

"R" Conte de Fées

Le mythe des valeurs isolantes

par David B. South



MONOLITHIC DOME INSTITUTE™

177 Dome Park Place - Italy, TX 76651
Tel (972)483-7423 - Fax (972)483-6662
mail@monolithic.com | [Press Room](#)

L'un des contes de fées de notre temps est la valeur "R". La valeur "R" est présentée avec tellement d'insistance aux consommateurs Américains que celle-ci a pris un statut de "vérité gravée dans la pierre". La partie la plus triste de ce conte de fées est que la valeur "R" en elle-même est presque un nombre sans valeur.

Il est impossible de définir un isolant avec un seul nombre. Il est impératif que nous connaissions plus qu'un simple nombre "R". Alors pourquoi permettons-nous que le conte de fées de la valeur "R" se perpétue ? Je ne le sais pas ! D'ailleurs, je ne sais pas si quelqu'un le sait. Il est évident que ceci favorise l'isolant de fibres. Considérez la valeur "R" d'un isolant après qu'il ait été submergé dans l'eau ou soumis à un vent de 20 milles à l'heure. Évidemment la valeur "R" des isolants de fibres serait de zéro. Sous les mêmes conditions, les isolants rigides ne seraient pratiquement pas affectés. Encore une fois les valeurs "R" sont de drôles de nombres. Ils ne veulent rien dire à moins que l'on connaisse d'autres caractéristiques.

Aucun d'entre nous n'achèterait une propriété si nous n'en connaissions qu'une dimension. Par exemple, si quelqu'un vous offrait une propriété pour une somme de 10 000 \$, en vous disant simplement que c'est un sept. Votre première réflexion serait de penser : est-ce sept arpents, sept pieds carrés, sept milles carrés, etc... Vous voudriez savoir où elle se trouve : dans un marais, sur une montagne ou au centre-ville de Dallas. En d'autres mots, un seul nombre ne peut pas décrire d'une façon efficace un objet quelconque. L'utilisation d'une simple valeur "R" est absolument ridicule. Et pourtant, nous avons des codes du bâtiment qui rendent obligatoire des valeurs "R" de 20, 30 ou 40. Un isolant de fibres de valeur "R25" disposé dans une maison qui n'est pas convenablement scellée permettra au vent de s'infiltrer comme si elle n'était pas isolée. Il se peut que la valeur "R" soit précise dans les matériaux testés en laboratoire, mais ceci n'a aucun rapport avec les conditions que l'on rencontre dans la vraie vie. Nous devons commencer à demander des dimensions additionnelles pour nos produits isolants. Nous devons connaître sa résistance à l'infiltration d'air, à l'eau libre et à la vapeur d'eau. Quelle sera sa valeur "R" lorsqu'il aura été soumis aux conditions réelles de l'environnement ?

La valeur "R" est un nombre fictif qui prétend indiquer les propriétés de résistance à la perte de chaleur que possède un matériau. On arrive à la conclusion de ces propriétés en utilisant la valeur "k" d'un produit et en la divisant dans le nombre un. La valeur "k" est la mesure réelle de la chaleur transférée à travers un matériau spécifique.

Test servant à déterminer la valeur "R"

Le test utilisé pour produire la valeur "k" est un test ASTM. Ce test ASTM a été conçu par un comité pour nous fournir des valeurs de mesures qui auraient un sens significatif. La majeure partie du problème se trouve dans la conception du test. Le test favorise les isolants de fibres - - la fibre de verre, la laine minérale et la fibre de cellulose. Très peu de données furent considérées concernant les isolants rigides, tels que : la mousse de verre expansé, le liège, le polystyrène expansé ou la mousse d'uréthane.

Le test ne tient pas compte des déplacements d'air (le vent) ni de l'humidité (la vapeur d'eau). En d'autres termes, le test servant à définir la valeur "R" en est un qui ne tient pas compte des conditions réelles de l'environnement naturel. Par exemple, on attribue généralement une valeur "R" de 3.5 à la fibre de verre. Cette valeur sera atteinte seulement dans des conditions où il n'y a aucun vent et un environnement qui ne contient aucun facteur d'humidité. **Ces deux conditions ne sont pas réalistes dans un environnement naturel.** Nos maisons sont sujettes aux courants d'air, tous nos édifices en ont aussi et ont également souvent des exfiltrations d'eau. Les vapeurs d'eau provenant de l'atmosphère, des douches, de la cuisson, de la respiration des occupants, etc., se déplacent constamment à travers les murs et les plafonds. Si un grenier n'est pas adéquatement ventilé, la vapeur d'eau provenant de l'intérieur d'une maison aura tôt fait de semi saturer l'isolant qui s'y trouve. Même des petites quantités d'humidité causeront une diminution dramatique de la valeur "R" d'un isolant de fibres - - jusqu'à 50% ou plus.

