

Coût total de détention

L'isolation contribue de manière décisive à la fiabilité opérationnelle des équipements domestiques et industriels : elle améliore l'efficacité énergétique, prévient les processus de condensation, renforce la protection anticorrosion, réduit les émissions de bruit et assure la continuité des processus industriels. Si les matériaux prescrits œuvre ne sont pas les bons, les coûts de maintenance, de réparation et le cas échéant les coûts indirects peuvent rapidement largement dépasser les prétendues économies.

www.armacell.fr



Prendre de
bonnes
décisions
d'investisse-
ment



Le prix du produit n'est que la partie visible de l'iceberg. Les coûts cachés de maintenance, de réparation, de remplacement et indirects consécutifs aux dommages causés au bâtiment sont souvent ignorés lors de la prise de décisions d'investissement.

PRENDRE DES DÉCISIONS D'INVESTISSEMENT JUDICIEUSES

Lors d'un projet d'isolation d'équipement, la performance technique et la fiabilité de l'installation doivent toujours être les facteurs décisifs. Le fait de tenir compte uniquement du prix peut avoir des répercussions coûteuses tant pour les parties impliquées dans la construction que pour les exploitants du bâtiment. Si les matériaux de construction prescrits et mis en œuvre ne sont pas les bons, les coûts de maintenance, de réparation et le cas échéant les coûts indirects, tels que les dommages au bâtiment ou encore les pertes de production dues aux arrêts de l'usine, peuvent rapidement largement dépasser les prétendues économies.

L'isolation contribue de manière décisive à la fiabilité opérationnelle des équipements domestiques et industriels : elle améliore l'efficacité énergétique, prévient les processus de condensation, renforce la protection anticorrosion, réduit les émissions de bruit et assure la continuité des processus industriels. Les produits d'isolation en élastomère garantissent une meilleure performance, une plus longue durée de vie ainsi que l'efficacité des équipements des bâtiments et du secteur industriel. Pourtant, l'isolation ne compte que pour une part négligeable dans le budget d'installation total d'un équipement technique (généralement seulement 1 %). Faire des économies de bout de chandelle à ce niveau risque d'entraîner des coûts cachés sur le long terme.

La performance technique est décisive

Comme nous le relatons dans cette série d'articles, la conductivité thermique (valeur λ) d'un matériau est une propriété technique clé pour le choix d'un isolant, mais ce n'est évidemment pas le seul point à prendre en considération. Pour prévenir la formation de condensation sur la surface du tuyau et ainsi l'augmentation de la conductivité thermique sur toute la durée de vie, il faut que le matériau soit protégé contre l'absorption d'humidité. D'une part, l'humidité se forme en raison de la condensation présente au niveau de la surface des tuyaux lorsque la température de la ligne est inférieure à la température ambiante. D'autre part, la vapeur d'eau peut se propager dans l'isolant en raison de la différence de pression de vapeur et pénétrer ainsi dans le matériau. La résistance à la diffusion de vapeur d'eau (valeur μ) indique combien de fois la résistance à la transmission d'une couche du matériau de construction est plus élevée que celle d'une couche d'air statique de la même épaisseur et à la même température.

Prévenir la pénétration de l'humidité

L'eau présente une conductivité thermique bien supérieure à celle des matériaux d'isolation

typiques. C'est pourquoi l'absorption d'humidité entraîne toujours une augmentation de la conductivité thermique du matériau d'isolation ainsi qu'une réduction de sa capacité d'isolation. À chaque % vol. de teneur en humidité, la conductivité thermique augmente et l'effet d'isolation se détériore. Les conséquences sont non seulement l'augmentation des pertes d'énergie, mais aussi une chute de la température de surface. Si cette dernière descend en dessous de la température du point de rosée, de la condensation se forme à la surface du tuyau. Pour garantir que la température de surface restera au-dessus du point de rosée même après de nombreuses années d'utilisation, il faut que la conductivité thermique du matériau d'isolation n'augmente pas de manière significative en raison de la pénétration de l'humidité. Le plus insidieux étant que la pénétration de l'humidité est un processus invisible. La condensation se forme sous l'isolation sur la surface de la conduite. Souvent, la défaillance du matériau d'isolation n'est remarquée que lorsque de l'eau goutte du plafond suspendu ou de la glace se forme sur la conduite.

