KNOW-HOW

Caractéristiques de qualité des matériaux techniques d'isolation :

Une installation rapide et fiable est essentielle

armacell®

MAKING A DIFFERENCE AROUND THE WORLD

LE TEMPS C'EST DE L'ARGENT

Une pose professionnelle est d'une importance capitale pour l'isolation des applications froides. Les caractéristiques d'installation jouent dont un rôle décisif dans le choix d'un produit. Après tout, pourquoi utiliser un matériau d'isolation d'une qualité technique supérieure si l'on est incapable de l'installer proprement, rapidement et de manière sûre ? En plus de la fiabilité et de la facilité de pose, le temps d'installation est également un élément clé. En effet, au prix du matériau viennent s'ajouter les coûts de main d'œuvre, qui détermineront le coût total du projet.

Les propriétés physiques et techniques du matériau sont décisives lors de l'évaluation et de la sélection de l'isolant technique, mais les aspects liés à l'installation sont tout aussi important. En fonction du domaine d'application, de la destination et de la complexité de l'équipement à isoler, différentes exigences sont imposées à l'isolant. La règle à s'imposer devrait être la suivante : il faut qu'il soit possible de procéder à l'installation de l'isolation dans les conditions les plus difficiles sur le site de construction sans pour autant entraîner une faiblesse quelconque au niveau de la construction. Outre la fiabilité, la facilité d'installation est l'un des critères de base. Cela n'inclut pas seulement la rapidité avec laquelle les matériaux sont installés, mais aussi d'autres facteurs tels que la préparation requise, la propreté, les exigences en termes d'espace et pour terminer, le rapport coût-efficacité du système.

La vitesse d'installation a une influence décisive sur le budget d'installation total d'un projet. Cependant, on ne peut pas simplement dire « qu'aller au plus rapide soit le moins cher ». Une installation rapide de matériaux d'isolation non adaptés implique un risque pour le fonctionnement de l'équipement. La condensation ainsi que l'augmentation des pertes d'énergie ou des dommages dus à la corrosion peuvent entraîner des coûts indirects dépassant largement les prétendues économies.

AUTOR
Georgios Eleftheriadis
Armacell Manager Technical Marketing EMEA

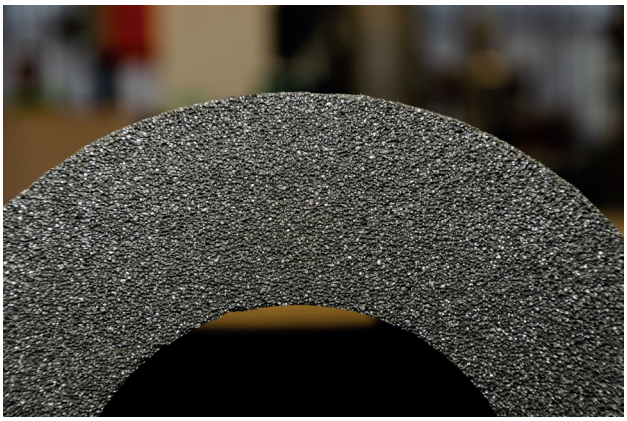
MATÉRIAUX D'ISOLATION TESTÉS

Afin d'examiner la difficulté et la vitesse d'installation de différents matériaux techniques d'isolation, Armacell a effectué des essais reflétant des conditions de pose typiques. L'accent a été mis sur quatre systèmes d'isolation traditionnels pour les applications froides.

Les matériaux qui ont été examinés sont les suivants :
- verre cellulaire ;
- PUR/PIR;
- système en laine minérale revêtu d'aluminium pour les applications froides ; et
- un produit d'isolation en élastomère.