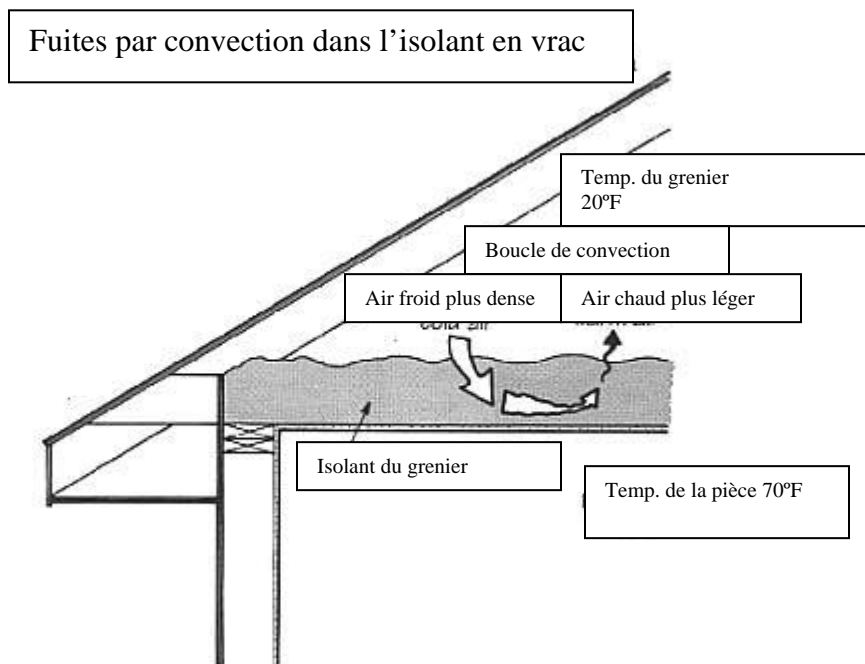
Les pare-vapeur

On nous dit et avec raison, qu'un pare-vapeur devrait être installé du côté chaud de l'isolant. Quel côté du mur d'une maison est le côté chaud ? Évidemment, cette condition change de l'été à l'hiver - -et même du jour à la nuit. Si la température extérieure est de 20°F sous zéro, alors le mur intérieur d'une maison habitée devient le côté chaud. Pendant les mois d'été, lorsque le soleil brille, le côté extérieur devient évidemment le côté chaud. Quelques fois, le novice tentera d'installer un pare-vapeur des deux côtés de l'isolant de fibre. Ceci s'avère généralement une décision désastreuse. Il semble que le pare-vapeur arrêtera presque toute l'humidité, mais pas complètement. De petites quantités d'humidité se fraieront un chemin dans l'isolant de fibres entre les deux pare-vapeur et s'y trouveront ainsi emprisonnées. L'humidité s'accumulera au fur et à mesure des changements de température. Cette accumulation peut devenir un grave problème. Nous avons ré-isolé un certain nombre de chambres d'entreposage de pommes de terre, qui avaient été préalablement isolées avec une fibre de verre comportant un pare-vapeur des deux côtés. Dans un laps de temps d'une année ou deux, l'isolant avait perdu toute sa valeur isolante. L'humidité qui se trouvait emprisonnée entre les deux pare-vapeur occasionnait une saturation de l'isolant de fibre de verre, à un point tel que nous pouvions littéralement en extraire des chaudières d'eau. L'isolant de fibres doit avoir une ventilation sur un côté ; c'est pourquoi il faut installer le pare-vapeur du côté où il sera le plus efficace.

Nous comprenons l'infiltration d'air par les murs d'une maison. Dans certaines maisons, lorsque le vent souffle, on peut le ressentir. Mais ce que la plupart des gens, incluant les ingénieurs, ne réalisent pas, c'est qu'il existe de très sérieux courants de convection à l'intérieur même de l'isolant de fibres. Ces courants de

convection déplacent une grande quantité d'air. Les courants d'air ne sont pas assez rapides pour que l'on puisse les ressentir, ni même les mesurer à moins d'utiliser des instruments spécialisés très sensibles. Néanmoins, l'air transporte constamment la chaleur du dessous de l'isolant de fibres jusqu'à sa surface, lui permettant ainsi de s'échapper. Si nous scellons le mouvement d'air, nous scellons généralement la vapeur d'eau à l'intérieur de l'isolant. L'eau additionnelle formera une condensation (devenant alors une source d'humidité qui fera pourrir la structure).

L'eau, sous forme de vapeur ou de condensation, réduira sérieusement la valeur de l'isolant - - la valeur "R". La seule méthode efficace avec les isolants de fibres est la ventilation. Mais encore là, la ventilation signifie un déplacement d'air, ce qui occasionne une diminution de la valeur "R".



Dans des températures très froides, lorsque l'écart des températures qui traverse l'isolant atteint un certain point critique, la convection à l'intérieur de l'isolant peut réduire sa valeur "R".

Nisson, J.D. Ned, JLC, "Attic Insulation Problems In Cold Climates" March 1992, pp. 42-43

L'infiltration d'air

Le véhicule filtre pour la majorité des fournaies est le filtre de fibre de verre - - la même fibre de verre tissée que l'on utilise en isolation. La fibre de verre est utilisée pour les filtres car elle comporte moins d'impédance aux courants d'air, en plus d'être plus économique. En d'autres termes, l'air circule à travers la fibre très librement. Ironique, cette façon que nous avons d'envelopper notre maison d'un filtre de fournaie qui va intercepter les insectes transportés par le vent lors de son passage à travers notre maison. Il y a des courants d'air formidables qui passent à travers les murs d'une maison typique. À titre de démonstration, prenez une chandelle allumée et placez-la devant une prise de courant électrique d'un mur extérieur lorsqu'il y a du vent. Une maison ordinaire où toutes les portes et fenêtres

sont fermées, comporte une combinaison de courants d'air équivalant à celle d'une porte grande ouverte. Même si l'installation de la fibre isolante a été exécutée d'une manière parfaite dans notre maison et que l'infiltration d'air soit contrôlée presque au point zéro d'un côté de mur à l'autre, nous ne parviendrons pas à arrêter l'air qui se déplace verticalement à travers l'isolant autant dans les murs que dans le plafond.

