



## **1.1 HENCO STANDARD ET RIXc TUBE MULTICOUCHE**

HENCO STANDARD ET RIXc TUBE MULTICOUCHE	5
HENCO PRÉISOLÉ	24
HENCO GAINÉ DE PROTECTION	26
HENCO COMBI	27
HENCO GAS	28

---

## **1.2 TUBES POLYÉTHYLÈNE**








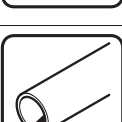

HENCO 5L PE-Xc	40
HENCO 5L PE-Xc AVEC GAINÉ DE PROTECTION	40

---



## 1.1 Tube multicouche HENCO STANDARD et RIXc

Le tube multicouche HENCO STANDARD et RIXc convient à toutes les applications

	<b>Eau potable</b>	Comme conduite pour l'eau potable, pour l'eau chaude et l'eau froide, et ceci pour toutes les qualités possibles d'eau potable (conformément à la norme européenne 98/83/CE).
	<b>Chauffage</b>	Comme tuyau de chauffage
	<b>Chauffage par le sol</b>	Pour le chauffage et le refroidissement de sols, murs et plafonds.
	<b>Eau refroidie</b>	Convient aux applications de refroidissement et aux applications d'eau glacée.
	<b>Eaux pluviales</b>	Comme conduite pour les eaux pluviales dans les bâtiments, dans les limites des valeurs de pression prescrites.
	<b>Gaz</b>	Comme conduite de gaz dans les pays où le système a été contrôlé et a obtenu une agrégation.
	<b>Air comprimé</b>	Comme conduite d'air comprimé pour les installations exemptes d'huile (avec un filtre à huile).
	<b>Mazout</b>	Comme conduite de mazout dans les limites des valeurs de pression prescrites.
	<b>Autres applications</b>	Sur demande et après autorisation écrite de Henco.



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11

# 1 TUBES

1

## Composition du tube multicouche HENCO STANDARD et RIXc (PE-Xc/AL/PE-Xc)

2

Le tube multicouche Henco se compose d'un tube en aluminium soudé bout à bout dans le sens de la longueur, pourvu d'une couche interne et externe en polyéthylène réticulé par faisceau d'électrons. Les différentes couches sont raccordées entre elles par une couche d'adhérence de qualité supérieure.

3

4

5

6

Le résultat, c'est le tube multicouche de Henco qui réunit en soi tous les avantages des tubes en matière synthétique et en métal.

