

## Connaissances de base

## Tuyauterie en génie frigorifique

La tuyauterie est un élément important d'installations frigorifiques. Une mauvaise conception et une mauvaise exécution des conduites d'installations frigorifiques peuvent avoir pour conséquence un fonctionnement défectueux, voire des endommagements au niveau de l'installation frigorifique.

Au niveau de l'installation frigorifique, on distingue principalement quatre différents types de tuyauterie:

Appellation	Relie	État d'agrégation	Température	Longueur
conduite d'aspiration	l'évaporateur et le compresseur	sous forme de vapeur	froid	long
conduite de pression	le compresseur et le condenseur	sous forme de vapeur	chaud	court
conduite de condenseur	le condenseur et le collecteur	liquide	environnement	court
conduite de liquide	le collecteur et l'évaporateur	liquide	environnement / froid	long

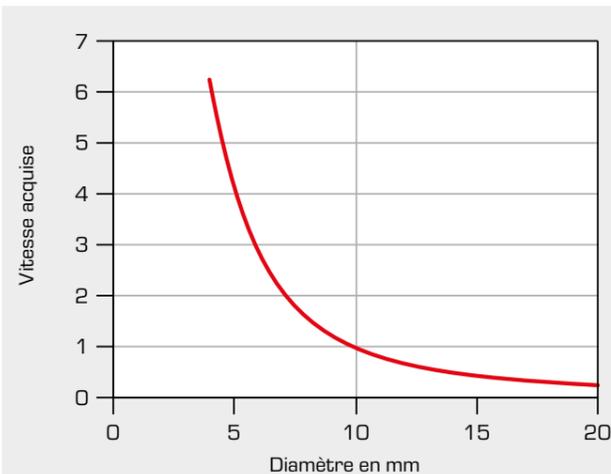
Les caractéristiques des différents types de tuyauterie ont une influence directe sur la conception. Dans le cas de longue tuyauterie, il faut en particulier veiller à ce que la perte de la pression soit faible. Dans le cas de tuyauterie acheminant des agents réfrigérants sous forme gazeuse, il faut veiller à ce que le transport d'huile soit sûr.

Des conduites d'agents réfrigérants froides ou chaudes doivent être isolées afin d'empêcher des pertes de chaleur ou la formation d'eau de condensation à la surface.

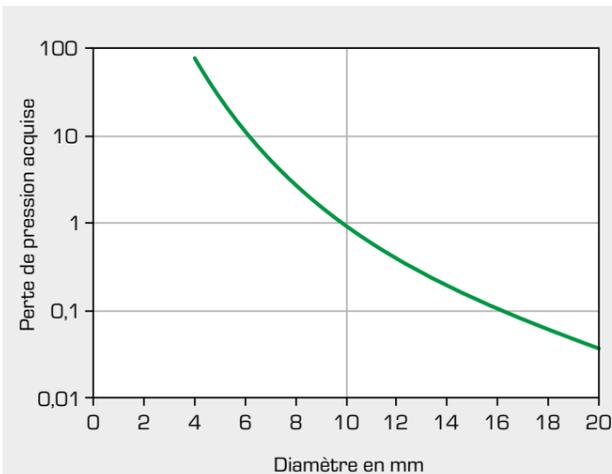
## Influence du diamètre de la conduite sur la vitesse et la perte de pression

Des différences de pression survenant dans les conduites d'agents réfrigérants ont une influence involontaire sur la température d'ébullition de l'agent réfrigérant et ainsi sur le fonctionnement de l'installation. Les différences de pression peuvent d'une part aboutir à une différence de hauteur dans les conduites de liquides et mais d'autre part elles peuvent être provoquées par des pertes de pression dans la tuyauterie. Pour cette raison, il est important que la tuyauterie ait les bonnes dimensions.

Les deux diagrammes montrent l'influence du diamètre sur la vitesse et la perte de pression dans la conduite. La vitesse et la perte de pression se rapportent à un diamètre de 10 mm. Par exemple, un agrandissement du diamètre de 10 mm à 16 mm réduit la vitesse de 60%. À l'inverse, une réduction du diamètre de la conduite de 10 mm à 6 mm a pour conséquence un décuplement de la perte de pression.



Vitesse en fonction du diamètre de conduite



Perte de pression en fonction du diamètre de la conduite

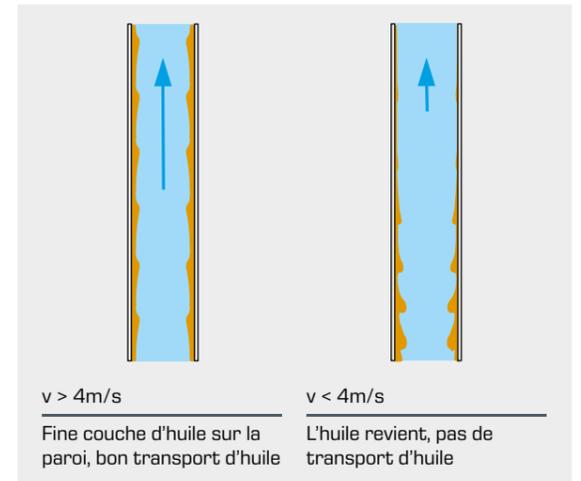
## Transport d'huile dans les conduites d'agents réfrigérants

Dans le cas de compresseurs d'agents réfrigérants, une partie du lubrifiant arrive dans l'installation via la vapeur d'agent réfrigérant comprimée. Afin d'éviter une pénurie de lubrifiants dans le compresseur, ce lubrifiant doit être ramené dans le compresseur et ne doit pas rester dans l'installation.

