

# Résultats d'essais en laboratoire

d'une canalisation pré-isolée avec  
barrière de diffusion EVOprotect® après  
neuf années d'exploitation



# L'ennemi invisible de l'efficacité – le vieillissement de l'isolation PUR

**Le vieillissement de l'isolation en mousse PUR constitue l'un des principaux mécanismes conduisant à l'augmentation des pertes thermiques dans les canalisations pré-isolées de réseaux de chaleur.**

Le vieillissement de l'isolation en mousse PUR constitue l'un des principaux mécanismes conduisant à l'augmentation des pertes thermiques dans les canalisations pré-isolées de réseaux de chaleur.

Avec le temps, les agents gonflants piégés dans la structure à cellules fermées de la mousse PUR diffusent progressivement à travers la gaine en PEHD, tandis que des gaz atmosphériques tels que l'oxygène et l'azote diffusent vers l'intérieur. En conséquence, la

conductivité thermique de l'isolation peut augmenter de plus de 30 % (selon le diamètre de la canalisation), ce qui se traduit directement par une augmentation des pertes thermiques linéiques sur la durée d'exploitation du réseau.

Ce phénomène constitue un processus naturel de vieillissement physico-chimique présent dans tous les systèmes de canalisations pré-isolées et représente l'une des principales causes de la dégradation progressive de l'efficacité énergétique à long terme des réseaux de chaleur.

## Limitation du vieillissement du PUR grâce à la barrière de diffusion EVOprotect®

**La technologie EVOprotect® développée par Radpol Pipes réduit significativement la diffusion des gaz grâce à l'intégration d'une couche polymère EVOH incorporée de manière permanente dans la gaine en PEHD, positionnée entre deux couches de polyéthylène modifié.**

Cette conception diffère fondamentalement des solutions dans lesquelles la couche anti-diffusion est placée entre la mousse PUR et la gaine extérieure. Le positionnement de la barrière dans l'épaisseur de la gaine minimise le risque de dommages mécaniques lors de l'installation et de l'exploitation. L'épaisseur totale des deux couches de polyéthylène, associée à la

barrière intégrée, est conforme aux exigences de la norme EN 253+A1:2024-06 (ci-après EN 253).

Une caractéristique distinctive du système EVOprotect® est la possibilité d'appliquer la barrière de diffusion EVOH non seulement sur les tronçons droits de canalisation, mais également sur les pièces préfabriquées – un avantage qui n'est pas offert par les solutions de gaines de type CONTI.

Les sections de gaine intégrant le polymère barrière EVOH sont également utilisées pour la fabrication de manchons thermorétractables, y compris réticulés par irradiation. Les résultats d'essais obtenus par le laboratoire de recherche accrédité de Veolia Energia Warszawa S.A. (rapport d'essai n° VWAW/DT/TB/20/0511/MA-DPW/2 du 13.02.2021) confirment leur haut niveau de qualité et de performance.

Les analyses du bilan des pertes thermiques démontrent que l'absence de barrière de diffusion dans les pièces spéciales et les assemblages pré-isolés réduit la performance énergétique globale du réseau de chaleur. Cela confirme la nécessité technique d'appliquer la barrière de diffusion de manière systématique dans chaque composant du système de canalisation pré-isolée.

### Fonctions principales de la barrière de diffusion EVOprotect® :

- limitation des échanges gazeux entre les cellules de l'isolation PUR et l'environnement extérieur
- stabilisation à long terme de la conductivité thermique de l'isolation
- protection de la mousse PUR contre la dégradation physico-chimique