LA CONDENSATION – L'ENNEMI JURÉ DE L'ISOLATION

C'est pourquoi, lors de la sélection d'un matériau d'isolation, la question principale à se poser est son degré de protection contre l'absorption d'humidité. Un examen mené par l'Institut Fraunhofer pour la physique de construction (Stuttgart, Allemagne) montre que les matériaux d'isolation Armaflex sont très bien protégés contre l'absorption d'humidité. Même pendant la période relativement courte de l'essai, d'impressionnantes quantités d'humidité s'étaient accumulées sous les isolants en PUR et en laine minérale. Malgré les conditions modérées de l'essai, les pare-vapeurs du PUR et de la laine minérale n'ont pas été en mesure de prévenir l'absorption de la vapeur d'eau. Au contraire du produit d'isolation en élastomère, pour lequel aucune humidité n'a été diffusée et où la surface du tuyau est également restée sèche. Tandis que le tuyau isolé avec du FEF ne présentait aucun signe de condensation après 33 jours, l'isolation en fibres minérales a échoué dès le début de l'essai.

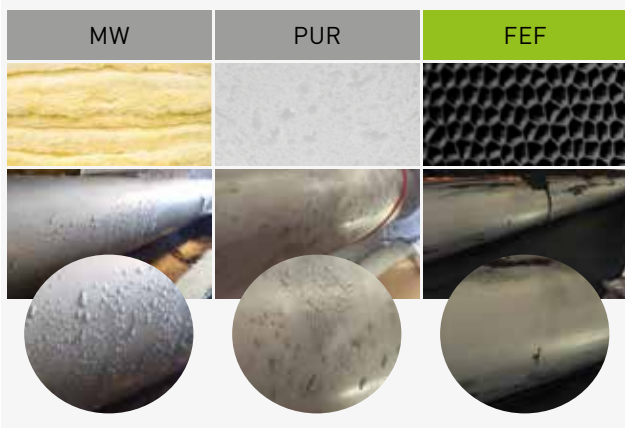
Conséquences à long terme de la pénétration d'humidité

Afin d'étudier les effets à long terme de l'absorption d'humidité, l'Institut Fraunhofer a simulé le comportement des isolants sur une période supposée de dix ans. Tandis que la conductivité thermique du FEF n'augmenta que de 15 % environ après dix ans, la valeur λ de la laine minérale a augmenté de 77 % et celle de l'isolation PUR de 150 %.

Pour prévenir la formation de condensation sur la surface du tuyau et ainsi l'augmentation de la conductivité thermique sur toute la durée de vie, il faut que le matériau soit protégé contre l'absorption d'humidité. La conductivité thermique indiquée par les fabricants doit être comprise comme la conductivité thermique initiale ou « valeur λ sèche ». Elle n'est décisive dans le choix du matériau qu'en combinaison avec la résistance à la diffusion de vapeur d'eau. En d'autres termes, un isolant avec une excellente « valeur λ sèche », mais présentant une résistance à la diffusion de vapeur d'eau faible, est un mauvais choix.

Si l'isolant est complètement trempé, l'augmentation de la consommation énergétique est souvent le problème le moins important. La moisissure, les dommages structurels, la corrosion sous isolation (CUI) ou la perturbation des processus industriels due aux opérations de maintenance et au temps d'arrêt peuvent entraîner des coûts énormes.

Surfaces of the pipes after removing the insulation (condensation)





Plus d'informations

Vous trouverez les détails complets sur la campagne à l'adresse www.armacell.fr





Plus d'informations

Vous trouverez les détails complets sur la campagne à l'adresse www.armacell.fr



CUI – UN PROBLÈME QUI VAUT DE L'OR

La corrosion sous isolation (CUI) est insidieuse : ce processus survient en effet de manière cachée sous l'isolation et n'est mis à jour que lorsque des dommages importants sont déjà visibles. La CUI se produit généralement sur des tuyaux faisant partie de lignes dont la température se situe entre 0 °C et 175 °C, les températures supérieures à 50 °C étant particulièrement critiques. Le risque augmente aussi sur les équipements qui fonctionnent de manière discontinue ou à doubles températures. Si la température fluctue, de la condensation peut se former sous le matériau d'isolation et atteindre la surface des tuyaux. Rien que dans l'industrie du pétrole, du gaz et de la pétrochimie, les dommages annuels dus à la CUI peuvent atteindre 1 milliard de dollars. Selon une étude menée par l'entreprise américaine ExxonMobil Chemical, 40 à 60 % des coûts de maintenance des tuyaeries sont imputables à la CUI.