7

8

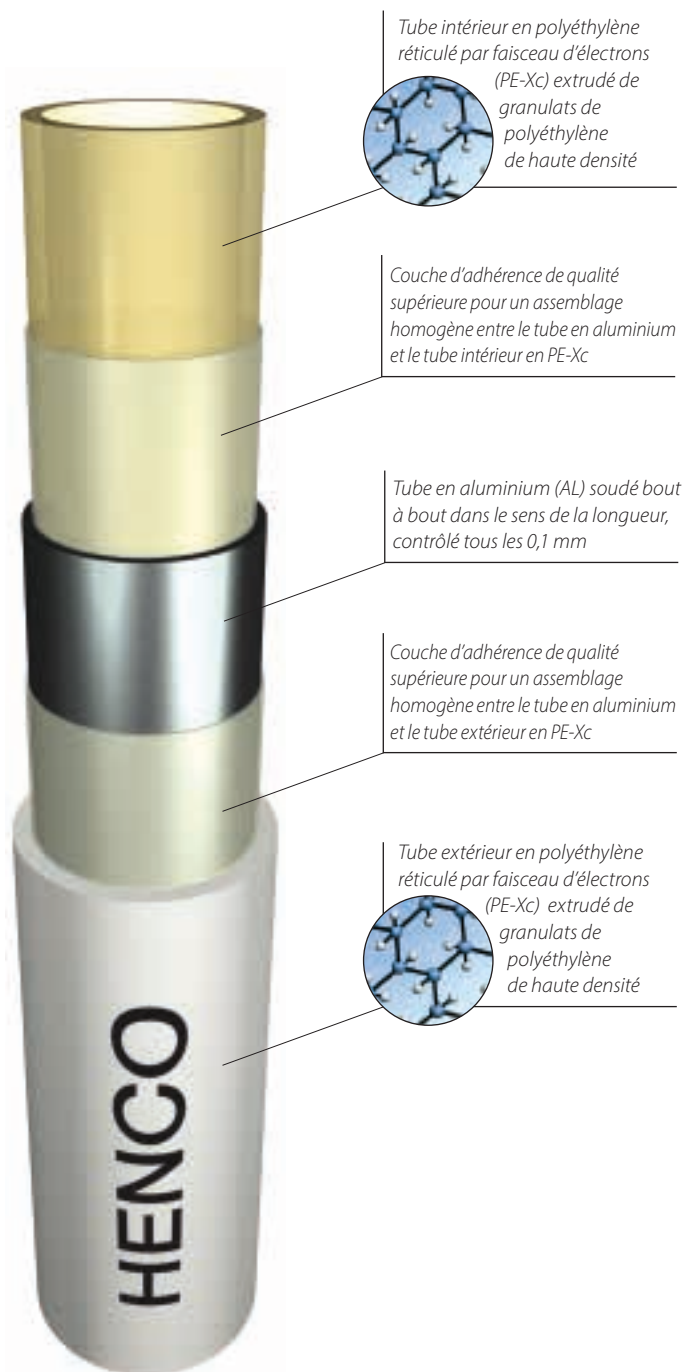
9

10

11

Les tubes intérieur et extérieur sont fabriqués en granulats de polyéthylène de haute densité (FDPE) et ensuite réticulés au moyen d'un faisceau d'électrons. La réticulation améliore considérablement les qualités naturelles du polyéthylène. Ceci profite notamment à la résistance du tube à la pression et à la température. Le tube répond aux exigences les plus sévères en matière d'installations d'eau potable et résiste même aux matières agressives.

Le tube en aluminium garantit l'étanchéité à l'oxygène et l'indéformabilité du tube. Grâce à la soudure dans le sens de la longueur, l'épaisseur du tube reste partout égale. Par conséquent, la couche réticulée extérieure, appliquée via la couche d'adhérence sur le tube en aluminium, aura aussi partout la même épaisseur. Cette structure offre également des avantages pour le sertissage, car les forces de sertissage sont parfaitement réparties. En fonction du diamètre du tube, l'épaisseur de la couche d'aluminium est calculée de façon à ce que le tube garde toujours la meilleure flexibilité et la meilleure résistance à la pression.

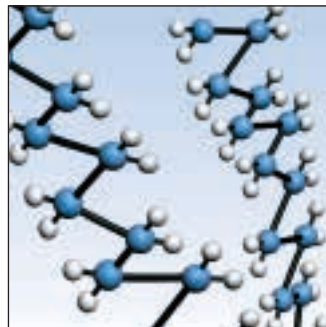




## Le tube intérieur et extérieur en PE-Xc, une qualité garantie

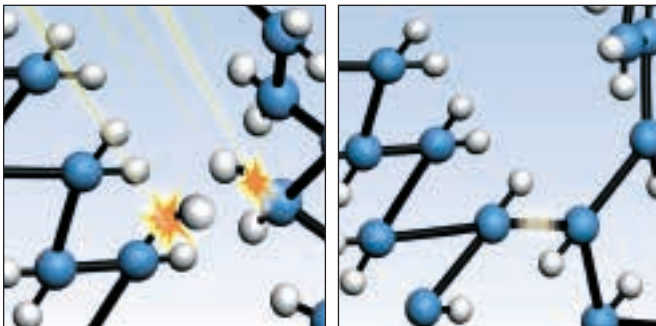
Henco produit des tubes multicouche dont le tube intérieur et le tube extérieur se composent de PE-Xc, soit de polyéthylène réticulé par faisceau d'électrons.