Le mieux connu des isolants rigides est le polystyrène expansé. D'autres types d'isolants rigides incluent le liège, la mousse de verre expansé et la planche de polyisocyanate ou le polyisocyanurate. Ces deux dernières étant des variations de la mousse d'uréthane. Chacun de ces isolants peut idéalement servir à plusieurs usages. La mousse de verre a été utilisée depuis plusieurs années comme isolant sur les réservoirs chauds et froids, surtout dans les endroits où le déplacement de la vapeur est problématique. Évidemment le liège est un très vieux dépanneur maintes fois utilisé dans les entrepôts frigorifiés. Le polystyrène expansé semble être utilisé partout ; allant des verres et contenants jetables pour nourriture à l'isolation des contours de fondations, de la maçonnerie et autres. La planche d'uréthane est en voie de devenir le standard pour l'isolation des toits, et spécialement pour les toits à recouvrement de gravier et d'asphalte. Elle est aussi grandement utilisée à titre de recouvrement extérieur sur plusieurs nouvelles maisons. Naturellement la valeur "R" de la planche d'uréthane est supérieure à tous les autres isolants rigides. Tous les isolants rigides fournissent une meilleure performance que les isolants de fibres, quand les conditions de vent et d'humidité sont présentes.

La plupart des isolants rigides sont installés en feuilles ou en planches (ou panneaux). Ils ont tous un problème commun. Généralement, on ne peut pas les installer suffisamment serrés l'un contre l'autre pour éviter l'infiltration d'air, peu importe l'épaisseur de ces planches si le vent pénètre à l'arrière de celles-ci. Ceci se remarque souvent dans les constructions de maçonnerie, où l'on utilise les planches d'uréthane entre les murs de briques et les blocs de béton. À moins que les planches d'uréthane ne soient littéralement collées au mur de bloc de béton, l'air s'infiltrera entre l'isolant et le mur de bloc. Dans ce cas, à mesure que l'air s'infiltrera par les trous d'égouttement des briques et contourne l'isolant, celui-ci devient virtuellement inutile. Les isolants rigides doivent être installés avec grande précaution. Les points d'attache des briques doivent être bien ajustés aux joints et scellés afin de prévenir l'infiltration d'air derrière l'isolation.

Le seul isolant rigide communément utilisé qui est absolument hermétique est la mousse de polyuréthane pulvérisée en place. Lorsque adéquatement pulvérisée entre deux poteaux ou poutres de cloison, sur un mur de blocs de béton ou peu importe l'endroit, le facteur adhésif et d'expansion de la mousse en place a pour effet de sceller complètement. Il est pratiquement impossible de surestimer ce processus d'un sceau hermétique. À mon avis, la plupart des pertes de chaleur par les murs d'une maison ont rapport à la façon dont ils sont scellés et non à l'isolation.

Pour des raisons de physique, la chaleur ne se conduit pas horizontalement aussi bien que verticalement. De ce fait, s'il n'y avait pas d'isolation dans les murs des maisons, mais qu'ils soient plutôt scellés hermétiquement, il n'y aurait pas nécessairement une grande différence dans la quantité de chaleur perdue. Par contre, l'effet serait bien différent s'il n'y avait pas d'isolation dans le plafond. Le moyen le plus efficace pour arrêter l'infiltration d'air est l'utilisation de la mousse de polyuréthane pulvérisée en place. C'est le seul matériau (adéquatement appliqué) qui va boucher tous les coins, les fissures, les poteaux de cloisons doubles, les

poutres de soutien du haut et du bas, etc. La valeur "R" d'un matériau n'a aucun intérêt ni conséquence si l'air arrive à le contourner.

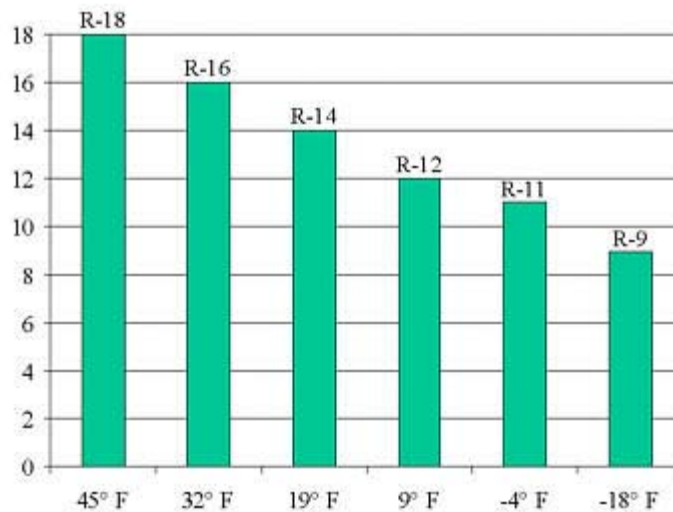
Anecdotes

Dans les années 1970 ma firme a isolé un groupe de maisons neuves dans "Snake River Valley" dans l'état de l'Idaho, utilisant 1,25 pouces de mousse de polyuréthane pulvérisée en place dans les murs. À cette époque, le nombre populaire de la valeur "R" pour un pouce de mousse d'uréthane était de 9,09 par pouce. Utilisant cette valeur, nous installions donc une valeur "R" de $1,25 \times 9,09 = 11,36$ dans les murs. Ceci était beaucoup moins que le R16 proclamé par les firmes qui isolaient avec la fibre de verre. Aujourd'hui, utilisant les chartes d'un livre ASHRAE, nous pourrions seulement parler d'une valeur "R" pour le 1,25 pouces de 7,5 à 9. Aucun de ces nombres ne consiste en une grande valeur "R". La réalité est que les gens pour qui nous avons isolé les demeures nous remercient tous pour les économies de chauffage que nous leur avons procurées. Ils nous ont tous dit que leurs factures de chauffage étaient la moitié moins élevées que celles de leurs voisins. Ils avaient le sentiment d'avoir économisé le coût de la polyuréthane en un an ou au maximum deux ans. Il s'agit d'une évidence anecdotique, je le reconnais, mais l'évidence anecdotique est aussi une preuve irrésistible et très réelle dans notre monde. La plupart de ces clients étaient des gens de savoir. Ils n'auraient pas payé plus cher pour l'isolation d'uréthane si ce produit n'était pas supérieur.