L'isolation en elle-même ne permet pas de protéger les composants d'une usine contre la corrosion, mais des systèmes d'isolation adaptés peuvent aider à lutter contre la corrosion. Le choix des matériaux détermine en effet si l'isolation minimise le risque de corrosion ou favorise les processus de corrosion.

Degrés de protection anticorrosion

Dans quelle mesure les différents systèmes

d'isolation permettent-ils de réduire le risque de CUI ? Telle est la question qu'Armacell a examinée de manière plus approfondie. L'essai a été réalisé par InnCoa, un institut basé à Neustadt/Donau (Allemagne), spécialisé dans les essais de corrosion.

Les deux systèmes d'isolation FEF ont été les meilleurs de l'essai : la mousse élastomère en collage sur toute la surface (système B) a même atteint le meilleur classement, R_p 10. Aucun signe de corrosion n'a été détecté sur toute la surface du tuyau. Le collage sur toute la surface des matériaux d'isolation a en outre accru le niveau élevé de protection anticorrosion existant du FEF. Le système d'isolation en fibre de verre, d'autre part, a obtenu le classement R_p 4 à 5 et le système polyuréthane, le classement R_p 5. Les dommages les plus importants ont été observés sur l'échantillon de laine de roche. Entre 5 et 10 % de la surface totale du tuyau présentaient des défauts, ce qui ne lui a permis d'atteindre que le classement R_p 3.

L'essai a démontré de manière impressionnante que les mousses élastomères à cellules fermées dotées d'un « pare-vapeur intégré » sont plus tolérantes envers les petits défauts dans le revêtement et l'isolant que les autres systèmes d'isolation. Si l'humidité pénètre dans les autres systèmes d'isolation et atteint la surface du tuyau, cela conduit généralement à la formation de CUI.





FIABILITÉ DE L'INSTALLATION

Les résultats des examens menés par des instituts externes indépendants confirment les excellentes expériences faites avec les matériaux d'isolation FEF à travers le monde pendant de décennies. Le matériel isolant à cellules fermées présentant une faible conductivité thermique et une résistance élevée à la diffusion de vapeur d'eau protège les composants de l'usine à long terme contre la condensation et les pertes d'énergie, et minimise le risque de corrosion. Comme souvent remarqué lors des opérations de maintenance, un équipement isolé avec Armaflex ne présente aucun signe de corrosion même plusieurs décennies après son installation. Des essais internes et externes ont prouvé que même après plus de 25 ans de service, les produits Armaflex présentent encore les valeurs garanties au moment de leur fabrication. Pour s'assurer que le système d'isolation fonctionne de manière fiable pendant de nombreuses années, il est non seulement essentiel de calculer

correctement l'épaisseur d'isolation et d'utiliser des accessoires compatibles avec le système, mais il faut aussi veiller à ce que les matériaux soient installés par des professionnels et conformément aux instructions du fabricant.

La pose professionnelle : un élément clé

La performance technique d'un matériau d'isolation joue un rôle décisif dans le choix du produit. Cependant, afin d'assurer le fonctionnement à long terme de l'équipement, il est impératif que les matériaux soient posés correctement même dans les conditions les plus difficiles sur le site de construction. Afin d'enquêter sur la facilité d'installation des différents matériaux techniques d'isolation, Armacell a réalisé des essais pratiques avec quatre systèmes d'isolation typiques destinés aux applications froides. Les matériaux ayant fait l'objet des essais sont les produits d'isolation en élastomère (FEF), le verre cellulaire (CG), le PUR et un système

