

# Dimensionnement des conduites de chaleur



## Introduction

Si la mise à disposition du caloporteur à la température voulue nécessite de l'énergie, le système d'isolation thermique doit être dimensionné de manière à limiter autant que possible les pertes énergétiques et à garantir la rentabilité du système.

Pour des raisons liées au montage et à la rentabilité, les coquilles d'isolation PIR destinées aux systèmes d'isolation thermique doivent toujours avoir une épaisseur minimale de 30 mm.

## Protection contre les contacts fortuits

Les composants, dont la température est élevée, doivent être recouverts d'un isolant thermique pour éviter toute brûlure en cas de contact fortuit. Nous recommandons d'utiliser un revêtement calorifuge d'une épaisseur suffisante pour isoler les conduites et obtenir une température maximale de 40 °C à la surface extérieure.

La température de surface d'un isolant thermique ne fournit aucune indication sur la qualité de ce dernier car elle est également soumise à des influences externes difficilement mesurables, telles que :

- L'émissivité du doublage.
- Le vent, la circulation de l'air.
- Le rayonnement thermique ambiant, provenant par exemple de composants à température élevée.
- Des installations entravant la convection par exemple de larges conduites d'aération placées juste au dessus de la tuyauterie.

## Isolation thermique selon le MoPEC

Les prescriptions des autorités cantonales sur l'épaisseur des isolants thermiques doivent être respectées. Elles reposent sur le «**Modèle de Prescriptions Energétiques des Cantons**» (MoPEC).

## Epaisseurs minimales d'isolant pour les conduites de distribution du chauffage et les conduites d'eau chaude selon le MoPEC.

Diamètre nominal de la conduite DN		$\lambda \leq 0,03 \text{ W/(m.K)}$ (coquilles PIR)	$\lambda \leq 0,03 \text{ W/(m.K)}$ $\leq 0,03 \text{ W/(m.K)}$ (caoutchouc/laine minérale)
mm	pouces	mm	mm
10 à 15	$\frac{3}{8}$ à $\frac{1}{2}$	30	40
20 à 32	$\frac{3}{4}$ à $1\frac{1}{4}$	40	50
40 à 50	$1\frac{1}{2}$ à 2	50	60
65 à 80	$2\frac{1}{2}$ à 3	60	80
100 à 150	4 à 6	80	100
175 à 200	7 à 8	80	120

## Annexe 5 : Valeurs $U_c$ maximales pour des conduites enterrées (art. 1.17, al. 4)

DN	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	175	200
	$\frac{3}{4}$ "	1"	$\frac{5}{4}$ "	$1\frac{1}{2}$ "	2"	$2\frac{1}{2}$ "	3"	4"	5"	6"	7"	8"

## Conduites rigides [W/mK]

	0,14	0,17	0,18	0,21	0,22	0,25	0,27	0,28	0,31	0,34	0,36	0,37
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

## Conduites souples et tubes jumelés [W/mK]

	0,16	0,18	0,18	0,24	0,27	0,27	0,28	0,31	0,34	0,36	0,38	0,40
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

## Rentabilité

Un dimensionnement rentable consiste à déterminer l'épaisseur d'isolation qui permettra de limiter au maximum les coûts globaux d'un système d'isolation thermique pendant sa durée d'utilisation.

Le coût de l'isolation est d'autant plus élevé que l'épaisseur de l'isolant augmente (coûts liés au système d'isolation : charges d'investissement, entretien, démontage/élimination). En revanche, les coûts liés aux déperditions de chaleur (coûts énergétiques) diminuent.

Le total des coûts (isolation et pertes énergétiques) varie en fonction de l'épaisseur de l'isolant. L'épaisseur idéale est celle qui génère un minimum de coûts. Elle est appelée «épaisseur d'isolation économique». Il est donc indispensable de se procurer des données complémentaires et de procéder à des calculs complexes.

## Calcul des épaisseurs d'isolation

L'épaisseur d'isolation souhaitée est contrôlée afin de s'assurer qu'elle répond aux critères de rentabilité, de protection contre les contacts fortuits ainsi que de conformité aux prescriptions légales (MoPEC).