"Il y a un problème avec l'isolant de fibre de verre en vrac dans les greniers là où le climat est froid. Il semble que lorsque la température du grenier descend sous un certain point, l'air commence à circuler à l'intérieur de l'isolation, formant ainsi des "boucles de convection" qui augmentent la perte de chaleur et diminuent l'efficacité de la valeur "R". Dans des températures très froides, (-20°F), la valeur "R" peut diminuer jusqu'à 50%."

Valeur R vs la température Dans le cas de la fibre de verre en vrac

**Règle des
mesures de
la valeur R**



Dans des tests pleine échelle au laboratoire national de Oak Ridge, la valeur "R" pour 6 pouces d'isolant cubes en vrac a diminué progressivement au fur et à mesure que la température du grenier baissait. À -18°F, on a relevé une valeur de seulement R 9. Le problème semble se présenter avec l'isolant de fibre de basse densité en vrac.

Vers le milieu de 1975, j'ai reçu un appel d'un gérant de division de l'un des principaux manufacturiers en produits d'isolation en fibre de verre . Mon interlocuteur a demandé : «Je crois comprendre que vous vaporisez du polyuréthane dans les murs des maisons ?» Je lui ai répondu que c'était vrai. La raison de son appel était que notre firme lui occasionnait des pertes de ventes dans le domaine de la fibre de verre dans notre région. Il a demandé : «Comment pouvez-vous le faire ?»

Je savais ce qu'il voulait dire. Il voulait savoir comment je pouvais regarder quelqu'un en face et lui vendre un produit isolant plus coûteux que la bonne vieille fibre de verre moins coûteuse. Je lui ai dit que nous le faisons avec un fusil pulvérisateur. Comme de raison, ce n'était pas la réponse qu'il voulait. Il voulait savoir comment je pouvais vendre un produit plus cher sans me sentir coupable. Je lui ai raconté avoir isolé deux maisons voisines l'une de l'autre et qui étaient presque identiques. Nous avons isolés les murs de l'une avec 1,25 pouces d'uréthane. L'autre a été isolée avec des nattes épaisse de fibre de verre et le travail a été exécuté par un installateur réputé de la région. Non seulement avons-nous utilisé seulement 1,25 pouces d'uréthane comme isolation totale des murs, mais nous avons en plus demandé au constructeur de ne pas installer le papier isolant de recouvrement. À la fin du premier hiver, la maison isolée à l'uréthane avait une facture de chauffage de la moitié de l'autre maison voisine. Je sais que ceci n'a rien de terriblement scientifique, mais c'est un fait. Je ne suis pas certain s'il a été convaincu, mais il est à noter que cette même entreprise s'est lancée dans la vente de produits d'uréthane dès l'année suivante.

Un pouce et quart de polyuréthane pulvérisé adéquatement dans les murs d'une maison préviendra plus de perte de chaleur que toute autre isolation de fibre que l'on pourrait entasser dans les murs - - même jusqu'à huit pouces d'épaisseur. Non seulement le polyuréthane produit une meilleure isolation, mais il ajoute à la solidité de la maison.

Un de mes premiers clients se nommait Brent. J'avais isolé quelque chambres d'entreposage de pommes de terre pour Brent. Il était au courant de l'efficacité de la mousse de polyuréthane pulvérisée en place. Lorsqu'il a décidé de construire sa très grande et très chic nouvelle demeure, il m'a demandé de venir en faire l'isolation. Je lui ai dit que je serais ravi de le faire. Le constructeur a fait une crise. Il a dit : «Pas besoin de cette mousse d'uréthane dans mes maisons. Mes maisons sont hermétiques et la fibre de verre est aussi efficace».

Brent a expliqué au constructeur: «Je sais qui va faire l'isolation de ma maison. Mais le choix du constructeur n'est pas encore définitif. Vous prenez votre décision. Il est certain que nous allons utiliser l'isolant d'uréthane, soit avec vous ou avec un autre constructeur». La décision du constructeur fut rapide, il accepta d'utiliser l'isolant d'uréthane.

Le résultat fut extraordinaire. Nous avons pulvérisé beaucoup de mousse dans la maison de Brent et cela lui a coûté beaucoup d'argent, car la maison était très grande. Par la suite, à toutes les fois que je le rencontrais, il me disait que ses

factures de chauffage étaient inférieures à toutes les maisons qu'il avait louées précédemment ou de n'importe lequel des gens qu'il connaissait. Et sa maison était deux ou trois fois plus grande. Aussi le constructeur a commencé à utiliser mes services pour l'isolation de la plupart de ses nouvelles maisons faites sur mesure. Il m'a dit qu'il mentionnait à ses clients que le meilleur isolant était la mousse de polyuréthane pulvérisée en place. Il leur en coûterait un peu plus cher, mais c'était de loin le meilleur. La plupart des propriétaires optaient pour l'uréthane. Je n'ai jamais eu un client qui m'ait dit qu'il n'avait pas économisé de l'argent après avoir isolé avec la mousse de polyuréthane pulvérisée en place. Vous pouvez prendre tout le temps que vous voudrez et faire tous les calculs possibles avec des valeurs R et des facteurs K, et prouver sur papier qu'il est impossible que l'uréthane accomplisse le travail d'isolation comparable à la fibre de verre. Dans un environnement naturel, je peux rassurer n'importe qui, que d'aucune façon la fibre de verre ne peut être aussi efficace que la mousse de polyuréthane pulvérisée en place - - il n'y a pas la moindre possibilité.