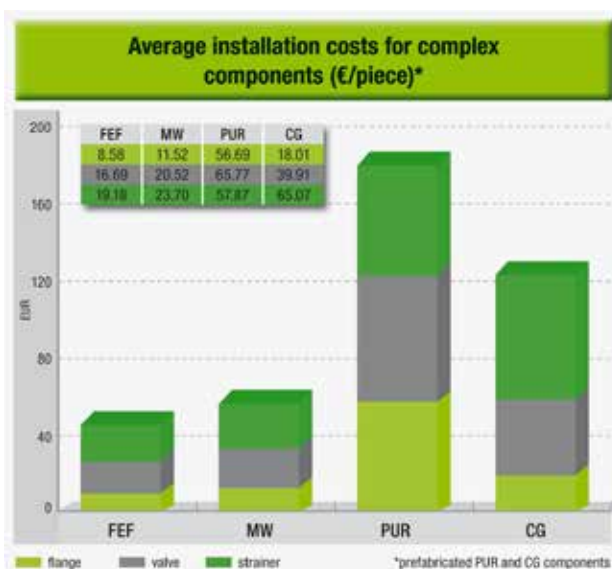
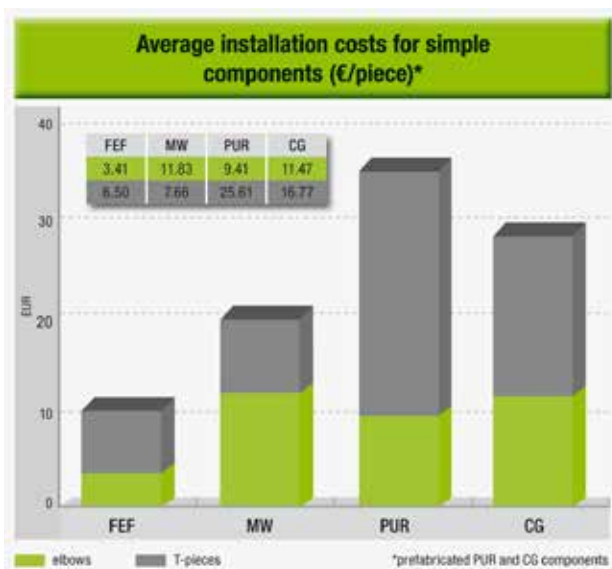
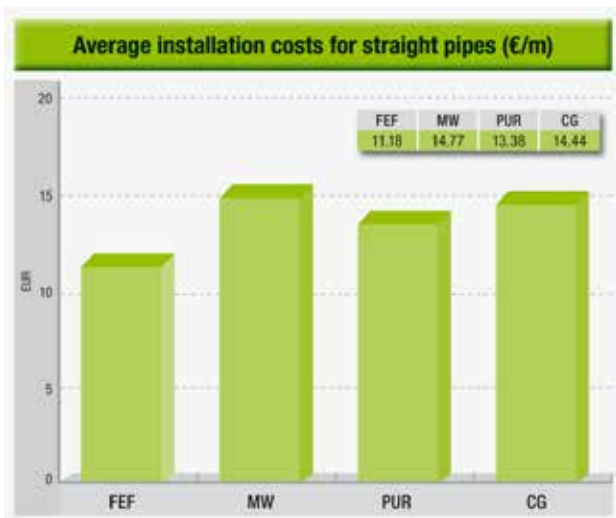


en laine minérale revêtu d'aluminium pour les applications froides (MW).

Les FEF et le verre cellulaire sont des matériaux d'isolation à cellules fermées présentant une résistance élevée à la diffusion de vapeur d'eau. Contrairement à la laine minérale et au PUR, aucun des deux produits ne nécessite un pare-vapeur supplémentaire, qui est souvent l'un des points faibles d'un concept d'isolation. Que ce soit pendant l'installation ou lors des opérations de maintenance ultérieures, la délicate feuille en aluminium peut facilement subir des dommages entraînant la pénétration de vapeur d'eau dans le système d'isolation. Alors que les déchirures sont facilement visibles sur la feuille en aluminium lisse d'un produit PUR, elles ne sont souvent pas détectées sur la feuille en aluminium grillagée de la laine minérale souple. Comme on le voit dans la vidéo de pose d'un célèbre fabricant, même l'isolateur soigneux et spécialement formé à cette tâche du

Dans certains pays d'Europe, la mise en œuvre de laine minérale dans les applications froides est fortement restreinte. En Allemagne, la norme DIN 4140 stipule que son utilisation est uniquement autorisée si un double revêtement est installé. En Belgique, selon le cahier des charges type 105, la laine minérale peut uniquement être utilisée sur les tuyaux présentant une température minimale de 13 °C. En utilisant des isolants à cellules ouvertes dans des applications froides, les prescripteurs et les installateurs prennent un risque incalculable qui peut leur coûter cher. Actuellement, les fabricants de produits en fibres minérales indiquent que leurs matériaux d'isolation peuvent également être utilisés dans les applications froides. Même si ces systèmes sont explicitement vendus comme des isolants pour les applications froides, il s'agit de produits en fibres minérales à cellules ouvertes revêtus d'une feuille d'aluminium.