Verre cellulaire (CG)

Le verre cellulaire est un matériau d'isolation thermique fabriqué à partir de verre moussé. Toutes les matières brutes utilisées pour la fabrication du verre cellulaire sont d'origine minérale. Le sable de quartz utilisé comme matière brute principale lors de l'étape de fabrication préliminaire très énergivore, est à présent largement remplacé par du verre plat recyclé. Le matériau est fabriqué sous la forme de blocs dans lesquels sont usinées ultérieurement des sections, des plaques et des pièces.
Le verre cellulaire présente une surface à cellules fermées ce qui garantit une résistance à la diffusion de vapeur d'eau extrêmement élevée. Parmi les matériaux d'isolation examinés, le verre cellulaire est celui qui possède la conductivité thermique la plus élevée, entre 0,037 et 0,042 W/(m•K) à 0 °C de température moyenne. Le verre cellulaire n'est pas hygroscopique et n'absorbe pas l'humidité ambiante. Un changement de poids ne se produit que lorsque la surface est mouillée au niveau des cellules ouvertes pour cause de découpe. De plus, le verre cellulaire est pratiquement étanche à la vapeur, ce qui permet de prévenir durablement les processus de diffusion de vapeur.
En raison de sa fragilité, le verre cellulaire n'est pas en mesure d'absorber des charges ponctuelles et il doit reposer à plat sur l'équipement à isoler. En plus des sections de tuyaux, des produits préfabriqués sont disponibles pour procéder à l'isolation de coudes, de pièces en T et de capuchons pour vannes, brides, etc. Lors de la découpe du matériau, de petites quantités de sulfure d'hydrogène sont libérées, provoquant une odeur désagréable. Le matériau est collé à l'aide d'une colle réactive à deux composants fabriquée à base d'une émulsion de bitume modifié au polymère et d'une poudre (rapport de mélange 1:3). Seule la quantité d'adhésif pouvant être mise en œuvre pendant la durée d'utilisation (temps d'application) doit être préparée. Pour les tuyaux d'un diamètre DN 80 ou supérieur, les sections de tuyaux doivent également être sécurisées tous les 300 à 600 mm avec du tape (tissu, aluminium ou filament)



Le verre cellulaire est pratiquement étanche à la vapeur, mais en raison de sa fragilité, il ne permet pas d'absorber les charges ponctuelles.

Le verre cellulaire est installé avec une colle à deux composants et sécurisé à l'aide de tape ou de bandes métalliques.

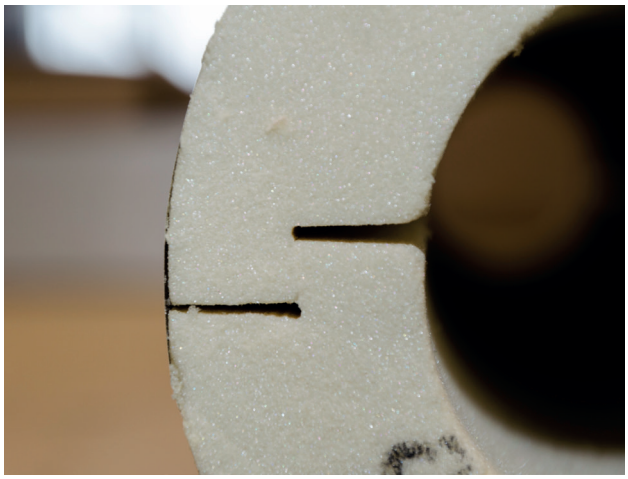
ou des bandes métalliques agrafées.

PUR/PIR

Les matériaux d'isolation fabriqués en mousse de polyuréthane rigide sont produits par la réaction chimique de matières brutes liquides, la matière de base étant généralement du pétrole brut, auxquelles on ajoute des agents moussants à faible point d'ébullition. Lors du processus de moussage des blocs, une tête malaxeuse déverse le mélange de réaction dans un moule en forme de bloc ou sur une bande continue. Après moussage et tassement, les blocs sont traités selon les besoins.

Les matériaux d'isolation fabriqués en mousse PUR rigide sont des mousses dures présentant au moins 90 % de cellules fermées. Parmi les matériaux d'isolation examinés, le polyuréthane est celui qui présente la conductivité thermique la plus faible. À une température moyenne de 0 °C, elle se situe entre 0,025 W/(m•K) et 0,033 W/(m•K). Les mousses rigides PUR/PIR ne sont pas hygroscopiques et n'absorbent donc pas l'humidité ambiante. Cependant, avec des valeurs μ situées entre 40 et 250, le PUR présente une faible résistance à la diffusion de vapeur d'eau. Lorsque ce matériau est utilisé dans les applications froides, il entraîne une augmentation de la pénétration d'humidité à long terme en raison des différences de la pression partielle de vapeur d'eau. C'est pourquoi un pare-vapeur efficace est requis si ces matériaux sont installés sur des lignes frigorifiques.