## Conception optimisée – Technologie de barrière à trois couches

**Couche externe de l'enveloppe** – assure la protection mécanique du tubes pré-isolé, réalisée en PEHD modifié.

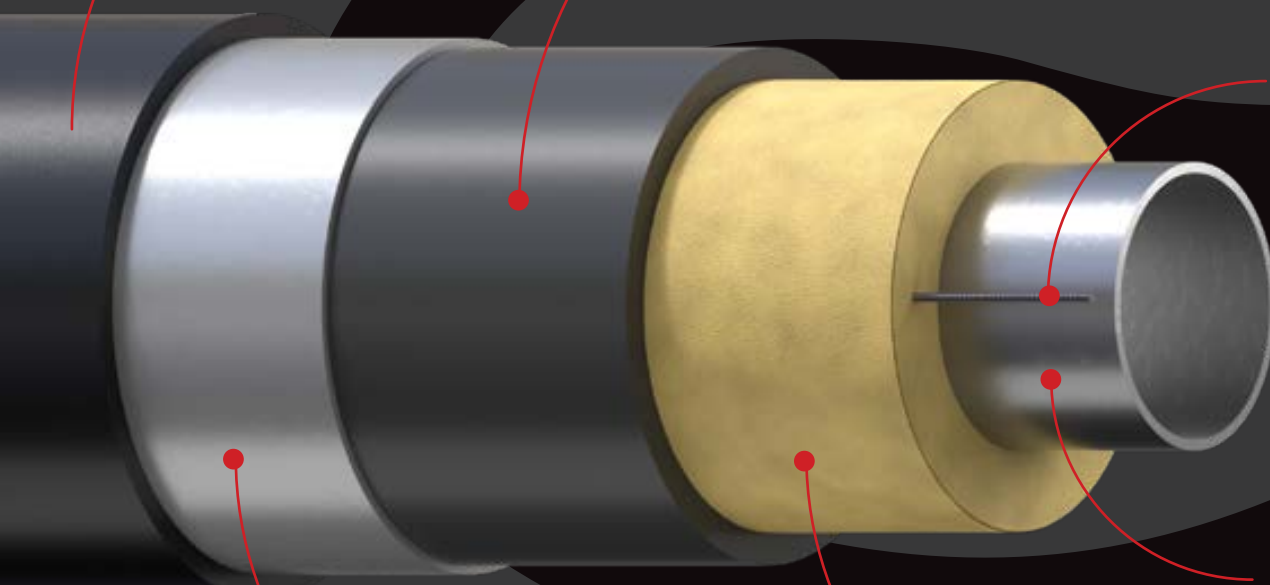
**Couche interne** – protège la couche intermédiaire antidiffusion, réalisée en PEHD modifié avec une surface traitée par corona au point de contact avec la mousse PUR. Ce traitement améliore l'adhérence entre l'enveloppe équipée de la barrière et la mousse PUR.

**Câble d'alarme.**

**Tube de service (acier).**

**Couche intermédiaire de l'enveloppe** – joue le rôle de barrière de diffusion, réalisée en EVOH. Son positionnement à l'intérieur de l'enveloppe minimise le risque d'endommagement.

**Mousse PUR** – dans les tubes RADPOL PIPES, elle est expansée à l'aide du cyclopentane, un agent gonflant respectueux de l'environnement et du climat.



# Vérification indépendante après neuf années d'exploitation



**Afin de vérifier la durabilité à long terme et les performances des canalisations pré-isolées équipées de la barrière de diffusion EVOprotect®, un tronçon de 2 970 mm d'une conduite d'alimentation DN 65/140 mm a été prélevé sur un branchement bâtiment situé ul. Daszyńskiego à Kielce (Pologne). Le tronçon de canalisation est en service continu depuis octobre 2016.**

Les essais ont été réalisés par le laboratoire de recherche accrédité de Veolia Energia Warszawa S.A., conformément à la norme EN 253. Les résultats ont été consignés dans le rapport d'essai n° VVAW/DE/EB/EBB/WEW/25/PR01/1 en date du 02.10.2025.

## RÉSULTATS DES ESSAIS APRÈS VIEILLISSEMENT NATUREL

Le tableau ci-dessous présente les résultats obtenus pour le tronçon de canalisation pré-isolée Radpol Pipes avec barrière de diffusion EVOprotect® après neuf années d'exploitation (vieillissement naturel). À titre de comparaison, les résultats sont rapportés aux exigences spécifiées dans la norme EN 253.



Paramètre	Exigence EN 253	Résultats après neuf années d'exploitation	Évaluation
Conductivité thermique de l'isolation $\lambda_{50}$ , W/mK	$\leq 0,0290$	0,0255	12 % inférieure à la valeur limite spécifiée pour une isolation neuve
Densité de la mousse, kg/m <sup>3</sup>	$\geq 55$	69,6	Conforme aux exigences de la norme
Résistance à la compression, MPa	$\geq 0,30$	0,35	Conforme aux exigences de la norme
Résistance au cisaillement axial à température ambiante, MPa	$\geq 0,12$	0,30	Conforme aux exigences de la norme
Dimension des cellules, mm	$\leq 0,5$	0,33	Conforme aux exigences de la norme

## Évaluation des propriétés thermiques

L'efficacité de la barrière de diffusion EVOprotect® est confirmée par la valeur mesurée de la conductivité thermique de l'isolation après vieillissement naturel,  $\lambda_{50} = 0,0255 \text{ W/mK}$ .

Cette valeur est inférieure de plus de 12 % à la valeur limite  $\lambda_{50} = 0,0290 \text{ W/mK}$  spécifiée dans la norme EN 253 pour l'isolation des canalisations pré-isolées neuves.