PE = polyéthylène  
X = réticulation  
c = réticulation au moyen d'un faisceau d'électrons, c'est-à-dire la façon dont le polyéthylène est réticulé



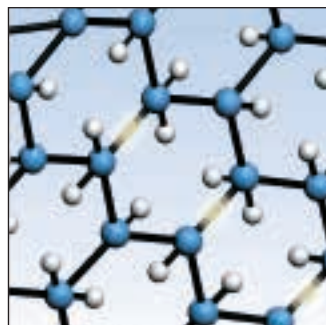
La structure du polyéthylène haute densité

Le polyéthylène est une matière synthétique qui se compose de plusieurs chaînes de molécules. Ces chaînes ne sont pas directement combinées entre elles. La structure de base est maintenue ensemble par de faibles forces réciproques entre les molécules. Au réchauffement, ces chaînes ont tendance à s'éloigner de plus en plus l'une de l'autre, ce qui rendra le matériau plus mou, plus élastique et moins résistant à la pression. Bref, moins approprié aux applications sanitaires et au chauffage.



La réticulation par faisceau d'électrons

En exposant le tube multicouche à un faisceau intense d'électrons, on fait naître des **combinaisons transversales** entre les différentes chaînes de molécules de la matière synthétique. Les électrons font que les atomes d'hydrogène se séparent des différentes chaînes de polyéthylène. De cette façon, les atomes de carbone peuvent se combiner entre eux et former une structure fortement réticulée.



La structure du PE-Xc

Grâce aux combinaisons transversales, les mouvements des chaînes l'une par rapport à l'autre sont réduits au minimum. Lorsqu'on y applique maintenant de la chaleur ou une autre énergie, la forte structure du tube n'en souffrira pas. Le polyéthylène réticulé présente un comportement idéal en face d'une contrainte continue due à la pression ou à la température. La réticulation a rendu le matériau plus que durable.



# 1 TUBES

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

La réticulation par faisceau d'électrons est la façon la plus adaptée et la plus pure de réticuler le polyéthylène.

Le polyéthylène peut être réticulé des façons suivantes :

a. **PE-Xa:** Le polyéthylène est mélangé à une grande concentration de peroxyde organique. Le peroxyde fait que des combinaisons se créent entre les chaînes de polyéthylène. C'est une méthode chimique.

b. **PE-Xb:** la réticulation se fait grâce à l'ajout de silane au polyéthylène, suivi d'un traitement à l'eau. C'est une méthode chimique.

c. **PE-Xc:** contrairement aux deux méthodes précédentes, la réticulation a lieu au cours d'un deuxième processus, lorsque le tube est exposé à un faisceau intense d'électrons. Le faisceau excite tant les molécules de polyéthylène qu'elles se réticulent entre elles. C'est une méthode physique.

La norme allemande DIN 16892 détermine le degré de réticulation pour chacune des méthodes.

Méthodes de réticulation		Procédé	
Description	Degrés minimaux de réticulation suivant la norme DIN 16892	Physique	Chimique
PE-Xa	70 %		peroxyde
PE-Xb	65 %		silane
PE-Xc	60 %	faisceau d'électrons	

Nous voyons donc qu'un tube PE-Xa doit être réticulé à 70 % et un tube PE-Xb à 65 % pour répondre à la norme, tandis que pour un tube PE-Xc, 60 % suffisent. De plus, la méthode PE-Xc est une méthode physique : on n'ajoute pas d'adjuvants chimiques et donc, par définition, le tube ne doit pas être ensuite rincé pour une application sanitaire.

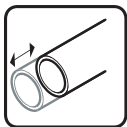


## Récapitulation des avantages



### Résiste à la température et à l'eau

Supporte une température de service jusqu'à 95 °C et la pression maximale autorisée est de 10 bar.



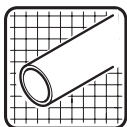
### Dilatation linéaire minimale

Grâce à la présence de la couche d'aluminium, le coefficient de dilatation du tube Henco est comparable à celui du cuivre et 8 fois inférieur à celui d'un tube en matière synthétique ordinaire. Le coefficient de dilatation est de 0,025 mm/mK.



### Résiste à la corrosion

La surface lisse du tube intérieur et du tube extérieur empêche les impuretés de s'incruster. Ceci évite la sédimentation et la corrosion. Cette surface lisse a aussi pour conséquence que la perte de pression reste minimale.



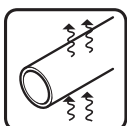
### Indéformable

Après avoir été plié, le tube garde la forme souhaitée. Il n'a pas de mémoire thermique comme les autres tubes en polyéthylène. Ceci simplifie et accélère la mise en œuvre du tube et le montage des raccords.