## Art. 1.20 : Isolation thermique d'installations techniques de ventilation

Les canaux d'aération, les tuyaux ainsi que les appareils de ventilation et de climatisation doivent être protégés contre les transmissions de chaleur (perte ou prise de chaleur), en fonction de la différence de température à la valeur de dimensionnement, et de la valeur  $\lambda$  du matériau isolant selon la norme SIA 382/1 : 2014 Chiffre 5.9. Les épaisseurs d'isolation peuvent être réduites dans des cas justifiés tels que, par exemple, des tronçons courts de conduites, des intersections ou traversées de murs ou de dalles, des conduites peu utilisées dont les clapets se trouvent à l'intérieur de l'enveloppe thermique ou encore des problèmes d'espaces lors du remplacement ou de l'assainissement d'installations.

# Dimensionnement des conduites frigorifiques



## Introduction

Si la mise à disposition de l'agent frigorigène à la température voulue ne nécessite pas d'énergie (par exemple : réseau d'eau non réfrigérée), le système d'isolation frigorifique doit de préférence être dimensionné de telle sorte qu'il ne se forme pas trop d'eau de condensation sur la surface isolée ni trop d'humidité dans le matériau isolant. En d'autres termes, il faut éviter la condensation par refroidissement de la surface. De plus, l'augmentation d'humidité dans le matériau isolant par suite de la diffusion de vapeur d'eau ne doit pas dépasser les limites prescrites. Si la mise à disposition de l'agent frigorigène à la température voulue nécessite de l'énergie, le système d'isolation frigorifique doit être non seulement dimensionné de manière à assurer la protection contre l'eau de condensation et l'humidité, mais également de manière à réduire au maximum les pertes énergétiques et à garantir la rentabilité du système. Pour des raisons liées au montage, les coquilles d'isolation PIR destinées aux systèmes d'isolation frigorifique doivent toujours avoir une épaisseur minimale de 30 mm.

## Protection contre l'eau de condensation

Pour empêcher la formation d'eau de condensation sur une surface, la température de cette dernière ne doit pas être inférieure à la température du point de rosée de l'air ambiant.

## Protection contre l'humidité

L'utilisation d'une barrière pare-vapeur de qualité adéquate et/ou d'une isolation suffisamment épaisse est nécessaire pour empêcher la pénétration d'une humidité excessive dans le matériau isolant. Plus la barrière pare-vapeur est dense et plus l'isolation est épaisse (volumineuse). L'augmentation volumique d'humidité dans le matériau isolant en sera d'autant plus faible.

## Rentabilité

Le dimensionnement s'effectue de la même façon que pour l'isolation thermique.

## Protection des conduites d'eau statique contre le gel

Les conduites parcourues par un fluide en mouvement (eau) ne sont pas exposées à un risque de gel. Les épaisseurs d'isolation habituelles suffisent à éviter que la température ne descende en dessous du point de congélation, même si la vitesse d'écoulement est très faible.

Dans le cas des conduites de fluide statique (eau, etc.), l'isolation thermique peut certes retarder la formation de glace, mais elle ne peut empêcher la congélation à long terme.

Les mesures permettant d'empêcher la congélation et, partant, l'éclatement des conduites consistent à :

vider les conduites, enterrer les conduites en dessous de la limite de gel, maintenir les conduites en service, chauffer les conduites. Les vannes, suspensions, etc. sont exposées à un risque de gel accru.

Dans certains documents, le givrage maximum autorisé est de 25 % du volume.

## Calcul des épaisseurs d'isolation

L'épaisseur d'isolation souhaitée est contrôlée afin de s'assurer qu'elle répond aux critères de rentabilité, de protection contre l'eau de condensation et de protection contre l'humidité. Dans certains cas, on calcule également le temps nécessaire à la congélation.

Il convient de choisir l'épaisseur d'isolation la plus performante.

## Installations de ventilation et de la climatisation

Les conduites d'aération, tuyauteries et appareils des installations de ventilation et de climatisation doivent, en fonction de la différence de température dans le cas de figure considéré ainsi que de la valeur  $\lambda$  du matériau isolant, être protégés contre les transferts thermiques (déperditions et absorptions de chaleur) conformément au tableau ci-dessous.