Après neuf années d'exploitation, l'isolation a conservé des paramètres de performance thermique comparables à ceux d'une canalisation pré-isolée neuve. Les résultats des essais indiquent que la barrière EVOprotect® limite efficacement la diffusion des gaz et contribue au maintien de la stabilité des propriétés thermiques de l'isolation en PUR.

*„Après neuf années en conditions d'exploitation, l'isolation continue de satisfaire aux paramètres de performance spécifiés par la norme. Aucune dégradation significative n'a été observée : la mousse PUR a conservé sa structure cellulaire et la conductivité thermique est restée stable. Les résultats des essais confirment l'efficacité de la barrière de diffusion EVOprotect® et démontrent la fiabilité à long terme de la solution”*

*– Jarosław Żuchowski, Président du Directoire, Radpol Pipes Sp. z o.o.*



La conductivité thermique de l'isolation en mousse PUR dans la canalisation pré-isolée avec gaine EVOprotect® après neuf années d'exploitation est:

$$\lambda_{50} = 0,0255 \text{ W/mK}$$



## Stabilité des propriétés mécaniques et intégrité structurelle

Après neuf années d'exploitation, la canalisation équipée de la barrière de diffusion EVOprotect® a conservé son intégrité mécanique complète.

La résistance au cisaillement axial à température ambiante a atteint  $\text{tax} = 0,30 \text{ MPa}$ , soit plus du double de la valeur minimale spécifiée par la norme,  $\text{tax} = 0,12 \text{ MPa}$ , applicable aux canalisations pré-isolées neuves.

Aucune perte d'adhérence de la mousse PUR ni vis-à-vis du tube de service en acier ni vis-à-vis de la gaine en PEHD n'a été observée. Les résultats confirment que la canalisation conserve une structure monolithique capable de résister aux charges du sol en service à long terme.

# ÉTUDE DE CAS

## Bilan des pertes thermiques dans un réseau de chaleur de référence

L'ensemble des calculs présentés a été réalisé pour un tronçon de réseau de chaleur de référence d'une longueur totale de tracé de 973,5 m, représentant une configuration typique de distribution résidentielle avec des diamètres de canalisation compris entre DN32 et DN125. La longueur totale de canalisation a été considérée comme le double de cette valeur, afin de tenir compte des conduites aller et retour.

Les pertes thermiques ont été calculées conformément à la méthodologie spécifiée dans la norme EN 13941-1+A1:2022-05.

### LES HYPOTHÈSES SUIVANTES ONT ÉTÉ RETENUES POUR L'ANALYSE:

- canalisations pré-isolées simples enterrées, profondeur d'enfouissement  $H = 1$  m
- température du sol  $T_s = 8$  °C
- régime de température en période de chauffe  $T = 78,5/42$  °C (aller/retour)
- régime de température hors période de chauffe  $T = 70/40$  °C (aller/retour)
- 220 jours de période de chauffe et 145 jours hors période de chauffe
- conductivité thermique du sol  $\lambda_c = 1,6$  W/mK
- conductivité thermique de l'isolation en polyuréthane neuve dans les canalisations pré-isolées (avec et sans barrière de diffusion)  $\lambda_{50} = 0,0262$  W/mK – valeur de calcul utilisée conformément à la norme EN 13941-1 ; à titre de comparaison, la valeur mesurée sur l'échantillon après neuf années d'exploitation était  $\lambda_{50} = 0,0255$  W/mK, confirmant la stabilité à long terme des performances thermiques de l'isolation
- valeurs de conductivité thermique ( $\lambda_{50}$ ) de l'isolation PUR vieillie pour les canalisations pré-isolées avec et sans barrière de diffusion adoptées sur la base du tableau 6 de : E. Kręcielewska, A. Starobrat, I. Iwko, *Methods for Calculating Heat Losses According to EN 13941-1 in Single and Twin Pre-insulated Pipe Systems. Part 1 : Methodology and Assumptions*, Magazyn Instal, 2024, n° 9, pp. 14–23
- classe d'isolation STANDARD pour les conduites aller et retour

Le modèle comprend à la fois des tronçons de canalisation rectilignes (77 %) ainsi que des pièces spéciales, des dérivations et des assemblages pré-isolés (23 %), qui contribuent de manière significative aux pertes thermiques totales.