Les tables de valeurs R- font vraiment partie du "conte de fées". Elles montrent les isolants rigides et les fibres l'un à côté de l'autre, laissant croire qu'ils sont comparables. Le fait est que sans prendre en considération les conditions d'installation, ces comparaisons ne veulent rien dire. La mousse de polyuréthane pulvérisée en place fournit son propre pare-vapeur, pare-humidité et un pare-vent. Aucun des autres isolants n'est aussi efficace sans prendre de précautions spéciales lors de l'installation. Les isolants de fibres doivent être protégés contre le vent, l'eau et la vapeur d'eau. Encore une fois, les tables ont besoin d'une table secondaire pour démontrer les effets des conditions d'installation.

Considérez les anecdotes suivantes:

La firme "Meadow Gold" allait construire un entrepôt frigorifique à "Idaho Falls, Idaho". Chet, le gérant de l'entrepôt était un bon ami du détaillant local "Butler". Le détaillant local "Butler" et moi étions devenus de bons amis aussi. Un édifice "Butler" ne se transforme pas très facilement en entrepôt frigorifique si vous avez l'intention d'isoler votre entrepôt avec du polystyrène expansé. Alors nous nous sommes réunis tous les trois et nous avons planifié un entrepôt frigorifique qui répondrait aux besoins de "Meadow Gold" tout en étant construit du modèle "Butler" et isolé de façon appropriée. Ceci se passait lors de la première année où j'avais débuté à utiliser la mousse de polyuréthane pulvérisée en place, à ce moment-là, je croyais toutes les littératures et j'étais confiant que ce que nous faisons allait être parfait. Le résultat fut encore meilleur que prévu. La table des valeurs R de ce temps montrait qu'un pouce d'uréthane équivalait à 2,5 pouces de polystyrène expansé. Alors, j'ai suggéré que l'on pulvérise l'édifice de métal avec quatre pouces d'uréthane au lieu des dix pouces de polystyrène normalement utilisés par "Meadow Gold" pour leurs entrepôts frigorifiques.

J'ai pulvérisé d'uréthane le dessous de la dalle de béton du plancher et les murs à quatre pouces, ensuite le dessous du toit à cinq pouces (le cinquième pouce a été ajouté à titre de marge sécuritaire). Chet, le gérant de l'entrepôt, était inquiet car il s'était en quelque sorte mis la tête sur la bûche en décidant d'aller de l'avant avec une isolation non traditionnelle et aussi un bâtiment non conforme aux méthodes habituelles de la firme "Meadow Gold". Tout de même, la construction progressait selon l'échéancier, sauf que les équipements de réfrigération ne sont pas arrivés au moment prévu. L'été arriva et seulement l'un des deux compresseurs réfrigérant

était arrivé. Il en fallait deux (selon les ingénieurs de "Meadow Gold") pour suffire aux besoins de l'édifice en se basant sur le traditionnel dix pouces de polystyrène expansé.

RÉSISTANCE ET CONDUCTIVITÉ DES MATÉRIAUX ISOLANTS		
FACTEUR K		VALEUR R/po.
0.14	MOUSSE D'URÉTHANE RIGIDE	7.14
0.25	FIBRE DE VERRE	4.0
0.28	PLANCHE DE POLYSTYRÈNE EXPANSÉ	3.57
0.35	MOUSSE DE VERRE	2.86
0.39	PERLITE EXPANSÉ	2.56
0.48	VERMICULITE	2.08

Avec un facteur k inférieur et une valeur R supérieure, la mousse d'uréthane peut fournir une résistance thermique supérieure en utilisant moins de matériaux que tout autre isolant.

Chet a considéré qu'une alternative à son problème serait de convertir à nouveau en congélateur un vieux congélateur qu'il utilisait comme réfrigérateur. Alors, pensait-il, nous pourrions réussir à faire de cette bâtisse un entrepôt frigorifique opérationnel avec seulement un compresseur, en attendant la livraison du deuxième. Ce n'était pas l'idéal, mais ça pourrait fonctionner. Chet nous disait qu'il saurait dès qu'il mettrait en marche le système de réfrigération si oui ou non l'entrepôt serait fonctionnel. Quand je lui ai demandé plus de détails, il m'a dit que normalement il fallait cinq jours pour que le système arrive à une température de -10°F - - la norme pour la crème glacée. Lorsqu'il a démarré le nouveau compresseur réfrigérant, la température a chuté à -18°F au matin du deuxième jour. Ils avaient maintenant leur entrepôt frigorifique. L'entrepôt a fonctionné tout l'été en utilisant un seul compresseur.

L'uréthane conserve l'énergie

Une excellente résistance thermique est le premier bénéfice de performance de l'isolant mousse d'uréthane, mais non le seul. L'uréthane possède aussi les avantages suivants à titre de matériau de construction.

Sa composition à cellule fermée rend l'uréthane efficace dès son installation et à long terme. Lorsqu'il est protégé par un recouvrement, l'uréthane n'absorbera pas l'eau. Conséquemment le facteur x (la conductivité thermique) est virtuellement constant. La mousse pulvérisée a l'avantage d'être absente de fissures et de joints. La résistance thermique de l'uréthane signifie que seulement une épaisseur du matériau est requise pour accomplir le travail dans la plupart des cas. Son taux de perméabilité est très bas (1-3 perm).