BUDGET D'INSTALLATION TOTAL



film publicitaire endommage le délicat pare-va-peur sans le remarquer pendant qu'il procède à la fabrication d'un composant.

La durée de pose est un facteur décisif pour le budget d'installation total d'un projet. Armacell a examiné la durée d'installation de différents matériaux techniques d'isolation dans le cadre d'essais de pose. Au total, chaque matériau a été installé dans 20 situations différentes et la durée d'installation moyenne a été calculée. Les figures de gauche montrent les coûts moyens (coûts des matériaux et de l'installation) encourus pour les différents matériaux d'isolation. En raison du coût relativement élevé du matériau et de la consommation des sections de tuyaux en laine minérale et de tape en aluminium, ce système est le plus cher pour les tuyaux droits.

La différence est encore plus grande lorsque des composants simples sont fabriqués : l'utilisation de laine minérale revient presque deux fois plus chère que les produits d'isolation en élastomère. La mise en œuvre de coudes et de pièces en T préfabriqués en PUR ou en verre cellulaire augmente encore les coûts de jusqu'à 200 % ! La situation est très similaire avec les composants complexes. Ici aussi les coûts s'envolent lorsque l'on utilise du PUR et du verre cellulaire. Si on les compare aux composants FEF fabriqués par l'isolateur, les composants en verre cellulaire préfabriqués sont presque trois fois plus chers et ceux en PUR sont même plus de quatre fois plus chers.

Étude de cas : comparaison des coûts d'un travail d'isolation

Pour démontrer l'impact que ces différences de coût ont sur un projet de construction réel, Armacell est allée encore plus loin et a réalisé une étude de cas sur la base de ces calculs. Le point de départ a été un appel d'offre standard pour un projet d'isolation pour applications froides. Le projet concerne une extension du site de production d'une entreprise chimique américaine située dans la province de Bade-Wurtemberg (Allemagne). Au total, 30 millions de dollars ont été investis dans cette nouvelle construction, offrant un espace supplémentaire de près de 11 500 m², abritant unités de production,

entrepôts, laboratoire et bureaux. L'appel d'offre relatif au projet d'isolation pour applications froides concernait l'isolation de 1 241 m de tuyaux droits (DN 15 – DN 200) et de 1 223 composants. Les différents diamètres des tuyaux et les hauteurs d'installation ont été pris en compte dans le calcul et imputés aux résultats décrits ci-dessus. En fonction de leur complexité, les composants à isoler (par ex. vannes, vannes à boisseau, échangeurs de chaleur, etc.) ont été affectés aux composants à tester. Outre les coûts du matériau, on a également tenu compte des coûts de main d'œuvre (tarif horaire de 60 euros). Tous les articles et accessoires requis ont été pris en compte et calculés séparément pour chaque matériau d'isolation.

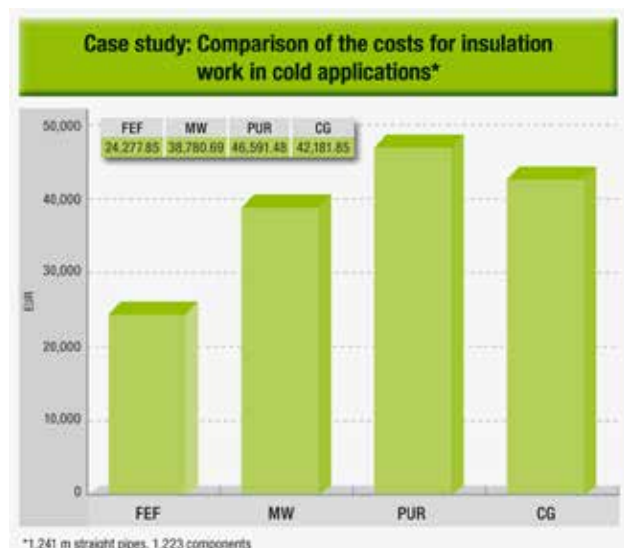
Comme le montre la figure ci-dessous, la mise en œuvre de matériaux d'isolation FEF permet de réduire significativement les coûts : la réalisation du projet avec un système en laine minérale pour applications froides aurait entraîné une augmentation des coûts de pratiquement 60 %. Pour le verre cellulaire, l'augmentation aurait même atteint quelque 70 %. Le système PUR aurait coûté environ deux fois plus cher que les produits d'isolation en élastomère.

