

# SAVOIR-FAIRE

Caractéristiques de qualité des matériaux d'isolation technique :

## Une installation fiable et rapide est essentielle





# TIME IS MONEY

**Dans le domaine de l'isolation contre le froid, une approche professionnelle est déterminante. C'est pourquoi les caractéristiques de l'installation sont un aspect essentiel du choix du produit. Après tout, à quoi sert un équipement d'isolation technologiquement à la pointe du progrès, s'il n'est pas installé proprement, rapidement et en sécurité ? En plus de la fiabilité et de la facilité de son application, le facteur temps est particulièrement important. En effet, outre le prix du matériel, ce sont les frais de la main d'œuvre qui déterminent le coût d'un projet.**

Si les caractéristiques physiques et techniques du matériel sont déterminantes en phase d'évaluation et de sélection d'équipement d'isolation technique, les aspects liés à l'installation sont également tout aussi importants. Il y a plusieurs questions à se poser, en fonction du domaine d'application, de la destination et de la complexité de l'équipement à isoler. Le principe de base devrait être : il doit être possible de réaliser l'isolation dans des conditions de construction difficiles sans aucun risque de points faibles dans tout le bâtiment. Outre la fiabilité, la facilité d'installation est l'un des critères essentiels. Ceci comporte non seulement la vitesse d'installation des matériaux, mais également des facteurs tels que la préparation nécessaire, la propreté, les exigences d'espace et en dernier, le rapport coût-efficacité du système.

La vitesse d'installation a une influence significative sur les coûts totaux d'installation d'un projet. Cependant, on ne peut pas adopter tout simplement « la plus rapide et la moins chère ». Une installation rapide de matériaux d'isolation non adéquats comporte des risques pour le fonctionnement de l'équipement. La condensation, des pertes d'énergie ou des problèmes de corrosion peuvent amener à des coûts supplémentaires excédant largement les économies supposées.



## AUTEUR

**Georgios Eleftheriadis**  
Armacell Manager Technical  
Marketing EMEA



# DIFFÉRENTS MATÉRIAUX D'ISOLATION TESTÉS

Pour évaluer la complexité de l'installation et la vitesse des divers matériaux isolants techniques, Armacell a effectué des tests reproduisant les conditions d'application spécifiques. Nous nous sommes basés sur quatre systèmes d'isolation fournis pour application au froid.

Les matériaux impliqués étaient :

- verre cellulaire,
- PUR/PIR,
- et un système calfeutré à l'aluminium et à la laine minérale pour isoler du froid ainsi
- qu'un matériau isolant élastomère.

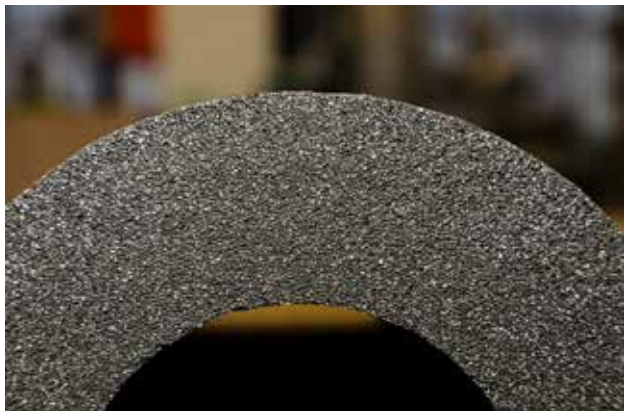
## Verre cellulaire (CG)

Le verre cellulaire est un matériau isolant thermique constitué de verre expansé. Les matériaux bruts utilisés pour fabriquer le verre cellulaire sont tous minéraux. La phase de fabrication préliminaire à l'impact énergétique intensif employant du sable quartzéux comme matériau brut de base a désormais été largement remplacée par du verre plat recyclé provenant des fenêtres et des pare-brises défectueux. Les autres matériaux bruts utilisés sont feldspath, dolomite, oxyde de manganèse et carbonate de soude. Le matériau est manufacturé en blocs dont les sections, les feuilles et les pièces constituantes sont fraisées.

