le piège ! Bonne conservation !

Plus d'informations ? Tél. 081/627.169 ou 081/627.147.