Lorsque les circonstances exigent des murs ou des toits plus minces, l'uréthane - - de par sa capacité isolante supérieure - - rend possible la réduction de l'épaisseur du matériau isolant sans en diminuer la résistance thermique ou la résistance thermique d'un assemblage peut être augmentée sans en augmenter l'ensemble. L'uréthane contribue à contrebalancer les restrictions de design selon lesquelles la majorité des matériaux de construction sont constants en épaisseur et en poids.

"Urethane Foam as an Energy Conservor", How to Conserve Energy: in commercial, institutional and industrial construction, Mobay Chemical Corp. Pittsburgh, PA: 1975, p 3

Quelques semaines après le démarrage de l'entrepôt, j'ai reçu la visite d'un ingénieur de la compagnie "Meadow Gold" de Chicago. Il voulait savoir exactement comment nous avions isolé l'entrepôt. Un seul compresseur ne devrait pas suffire à conserver la température comme c'était le cas. Je lui ai expliqué exactement ce que nous avions fait. Il a semblé être satisfait et il est parti. Quelques semaines plus tard il est revenu, cette fois avec son patron. Nous sommes allés à l'entrepôt et nous avons vérifié l'épaisseur de la mousse avec un pic à glace. Il y avait véritablement quatre pouces dans les murs et cinq pouces au plafond. Encore une fois ils ont réitéré que l'entrepôt ne devrait pas fonctionner comme il le faisait. Ce qu'il me disait, est que même si j'avais remplacé 2,5 pouces de polystyrène expansé par un pouce d'uréthane, l'édifice n'utilisait que 50% du rendement normal du compresseur réfrigérant.

Comme vous pouvez l'imaginer,

l'expérience m'a enhardi et je me suis servi des renseignements acquis pour vendre d'autres contrats d'isolation pour des entrepôts frigorifiques.

Un de nos plus grands projets fut un entrepôt frigorifique de soixante cinq mille pieds carrés à Clearfield, dans l'Utha. J'ai réussi à convaincre l'entrepreneur général de nous permettre d'isoler le tout nouvel édifice qu'il construisait tout en béton, avec la mousse de polyuréthane pulvérisée en place. Cet édifice était le douzième d'une chaîne d'entrepôts frigorifiques. Mon copain Bob, l'entrepreneur, avait pris sur lui la responsabilité de changer la norme usuelle des dix pouces de polystyrène expansé aux quatre pouces d'uréthane et des cinq pouces sur le toit. L'édifice était construit avec du béton isolé du côté intérieur avec de l'uréthane pulvérisé en place. Nous avons par la suite pulvérisé trois quarts de pouce de plâtre sur l'uréthane en guise de barrière thermique. Sur les panneaux de béton pré-fabriqués du toit, nous avons mis cinq pouces d'uréthane pulvérisé en place et recouvert le tout avec un goudron chaud et du gravier. (Il s'agit d'une ancienne spécification CPR).

Le dernier jour, j'étais sur le chantier. Au moment précis où nous terminions le travail, le propriétaire est arrivé. Il s'attendait à voir dix pouces de polystyrène expansé, mais voici que s'y trouvait quatre pouces d'uréthane. Je lui ai dit que basé sur mon expérience passée, il allait adorer les quatre pouces d'uréthane, car ce serait encore mieux que le polystyrène expansé. Il m'a rétorqué : «Je me sens comme un chien malade !» car il ne croyait pas possible ce que je venais de lui dire. Il était évidemment trop tard pour changer la situation. S'il aurait pu, il aurait changé le contrat en un clin d'œil, mais il était contraint d'accepter cette situation, il n'avait pas le choix.

Il possédait 12 autres entrepôts de grandeur similaire, sauf que les autres étaient tous isolés avec du polystyrène expansé. La méthode normale de réfrigération consistait en l'utilisation de trois grands compresseurs, dont deux fonctionnaient tout l'été, alors que le troisième était en réserve au cas où un bris surviendrait sur l'un des deux autres.

Environ un an plus tard, j'ai reçu un appel téléphonique de l'un des gérants. Il m'a demandé si j'avais le temps d'isoler un autre entrepôt frigorifique de soixante mille pieds carrés à Clearfield, dans l'Utha. Je lui ai confirmé que nous avions non seulement le temps, mais aussi que nous serions enclins à le faire et que ce serait un plaisir pour nous, mais lui ai-je dit : «je croyais que le propriétaire de votre firme ne voulait rien à voir avec l'isolant d'uréthane». Le gérant m'a expliqué que non seulement l'entrepôt de Clearfield fonctionnait mieux que tous les autres de la lignée, mais aussi que les coûts de réfrigération étaient de 50% moins élevés que les autres. Ils allaient ajouter un autre soixante mille pieds carrés sans avoir à déboursier pour un autre compresseur. À cause de l'efficacité de l'isolation à l'uréthane, leur compresseur pouvait suffire à la demande d'un tel projet. Dû au fait que l'entrepôt avait très bien fonctionné pendant tout l'été avec un seul compresseur, ils pouvaient envisager sans crainte de doubler la surface avec deux compresseurs et leur compresseur de remplacement pouvait toujours servir de remplacement.

Encore une fois, il s'agit de preuve anecdotique, mais laissez-moi vous assurer que vous atteindrez les mêmes résultats si vous faites ce que nous avons fait. J'ai isolé suffisamment de bâtiments maintenant pour savoir que j'obtiendrai de bons résultats dans chaque cas. Jamais vous ne pourrez utiliser la valeur R d'un isolant de fibre et pouvoir la comparer avec la valeur R de l'isolant d'uréthane. Vous ne pouvez pas non plus utiliser la valeur R d'un isolant mousse en feuille et la comparer à la valeur R de l'isolant mousse pulvérisé en place. Le polyuréthane pulvérisé en place est d'une valeur absolue d'au moins trois à dix fois plus efficace que tout autre isolant disponible aujourd'hui.