Dans des conduites avec des agents réfrigérants liquides ceci ne constitue pas un problème puisque le lubrifiant est soluble dans l'agent réfrigérant. En revanche, le lubrifiant liquide reste dans l'évaporateur et il doit être porté par la vapeur de l'agent réfrigérant sur la paroi de la conduite d'aspiration.

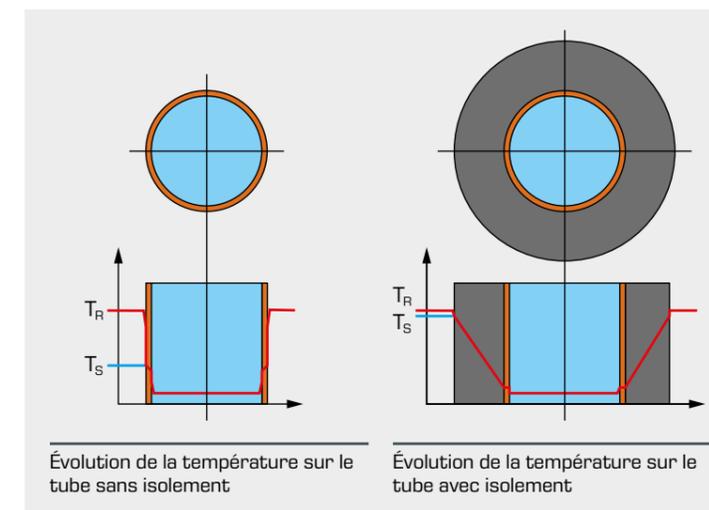
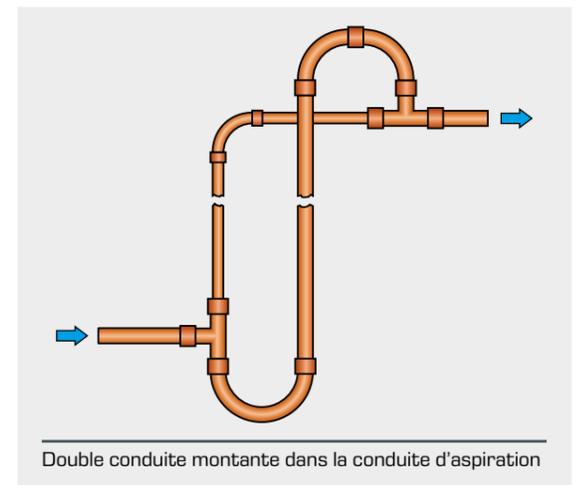
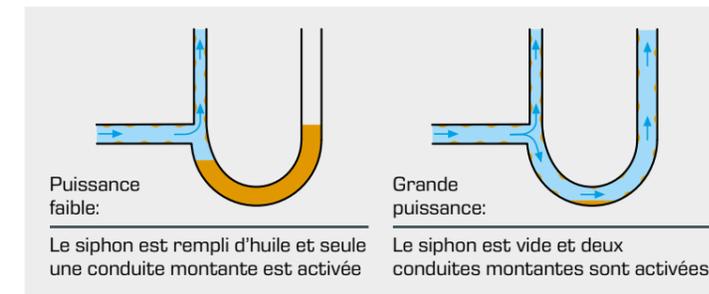
Le transport d'huile est particulièrement difficile dans le cas de conduites d'aspiration montantes. Ici une vitesse minimale d'environ 4 m/s est requise afin d'acheminer l'huile dans la direction du compresseur.

Pour cette raison, on recommande dans le cas de conduites d'aspiration de faire un compromis entre de faibles pertes de pression et un transport d'huile sûr. On recommande de respecter une vitesse de 4 m/s pour une charge partielle et une vitesse de 9 m/s pour une charge complète.



## Double conduite montante pour un transport sûr de l'huile en cas de charge faible

Dans le cas d'une charge faible, on ferme une conduite montante par un siphon rempli d'huile. Ainsi la vitesse dans la conduite restante augmente. En cas de puissance élevée, le siphon est vidé et la seconde conduite est activée. Ainsi les pertes de pression, la puissance étant élevée restent faibles.



## Isolation des conduites

Les matériaux métalliques utilisés dans le cadre de la fabrication de conduites d'agents réfrigérants sont dotés d'une conductibilité thermique élevée, de telle sorte que la température de la surface  $T_s$  de la conduite corresponde à peu près à la température de l'agent réfrigérant. Ainsi il est possible d'échanger beaucoup de chaleur avec l'air ambiant (température  $T_p$ ).

