

# Sorption de l'humidité des matériaux de construction

## À propos de l'isolant en polyiso

Le polyisocyanurate est un isolant en mousse rigide utilisé dans plus de 70 % de la construction commerciale de toitures et de parois ainsi que dans la construction résidentielle.

Voici quelques-uns des nombreux avantages du polyiso :

- Résistance à l'humidité
- Faible impact sur l'environnement
- Pratiquement aucun risque pour le réchauffement climatique
- Aucun potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone
- Rendement énergétique rentable et optimisé
- Longue durée de vie
- Recyclabilité par réutilisation
- Contenu recyclé (la quantité varie selon le produit)
- Matériaux régionaux (réseau national de production)
- Conformité aux nouvelles normes concernant l'isolation continue
- Valeur R élevée par pouce d'épaisseur
- Murs et toitures plus minces avec des taches plus courtes
- Excellente performance à l'essai de résistance au feu
- Approbation par la plupart des codes du bâtiment
- Tarifications d'assurance préférentielles
- Compatibilité avec la plupart des systèmes de murs
- Stabilité dimensionnelle
- Résistance à la compression

La PIMA et les produits de polyiso ont reçu de nombreux prix environnementaux. L'un d'eux est une mention honorable de la part du SBIC (conseil industriel du bâtiment durable) pour les meilleures pratiques durables et le prix de protection du climat de l'EPA (agence américaine de protection de l'environnement) pour la promotion de l'efficacité énergétique et de la protection du climat. L'EPA a également accordé à la PIMA et à ses membres le prix de la protection de l'ozone stratosphérique pour son leadership dans l'élimination progressive des CFC dans les isolants de polyiso et en reconnaissance à sa contribution exceptionnelle à la protection de l'environnement mondial.



## Introduction

Ce bulletin technique est un ouvrage d'introduction sur les caractéristiques de la sorption de l'humidité des matériaux de construction, comme l'isolant de polyisocyanurate (polyiso). Lorsqu'il est appliqué selon l'utilisation prévue dans les systèmes de mur et de toit conformes aux codes, les produits d'isolation de polyisocyanurate fabriqués selon la norme ASTM C12891 ont démontré un rendement durable contre l'humidité et une faible absorption de l'humidité, tout en offrant d'excellentes propriétés thermiques. La réaction des matériaux de construction à l'humidité est un aspect important lorsque l'on considère l'utilisation appropriée des matériaux courants qui sont aussi variés que le bois, l'acier, le béton, les différents types d'isolants, le gypse et les autres produits de construction naturels ou synthétiques. L'utilisation appropriée d'un matériau de construction dépend d'une variété de facteurs, y compris sa fonction prévue, l'exposition à l'humidité réelle lors de l'utilisation finale et les conséquences d'un niveau donné d'exposition à l'humidité. En fin de compte, l'humidité présente un risque pour le bâtiment et doit être bien gérée par le biais d'une conception intelligente, le respect du code du bâtiment et l'entretien efficace de l'immeuble.

Voyons pourquoi...

## Qu'est-ce que la sorption d'humidité?

La sorption d'humidité est en fait un processus assez complexe. Mais pour des raisons pratiques, nous présenterons les deux manières fondamentales dont les matériaux prennent et libèrent l'humidité (voir la figure 1). Le processus le plus connu est l'absorption. Dans ce processus, l'eau libre (liquide) est prise directement dans les pores du matériau et est libérée sous forme liquide. Par exemple, une éponge ou une serviette en papier absorbent l'eau liquide et permettent de l'expulser facilement de nouveau sous pression ou par drainage par gravité. Cependant, l'eau qui reste est plus fortement retenue dans le matériau par un processus complexe et difficile à observer. Ce processus est « hygroscopique », c'est-à-dire qu'il s'agit d'un processus par lequel les molécules d'eau sont attirées et collées aux surfaces internes des pores d'un matériau. La prise de l'eau de cette façon est connue sous le nom d'**adsorption** et son élimination par ce processus est la désorption. Cette forme hygroscopique de sorption d'humidité peut changer la teneur en humidité d'un matériau tout simplement en fonction des variations de l'humidité relative (teneur en vapeur d'eau) de l'air ambiant sans qu'il y ait un contact direct avec de l'humidité liquide.

