



## NRC Publications Archive Archives des publications du CNRC

### **Membranes de couverture en polyoléfine thermoplastique** Paroli, Ralph M.; Liu, Karen K. Y.; Simmons, Terrance R.

#### **Publisher's version / Version de l'éditeur:**

*Solution constructive, 1999-12-01*

#### **NRC Publications Record / Notice d'Archives des publications de CNRC:**

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/object/?id=06041eb5-501a-4f57-9965-6b3bca71180b>

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/voir/objet/?id=06041eb5-501a-4f57-9965-6b3bca71180b>

Access and use of this website and the material on it are subject to the Terms and Conditions set forth at

<https://nrc-publications.canada.ca/eng/copyright>

READ THESE TERMS AND CONDITIONS CAREFULLY BEFORE USING THIS WEBSITE.

L'accès à ce site Web et l'utilisation de son contenu sont assujettis aux conditions présentées dans le site

<https://publications-cnrc.canada.ca/fra/droits>

LISEZ CES CONDITIONS ATTENTIVEMENT AVANT D'UTILISER CE SITE WEB.

**Questions?** Contact the NRC Publications Archive team at

PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca. If you wish to email the authors directly, please see the first page of the publication for their contact information.

**Vous avez des questions?** Nous pouvons vous aider. Pour communiquer directement avec un auteur, consultez la première page de la revue dans laquelle son article a été publié afin de trouver ses coordonnées. Si vous n'arrivez pas à les repérer, communiquez avec nous à PublicationsArchive-ArchivesPublications@nrc-cnrc.gc.ca.



# Membranes de couverture en polyoléfine thermoplastique

par *Ralph M. Paroli, Karen K.Y. Liu et Terrance R. Simmons*

**Les polyoléfines thermoplastiques constituent une « nouvelle génération » de systèmes de couverture monocouche. Ce numéro présente une analyse des caractéristiques et des performances actuelles de ce type de système ainsi que quelques éclaircissements sur des points mal compris à cause de l'appellation proprement dite de ce produit.**

Un système de couverture classique à faible pente comprend trois éléments : un support structural, un isolant thermique et une membrane d'étanchéité, qui est constituée de fibre ou de toile de renforcement insérée entre deux feuilles de matrice souple. Celle-ci est faite de matériaux asphaltiques ou polymériques (figure 1). Dans les membranes monocouche, la matrice est faite de polymère flexible. Grâce au renforcement, la membrane présente une stabilité dimensionnelle et offre une grande résistance aux contraintes. Il s'agit la plupart du temps d'un renforcement en fils de fibre de verre coupés court et regroupés dans un mat, ou en fibres de polyester continues agencées sous forme de grille ou de mat non tissé (figure 2).

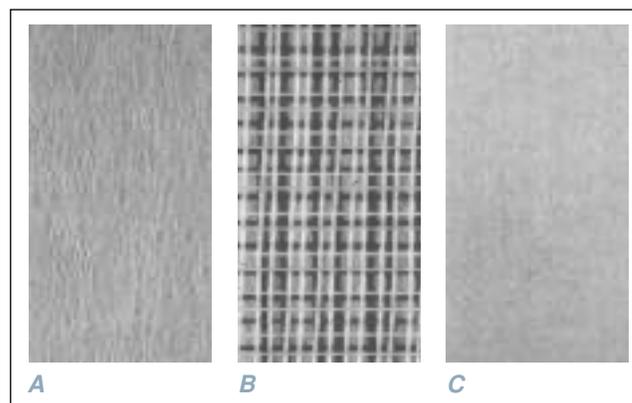


Figure 2. Renforcement généralement utilisé dans les membranes de couverture : a) mat de fibre de verre courte coupée au hasard, b) canevas de polyester, c) mat de polyester non tissé