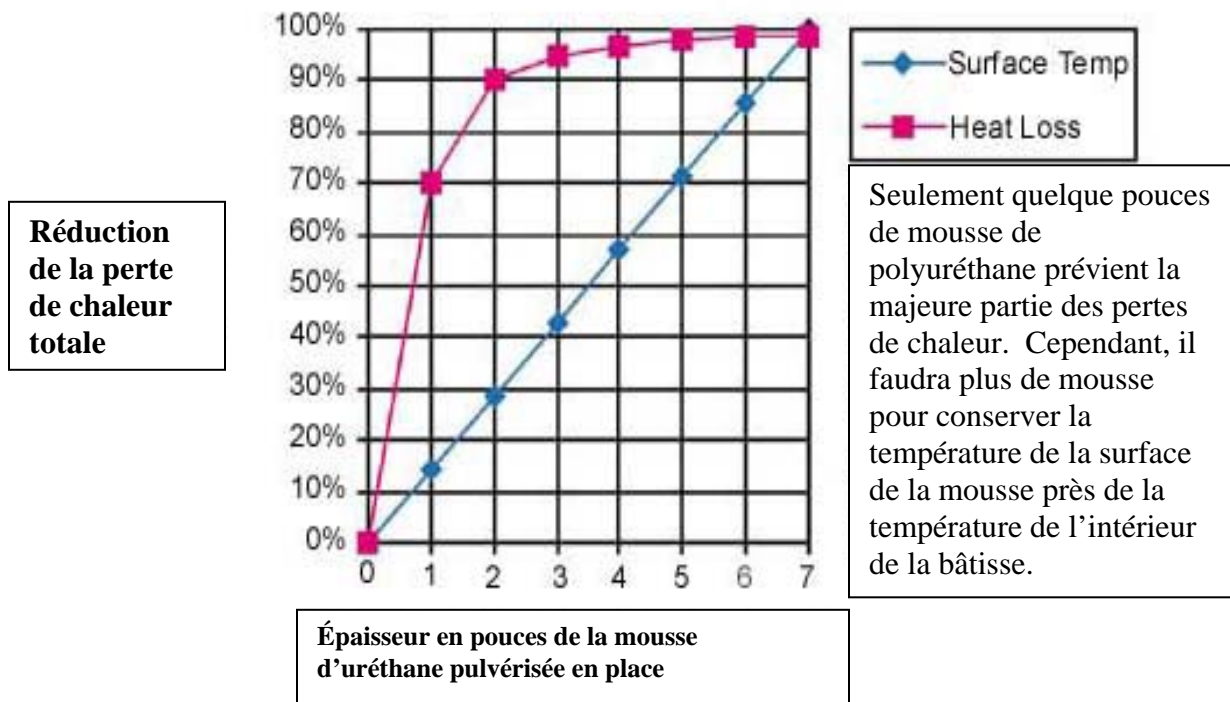
Vers la fin des années 1970, le FTC a malmené les fournisseurs de mousse d'uréthane, les accusant de publicité trompeuse surtout en rapport avec des propos concernant la résistance au feu. Un décret de consentement a suivi. Ceci a grandement détruit le degré de confiance vis-à-vis l'usage de l'uréthane. Précédemment, le "Commonwealth Edison" donnait l'approbation Médaille d'Or aux foyers munis de murs de maçonnerie et isolés avec 1,25 pouces d'uréthane pulvérisé en place. Il est vrai qu'il s'agissait encore d'évidence anecdotique, mais il est également vrai que ça fonctionnait. Au début des années 1970, beaucoup de travaux d'isolation étaient exécutés avec 1,25 pouces d'uréthane en remplacement du traditionnel isolant dans les murs des maisons. L'uréthane remplaçait non

seulement l'isolant traditionnel, mais servait aussi à remplacer le papier de revêtement. Les bâtiments sont plus solides et mieux isolés quand ils sont pulvérisés avec 1,25 pouces d'uréthane.

Le fait de comprendre les deux utilités de l'isolation nous donne un standard pour mesurer les isolants.

I. Perte de chaleur

Il y a une partie méconnue de l'isolation qu'il faudrait explorer. Il y a une différence substantielle entre l'isolation pour le contrôle de la température et l'isolation pour le contrôle de la perte de chaleur. Par exemple, le graphique ci-dessous montre le contrôle de la perte de chaleur pour l'isolation de mousse d'uréthane pulvérisée en place. Tous les isolants auront un graphique semblable, mais avec une plus grande épaisseur d'isolant. Ce graphique indique que plus d'isolant n'est pas nécessairement un indicateur d'efficacité au niveau des coûts. Il y a un certain niveau où plus d'isolant est inutile dans une perspective du contrôle de la perte de chaleur.



Ce graphique illustre la réduction de perte de chaleur d'une bâtisse isolée avec différentes épaisseurs de mousse d'uréthane pulvérisée en place. Note : Les bienfaits de l'isolant n'augmentent presque plus lorsque l'on dépasse le cap des trois pouces. Le graphique n'est pas une exactitude, mais il démontre en général ce qui se produit au niveau de la température de surface au fur et à mesure que l'on ajoute plus d'isolant. En d'autres termes, en super isolant, la température de la surface de l'intérieur des murs extérieurs se rapproche beaucoup de la température de la pièce. Ceci prévient la condensation qui crée la moisissure.