<sup>1</sup> ASTM C1289-07, Standard Specification for Faced Rigid Cellular Polyisocyanurate Thermal Insulation Board, ASTM International, West Conshohocken, PA.

Les définitions pertinentes suivantes se trouvent dans la norme ASTM C209<sup>2</sup> :

**3.3.4 sorption** : un terme général en chimie physique utilisé pour décrire les processus combinés suivants :

**absorption** : prise de matière libre par d'autres matières, par exemple, la pénétration de matières dans la masse d'un autre solide ou liquide

**adsorption** : la rétention à la surface ou l'adhérence d'une couche extrêmement mince des molécules sur les surfaces des solides ou des liquides avec lesquelles elles entrent en contact.

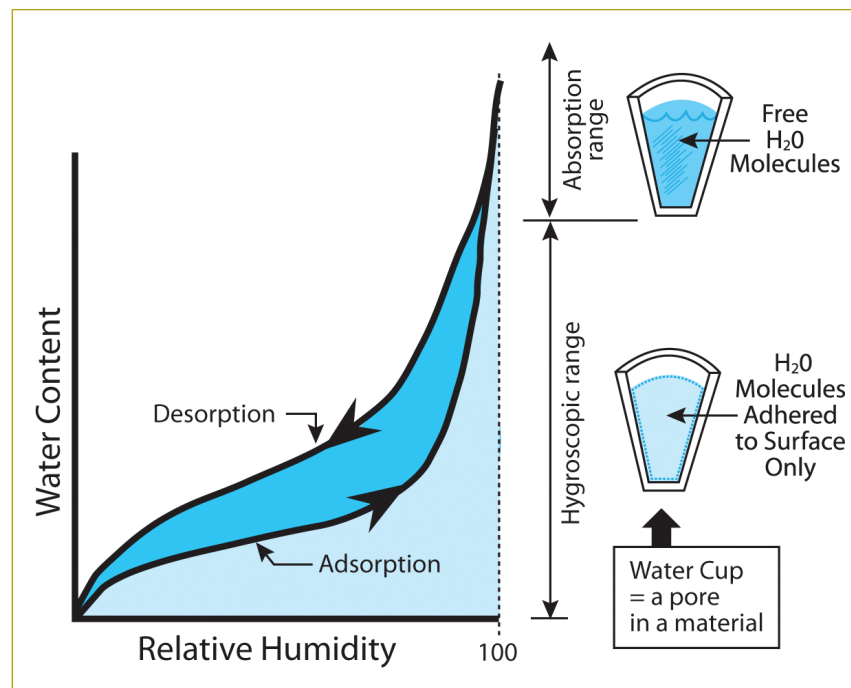


Figure 1. Illustration des deux façons dont l'humidité interagit avec les matériaux pour en affecter la teneur en humidité.

***Le saviez-vous? On ne compare jamais des pommes et des oranges.***

La teneur en humidité est mesurée de deux manières différentes. Dans les normes de produits d'isolation, la teneur en humidité est généralement rapportée selon le volume d'eau mesurée à l'intérieur d'un échantillon de taille (volume) standard. Il s'agit de la teneur en eau volumétrique. Dans d'autres cas, et pour les autres matériaux, la teneur en eau peut être rapportée comme étant le poids de l'eau divisé par le poids sec absolu d'un échantillon de taille standard. Il s'agit de la teneur en eau selon le poids (masse) sec. Bien que les deux méthodes mesurent la même chose, l'ampleur de la teneur en humidité rapportée est très différente et peut être une source de confusion. Assurez-vous que les mesures de la teneur en humidité sont rapportées sur une base commune pour éviter de comparer des choses totalement différentes. La teneur en humidité (TH) peut être convertie d'une base à l'autre comme suit :

$$\text{TH (\% de la base du volume)} = \text{TH (\% de la base du poids)} \times (\text{densité du matériau} / \text{densité de l'eau ou } 62,4 \text{ lb/pi}^3)$$

<sup>2</sup> ASTM C209-07a, Standard Test Methods for Cellulosic Fiber Insulating Board, ASTM International, West Conshohocken, PA.