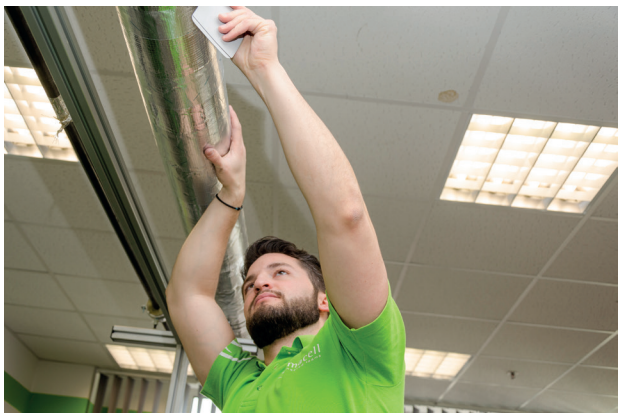
Les sections de tuyaux et autres pièces sont usinées à partir de blocs fabriqués de manière discontinue ou continue. Les sections de tuyaux sont proposées en version avec et sans revêtement en aluminium ou PVC. Elle sont coupées à l'aide de scies. Les produits sont collés avec une colle à deux composants, une pâte mélangée avec un durcisseur (catalyseur). Ensuite, un tape adhésif en aluminium doit être appliqué sur tous les joints longitudinaux et circonférentiels afin de garantir l'étanchéité à la diffusion.



La mousse PUR/PIR rigide présente une faible résistance à la diffusion de vapeur d'eau et requiert donc l'ajout d'un pare-vapeur efficace.

Le PUR est également collé à l'aide d'une colle à deux composants. Ensuite, un tape adhésif en aluminium doit être appliqué sur tous les joints longitudinaux et circonférentiels afin de garantir l'étanchéité à la diffusion.

Vu qu'il s'agit d'un matériau d'isolation à cellules ouvertes, la laine minérale n'est pas protégée contre la pénétration de l'humidité. C'est pourquoi on ne devrait pas l'utiliser pour procéder à l'isolation de tuyaux frigorifiques.



La laine minérale est maintenue en place grâce à une bande autoadhésive à chevauchement et le joint est lissé à l'aide d'une spatule. Pour garantir une sécurité additionnelle, un tape en aluminium est enroulé autour des sections de tuyaux au moins tous les 600 mm.

Laine minérale (MW)

Les fibres minérales artificielles sont produites en faisant fondre de la matière minérale bute et en l'essorant, la soufflant ou la séchant ensuite. Les matériaux bruts utilisés pour la fabrication de la laine minérale sont le verre usagé et d'autres matières brutes du verre telles que le sable de quartz. La laine de roche est fabriquée à partir de basalte ou de diabase. L'isolation en fibres minérales est fabriquée de manière continue. Il s'agit de matériaux à cellules ouvertes offrant une résistance à la diffusion de vapeur d'eau (μ) de 1 à 2. La laine minérale est ouverte à la diffusion et ses propriétés d'isolation peuvent être fortement réduites par la présence d'humidité. Un revêtement en aluminium sert de pare-vapeur.

Le système testé ici, qui a été développé pour les applications frigorifiques et de climatisation, se présente sous la forme de sections de tuyaux, de nattes lamellaires et de supports de tuyaux correspondants. Les sections de tuyaux sont étanchéifiées avec les bandes adhésives à chevauchement et le joint est lissé à la spatule. Pour garantir une sécurité supplémentaire, les sections de tuyaux sont entourées de tape aluminium au moins tous les 600 mm. Un tape d'étanchéité flexible est appliqué au niveau des points de pénétration, par ex. aux suspensions des tuyaux ou aux équipements de mesure et de contrôle.