Le verre cellulaire a une structure de matériau à cellules fermées et une résistance très élevée à la transmission d'eau-vapeur. Parmi les matériaux isolants examinés, le verre cellulaire possède la conductivité thermique la plus élevée, qui se situe entre 0.037 et 0.042 W/(m•K) à une température moyenne de 0 °C . Le verre cellulaire n'est pas hygroscopique et n'absorbe pas la moisissure de l'environnement. Un changement de poids n'a lieu que si la surface est humide à l'emplacement de la coupure des cellules. En outre, le verre cellulaire est virtuelle-

ment étanche à la vapeur et les processus de diffusion de la vapeur peuvent donc être neutralisés de manière permanente.

En raison de sa fragilité, le verre cellulaire ne peut pas supporter de charges ponctuelles et doit donc reposer à plat sur l'équipement destiné à être isolé. En plus des sections de tuyau, des produits préfabriqués sont disponibles pour l'isolation de coudes, pièces en forme de T ainsi que des couvercles pour les vannes, brides... etc. Quand le matériau est coupé, de légères émanations d'hydrogène sulfuré ont lieu, causant une odeur déplaisante. Le matériau est collé à l'aide d'un adhésif réactif employant deux composants basé sur une émulsion de bitume modifié aux polymères et une poudre mélangés dans un rapport de 1:3. Seule la quantité d'adhésif qui peut être utilisée pendant la durée de vie (durée temporelle pour laquelle il peut être appliqué) peut être employée. Elle est mélangée à l'aide d'un agitateur électrique ou pneumatique. Dans le cas de tuyaux d'un diamètre de DN 80 et plus, les sections de tuyau sont ultérieurement renforcées à des intervalles de 300 à 600 mm avec des bandes d'installation (en tissu, aluminium ou filament) ou avec des bandes métalliques avec une attache.



Le verre cellulaire est virtuellement étanche à la vapeur, mais comme il est fragile il ne peut pas supporter de charges ponctuelles.



Le verre cellulaire est installé avec un adhésif à deux composants et est ultérieurement renforcé par une bande d'installation ou des bandes métalliques.

## PUR/PIR

Les matériaux isolants constitués de mousse de polyuréthane rigide sont produits par la réaction chimique de matériaux bruts liquides - le matériau de base est généralement du pétrole brut - additionné d'agents gonflants à bas point d'ébullition. Dans les processus de formation de blocs de mousse, le mélange réactif se répand à l'aide d'une tête mélangeuse dans un moule de bloc ou dans un bande à blocs continue. Après moussage et installation, les blocs sont traités en conséquence.

Les matériaux isolants constitués de mousses PUR sont des mousses dures constituées à 90% par des cellules fermées. Parmi les matériaux isolants examinés, la polyuréthane est celui qui a la conductivité la plus faible. À une température minimale de 0 °C, elle se situe entre 0.025 W/ (m•K) et 0.033 W/ (m•K). Les mousses PUR/PIR rigides se sont pas hygroscopiques et c'est pourquoi elles n'absorbent pas l'humidité de l'air ambiant.



Les mousses PUR/PIR rigides ont une faible résistance à la transmission d'eau-vapeur et nécessitent donc une barrière contre la vapeur efficace.

Quoi qu'il en soit, avec des valeurs  $\mu$  entre 40 et 250, les mousses PUR ne présentent qu'une résistance faible à la transmission de valeur d'eau. Quand on les utilise dans des installations d'isolation du froid, elles provoquent une pénétration accrue d'humidité à long terme due à la différence de pression partielle eau-vapeur. C'est pourquoi une barrière efficace contre la vapeur est nécessaire si ces matériaux sont installés dans des lignes de réfrigération.

Les sections de tuyau et les autres pièces façonnées sont fraisées à partir de blocs produits de manière continue ou non. Les sections de tuyau sont offertes avec ou sans couverture aluminium ou PVC. Elles sont coupées à l'aide de scies. Les produits sont collés avec un adhésif à deux composants - une pâte est mélangée à un durcisseur (catalyseur). Puis un ruban d'aluminium doit être appliqué longitudinalement et sur toute la circonférence afin de créer un joint étanche contre la diffusion.



Les mousses PUR sont elles aussi collées à l'aide d'un adhésif à deux composants. Puis un ruban d'aluminium doit être appliqué longitudinalement et sur toute la circonférence afin de créer un joint étanche contre la diffusion.