Différence de température dans le cas de figure considéré, en K	5	10	15 ou plus
Épaisseur d'isolation (en mm) avec $0,03 \text{ W/m}\cdot\text{K} < \lambda \leq 0,05 \text{ W/m}\cdot\text{K}$	30	60	100

Épaisseur d'isolation en fonction de la différence de température dans le cas de figure considéré.

# DIRECTIVES DE PROTECTION INCENDIE (VKF - AEAI) SUR LES MATERIAUX ET ELEMENTS DE CONSTRUCTION

## Mise sur le marché de produits de construction conformément à la loi sur les produits de construction (BauPG, SR 933.0)

Le droit fédéral sur les produits de construction (loi et directive sur les produits de construction) régit la commercialisation des produits de construction et leur disponibilité sur le marché. La loi BauPG révisée qui a été adaptée en Suisse conformément à la nouvelle Directive Européenne sur les produits de construction (Directive UE n° 305/2011 CFCP) à compter du 1er octobre 2014.

## Les déclarations de performance sont obligatoires à compter du 01.07.2015.

D'après l'article 37 de la loi suisse en matière de produits de construction, les produits qui étaient conformes à l'ancienne loi peuvent être commercialisés en Suisse jusqu'au 30 juin 2015. Cela signifie que les produits de construction couverts par une norme européenne harmonisée (hEN) ou bénéficiant d'une évaluation technique européenne (ETA, European Technical Assessment) pourront être commercialisés à partir du 1er juillet 2015 uniquement avec une déclaration des performances.

## Marquage CE

L'apposition du marquage CE n'est pas nécessaire pour le marché suisse (mais possible).

## Prescriptions en matière de lutte contre les incendies (AEAI)

L'objectif de la protection anti-incendie des installations techniques est de minimiser le risque d'incendie et de protéger la vie et la propriété. En tant que gardiens de la sécurité publique, l'état assure une telle protection par une législation appropriée. Les normes et codes de conduite, basés sur des principes d'ingénierie reconnus, sont les moyens permettant de donner une réponse concrète aux exigences générales de sécurité contre les incendies, tels qu'elles sont définies par la loi.

## Exigences suisses concernant la réaction au feu

Les exigences d'inflammabilité des matériaux figurent dans les lignes directrices de protection anti-incendie de l'Association des établissements cantonaux d'assurance incendie (AEAI), qui est en vigueur depuis le 1er janvier 2015. La plupart des cantons ont leurs propres directives et normes de la police du feu qui sont basées sur les lignes directrices de la protection anti-incendie VKF. Ces lignes directrices comprennent la protection structurale contre l'incendie, qui définit l'utilisation de matériaux combustibles dans les bâtiments. L'admissibilité de matériaux combustibles dans les bâtiments peut être évaluée en définissant des exigences minimales en matière de réaction au feu dans les lignes directrices de la protection anti-incendie VKF « utilisation de matériaux de construction, plomberie et isolations ».

Au moment de décider de l'utilisation de matériaux inflammables, l'autorité de protection anti-incendie se base sur les éléments suivants :

- produits de construction qui sont couverts par une norme européenne harmonisée ou pour lesquels une évaluation technique européenne a été délivrée sur la déclaration de performance comme exigence fondamentale de «pare-feu» en conformité avec la Directive sur les produits de construction ;
- pour tous les autres produits sur les rapports d'essais, attestations et déclarations de conformité accrédités par des organismes d'essai et de certification et le registre de protection incendie AEA.

# DIRECTIVES DE PROTECTION INCENDIE (VKF - AEAI) SUR LES MATERIAUX ET ELEMENTS DE CONSTRUCTION

En général, les matériaux de construction sont évalués selon la réaction au feu, la formation de fumées, et par les gouttelettes ou particules enflammées et classées dans les classifications suivant SN EN 13501-1. Si ces matériaux de construction présentent une déclaration de performance valide comme réponse à l'exigence fondamentale de «coupe-feu», la reconnaissance VKF n'est plus obligatoire. Il suffit de présenter la déclaration de performance compétente de l'autorité de protection contre l'incendie de la performance sur les objets en question. Il incombe à l'autorité de protection contre l'incendie de décider sur la base des prescriptions pour la lutte contre l'incendie de l'utilisabilité du produit.