Le graphique démontre que 70% de la perte de chaleur par la conductivité est arrêtée par une épaisseur d'un pouce de mousse d'uréthane pulvérisée en place. Il faut se rappeler que l'on va arrêter presque 100% de la perte de chaleur par l'infiltration d'air avec le premier quart de pouce de mousse d'uréthane. Le deuxième pouce de mousse d'uréthane pulvérisée en place arrête approximativement 90% de la perte de chaleur et le troisième pouce 95% et ainsi de suite.

La diffusion thermique et les puits de chaleur

Il est à noter que quand l'uréthane est utilisé sur l'extérieur d'un puits de chaleur, tel le béton, la valeur R réelle est approximativement doublée. C'est pourquoi avec un dôme monolithique, il est possible de calculer efficacement des valeurs R excédant 60. Un puits de chaleur consiste en toute substance ayant la possibilité d'emmagasiner de grandes quantités de chaleur. Les puits de chaleur les plus communs dans une bâtisse sont : le béton, la brique, l'eau, l'adobe et la terre. La propriété isolante d'un puits de chaleur s'appelle la diffusion thermique.

Voici une explication simple du fonctionnement de la diffusion thermique : lors des différents cycles de la température du froid au chaud et du chaud au froid, le puits de chaleur absorbe ou laisse fuir la chaleur. Mais dû au fait que le puits de chaleur peut absorber tant de chaleur, il ne rejoint jamais la pleine étendue du cycle. Alors, la température du puits de chaleur tend vers une moyenne. Les grands puits de chaleur atteindront une moyenne sur une période de plusieurs jours, de semaines ou même de mois.

À titre d'exemple, l'adobe hacienda avec ses murs de deux à six pieds d'épaisseur. À cause du temps qu'il faut pour que les murs d'adobe commencent à absorber la chaleur du jour, la nuit arrive et la chaleur s'exfiltre dans l'air plus frais de la nuit. Alors la température tendra vers une moyenne. À cause de la grande masse de l'adobe, la température tendra vers une moyenne sur une période de mois. L'adobe joue le rôle d'isolant, même s'il a une valeur R minimale.

Vous pouvez constater sur le graphique que des épaisseurs d'uréthane dépassant quatre à cinq pouces sont pratiquement immatérielles. Nous utilisons trois pouces pour la majorité de nos constructions. Deux pouces assureront un travail supérieur. Nous avons isolé plusieurs édifices de métal avec seulement un pouce d'uréthane et la diminution de perte de chaleur est absolument dramatique. Évidemment le premier quart de pouce élimine le vent qui passerait autrement par les fissures (pour être certain d'avoir bouché complètement toutes les fissures, on emploie généralement un pouce). Le reste du pouce ajoute la protection thermique.

II. Contrôle de la température de surface

La deuxième raison d'être de l'isolation est le contrôle de la température de surface. Dans bien des cas, c'est la raison la plus importante de l'isolation. Je me suis tout d'abord rendu compte de ce phénomène lorsque j'isolais les chambres d'entreposage de pommes de terre.

Divers clients nous demandaient d'isoler leurs bâtiments avec entre deux à cinq pouces d'uréthane. Les bâtiments isolés avec deux pouces conservaient la

température adéquate pour les pommes de terre, tout aussi bien que ceux isolés avec cinq pouces. La différence se trouvait dans le niveau de condensation. Les chambres d'entreposage de pommes de terre sont opérées à un très haut niveau d'humidité. Les bâtiments avec deux pouces d'uréthane comportaient beaucoup plus de condensation que ceux avec cinq pouces.

Un ingénieur de la firme "Upjohn" m'a expliqué ce qui suit : une isolation plus épaisse est absolument nécessaire afin de maintenir une température de surface intérieure plus élevée. Un pouce et demi d'uréthane sur les murs et les plafonds d'une chambre d'entreposage de pommes de terre pourrait contrôler la perte de chaleur du bâtiment, mais qu'il fallait un minimum de trois pouces d'uréthane pour contrôler la température de surface à l'intérieur. Quatre pouces étaient encore mieux. Avec cinq pouces, la différence devient pratiquement négligeable. Le seul endroit où nous avons ressenti le besoin d'appliquer cinq pouces d'uréthane était sur les toits ou les plafonds d'entrepôts frigorifiques pour des températures sous zéro.

Les logements souterrains — Le contrôle de la température de surface vs. le contrôle de la perte de chaleur

La plupart des logements souterrains ont des problèmes de moisissure. La cause est un manque d'isolation pour contrôler les températures des surfaces intérieures. Ils ont rarement un problème de perte de chaleur totale. La vapeur d'eau se condense sur les surfaces permettant la prolifération de moisissure. La moisissure rend les gens malade. La seule solution consiste en beaucoup d'isolation pour contrôler les températures de surface, quant aux pertes de chaleur on devrait les ignorer, car elles ne sont pas vraiment significatives dans ce type de logements.

Selon mon expérience, les tables de valeurs R peuvent être utilisées à titre d'indicateurs. Elles ont besoin de modifications afin d'être représentatives des conditions de l'environnement naturel. Il faut considérer certaines conditions. Elles doivent illustrer les équivalences. Ces équivalences ressembleraient à : un pouce d'uréthane pulvérisé en place équivaut à quatre pouces de fibre de verre dans une installation normale. Des notes devront être fournies en annexe des tables, expliquant les dangers de dégradation des isolants face aux conditions de l'environnement naturel. C'est alors seulement que le conte de fée de la valeur R deviendra une histoire à succès du vrai monde dans lequel nous vivons.