## Rendement comparatif de divers matériaux de construction

Les matériaux de construction présentent un large éventail de caractéristiques de sorption de l'humidité. Ces caractéristiques sont mesurées dans deux plages différentes correspondant aux deux types de prise d'humidité abordés dans la section précédente. La première forme de sorption d'humidité est l'absorption de l'eau sous forme liquide. Diverses méthodes d'essai standards fournissent un « indice » des caractéristiques d'absorption d'humidité d'un matériau. Le but principal de ces méthodes d'essai est d'évaluer les propriétés des matériaux par des mesures effectuées dans des conditions de laboratoire normalisées et reproductibles. Ces mesures sont ensuite utilisées pour s'assurer que les propriétés minimales des matériaux leurs sont conférées, de sorte que la performance acceptable soit maintenue pour l'utilisation prévue d'un produit spécifique. Le tableau 1 ci-dessous fournit quelques exemples des méthodes d'essai d'absorption d'humidité standards et des critères de teneur en eau maximale pour la normalisation et la qualification de certains matériaux d'isolation courants. Lorsque des méthodes d'essai identiques ne sont pas utilisées (par exemple, ASTM C2723 comparativement à ASTM C209), la comparaison des résultats ou des critères est inappropriée. Même lorsque des méthodes d'essai identiques sont utilisées, l'extrapolation des résultats pour tirer des conclusions sur la performance réelle lors de l'utilisation finale en vue d'une comparaison est tout aussi inappropriée d'un point de vue pratique. Ces méthodes d'essai ou d'indice normalisées ne sont pas destinées à reproduire les conditions réelles de l'utilisation finale. En fait, l'exposition primaire de nombreux matériaux de construction à l'humidité se fait par le processus d'adsorption ou de désorption, et non par le processus d'absorption résultant de l'exposition à l'eau liquide (qui a généralement des conséquences beaucoup plus importantes que tout impact potentiel individuel sur la performance d'isolation). La plupart des matériaux de construction ne sont pas destinés à une exposition à l'humidité liquide ou même à des niveaux incontrôlés de vapeur d'eau. C'est pour cette raison que les revêtements, les barrières étanches à l'eau et les pare-vapeurs muraux et de toiture doivent se conformer aux codes et être correctement conçus, placés et détaillés selon le code du bâtiment applicable.

**Tableau 1: Méthodes et critères standards pour la caractérisation de la résistance à l'absorption d'humidité des divers matériaux de panneaux isolants**

Type de matériau isolant	Teneur en humidité maximale (% de la base du volume)	
	ASTM C2723 (essai d'immersion dans l'eau durant 24 h)	ASTM C 209 (essai d'immersion dans l'eau durant 2 h)
XPS (ASTM C5784)	0.3%	s.o.
EPS (ASTM C578)	2 to 4%	s.o.
Polyiso (ASTM C1289)	s.o.	1-2% <sup>1</sup>
Panneau de fibres (ASTM C208)	s.o.	7-10%

Note sur le tableau : 1. Il est possible d'atteindre des valeurs aussi basses que 0,3 % avec le polyiso doté d'une face en feuilles d'aluminium, même lorsqu'il est évalué à l'aide de méthodes d'essai comme ASTM D2824 qui requièrent 96 heures d'immersion dans l'eau.

Le second procédé de l'interaction d'un matériau avec l'humidité est « hygroscopique », ce qui, comme mentionné précédemment, concerne la fixation des molécules d'eau sur les surfaces internes des pores des matériaux. L'adsorption est la prise d'eau dans le domaine hygroscopique et la désorption est la libération de l'humidité dans le domaine hygroscopique. Ce processus est illustré dans les isothermes d'adsorption hygroscopiques de la figure 2 pour

<sup>3</sup> ASTM C272, Standard Test Method for Water Absorption of Core Materials for Structural Sandwich Constructions, ASTM International, West Conshohocken, PA.

<sup>4</sup> ASTM C 578-08, Standard Specification for Rigid, Cellular Polystyrene Thermal Insulation, ASTM International, West Conshohocken, PA.

<sup>5</sup> ASTM C1498-04a, Standard Test Method for Hygroscopic Sorption Isotherms of Building Materials, ASTM International, West Conshohocken, PA.

une variété de matériaux de construction. Les isothermes de sorption hygroscopiques sont mesurées conformément à la norme ASTM C 14985. Une isotherme d'humidité hygroscopique est une courbe tracée représentant l'équilibre de la teneur en humidité d'un matériau (axe vertical du graphique) à une humidité relative de l'air environnant donnée (axe horizontal du graphique). Ces isothermes diffèrent en ce qui a trait à l'humidité prise (adsorption) et à celle qui est libérée (désorption) pour un matériau donné (voir la figure 1). Les isothermes de sorption expliquent la réaction d'un matériau (mouillage ou séchage) aux variations d'humidité relative de l'environnement ambiant.