À ce stade, il nous semble tout de même utile de préciser que dans certains pays européens, la mise en œuvre de laine minérale sur des tuyaux frigorifiques 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. Actuellement, les fabricants de produits en fibres minérales indiquent que leurs matériaux d'isolation peuvent également être utilisés dans les applications froides. Bien que ces systèmes soient explicitement vendus comme des isolants pour les applications froides, il s'agit de produits en fibres

Les produits d'isolation en élastomère possèdent des cellules fermées et offrent une résistance à la diffusion de vapeur d'eau élevée. Ils ne nécessitent donc pas de pare-vapeur supplémentaire et peuvent être installés facilement, rapidement et en toute sécurité.

Les produits d'isolation en élastomère sont disponibles en version standard ou sous forme de produits auto-adhésifs. Une fois la colle appliquée ou la feuille de protection retirée, les bords sont simplement pressés les uns contre les autres, section après section. Aucune mesure supplémentaire n'est requise au niveau des joints.

minérales à cellules ouvertes revêtus d'une feuille d'aluminium.

Cependant, afin d'examiner les caractéristiques d'installation de ces systèmes, nous les avons délibérément inclus dans les essais.

Produits d'isolation en élastomère (FEF)

Les mousses d'élastomères sont des matériaux d'isolation très flexibles à base de caoutchouc synthétique. Les feuilles brutes obtenues par des processus de mélangeage et de laminage sont introduites dans une extrudeuse afin d'obtenir des tubes et des plaques. Les tubes et plaques sont ensuite « cuits » avec un agent moussant lors d'un processus continu.

Tout comme le verre cellulaire, les produits d'isolation en élastomère présentent une structure avec des cellules complètement fermées. Le matériau n'est pas hygroscopique. En fonction du type de caoutchouc, la résistance à la diffusion de vapeur d'eau se situe entre μ = 2 000 et 10 000, mais elle peut également être beaucoup plus élevée. Des valeurs μ = 20 000 sont possibles dans certains cas. Dans les FEF, le pare-vapeur ne se limite pas à une fine feuille ou à un fin revêtement, mais il est intégré sur toute l'épaisseur de l'isolant. Aucun pare-vapeur séparé n'est requis.
Outre les tubes et plaques en versions standard et auto-adhésive, des tapes auto-adhésifs, des supports de tuyaux fabriqués sur mesure pour la gamme des matériaux d'isolation ainsi que des barrières de protection contre l'incendie hautement flexibles sont proposés. Les tubes auto-adhésifs sont fermés en pressant fermement le joint section après section après avoir retiré la bande de protection. Les coupes tangentielles garantissent une plus grande surface de collage et une meilleure adhérence. De nos jours, une vaste gamme de colles est disponible, incluant des colles thixotropes, des colles de contact non coulantes et des produits sans solvants.

QUEL MATÉRIAU EST EN TÊTE DE LA COURSE ?

Configuration des essais et séries de mesures

Les différents systèmes d'isolation ont été installés par des isolateurs professionnels selon les directives de pose du fabricant et les normes en vigueur. Au total, chaque matériau a été installé dans 20 situations différentes et la durée d'installation moyenne a été calculée. On a opté pour des conditions de pose idéales : une température ambiante de 23 °C et une humidité relative de 50 %.

Scénario A : tuyaux droits

Un tuyau en acier d'une longueur de trois mètres et possédant des diamètres de DN 20 et DN 80 a été isolé à des hauteurs de 1,20 m et 2,30 m. À chaque extrémité, l'isolant a été collé au support de tuyau.

Scénario B : système de tuyau complexe n° 1

Pour simuler un système de tuyau plus complexe, un coude à 90° et une pièce en T ont été rajoutés aux tuyaux. Les essais ont également été réalisés pour les diamètres DN 20 et DN 80 à des hauteurs de 1,20 m et 2,30 m.

Scénario C : système de tuyau complexe n° 2

Dans un troisième temps, on a procédé à l'isolation d'un système de tuyaux avec bride, vanne et filtre. Ici aussi les composants ont dû être fabriqués pour les équipements de diamètres DN 20 et DN 80 et installés à des hauteurs de 1,20 m et 2,30 m.

Un chronomètre a été utilisé pour enregistrer les temps d'installation. Tous les essais de pose ont été enregistrés sur support vidéo et archivés à des fins de documentation. Ensuite, on a procédé au calcul du coût de pose. Les coûts des matériaux et de la main d'œuvre ont tous deux été estimés. Le tarif horaire pris en compte dans le calcul est de 60 euros.