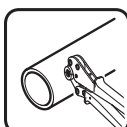
### Résiste à l'usure

Les tubes extérieur et intérieur se composent de polyéthylène réticulé par faisceau d'électrons et ne sont donc pas sujets à l'usure, même par des températures élevées ou en cas de hautes vitesses de débit.



### Complètement étanche à l'eau et à la (diffusion de) vapeur

La couche d'aluminium intégrée empêche la pénétration de l'oxygène dans le tube. Ceci évite les problèmes de corrosion en présence d'éventuels éléments en métal dans l'installation.



### Poids minime (montage rapide et simple)

Une installation rapide et simple économise de l'argent et du temps. Le tube Henco est flexible et extrêmement léger. Un rouleau de 200 m HENCO STANDARD 16x2 pèse à peine 25 kg.



### Longue durée de vie

Lorsque le tube est mis en œuvre suivant la température et la pression de service prescrites, une durée de vie de minimum 50 ans est garantie.



### Pas de nuisances acoustiques

Contrairement aux tubes en métal, ce tube ne produit pas de nuisances acoustiques dues à des bruits d'écoulement si le diamètre du tube a été correctement choisi. Les bruits de contact peuvent s'éviter par un montage correct.



### De l'eau potable (conformément à la norme 98/83/CE) aux liquides chimiques

Le tube répond aux exigences toxicologiques et hygiéniques les plus sévères. Il convient à 100 % au transport de l'eau potable. De plus, le tube résiste à plusieurs liquides chimiques.



# 1 TUBES

## Propriétés techniques du tube multicouche HENCO STANDARD et RIXc

### Profil technique du tube multicouche HENCO STANDARD et RIXc

Diamètre extérieur (mm)	12	14	16	16	18	18	20	20	26	26	32	40	50	63	75	90
				RIXc		RIXc		RIXc		RIXc						
Diamètre intérieur (mm)	8,8	10	12	12	14	14	16	16	20	20	26	33	42	54	63	76
Épaisseur du tuyau (mm)	1,6	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3,5	4	4,5	6	7
Température de service maximale (°C)**	60	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
Pression de service maximale (bar)	6	10	16	10	10	10	16	10	16	10	16	10	10	10	10	10
Classe d'application (EN ISO 21003-1)	4	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5	2-4-5
Coefficient de conductibilité thermique (W/mK)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Coefficient de dilatation linéaire (mm/mK)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
Force de traction minimale de la couche d'adhérence (N/10 mm)	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Rugosité de la surface du tube intérieur (μ)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Diffusion d'oxygène (mg/l)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rayon minimal de flexion manuelle/ressort externe (mm)	5XDU	5XDU	5XDU	5XDU	5XDU	5XDU	5XDU	5XDU	5XDU	5XDU	*	*	*	*	*	*
Rayon minimal de flexion manuelle/ressort interne (mm)	3XDU	3XDU	3XDU <sup>+</sup>	3XDU <sup>+</sup>	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	3XDU	*	*	*	*	*	*
Degré de réticulation (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Poids (kg/m)	0,084	0,108	0,125	0,101	0,132	0,125	0,147	0,129	0,285	0,261	0,390	0,528	0,766	1,155	1,516	2,155
Contenu (l/m)	0,061	0,079	0,113	0,113	0,154	0,154	0,201	0,201	0,314	0,314	0,531	0,855	1,385	2,290	3,117	4,536

\* Ici, il faut utiliser des raccords soudés

\*\* Tableau des classes d'application (EN ISO 21003-1)

+ 2xDu en cas d'utilisation d'une cintruse de type BM-16

### Tableau des classes d'application (EN ISO 21003-1)

Classe d'application	$T_D$		$T_{max}$		$T_{mal}$		Champ d'application typique
	°C	Durée <sup>a</sup> années	°C	Durée années	°C	Durée heures	
1 <sup>a</sup>	60	49	80	1	95	100	Alimentation eau chaude (60 °C)
2 <sup>a</sup>	70	49	80	1	95	100	Alimentation eau chaude (70 °C)
4 <sup>b</sup>	20 + cumulatif 40 + cumulatif 60	2,5 20 25	70	2,5	100	100	Chauffage par le sol et radiateurs à basse température
5 <sup>b</sup>	20 + cumulatif 60 + cumulatif 80	14 25 10	90	1	100	100	Radiateurs à température élevée