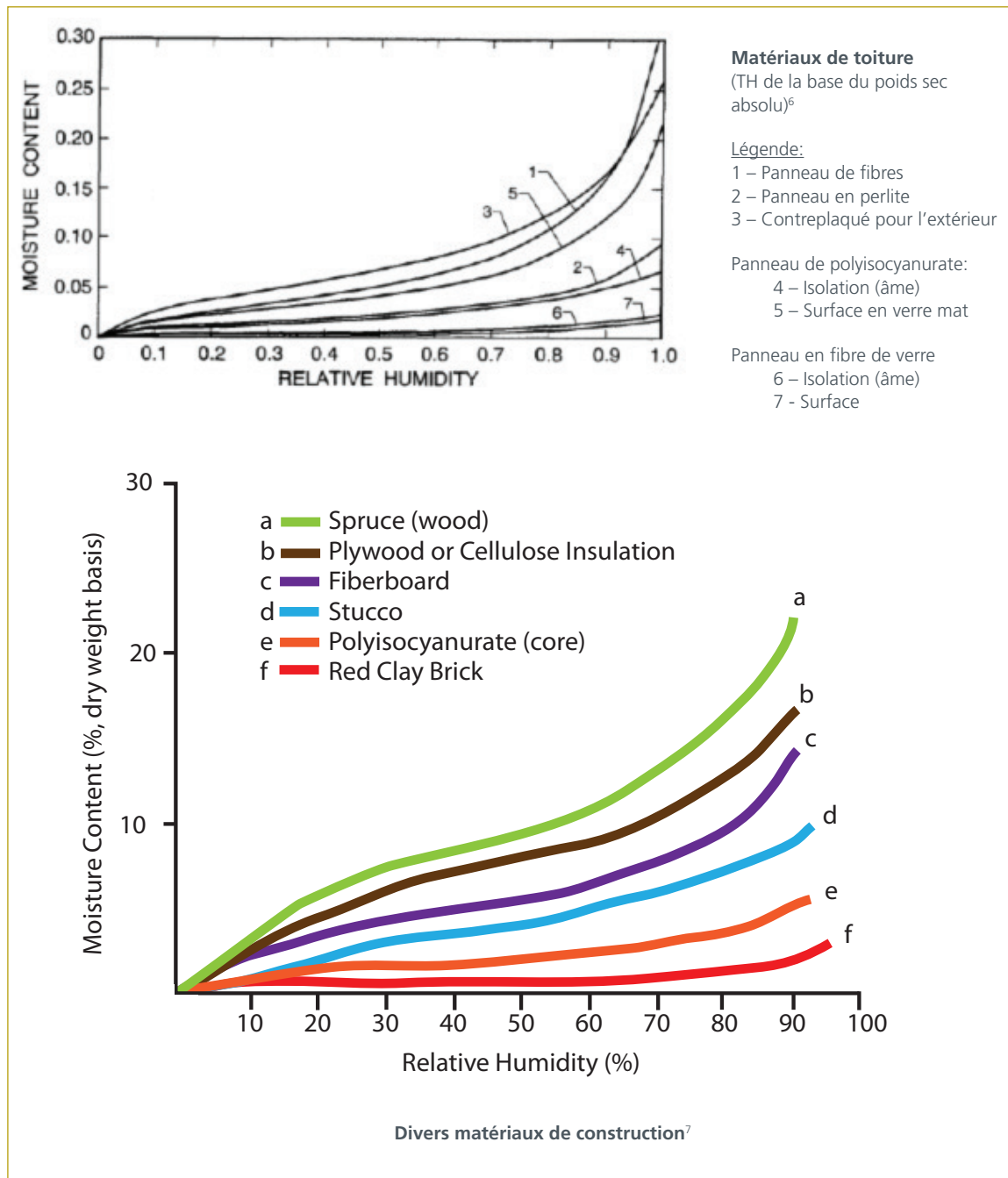


Figure 2. Exemple d'isothermes d'adsorption hygroscopiques des matériaux de construction courants.