Étant un matériau isolant à cellules ouvertes, la laine minérale n'est pas protégée contre la pénétration d'humidité et c'est pourquoi, par exemple, elle ne devrait pas être installée sur des tuyaux de réfrigération.

### Laine minérale (MW)

Les fibres minérales artificielles sont obtenues en mélangeant le matériau brut puis en le centrifugeant, le soufflant ou l'étirant. Les matériaux bruts employés pour la fabrication de la laine de verre sont le verre usagé ou les matériaux bruts vitreux tels que le sable de quartz. La laine de roche est produite à partir de roche basaltique ou diabase. L'isolation par fibre minérale est réalisée en processus continu. Ce sont des matériaux à cellules ouvertes avec une résistance à la transmission de vapeur ( $\mu$ ) de 1 - 2. La laine minérale est ouverte à la diffusion et les propriétés isolantes peuvent être fortement réduites par l'humidité. Une couverture d'aluminium agit comme une barrière contre la vapeur.

Le système testé ici qui a été développé pour applications de réfrigération et d'air conditionné est offert en sections de tuyaux, nattes lamellaires et supports de jonctions de tuyaux. Les sections de tuyau sont soudées avec des rubans adhésifs enveloppants, puis le joint est lissé à l'aide d'une spatule. Pour une plus grande sécurité, les sections de tuyau sont enveloppées d'une bande d'aluminium d'au



Les sections de tuyau en laine minérale sont recouvertes d'une bande autocollante et le joint est lissé à l'aide d'une spatule. Pour une plus grande sécurité, le ruban d'aluminium est enveloppé autour des sections de tuyau au moins tous les 600 mm.

moins 600 mm. Une bande scellante est appliquée aux points de pénétration, tels que les dispositifs de suspension ou de mesure et de contrôle.

À ce point, il faut souligner que dans certains pays européens, l'utilisation de laine minérale sur les tuyaux réfrigérants est strictement réglementée. En Allemagne, le DIN 4140 stipule qu'elle n'est permise que si une double enveloppe est installée. En Belgique, conformément à Typebestek/105, la laine minérale ne peut être employée qu'avec des tuyaux ayant une température minimale de 13°C. Les fabricants de produits en fibre minérale communiquent que leurs matériaux d'isolation peuvent être également utilisés pour les applications de froid. Bien que ces systèmes soient expressément vendus comme matériaux d'isolation pour le froid, ce sont encore des produits à base fibre minérale à cellules ouvertes recouverts d'aluminium !

Toutefois, afin d'examiner les propriétés d'installation de ces systèmes, ils ont également été inclus dans les tests.



Les matériaux d'isolation élastomères présentent une structure à cellules fermées et une résistance élevée à la transmission eau-vapeur, ils ne doivent donc pas être accompagnés d'une barrière séparée contre la vapeur et peuvent être installés aisément, rapidement et de manière fiable.

### Matériaux d'isolation élastomères (FEF)

Les mousses élastomères sont des matériaux d'isolation extrêmement flexibles basés sur le caoutchouc synthétique. Les feuilles brutes produites par les processus de préparation et de laminage sont introduites dans un extrudeur et formées en manchons ou feuilles. On introduit de la chaleur et les manchons et les feuilles sont « cuits » à l'aide d'un agent soufflant en continu.

Comme le verre cellulaire, les matériaux isolants élastomères ont une structure cellulaire complètement fermée. Le matériau n'est pas hygroscopique. En fonction du type de caoutchouc, la résistance à la transmission d'eau-vapeur se situe entre  $\mu = 2,000$  et  $10,000$ , mais elle est généralement beaucoup plus élevée. Dans certains cas, des valeurs allant jusqu'à  $\mu = 20,000$  ont été atteintes. En FEF, la barrière contre la vapeur ne se limite pas à un film ou une couverture fine, mais est comprise dans toute l'épaisseur de l'isolation. Une barrière séparée contre la vapeur n'est pas nécessaire.