Résultats des essais

Fiabilité de l'installation

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. Aucun des deux produits ne nécessite un pare-vapeur supplémentaire, qui est souvent l'un des points faible d'un concept d'isolation. Que ce soit pendant l'installation ou lors des opérations de maintenance ultérieures, le pare-vapeur (par ex. une feuille en aluminium) peut facilement subir des dommages entraînant la pénétration de vapeur d'eau dans le système d'isolation. Le revêtement en aluminium testé sur le nouveau système d'isolation pour les applications froides est plus solide que celui que l'on trouve sur les produits en laine minérale traditionnels. Il est cependant difficilement possible d'éviter de l'endommager pendant les travaux d'installation. Ce fait est clairement prouvé dans la vidéo de pose du fabricant : l'isolateur, qui a certainement travaillé avec le plus grand soin lors du tournage de ce film publicitaire, a endommagé le fragile pare-vapeur lors de la fabrication d'un composant. Le fabricant propose un tape d'étanchéité flexible pour les points de pénétration. Cela permet d'augmenter la fiabilité du système d'isolation mais cela signifie également que le travail d'installation à fournir est plus important et qu'il faut plus de matériel.

D'autre part, les raccords des isolants FEF ne nécessitent pas de sécurisations supplémentaires et les joints au niveau des points de pénétration sont faciles à réaliser. Le principal avantage d'un produit d'isolation en élastomère par rapport aux mousses rigides est sa flexibil-

La vidéo de pose du fabricant prouve comme il est facile d'endommager le pare-vapeur : en coupant une pièce pour un composant, l'isolant perce la feuille qui se trouve sur la face inférieure sans s'en rendre compte. Ces défauts, aussi petits soient-ils, sont suffisant pour empêcher le bon fonctionnement du pare-vapeur.

ité. S'il est soumis à un impact mécanique par un instrument contondant, le matériau ne subit aucun dommage et reprend immédiatement sa forme initiale.

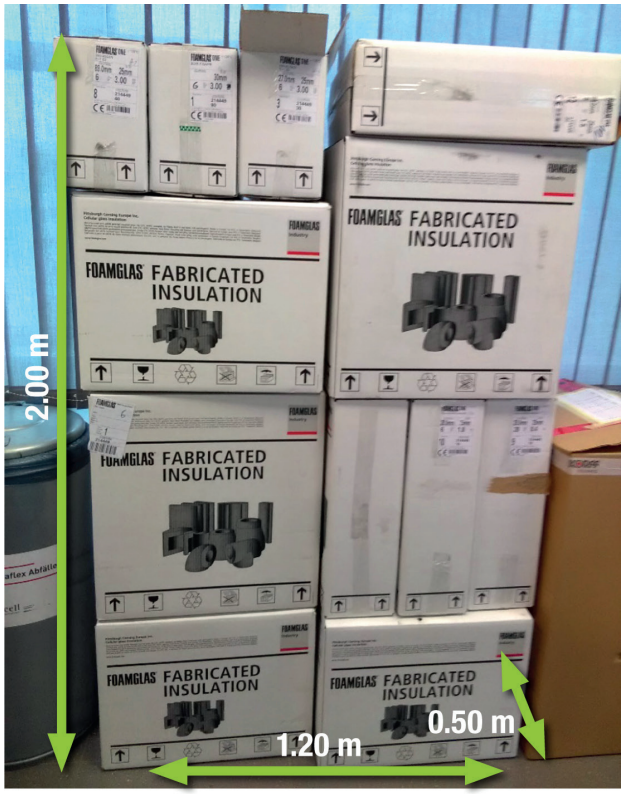
Propreté de l'installation

En ce qui concerne la propreté de l'installation, les matériau d'isolation FEF sont les grands vainqueurs de ces essais. Le matériau flexible se coupe facilement et proprement, tout en offrant de très bonnes propriétés de collage. Tous les autres matériaux entraînent la formation d'importantes quantités de poussière et de saleté lors de leur découpe. Le PUR et le verre cellulaire sont installés à l'aide d'une colle à deux composants, qui requiert d'être mélangée au préalable. Une odeur extrêmement désagréable se dégage en outre lors de l'installation du verre cellulaire. Dans les deux cas, la zone de travail doit être protégée avec une bâche. Les produits en laine minérale peuvent également générer des quantités considérables de poussière. Porter des vêtements recouvrant entièrement la peau, à manches longues, ainsi que des lunettes de protection pour travailler avec la laine minérale. Un contact entre les fibres et la peau peut entraîner une irritation pouvant conduire à des démangeaisons particulièrement désagréables.