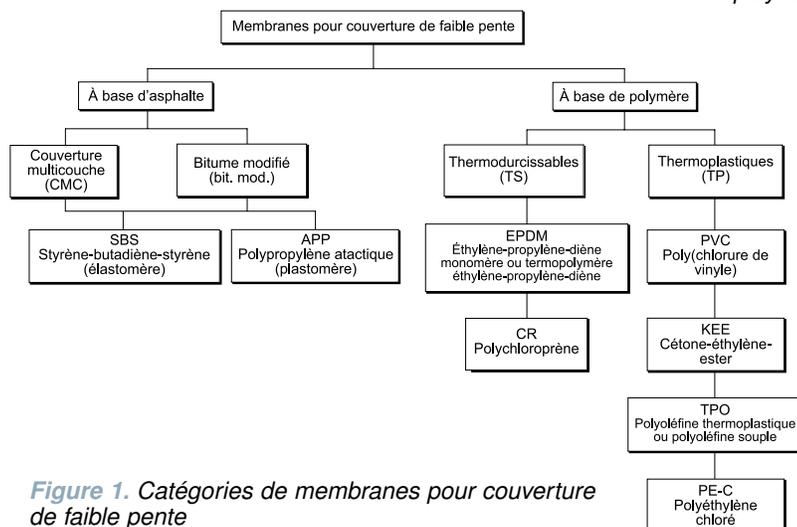
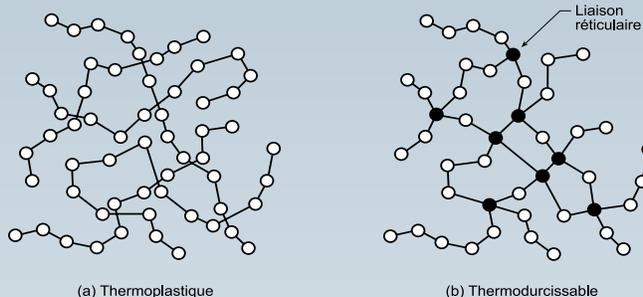


Figure 1. Catégories de membranes pour couverture de faible pente

On distingue deux classes de membranes de couverture à base de polymère : les membranes thermodurcissables (TS) et les membranes thermoplastiques (TP) (voir encadré A). Alors que les thermoplastiques sont ramollies par chauffage (processus réversible), les thermodurcissables ne réagissent pas à la chaleur. Les thermodurcissables contiennent en général un monomère d'éthylène-propylène-diène, appelé aussi « terpolymère d'éthylène-propylène-diène » (EPDM), alors que les thermoplastiques se retrouvent dans une gamme plus large de membranes de couverture, dont les polyoléfines thermoplastiques (TPO).

Toutes les membranes de couverture thermoplastiques présentent des caractéristiques communes, notamment les joints soudés à chaud. En revanche, pour la plupart, elles possèdent des propriétés chimiques, physiques et

## Encadré A Thermoplastiques (TP) et Thermodurcissables (TS)



(a) Thermoplastique (b) Thermodurcissable  
**Configurations moléculaires schématiques : a) thermoplastique et b) thermodurcissable**

Un polymère est une molécule à longue chaîne faite de plusieurs (poly) petites unités (mère) récurrentes (entre  $10^3$  et  $10^6$ ) unies les unes aux autres bout à bout. Ces molécules sont enchevêtrées au hasard, à la façon des spaghettis après cuisson.

Les polymères peuvent être classifiés en thermoplastiques (TP) ou thermodurcissables (TS), suivant leur comportement mécanique à la chaleur et au refroidissement. Les TP contiennent des molécules à longue chaîne assemblées par liaisons secondaires (figure a). A la chaleur, les molécules glissent de l'une à l'autre et le polymère se ramollit. Au refroidissement, les molécules ne peuvent pas glisser de l'une à l'autre facilement et le polymère durcit. En revanche, les molécules à longue chaîne TS sont unies les unes aux autres par de petites molécules et des liaisons chimiques solides, procédé appelé parfois vulcanisation (figure b). Ce réseau en trois dimensions est si rigide que les molécules ne peuvent presque pas bouger lorsque le polymère est chauffé. Ainsi, les thermodurcissables ne ramollissent pas lorsqu'ils sont chauffés.

A cause de ces différences, les membranes thermoplastiques et les membranes thermodurcissables sont fixées différemment lors de la pose. Les premières peuvent être soudées à chaud par thermosoudure : l'air chaud fait fondre le polymère et les deux bandes de membrane sont réunies par fusion. Les secondes sont généralement fixées par des adhésifs ou des rubans.

mécaniques spécifiques. Il serait difficile d'expliquer ces différences dans cet article mais il faut tout de même dire qu'il existe des normes ASTM différentes, basées sur le matériau, pour les différents produits thermoplastiques. Pour éviter toute confusion, il ne faut pas étiqueter tous ces produits sous la simple appellation « thermoplastiques » (TP). Les polyoléfines thermoplastiques (TPO) présentent plusieurs spécificités par rapport aux autres thermoplastiques et doivent donc être appliqués et traités différemment.

### Définition des TPO

Il est difficile de donner une définition des polyoléfines thermoplastiques.