Les coûts sur toute la durée de vie

En matière d'isolation technique, se focaliser uniquement sur le prix le plus bas n'est pas une bonne décision sur le long terme. Il faut en effet toujours comparer les budgets d'installation totaux, c'est-à-dire le prix du matériau et les coûts de main d'œuvre. De nombreuses décisions d'investissement sont prises uniquement sur la base du prix d'achat. Cependant, les coûts pendant

l'utilisation dépassent souvent rapidement les coûts d'investissement. Ils sont difficiles à calculer, souvent négligés et sous-estimés. L'approche du coût total de détention prend en compte tous les coûts associés à l'achat et à l'utilisation des marchandises. On tient ici compte non seulement du prix d'achat, mais aussi des coûts encourus estimés à l'avance. Cela permet d'identifier les coûts cachés avant la prise d'une décision d'investissement. Dans le cas des matériaux techniques d'isolation, ceux-ci ne comprennent pas uniquement les coûts d'investissement, mais aussi les coûts de maintenance, de réparation, de remplacement et le cas échéant les coûts indirects, qui peuvent résulter des temps d'arrêt opérationnels ou des dommages au bâtiment.

Lors de la planification d'un équipement, on ne tient généralement pas compte du fait que bien que les matériaux d'isolation coûtent de l'argent, ils peuvent permettre d'en économiser bien plus au cours de leur durée de vie. Si l'objectif est uniquement de satisfaire les exigences minimales tout en gardant le prix d'achat le plus bas possible, l'énorme potentiel en termes d'économies de l'isolant technique sur plusieurs décennies d'utilisation n'est clairement pas pleinement exploité. Des niveaux d'isolation plus élevés, c'est-à-dire des épaisseurs d'isolant plus importantes que celles prescrites pour prévenir la condensation, nécessitent des coûts d'investissement légèrement plus élevés, mais ces coûts sont généralement maintes fois amortis au cours de la durée de vie de l'isolant et permettent de faire d'importantes économies financières au bout de quelques années seulement.



AUTHOR

Georgios Eleftheriadis
 Armacell Manager Technical
 Marketing EMEA

All data and technical information are based on results achieved under the specific conditions defined according to the testing standards referenced. Despite taking every precaution to ensure that said data and technical information are up to date, Armacell does not make any representation or warranty, express or implied, as to the accuracy, content or completeness of said data and technical information. Armacell also does not assume any liability towards any person resulting from the use of said data or technical information. Armacell reserves the right to revoke, modify or amend this document at any moment. It is the customer's responsibility to verify if the product is suitable for the intended application. The responsibility for professional and correct installation and compliance with relevant building regulations lies with the customer. This document does not constitute nor is part of a legal offer to sell or to contract.

At Armacell, your trust means everything to us, so we want to let you know your rights and make it easier for you to understand what information we collect and why we collect it. If you would like to find out about our processing of your data, please visit our [Data Protection Policy](#).

© Armacell, 2020. ® and TM are trademarks of the Armacell Group and are registered in the European Union, United States of America, and other countries. 00444 | Part-6 Total Cost Ownership | KnowHow | 102020 | EMEA | FR

ABOUT ARMACELL

As the inventors of flexible foam for equipment insulation and a leading provider of engineered foams, Armacell develops innovative and safe thermal, acoustic and mechanical solutions that create sustainable value for its customers. Armacell's products significantly contribute to global energy efficiency making a difference around the world every day. With 3,135 employees and 24 production plants in 16 countries, the company operates two main businesses, Advanced Insulation and Engineered Foams. Armacell focuses on insulation materials for technical equipment, high-performance foams for high-tech and lightweight applications and next generation aerogel blanket technology. For more information, please visit: www.armacell.com.

For product information, please visit:
www.armacell.fr