Efficacité en termes d'espace

Les produits en laine minérale et FEF ne requièrent que peu d'espace sur le site de construction. Toutes les pièces nécessaires pour isoler les coudes, bifurcations, fixations et réservoirs peuvent être fabriquées à partir de tubes, plaques, sections de tuyaux et nattes. Une surface de travail de 2 à 3 m² est suffisante pour fabriquer des composants en FEF. Si nécessaire, les travaux préparatoires peuvent même être effectués sur une boîte en carton ouverte déposée sur le sol. Fabriquer ses propres composants dans du PUR ou du verre cellulaire prend beaucoup de temps, même pour de simples coudes et pièces en T, voire est pratiquement impossible pour les formes plus complexes telles que les vannes ou les filtres. Dans ce cas, les installateurs doivent utiliser des produits fabriqués en usine. Il faut procéder au mesurage, passer la commande et ensuite retrouver les produits correspondant aux bons équipements lors de la livraison. Ce travail requiert non seulement de la patience, mais aussi beaucoup d'espace et une bonne organisation. Si des erreurs sont faites lors de la mesure ou que les produits livrés ne sont pas les bons, une nouvelle commande devra être effectuée. Le verre cellulaire subit très facilement des dommages lors du transport. Malgré les très faibles quantités commandées pour les essais, deux produits endommagés nous ont été livrés.

L'installation de PUR et de verre cellulaire entraîne la formation de quantités importantes de poussière et la zone de travail doit toujours être protégée par une bâche.



Pas vraiment une solution gain de place : lors de l'utilisation de verre cellulaire, un espace de stockage conséquent est nécessaire sur le site de construction

Vitesse et coûts d'installation

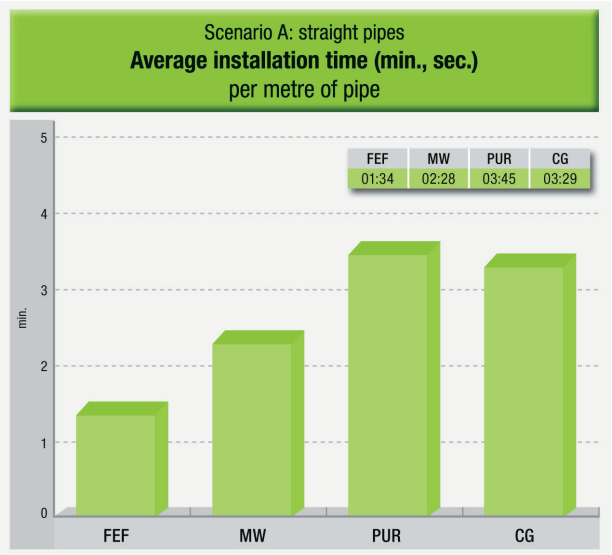
Les produits d'isolation en élastomère font également la course en tête en ce qui concerne la vitesse d'installation. Les produits auto-adhésifs sont particulièrement rapides à installer.