## Classification selon les directives de protection contre les incendies de la prescription VKF et attribution des classes Euro

Les matériaux sont divisés dans les groupes de réaction au feu RF ci-après [abrégé = (de la définition français de «réaction au feu»)] :

- RF1 - aucune réaction au feu
- RF2 - faible réaction au feu
- RF3 - réaction au feu admissible
- RF4 - réaction au feu inadmissible

Comme matériaux de construction avec comportement critique [abréviation cr = (du français. Comportement critique)] sont désignés les matériaux de construction qui, à cause de leur développement de fumées ou de leurs particules inflammables sont susceptibles d'entraîner des effets d'incendie inacceptables.

Le tableau suivant donne une orientation de l'attribution des codes de protection contre les incendies (AEAI /BKZ) aux classes Euro.

AEAI / BKZ (Valable jusqu'au 30/06/2015)	Groupe de réaction de feu	Classification EU - classes Euro (valable à partir du 01.07.2015)
6,3; 6q,3	aucune réaction au feu	RF1 A1 / A2-s1, d0
5.3 / 5.2	faible réaction au feu	RF2 A2-s1, d1 - C-s2, d1
5.1	faible réaction au feu + réaction critique	RF2 + cr A2-s1, d2 - C-s3, d2
4.3 / 4.2	réaction au feu admissible	RF3 D-s1 d0 - D-s2, d1
4.1	réaction au feu admissible + réaction post-critique	RF3 + cr D-s1, d2 - D-s3, d2
3.x	réaction au feu inappropriée + réaction post-critique	RF4 + cr E / E-d2
2.X / 1.x	aucun matériau de construction	---- F

Comme mentionné auparavant, l'acceptabilité des matériaux combustibles dans les bâtiments peut être trouvée au paragraphe 5.1.2 des lignes directrices de la protection anti-incendie VKF «utilisation de matériaux de construction, plomberie et isolations». Pour l'isolation des tuyaux, les groupes de réaction au feu sont définis selon le type de bâtiment et d'installation.

	Bâtiment de petite et moyenne hauteur		Bâtiments de type tour	
	Pose ouverte	Pose dans un puits résistant au feu	Pose ouverte	Pose dans un puits résistant au feu
Isolation des tuyaux et gaines	<b>RF 3</b> 4,2 min D <sub>L</sub> -s2,d1	<b>RF 3</b>	<b>RF 1</b> 6q,3 min A2 <sub>L</sub> -s1,d0	<b>RF 2</b> 5,2 min C <sub>L</sub> -s2,d1
Isolation de tuyaux avec gaine RF1 ≥ 0,5 mm	<b>RF 3 (cr)</b> 4,2 min D <sub>L</sub> -s3,d2	<b>RF 3 (cr)</b>	<b>RF 1 [5] RF3 (cr)</b>	<b>RF 2 (cr)</b> 5.1 min. C <sub>L</sub> -s3,d2

[5] Dans les bâtiments et les installations équipés de systèmes anti-incendie, mais pas au niveau des voies d'évacuation, l'isolation des tuyaux de systèmes d'eau pour le froid, de climatisation à froid et d'eau froide de la classe RD3 (cr) est autorisée.

# Mémo technique

## Dimensions Tubes et Surfaces

### TUBE ACIER «PÉTROLE»

Surface extérieure isolant en m<sup>2</sup>/ml en fonction de l'épaisseur d'isolant