**ATTENTION:** cette norme internationale ne s'applique pas aux valeurs  $T_D$ ,  $T_{max}$  et  $T_{mal}$  supérieures aux valeurs mentionnées dans le tableau.

a Un pays a le choix entre les classes 1 et 2 conformément à sa réglementation nationale.

b Là où pour une classe plus d'une température nominale est donnée, les durées doivent être cumulées. «Plus cumulatif» dans le tableau implique un profil de température de la température donnée sur une période déterminée. (Par exemple, le profil de la température nominale pour 50 ans pour la classe 5 est de 20 °C pour 14 ans, suivi de 60 °C pour 25 ans, de 80 °C pour 10 ans, de 90 °C pour 1 an et de 100 °C pour 100 heures.)



1

2

3

4

5

6

7

8

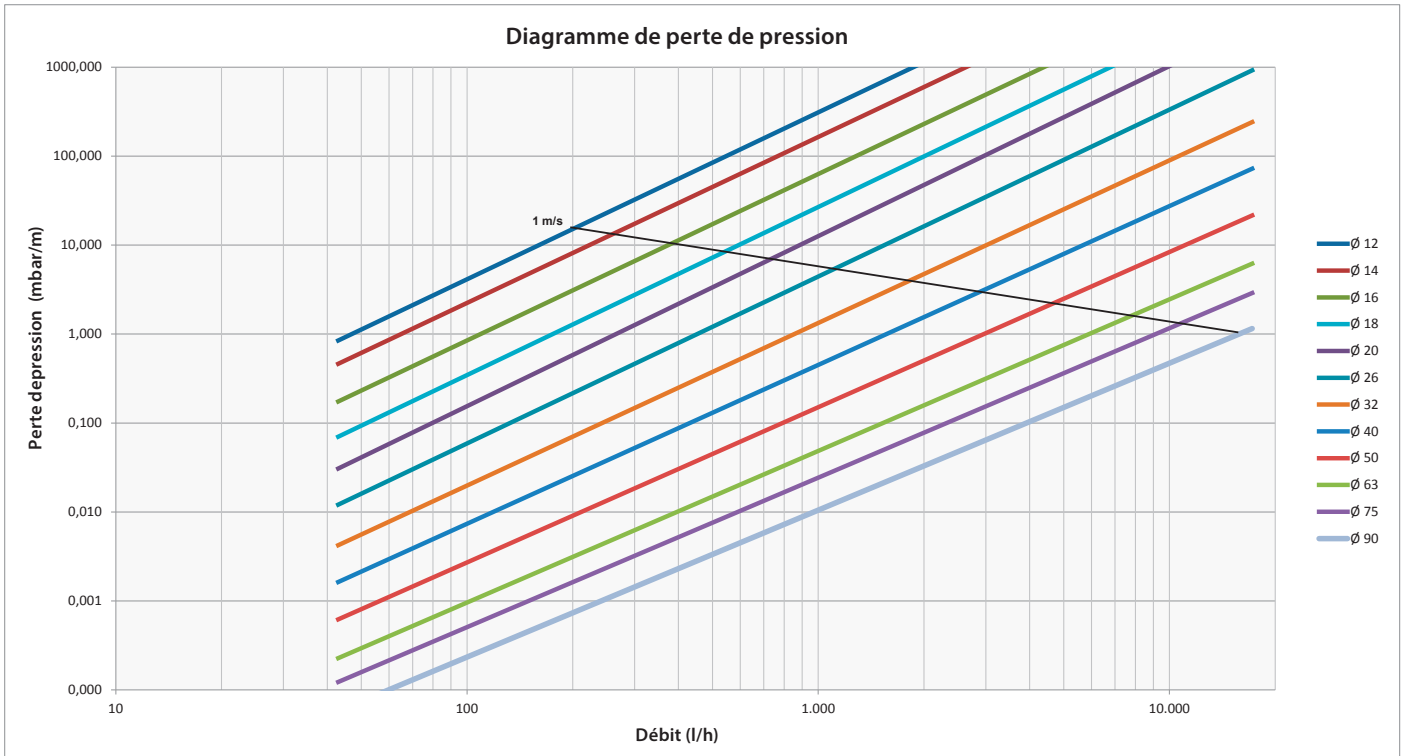
9

10

11

### Diagramme et tableaux de perte de pression du tube multicouche HENCO

Lorsqu'il coule à travers un tube, chaque liquide perd de l'énergie à cause de la friction du liquide contre les parois du tube. Le diagramme et les tableaux montrent, pour un débit déterminé, la perte de pression en fonction du diamètre du tube et de la vitesse du débit.





# 1 TUBES

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11

Puissance (kW/h)	Débit (l/h)	Diamètre 12		Diamètre 14		Diamètre 16		Diamètre 18		Diamètre 20		Diamètre 26		Diamètre 32		Diamètre 40		Diamètre 50		Diamètre 63		Diamètre 75		Diamètre 90			
		Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)
1	43	0,20	0,85	0,15	0,46	0,11	0,17	0,08	0,07	0,06	0,03	0,04	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	86	0,39	2,82	0,30	1,53	0,21	0,64	0,16	0,31	0,12	0,16	0,08	0,06	0,05	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
3	129	0,59	5,77	0,46	3,12	0,32	1,30	0,23	0,62	0,18	0,33	0,11	0,11	0,07	0,03	0,04	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