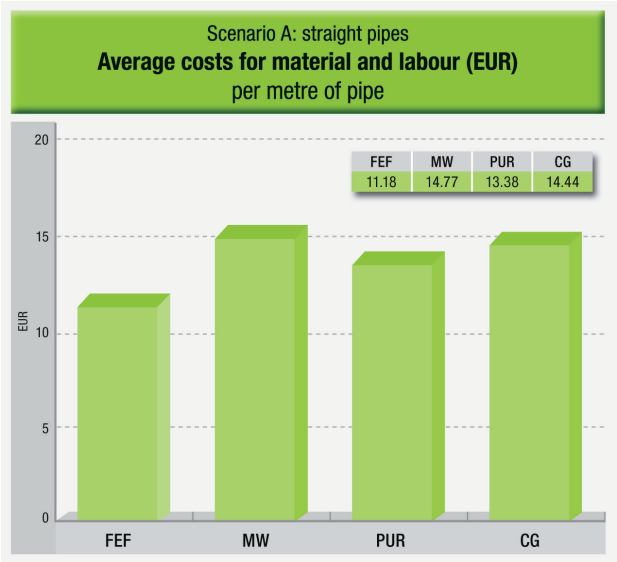
Scénario A : tuyaux droits

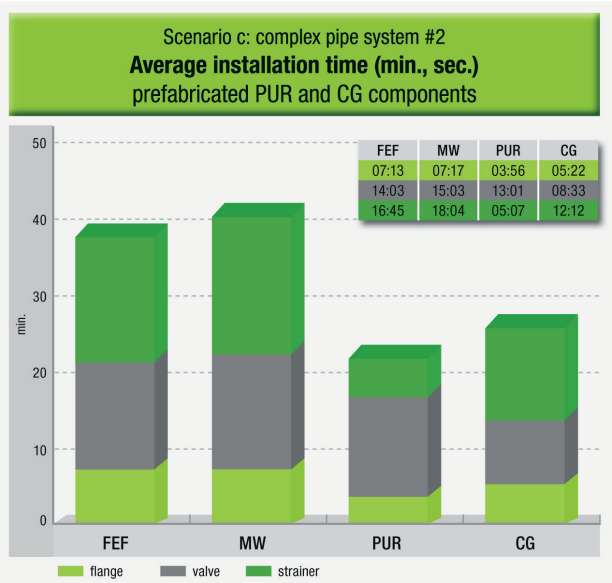
Sur des tuyaux droits, l'installation de produits FEF dure en moyenne 1,54 min par mètre. Environ une minute de plus est nécessaire pour la pose de la laine minérale alors que le PUR requiert deux fois plus de temps. En raison du coût relativement élevé du matériau et de la consommation des sections de tuyaux en laine minérale et de tape en aluminium, ce système est le plus cher pour les tuyaux droits.

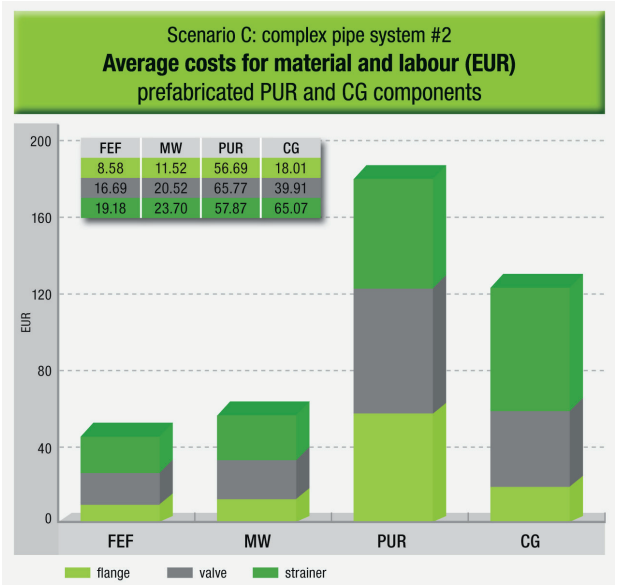
Scénario B : système de tuyau complexe n° 1