Par l'enveloppement de la conduite avec une couche isolante, la température de la surface est adaptée à l'environnement et le passage de chaleur est réduit.

Dans le cas de conduites froides, la température de la surface  $T_s$  est ainsi maintenue au-dessus de la température du point de condensation, empêchant une condensation ou le gel de l'humidité de l'air. De l'eau coulant goutte à goutte peut entraîner des dommages dus à l'humidité et à la corrosion.

## Connaissances de base

## Fabrication de tuyauterie

## Fabrication de tuyauterie

Sur les installations frigorifiques fonctionnant avec des agents réfrigérants CFC, les conduites d'agent réfrigérant sont en général fabriquées avec des tubes en cuivre. Le cuivre est un matériau très basse température et est donc particulièrement adapté à une intégration dans des installations frigorifiques. Les propriétés de résistance et de déformation du cuivre augmentent avec la diminution de la température. Les tubes en cuivre répondent aux exigences particulières de pureté et de résistance du génie frigorifique. Les tubes sont scellés avec des bouchons en plastique jusqu'à l'utilisation pour éviter toute contamination.

## La fabrication de la tuyauterie se divise en plusieurs étapes:

- détermination de la longueur nécessaire
- couper à longueur le tube et préparation des surfaces de coupe
- pliage conformément au tracé de tubes souhaité
- soudage ou border à vive arête afin de relier le raccord de la tuyauterie avec d'autres raccords de tuyauterie ou avec des raccords à collerettes

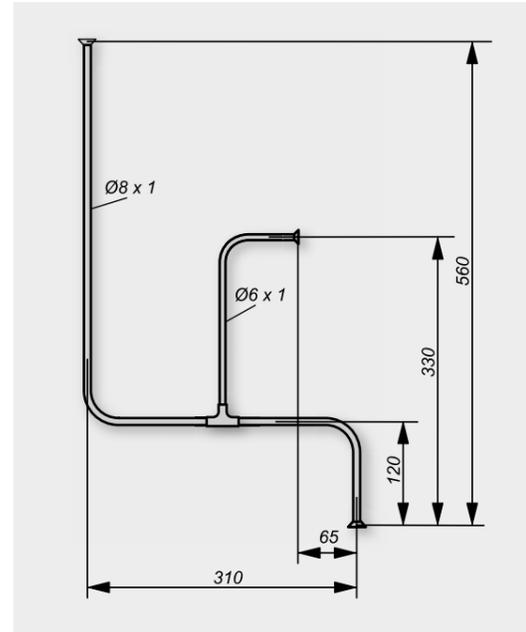


Schéma pour une tuyauterie dotée de raccords à collerettes pour le soudage; rabattage des extrémités des tubes

## Couper à longueur le tube et préparation des surfaces de coupe



Déterminer la longueur du segment du tube. Ce faisant, il faut tenir compte des suppléments pour les opérations de pliage et d'agrafage. Scier le tube.



Limer la coupe de la scie, la surface de coupe devant se trouver dans un angle droit avec l'axe du tube



Ébavurer à l'intérieur



Ébavurer à l'extérieur

## Pliage du tube



Insérer le tube dans le dispositif de pliage



Plier pour obtenir l'angle souhaité

## Brasage fort des tuyaux et des raccords à collerettes – jonction non détachable



Réchauffer la pièce à usiner jusqu'à obtenir la chaleur de soudage et la fonte du fondant et de la soudure. Par effet de capillarité, la soudure remplit d'elle-même l'interstice de soudage.

En raison des fortes contraintes en termes de solidité, les tubes de cuivre et les raccords à collerettes font l'objet d'un brasage fort. Dans le cadre du brasage fort, les matériaux métalliques sont reliés à l'aide d'un matériau auxiliaire (soudure). La température de fusion du brasage fort doit au moins s'élever à 450°C. Les matériaux ne sont pas fondus.

## Fait important dans le cas d'un brasage fort

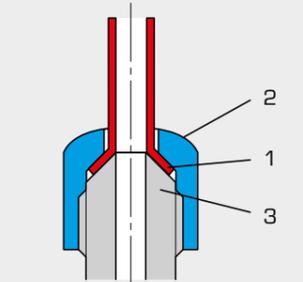
- des soudures métalliquement pures
- une soudure adaptée avec le point de fusion correct et le fondant
- interstice de soudure correct situé entre 0,1 et 0,3 mm
- température correcte de la pièce à usiner et de la soudure
- gaz de protection (par exemple, de l'azote), afin d'éviter le calaminage à l'intérieur des tubes

## Rabattage des tubes – jonction détachable



Agrafage du tube avec les outils d'agrafage

Des jonctions détachables sont souvent créées à l'aide d'agrafage. Dans le cadre de cette démarche, l'extrémité du tube est élargie en forme de cône 1 et à l'aide d'un écrou-raccord 2 elle est pressée sur le cône d'étanchéité 3 du raccord à collerette. Lors du serrage de l'agrafage, il faut recouvrir la surface d'étanchéité avec une fine couche d'huile.



Coupe de l'agrafage