Le terme « thermoplastique » est un terme générique dans la science des polymères; il regroupe une catégorie de polymères qui, tel que mentionné précédemment, ramollissent lorsqu'ils sont chauffés, ce processus étant réversible. Le terme « oléfine », quant à lui, est encore plus générique car c'est le nom ancien donné en chimie aux molécules comportant une liaison double carbone-carbone (le nom

moderne de cette famille de molécules est « alcène »). Tous les polymères formés par liaison chimique de plusieurs molécules d'oléfine sont appelés « polyoléfines ».

Suivant le plus récent projet de norme ASTM visant les TPO, leur composition n'est pas du tout spécifique. La norme indique que les TPO doivent contenir plus de 95 % de polymère TPO, en masse. Le polymère lui-même n'a pas été défini dans cette norme, qui indique seulement que la feuille doit contenir les polymères « appropriés ». En raison de cette définition qui reste assez imprécise, la liste des produits chimiques entrant dans cette catégorie est sans fin (exemples : polyéthylène, polypropylène et isobutylène, ainsi que leur dérivés). Idéalement, les fabricants devraient indiquer le nom du polymère exact lors de leurs opérations de marketing ainsi que sur les étiquettes.

Quelques articles ont été publiés qui tentent de fournir des explications sur les différents types de TPO [1-4]. Une chose est certaine toutefois : contrairement aux membranes thermoplastiques plastifiées, les membranes en TPO ne contiennent pas de plastifiants (petites molécules ajoutées au moment du compoundage pour augmenter la souplesse du produit). Le problème de la perte de plastifiant qui survient avec certaines membranes plastifiées ne se pose donc pas.

### Confusion sur le marché

Les membranes de couverture en TPO sont sur le marché européen depuis dix ans environ. La première apparition d'un matériau de couverture de ce type aux États-Unis date de 1987 mais on en sait encore peu sur sa durabilité.

La confusion qui règne autour des TPO provient de leur appellation chimique et de leur commercialisation. Cette dernière a fait principalement ressortir les caractéristiques que les TPO partagent avec les EPDM, c'est-à-dire les caractéristiques du caoutchouc, avec les avantages de la thermosoudure (que les EPDM n'ont pas). L'accent fut mis également sur la résistance chimique attribuée au constituant oléfine des polymères. Malheureusement, une certaine confusion s'est installée, notamment dans l'utilisation du terme « thermoplastique » (TP). Il est important de rappeler que les TPO sont thermoplastiques (TP) mais que seuls certains TP sont des TPO.

### Avantages des TPO

En général, les membranes en TPO sont commercialisées comme un produit combinant les propriétés des EPDM et celles des PVC sans en avoir les inconvénients. En d'autres termes, ces membranes sont censées être aussi résistantes aux UV et à la chaleur que les EPDM, et thermosoudables, comme les PVC.

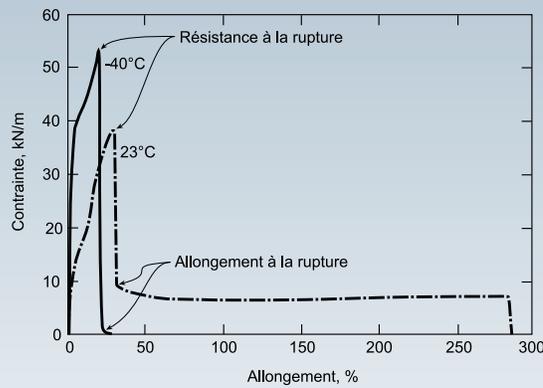
Les caractéristiques et les avantages suivants des TPO ont été soulignés [1-3] :

- sans danger pour l'environnement et recyclables;
- thermosoudage des raccords;

### Encadré B

#### Essai de traction

Une bonne membrane de couverture doit être assez résistante pour supporter les contraintes et assez souple pour s'adapter aux mouvements du support. Ces propriétés sont représentées par la résistance et l'allongement à la rupture qui peuvent être mesurés par une machine exerçant une traction constante sur un échantillon rectangulaire. La machine enregistre la réaction sous la forme d'une courbe contrainte-allongement (figure 2). La contrainte maximale supportée par l'échantillon est appelée la résistance à la rupture alors que l'allongement correspondant à la contrainte maximale est appelé allongement à la rupture.



Courbe type contrainte-allongement d'une membrane TPO renforcée de polyester à -40°C et à 23°C

- disponibles en plusieurs couleurs;
- résistants à la chaleur, à la dégradation par UV;
- résistants à beaucoup de produits chimiques;
- bonne souplesse à basse température;
- pas de plastifiants ajoutés.