### VARIANTES COMPARÉES

- canalisations sans barrière de diffusion
- canalisations EVOprotect® avec barrière de diffusion continue sur l'ensemble du tracé, y compris les pièces spéciales et les assemblages pré-isolés



### CALCULEZ VOS PROPRES ÉCONOMIES

Les valeurs présentées ci-dessous indiquent l'ordre de grandeur des économies d'énergie pouvant être obtenues grâce à l'utilisation de canalisations pré-isolées avec barrière de diffusion EVOprotect®. Les coûts de production de chaleur et les conditions d'exploitation variant d'un réseau de chaleur à l'autre, l'effet économique doit être analysé individuellement pour chaque cas. Les valeurs d'économies d'énergie présentées constituent ainsi une base technique pour le calcul des bénéfices financiers spécifiques au projet, en utilisant les données locales relatives aux coûts de production de chaleur.

$$\text{Économies [€]} = \text{Énergie économisée [MWh]} \times \text{coût marginal de production de chaleur de l'exploitant [€/MWh]}$$

# RÉSUMÉ DES CALCULS DE PERTES THERMIQUES ET DES EFFETS ÉCONOMIQUES (PÉRIODE D'EXPLOITATION DE 30 ANS)

Diamètre de canalisation pré-isolée	Longueur du tronçon [m]	Pertes thermiques sans barrière A [GJ]	Pertes thermiques avec barrière EVOprotect® B [GJ]	Différence A-B [GJ]	Réduction 100(A-B)/A [%]
DN32/110 mm	105	2 022	1 732	290	14,34 %
DN40/110 mm	233	5 206	4 432	774	14,87 %
DN50/125 mm	142	3 498	3 012	486	13,89 %
DN65/140 mm	95	2 739	2 371	368	13,44 %
DN80/160 mm	69	2 007	1 763	244	12,16 %
DN100/200 mm	200	5 975	5 371	604	10,11 %
DN125/225 mm	129	4 452	4 025	427	9,59 %
<b>Total</b>	<b>973,5</b>	<b>25 899</b>	<b>22 706</b>	<b>3 193</b>	<b>12 %</b>

## AVANTAGES QUANTIFIÉS

Pour la structure de réseau de chaleur analysée, l'application de la barrière de diffusion EVOprotect® se traduit par des bénéfices énergétiques mesurables:

- **Réduction d'environ 12 % des pertes thermiques** grâce à la stabilité à long terme des propriétés thermiques de l'isolation PUR dans les canalisations EVOprotect®.
- Pour des raisons de comparabilité et d'évolutivité, les économies d'énergie ont été normalisées par kilomètre de longueur de réseau: 3 193 GJ / 0,9735 km = 3 279 GJ/km ≈ **911 MWh/km sur 30 ans.**

## RÉDUCTION DU COÛT TOTAL DE POSSESSION (TCO)

**Les résultats de l'analyse financière fournissent des arguments économiques aux investisseurs et aux exploitants de réseaux de chaleur.**

Les pertes thermiques lors du transport constituent une composante réelle des dépenses d'exploitation (OPEX), qui affecte directement le TCO des infrastructures de réseaux de chaleur. Selon l'état technique de l'infrastructure et la qualité de l'isolation PUR, elles peuvent représenter de plusieurs à plusieurs dizaines

de pour cent de l'énergie injectée dans le système. Par conséquent, le maintien de paramètres d'isolation stables sur une longue période d'exploitation revêt une importance économique majeure.

Une faible valeur du coefficient de conductivité thermique  $\lambda_{50}$  signifie des pertes de transport plus faibles et une quantité d'énergie moindre nécessaire pour les compenser. En pratique, l'exploitant doit produire moins de chaleur pour couvrir ces pertes.

La relation économique est directe :

**pertes thermiques plus faibles** → **OPEX plus faibles** → **TCO de l'infrastructure plus faible**

## Un choix sans compromis

Les essais indépendants réalisés sur une canalisation pré-isolée équipée de la barrière de diffusion EVOprotect® après neuf années d'exploitation ont confirmé sans équivoque l'efficacité de cette solution.

Malgré près d'une décennie de fonctionnement en conditions d'exploitation, l'isolation en PUR satisfait toujours aux exigences de la norme EN 253, en conservant des paramètres thermiques et mécaniques caractéristiques des canalisations neuves.

La stabilité de la conductivité thermique et la résistance mécanique élevée démontrent que la technologie EVOprotect® garantit une efficacité énergétique durable ainsi qu'une fiabilité opérationnelle à long terme.

**Pour les investisseurs et les exploitants de réseaux de chaleur, il s'agit d'avantages concrets.**

**TOP  
QUALITY  
IN EVERY  
LAYER.**



 **RADPOL**  
PIPES

### Contact

Radpol Pipes Sp. z o.o.

Kolonia Prawiedniki 57,

20-515 Lublin, Pologne

Téléphone: +48 81 750 01 70

E-mail: [info@radpolpipes.eu](mailto:info@radpolpipes.eu)

Site web: [www.radpolpipes.eu](http://www.radpolpipes.eu)