Les matériaux isolants élastomères sont disponibles en tant que produits standards et auto-adhésifs. Après l'application de la colle ou après avoir retirée la feuille protectrice, les bords sont simplement compressés ensemble section par section. Aucune autre action n'est nécessaire pour garantir un bon scellement.

En plus des manchons et des feuilles version standard et auto-adhésives, des bandes auto-adhésives, des supports de tuyau dimensionnés à la gamme de matériau isolant et des barrières de protection contre le feu très flexibles sont offertes. Les manchons auto-adhésifs se ferment en appuyant sur le joint section par section après avoir retiré le ruban protecteur. La section tangentielle assure une surface de jointure plus étendue et une meilleure adhésion. De nos jours, une vaste gamme de colles est disponible, comprenant les colles thixotropiques, les colles contact non gouttantes et les produits dépourvus de solvants.

# QUEL MATÉRIEL EST PRÉFÉRABLE ?

## Batteries de tests et séries de mesures

Les divers systèmes d'isolation ont été installés par des isolateurs professionnels en suivant les lignes guides d'application des fabricants et en respectant les normes concernées. Au total, chaque matériau a été installé dans 20 situations différentes et un temps moyen d'installation a été calculé. Les conditions les plus favorables ont été choisies : une température ambiante de 23°C et une humidité relative de l'ordre de 50%.

### Scénario A : tuyaux droits

Ici, un tuyau d'acier de 3 mètres de long d'un diamètre de DN 20 et DN 80 a été isolé à hauteur de 1.20 m et 2.30 m. À chaque extrémité, l'isolation a été fixée aux supports du tuyau.

### Scénario B : système de tuyaux complexe #1

Pour simuler un système de tuyaux plus complexe, un coude de 90° et une pièce en T ont été ajoutés aux tuyaux. Les tests ont été effectués à nouveau pour les diamètres DN 20 et DN 80 à hauteur de 1.20 m et 2.30 m.

### Scénario Complexe : système de tuyaux complexe #2

Une étape ultérieure a consisté à isoler un système de tuyaux avec bride, vanne et filtre. Ici également, deux composants devaient être fabriqués pour les raccords de diamètres DN 20 et DN 80, avec installation à hauteur de 1.20 m et 2.30 m.

Un chronomètre a mesuré les temps d'installation. Uniquement à des buts documentaires, tous les tests d'application ont été vidéo-enregistrés et archivés. Après cela, les coûts de l'application ont été calculés. Les matériaux et les frais de main d'œuvre ont été estimés. Ces derniers se sont basés sur un tarif horaire de 60 euros. The latter based on an hourly rate of 60 euros.

## Résultats des tests

### Fiabilité de l'installation

FEF et verre cellulaire sont des matériaux d'isolation à cellule fermée présentant une résistance très élevée à la transmission de la vapeur d'eau. Aucun produit n'exige une barrière supplémentaire contre la vapeur, ce qui est toujours le point faible d'un projet d'isolation. Pour chacun d'entre eux, pendant l'installation comme au cours des interventions de maintenance, la barrière contre la vapeur (par ex. feuille d'aluminium) peut facilement être abimée, faisant pénétrer la vapeur d'eau dans le système d'isolation. Alors que les gouttes se voient facilement sur une feuille d'aluminium lisse recouvrant un produit en mousse PUR, elles sont peu visibles sur une feuille d'aluminium froissé recouvrant la laine minérale. La couverture aluminium sur le système d'isolation testé est plus robuste que celle habituellement adoptée sur les produits en laine minérale traditionnelle, mais il est tout de même difficile d'éviter des dommages pendant le travail d'installation. Ceci est clairement démontré dans la vidéo d'application du fabricant : l'isolant - qui a été préalablement travaillé avec des précautions spéciales dans ce spot publicitaire, - a abimé la délicate barrière contre la vapeur tandis que la fabrication d'un produit était en cours. Le fabricant fournit une bande flexible de scellage étanche. Ceci augmente la fiabilité du système d'isolation, mais signifie également une installa-



La vidéo d'application du fabricant montre comme il est facile d'abimer la barrière de vapeur : tandis qu'une pièce est découpée pour un composant, l'isolant perce le matériau par en-dessous sans que l'on s'en rende compte. Même de petits défauts empêchent la barrière de vapeur de travailler efficacement.



tion plus complexe et plus de matériaux. Les joints avec isolant FEF, par ailleurs, ne nécessitent pas de sécurités ultérieures et les joints d'étanchéité peuvent être effectués beaucoup plus facilement. Un avantage du matériau isolant élastomère, par rapport aux mousses rigides, est sa flexibilité élevée. S'il est exposé à un impact mécanique d'un instrument contondant, le matériau n'est pas abimé, et il se redresse immédiatement après l'impact.