#### Performance des TPO

Les membranes en TPO sont plus légères et plus faciles à manipuler que les autres membranes thermoplastiques. Toutefois, même si elles sont souples, elles conservent une certaine rigidité au toucher : elles ont tendance à conserver leur forme et ne se détendent pas facilement. Les entrepreneurs semblent s'y habituer doucement mais certains disent qu'elles ne sont pas d'utilisation très facile. Citons quelques-uns de leurs commentaires :

- les soudures thermiques sont propres et faciles à exécuter;
- ces membranes sont moins chères que les autres membranes à soudeuse thermique;
- les systèmes fixés mécaniquement (comparés aux systèmes indépendants ou totalement adhérents) fonctionnent très bien lors du recouvrement sans ajouter de charge supplémentaire;
- les membranes non renforcées formant solin sont faciles à appliquer;
- des changements de couleur et de texture apparaissent avec le temps;
- les membranes réagissent très fortement (allongement et rétrécissement) aux variations de température;
- les températures ne sont parfois pas assez élevées pour effectuer de bons raccords; les positions arrêt/marche de la machine à souder robotisée sont particulièrement critiques, de même que les positions des joints en té;
- l'intervalle est étroit entre une mauvaise soudure due à une basse température et une mauvaise soudure due à une température trop élevée;

- il se produit une dégradation de la fixation commune du support par collage (c'est-à-dire membrane qui se décolle du support);
- il faut parfois utiliser un solvant sur les membranes (pour nettoyer ou apprêter) avant de souder;
- une fois que les membranes ont été exposées au soleil, il est difficile d'exécuter une nouvelle soudure (pour réparation, par exemple);
- les membranes noires sont plus difficiles à souder que les blanches.

#### Résultats actuels de la recherche

En 1997, l'IRC, en collaboration avec la société américaine d'experts-conseils en couvertures

Benchmark INC., a mis en oeuvre un projet sur cinq ans pour étudier la performance à long terme des membranes en TPO.

Jusqu'à présent, on a constaté que les membranes renforcées d'un canevas de fibres de polyester continues offraient une résistance à la rupture bien plus élevée (voir encadré B) que les membranes renforcées d'un mat de fibres de verre coupées au hasard. Dans le canevas de polyester (faisceaux de fibres continues disposés en grille), les fibres supportaient la majorité de la contrainte jusqu'à ce qu'il y ait rupture, offrant ainsi une résistance élevée. Dans le mat de fibres de verre (fils de fibre de verre coupés et assemblés au hasard en mat), les fils de fibre suivaient le mouvement et s'alignaient avec le polymère en direction de la contrainte, offrant ainsi une résistance moindre à la rupture — c'est-à-dire que les fils se déplaçaient avec la membrane plutôt que de s'étirer puis, éventuellement, casser, comme dans le cas du polyester.

La résistance à la rupture des membranes à canevas de polyester dépend du nombre de câbles de filaments (faisceaux) en largeur. La résistance des faisceaux de fibres s'est avérée être la même pour tous les échantillons, quel que soit l'enduit. En conséquence, plus la trame du dispositif de renforcement est serrée, plus la résistance de la membrane à la rupture est élevée.

La différence entre les styles de trame a eu une incidence sur le mode de rupture de la membrane. Un échantillon a été renforcé avec une grille de polyester non enduite dans laquelle les intersections des faisceaux étaient maintenues ensemble par des fibres de polyester fines et continues. Lorsque la membrane a été tirée dans le sens machine (parallèle à la longueur du rouleau de la membrane), les fibres en brins fins se sont étirées et maintenues fermement sur les faisceaux en sens travers (perpendiculaire au sens machine), provoquant ainsi de fortes

### Encadré C

#### Température de transition vitreuse ( $T_g$ )

Lorsqu'un polymère est chaud, les segments moléculaires sont en perpétuel mouvement, par glissement ou par saut, et le polymère est souple. C'est ce que l'on appelle l'état amorphe. Lorsque le polymère est refroidi, les mouvements moléculaires commencent à diminuer. Si le refroidissement se prolonge, le mouvement moléculaire s'arrête complètement à une certaine température. Le polymère perd sa souplesse et devient cassant. Il s'agit de l'état vitreux. La température caractéristique du passage de l'état caoutchouteux à l'état vitreux s'appelle la température de transition vitreuse ( $T_g$ ). Cette dernière ( $T_g$ ) est une des propriétés du polymère et est un concept important dans l'évaluation de la performance des membranes de couverture à base de polymères. L'ajout de plastifiants (petites molécules de polymère) au moment du compoundage permet d'abaisser la température de transition vitreuse en augmentant la distance entre les molécules de polymère, ramollissant ainsi le polymère.

contraintes localisées aux intersections. En revanche, lorsque la membrane a été étirée en sens travers, aucun point de contrainte localisée ne s'est créé car les fibres de brins fins ont maintenu les faisceaux dans le sens machine, les écrasant et non les étirant.