### Comprendre les données...

Dans le tableau (1) de la figure 2 ci-dessus, on voit que l'isolant de polyiso (matériau no 4) est un matériau ayant un niveau relativement élevé de sorption ou d'hydrophilie comparé à d'autres matériaux de construction courants. Il est également intéressant de noter qu'à un niveau d'exposition à l'humidité relative de 100 %, la teneur en humidité (poids sec) est d'un maximum de 0,06 (ou 6 %). En faisant la conversion à une base de teneur en humidité volumétrique, la valeur est de  $0,06 \times (2,1/62,4) = 0,002$  ou 0,2 % de teneur en humidité. Il s'agit d'une quantité relativement faible de prise d'humidité dans des conditions d'humidité relative importante. C'est environ le dixième de la quantité de prise d'humidité admissible selon l'essai normalisé d'immersion dans l'eau, lequel sera abordé plus loin. D'après les documents scientifiques\*, cette quantité de prise d'humidité dans des conditions d'humidité importante continue à avoir un impact d'environ 10 % tout au plus sur les propriétés thermiques.

Source\*: Tobiasson, W., Greatorex, A., and Van Pelt, D. (1991), "New Wetting Curves for Common Roof Insulations," 1991 International Symposium on Roofing Technology (consulter la figure 9, p. 388 des comptes rendus)

## Pertinence pour la performance des systèmes de toiture et de murs

Selon les données présentées dans la section précédente, on observe que différents matériaux, y compris les produits d'isolation, ont un vaste éventail de caractéristiques de sorption d'humidité. Néanmoins, il est également évident qu'une performance acceptable peut inclure une assez large gamme de caractéristiques de réaction des matériaux à l'humidité lorsqu'ils sont utilisés conformément aux codes. Les matériaux destinés à une performance à long terme ou capables de performer ainsi en cas d'exposition directe à l'humidité liquide sont ceux qui sont les mieux adaptés aux applications à l'extérieur de l'enveloppe résistante aux intempéries d'un bâtiment, comme l'isolation extérieure des fondations sous le niveau du sol ou l'isolation de la membrane protectrice du toit lorsque l'isolant est placé au-dessus de la membrane du toit et, conséquemment, risque d'être souvent mouillée. L'isolant de polyiso et beaucoup d'autres matériaux ne sont pas destinés à ce type de conditions humides une fois installés pour leur utilisation finale. De tels matériaux doivent être utilisés à l'intérieur de l'enveloppe résistante aux intempéries d'un bâtiment, c'est-à-dire à l'intérieur de la barrière étanche à l'eau sur les murs et sous les matériaux de couverture y compris les sous-couches, si nécessaire. Par conséquent, certains produits de panneaux isolants de polyiso sont équipés d'une face étanche à l'eau appropriée pour assurer les fonctions d'isolation et de barrière étanche à l'eau nécessaires pour les murs extérieurs.

En général, il est préférable de concevoir et d'entretenir les bâtiments de façon à ce que même les matériaux relativement sensibles à l'humidité restent raisonnablement secs. C'est pour cette raison que les matériaux structurels, comme le bois non traité, l'acier sans revêtement et beaucoup d'autres types de matériaux de construction, doivent être protégés contre l'exposition à l'humidité liquide par l'installation de murs extérieurs et de systèmes de toiture (incluant une barrière étanche à l'eau) conformes aux codes et entretenus de façon fonctionnelle avec des solins pour les pénétrations de murs et de toitures comme les fenêtres, les portes et les événements. En outre, la vapeur d'humidité doit être contrôlée en utilisant des méthodes de ventilation ou des pare-vapeur conformes au code selon les conditions climatiques locales de même que l'humidité intérieure particulière. Que ce soit en raison du non-respect des codes ou d'un entretien inadéquat, l'humidité dans un bâtiment n'affecte pas seulement les préoccupations non structurelles ou l'état de fonctionnement, comme la qualité de l'air intérieur et la performance de l'isolation. Elle peut aussi entraîner la dégradation des matériaux structurels et causer des problèmes de sécurité et même un effondrement éventuel si elle n'est pas détectée. Bref, un bâtiment relativement sec est un bâtiment sain et durable, et la plupart des matériaux de construction sont conçus pour fonctionner dans des bâtiments raisonnablement secs, conformes aux codes et bien entretenus.