### Propreté de l'installation

En ce qui concerne la propreté de l'installation, les matériaux isolants FEF sont les grands gagnants des tests. Le matériau flexible peut être facilement et proprement découpé et il a de bonnes propriétés adhésives. Tous les autres matériaux génèrent des amas considérables de poussière et de saleté quand on les coupe. La PUR et le verre cellulaire s'installent avec une colle à deux composants, qui doivent tout d'abord être mélangés. Lors de l'installation de verre cellulaire, une odeur extrêmement déplaisante est dégagée. Dans un cas comme dans l'autre, la zone de travail doit toujours être recouverte d'une bâche. Les produits en laine minérale peuvent eux aussi générer des quantités considérables de poussière. Des vêtements couvrants et des pantalons longs, ainsi que des gants, doivent être portés quand on travaille avec de la laine minérale. Si les fibres entrent en contact avec la peau, elles peuvent causer une irritation d'origine mécanique, qui donnerait des démangeaisons déplaisantes.



Quand on installe de la PUR et du verre cellulaire, une grande quantité de poussière est générée et la zone de travail doit toujours être recouverte d'une bâche.

### Optimisation de l'espace

Les produits en laine minérale et FEF exigent peu d'espace sur le site de construction. Toutes les pièces pour coudes, embranchements, raccords et récipients peuvent être réalisées avec des tubes et des feuilles ou des sections de tuyau et des tapis. Une surface de travail mesurant 2 à 3 m<sup>2</sup> est suffisante pour fabriquer des composants en FEF. Si nécessaire, le travail préparatoire peut également être effectué dans une boîte en carton posée à même le sol. Fabriquer soit même ses composants de mousse PUR ou de verre cellulaire prend énormément de temps, y compris pour les coudes et les pièces en T, et c'est presque impossible pour des formes complexes telles que vannes ou filtres. Les installateurs doivent donc utiliser des produits fabriqués à l'usine. Il faut les mesurer, les commander et les placer aux raccords correspondants quand ils sont livrés. Non seulement ils exigent de la patience, mais également beaucoup d'espace et une excellente organisation. En cas d'erreur de mesure ou de produit non correspondant, il faut les commander à nouveau. Le verre cellulaire s'abîme très facilement durant le transport. En dépit des quantités relativement limitées employées pour les tests, deux produits abimés ont été livrés.



Plutôt encombrant : quand on utilise du verre cellulaire, il faut prévoir suffisamment d'espace dans le site de construction.