La résistance à la rupture des membranes à canevas de polyester a augmenté de 20 à 30 % lorsque la température de l'essai a chuté à -40 °C. En revanche, la membrane est devenue cassante et l'allongement à la rupture (mesure de la capacité de la membrane à s'adapter au mouvement du support) a été divisé par plus de 15. Étant donné que c'est la souplesse du polymère qui régit celle de la membrane, il est recommandé d'utiliser des polymères dont les propriétés mécaniques aux températures froides sont supérieures (exemple : allongement supérieur) pour les membranes qui seront utilisées par températures froides.

La température de transition vitreuse ( $T_g$ ) est un bon critère pour choisir le polymère qui convient (voir encadré C).

La flexibilité par temps froid a été contrôlée en utilisant la température de transition vitreuse. Les résultats ont donné une plage de températures allant de -32 °C à -37 °C, plage comparable à celle des autres systèmes monocouche (autour de -35 °C). Il y eut une seule exception, une  $T_g$  de -54 °C. Cet échantillon fit également l'objet de l'allongement à la rupture le plus élevé à -40 °C.

La thermogravimétrie (qui contrôle le changement de poids d'un sujet chauffé, pour une certaine plage de températures), montre clairement qu'il existe au moins quatre types différents de TPO basés sur les pertes de poids uniquement. Ce qui prouve encore que le terme TPO est un terme générique, englobant différents types de polymères.

#### Résumé

Étant donné qu'il s'agit d'une terminologie du domaine de la chimie, que la composition chimique du polymère n'est pas spécifique et

que les fabricants sont axés sur la commercialisation du produit, une confusion certaine règne autour des membranes de couverture en TPO.

Si le groupe d'étude de l'ASTM responsable de la norme des TPO insiste pour utiliser le terme « oléfine » dans le nom officiel, il faudrait alors envisager d'utiliser l'appellation « polyoléfine souple ou thermoplastique », ce qui serait conforme à la terminologie utilisée en Europe (exemple : polyoléfine souple, FPO). De plus, pour éviter toute confusion, les fabricants devraient clairement indiquer si le produit est à base de polypropylène ou polyéthylène.

#### Remerciements

Les auteurs de cet article tiennent à remercier les entrepreneurs, les propriétaires des bâtiments qui ont servi de référence et le personnel de la société Benchmark qui a collecté ou fourni les données pour ce projet.

#### Références bibliographiques

1. Beer, Hans-Rudolph. « Flexible Polyolefin Roofing Membranes Properties and Ecological Assessment », *Proceedings of Waterproofing Technology and the Environment, 9<sup>th</sup> International Waterproofing Association Congress*, Amsterdam, 1995, p. 81-89.
2. de Palo, Roberto. « Flexible Polypropylene Alloys: A New Generation of Materials for Waterproofing Applications », *Proceedings of Waterproofing Technology and the Environment, 9<sup>th</sup> International Waterproofing Association Congress*, Amsterdam, 1995, p. 309-320.
3. Beer, Hans-Rudolph. « Longevity and Ecology of Polyolefin Roof Membranes », *Proceedings of the Fourth International Symposium on Roofing Technology*, Gaithersburg, MD, 1997, p. 14-21.
4. Foley, Richard K. et William Rubel. « Polyolefins: The New Roofing Technology », *Interface* (Journal of the Roofing Consultants Institute), octobre 1997, p. 30-32.

---

*M. R.M. Paroli est directeur du programme Enveloppe et structure du bâtiment à l'Institut de recherche en construction du Conseil national de recherches du Canada.*

*Mme Karen Liu est chercheuse pour le même programme.*

*M. Terrance R. Simmons fait partie de TRS Consulting, Iowa City, Iowa.*

© 1999  
Conseil national de recherches du Canada  
Décembre 1999  
ISSN 1206-1239

« Solutions constructives » est une collection d'articles techniques renfermant de l'information pratique issue de récents travaux de recherche en construction.

Canada

Pour obtenir de plus amples renseignements, communiquer avec l'Institut de recherche en construction, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa K1A 0R6.  
Téléphone : (613) 993-2607; télécopieur : (613) 952-7673; Internet : <http://irc.nrc-cnrc.gc.ca>