DN	Ø INTÉRIEUR EN POUCES	Ø EXTÉRIEUR EN MM	SURFACE EXTÉRIEURE TUBES (m <sup>2</sup> /ml)	ÉPAISSEUR						
				20 mm	25 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm	80 mm
8	1/8	10,3	0,03	0,16	0,19	0,22	0,28	0,35	0,41	0,53
10	1/4	13,7	0,04	0,17	0,20	0,23	0,29	0,36	0,42	0,55
12	3/8	17,1	0,05	0,18	0,21	0,24	0,31	0,37	0,43	0,56
15	1/2	21,3	0,07	0,19	0,22	0,26	0,32	0,38	0,44	0,57
20	3/4	26,7	0,08	0,21	0,24	0,27	0,34	0,40	0,46	0,59
25	1	33,4	0,10	0,23	0,26	0,29	0,36	0,42	0,48	0,61
32	1 1/4	42,2	0,13	0,26	0,29	0,32	0,38	0,45	0,51	0,64
40	1 1/2	48,3	0,15	0,28	0,31	0,34	0,40	0,47	0,53	0,65
50	2	60,3	0,19	0,32	0,35	0,38	0,44	0,50	0,57	0,69
65	2 1/2	76,1	0,24	0,36	0,40	0,43	0,49	0,55	0,62	0,74
80	3	88,9	0,28	0,40	0,44	0,47	0,53	0,59	0,66	0,78
90	3 1/2	101,6	0,32	0,44	0,48	0,51	0,57	0,63	0,70	0,82
100	4	114,3	0,36	0,48	0,52	0,55	0,61	0,67	0,74	0,86
125	5	141,3	0,44	0,57	0,60	0,63	0,70	0,76	0,82	0,95
150	6	168,3	0,53	0,65	0,69	0,72	0,78	0,84	0,91	1,03
200	8	219,1	0,69	0,81	0,85	0,88	0,94	1,00	1,07	1,19
250	10	273,1	0,86	0,98	1,02	1,05	1,11	1,17	1,23	1,36
300	12	323,8	1,02	1,14	1,17	1,21	1,27	1,33	1,39	1,52
350	14	356,6	1,12	1,25	1,28	1,31	1,37	1,43	1,50	1,62
400	16	406,4	1,28	1,40	1,43	1,47	1,53	1,59	1,65	1,78
450	18	457,2	1,44	1,56	1,59	1,62	1,69	1,75	1,81	1,94
500	20	508,0	1,60	1,72	1,75	1,78	1,85	1,91	1,97	2,10
600	24	609,6	1,92	2,04	2,07	2,10	2,17	2,23	2,29	2,42
650	26	660,4	2,07	2,20	2,23	2,26	2,33	2,39	2,45	2,58
700	28	711,2	2,23	2,36	2,39	2,42	2,49	2,55	2,61	2,74
750	30	762,0	2,39	2,52	2,55	2,58	2,65	2,71	2,77	2,90
800	32	812,8	2,55	2,68	2,71	2,74	2,80	2,87	2,93	3,06
850	34	863,6	2,71	2,84	2,87	2,90	2,96	3,03	3,09	3,22
900	36	914,4	2,87	3,00	3,03	3,06	3,12	3,19	3,25	3,38
1 000	40	1 016,0	3,19	3,32	3,35	3,38	3,44	3,51	3,57	3,69

Tube fonte		Tube multicouche		Tube inox 304L / 316L			Tube cuivre	Tube cuivre frigoriste		Tube PVC
DN	Ø EXTÉRIEUR EN MM	DN	DIAMÈTRE (MM)	DN	DIAMÈTRE (POUCE)	DIAMÈTRE ISO (MM)	Ø EXTÉRIEUR EN MM	Ø EN POUCES	Ø EXTÉRIEUR EN MM	DN = Ø EXTÉRIEUR EN MM
60	66	10	14	6	1/8	10,2	10	1/8	3,2	10
80	98	12	16	8	1/4	13,5	12	1/4	6,4	15
100	118	14	18	10	3/8	17,2	15	3/8	9,5	20
125	144	16	20	15	1/2	21,3	18	1/2	12,7	25
150	170	20	26	20	3/4	26,9	22	5/8	15,9	32
200	222	32	32	25	1	33,7	28	3/4	19,1	40
250	274	33	40	32	1 1/4	42,4	35	7/8	22,2	50
300	326	42	50	40	1 1/2	48,3	42	1	25,4	65
400	429	63	63	50	2	60,3	54	1 1/8	28,6	80
500	532			65	2 1/2	76,1	64	1 1/4	31,8	100
				80	3	88,9	70	1 3/8	34,9	110
				100	4	114,3	74	1 1/2	38,1	150
				125	5	139,7	80	1 5/8	41,3	
				150	6	168,3	104	2	50,8	
				200	8	219,1	125	2 1/8	54,0	
				250	10	273,0	131	2 1/4	57,2	
				300	12	323,9		2 1/2	63,5	
				350	14	355,6		2 3/8	70,0	
				400	16	406,4				
				450	18	457,2				
				500	20	508,0				
				600	24	609,6				
				700	28	711,2				
				800	32	812,8				
				900	36	914,4				
				1000	40	1016,0				