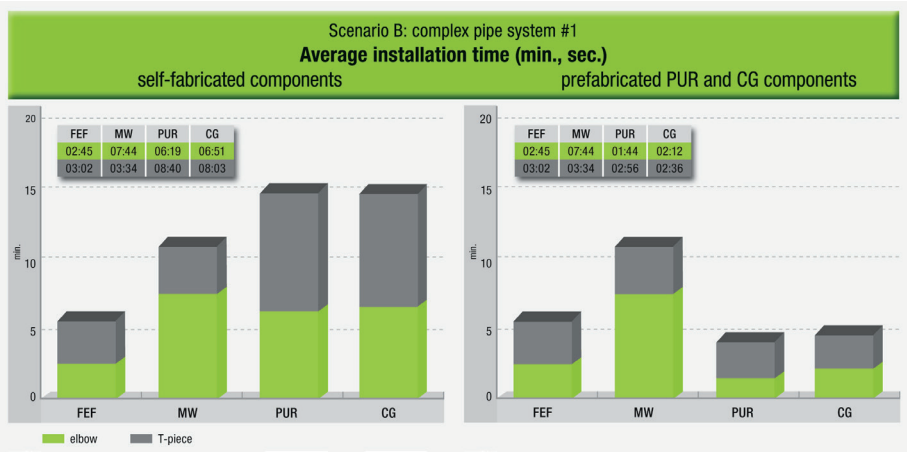
Les différences sont encore plus importantes en ce qui concerne la fabrication de composants. Il faut en effet pratiquement deux fois plus de temps pour fabriquer des coudes et des pièces en T en laine minérale qu'en produits d'isolation en élastomère. L'utilisation de PUR ou de laine minérale prend quant à elle trois fois plus de temps. La commande de produits préfabriqués en PUR et en verre cellulaire permet de réduire le temps d'installation de manière significative, mais sans économiser de l'argent. C'est même tout l'opposé : la mise en œuvre de coudes et pièces en T en PUR préfabriqués entraîne une augmentation des coûts de 70 % !

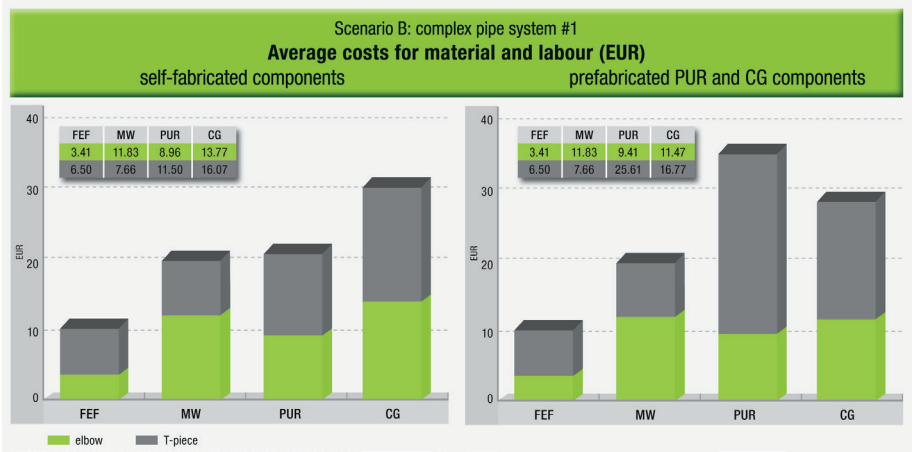












Scénario C : système de tuyau complexe n° 2

Il est pratiquement impossible pour l'installateur de fabriquer des composants plus complexes tels que des brides, des vannes ou des filtres en PUR et en verre cellulaire. C'est pourquoi des produits préfabriqués sont utilisés dans ce cas. Ces produits permettent de réduire considérablement les temps d'installation (voir la figure 17), mais ils multiplient les coûts. Si on les compare aux composants FEF fabriqués par l'isolateur, les produits en verre cellulaire préfabriqués sont presque trois fois plus chers et ceux en PUR sont même plus de quatre fois plus chers.

Conclusion

Les caractéristiques d'installation des matériaux techniques d'isolation sont un facteur décisif pour la performance des produits. Cependant, afin d'assurer le fonctionnement à long terme de l'équipement, il est impératif que les matériaux puissent être installés correctement même dans les conditions les plus difficiles sur le site de construction.Les matériaux d'isolation flexibles et souples sont plus rapides à installer que les mousses rigides. Sur les système de tuyaux complexes, le temps d'installation des mousses rigides peut être significativement réduit en utilisant des composants préfabriqués, mais les coûts augmentent alors de manière substantielle. Les produits d'isolation en élastomère ont su convaincre dans toutes les catégories. Aucun autre matériau d'isolation ne peut être installé de manière aussi fiable, propre et rapide.

© Armacell, 2018 | KnowHow | Fast&ReliableInstallation | 20180530 | MASTER

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 3,000 employees and 25 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.eu.

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

armacell®
MAKING A DIFFERENCE AROUND THE WORLD