## Résumé et conclusions

La sorption de l'humidité implique deux processus : l'absorption et l'adsorption. Ces deux processus peuvent faire changer la teneur en humidité du matériau en fonction des conditions

d'utilisation finale. Par rapport à de nombreux autres composants et matériaux de construction courants, le matériau isolant en polyisocyanurate n'est que modérément sensible à l'humidité. Lorsqu'il est fabriqué selon la norme ASTM C1289 et utilisé dans des systèmes de murs et de toiture conformes aux codes et entretenus de façon fonctionnelle, les panneaux de polyisocyanurate isolants ont démontré une bonne performance durable contre l'humidité et des propriétés thermiques remarquables. Ils sont conçus pour les murs et les toits des bâtiments dont les systèmes de recouvrement des murs et de la toiture sont conformes aux codes. Enfin, avec l'utilisation de panneaux de revêtement étanches à l'eau et de détails d'installation appropriés, les panneaux isolants de polyisocyanurate peuvent jouer deux rôles efficacement dans les systèmes de murs extérieurs conformes aux codes : la couche d'isolant continue et la barrière étanche à l'eau.

### **Recommandations sur les pratiques exemplaires concernant des panneaux de polyisocyanurate isolants<sup>a,b</sup>**

« Ces propriétés reconnues des panneaux isolants en mousse de polyisocyanurate pour toiture en font un matériau isolant efficace :

- Compatibilité avec l'asphalte et les adhésifs
- Compatibilité avec les composants
- Résistance aux chocs
- **Durabilité**
- **Résistance à l'humidité**
- **Résistance thermique**
- Capacité de fixation »

<sup>a</sup> *Roofing and Waterproofing Manual, 5e édition (mise à jour en 2006), National Roofing Contractors Association (consulter la section 2.5.1)*

<sup>b</sup> Il est recommandé d'entreposer adéquatement les matériaux comme les isolants de polyisocyanurate à l'abri des intempéries et de l'humidité du sol lorsqu'ils sont entreposés à l'extérieur. Cette préoccupation s'applique à de nombreux matériaux courants tels que les revêtements en bois, le bois de construction et les revêtements en gypse. Pour plus d'informations, référez-vous au **BULLETIN TECHNIQUE PIMA NO 109**.

## **PIMA**

Depuis plus de 20 ans, la PIMA (Polyisocyanurate Insulation Manufacturers Association) est la voix unifiée de l'industrie du polyiso et fait la promotion de la construction sécuritaire, économique, durable et écoénergétique.

Afin de répondre aux questions les plus fréquentes, la PIMA propose des bulletins techniques à propos de l'isolant de polyiso. Les bulletins techniques de la PIMA visent à accroître les connaissances des concepteurs et des entrepreneurs et à établir un consensus quant aux caractéristiques de performance du polyiso. Les entreprises indépendantes devraient être consultées quant aux spécifications de leurs produits respectifs.

La PIMA est composée de fabricants et de promoteurs de l'isolant de polyiso ainsi que de fournisseurs de l'industrie. Nos membres produisent la majorité des produits de polyiso en Amérique du Nord.

## **SÉCURITÉ**

L'isolant de polyiso, comme le bois et d'autres matériaux de construction organiques, est combustible. Par conséquent, il ne devrait pas être exposé à une source d'inflammation d'une chaleur et d'une intensité dangereuses (les flammes, le feu, les étincelles, etc.) pendant son transfert, son entreposage ou son application. Consultez l'étiquette du produit et/ou les fiches techniques de santé et de sécurité (FTSS) des membres de la PIMA pour des consignes de sécurité spécifiques. Aux États-Unis, veuillez respecter la réglementation de l'OSHA, de la NFPA et des services locaux de protection contre les incendies; au Canada, veuillez respecter la réglementation de la Loi sur la santé et la sécurité au travail (SIMDUT) de Santé Canada et des services locaux de protection contre les incendies.

**Pour obtenir plus d'informations sur l'isolation de polyisocyanurate, visitez [www.polyiso.org](http://www.polyiso.org)**



**PIMA**  
529 14th Street, NW, Suite 750, Washington, DC 20045  
Phone: 202.592.2473 • [www.polyiso.org](http://www.polyiso.org) • [pima@pima.org](mailto:pima@pima.org)