## Vitesse et frais d'installation

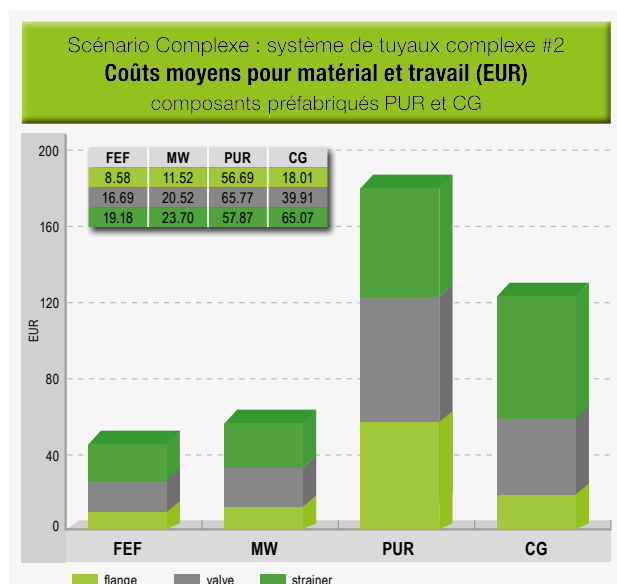
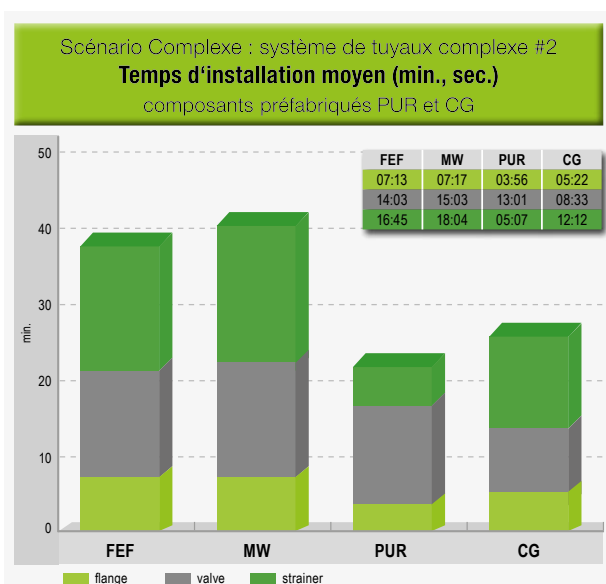
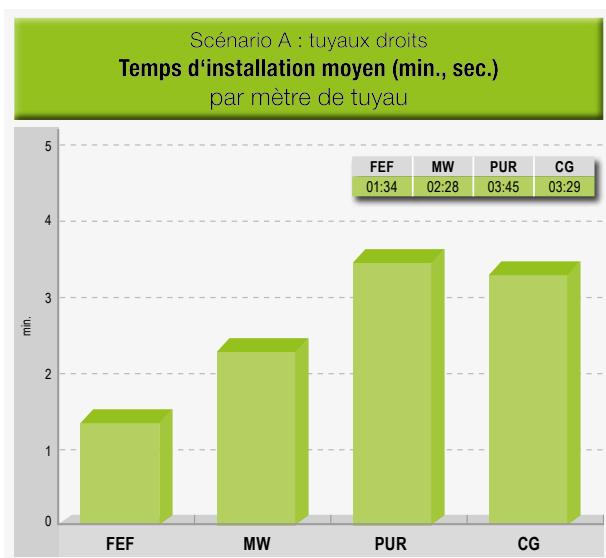
Les matériaux isolants élastomères sont intéressants aussi au niveau de la rapidité. Les produits auto-adhésifs sont particulièrement rapides à installer.

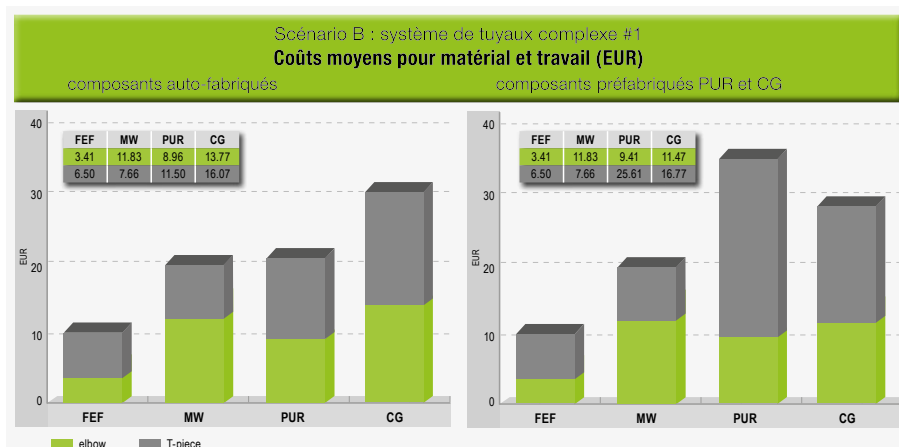
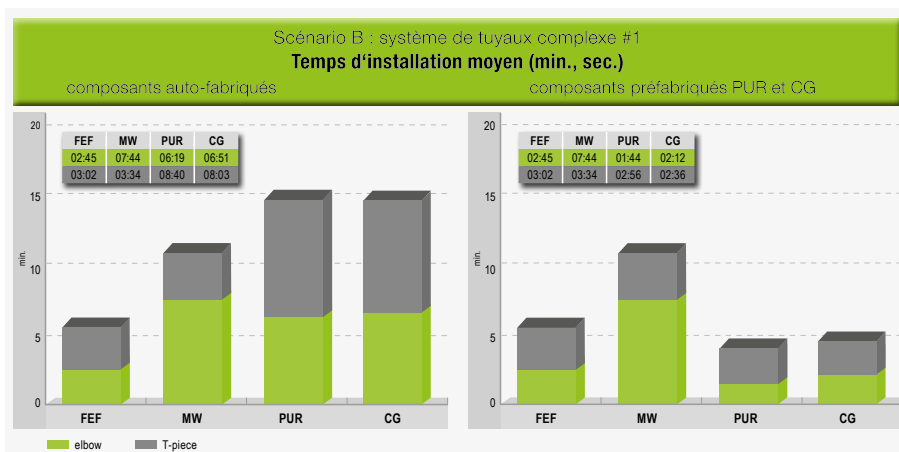
### Scénario A : tuyaux droits

Pour les sections droites, l'installation de FEF prend en moyenne 1 mn 54 par mètre. Il faut presque une minute de plus pour la laine minérale et plus de deux fois le même temps pour la PUR. Comme le prix du matériau et la consommation sont comparativement élevés pour les sections de tuyau en laine minérale et les bandes d'aluminium, les systèmes à laine minérale sont les plus coûteux pour les tuyaux droits.

### Scénario B : système de tuyaux complexe #1

Les différences deviennent encore plus évidentes quand on fabrique les éléments. Il faut presque deux fois plus de temps pour fabriquer des coudes et des pièces en T en laine minérale par rapport aux matériaux isolants élastomères. Et l'emploi de PUR et de verre cellulaire prend trois fois plus de temps. Commander des produits préfabriqués pour la PUR et le verre cellulaire réduit considérablement les temps d'installation, mais ce n'est pas le meilleur moyen de faire des économies. C'est même presque le contraire : utiliser des coudes et des pièces en T préfabriqués en PUR augmente les coûts de 70 pour cent !





## Scénario Complexe : système de tuyaux complexe #2

Il est presque impossible pour l'installateur de fabriquer des composants plus complexes tels que brides, vannes et filtres en PUR et en verre cellulaire. C'est pourquoi des produits préfabriqués ont été utilisés ici. Cela a considérablement réduit les temps d'installation, mais les coûts s'en sont trouvés multipliés. Comparés aux composants FEF réalisés par l'isolateur, les produits préfabriqués en verre cellulaire sont presque trois fois plus chers et ceux en PUR presque quatre fois.

## Conclusion

Les propriétés d'installation des matériaux isolants techniques sont un facteur décisif en matière de performance des produits. La fonctionnalité à long terme de cet équipement n'est réelle que si les matériaux peuvent être installés de manière fiable dans des conditions difficiles sur le site de construction.

Les matériaux flexibles et souples peuvent être installés plus rapidement que les mousses rigides. En cas de système de tuyauterie complexe, le temps d'installation de mousses rigides peut être largement réduit par l'utilisation de composants préfabriqués, mais les coûts augmentent considérablement. Les matériaux isolants élastomères se sont démontrés convainquants dans toutes les catégories. Aucun autre matériau ne peut être installé de manière aussi fiable, propre et rapide.

## À PROPOS D'ARMACELL

---

En tant qu'inventeurs de la mousse flexible pour l'isolation des équipements et fournisseur leader de mousses techniques, Armacell développe des solutions thermiques, acoustiques et mécaniques novatrices et sûres qui apportent une valeur ajoutée durable à ses clients. Les produits Armacell contribuent de manière significative à l'efficacité énergétique mondiale et font chaque jour toute la différence à travers le monde. Avec 3000 employés et 25 usines de production dans 16 pays, la société est active dans deux secteurs d'activité principaux, l'isolation avancée et les mousses techniques. Armacell se concentre sur les matériaux d'isolation pour les équipements techniques, les mousses haute performance pour les applications high-tech et légères et la technologie de couverture aérogel de nouvelle génération.

Pour tous renseignements complémentaire, voir :  
[www.armacell.ch](http://www.armacell.ch)