4	172	0,79	9,64	0,61	5,19	0,42	2,16	0,31	1,03	0,24	0,55	0,15	0,19	0,09	0,05	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
5	215	0,98	14,40	0,76	7,74	0,53	3,21	0,39	1,53	0,30	0,81	0,19	0,28	0,11	0,08	0,07	0,03	0,04	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00
6	258	1,18	20,04	0,91	10,74	0,63	4,44	0,47	2,11	0,36	1,11	0,23	0,38	0,14	0,11	0,08	0,04	0,05	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
7	301	1,38	26,53	1,07	14,19	0,74	5,85	0,54	2,78	0,42	1,46	0,27	0,50	0,16	0,14	0,10	0,05	0,06	0,01	0,04	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
8	344	1,57	33,87	1,22	18,09	0,85	7,44	0,62	3,52	0,48	1,85	0,30	0,63	0,18	0,18	0,11	0,06	0,07	0,02	0,04	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
9	387	1,77	42,06	1,37	22,43	0,95	9,20	0,70	4,35	0,54	2,28	0,34	0,78	0,20	0,22	0,13	0,07	0,08	0,02	0,05	0,01	0,03	0,00	0,02	0,00	0,02	0,00
10	430	1,97	51,08	1,52	27,20	1,06	11,13	0,78	5,26	0,59	2,76	0,38	0,94	0,23	0,27	0,14	0,09	0,09	0,03	0,05	0,01	0,04	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00
11	473	2,16	60,94	1,67	32,40	1,16	13,24	0,85	6,25	0,65	3,27	0,42	1,11	0,25	0,32	0,15	0,10	0,09	0,03	0,06	0,01	0,04	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00
12	516	2,36	71,62	1,83	38,03	1,27	15,52	0,93	7,31	0,71	3,82	0,46	1,30	0,27	0,37	0,17	0,12	0,10	0,04	0,06	0,01	0,05	0,01	0,03	0,00	0,03	0,00
13	559	2,56	83,13	1,98	44,09	1,37	17,96	1,01	8,45	0,77	4,41	0,49	1,50	0,29	0,43	0,18	0,14	0,11	0,04	0,07	0,01	0,05	0,01	0,03	0,00	0,03	0,00
14	602	2,75	95,46	2,13	50,58	1,48	20,57	1,09	9,67	0,83	5,05	0,53	1,71	0,32	0,49	0,20	0,16	0,12	0,05	0,07	0,01	0,05	0,01	0,04	0,00	0,04	0,00
15	645	2,95	108,61	2,28	57,49	1,59	23,35	1,16	10,96	0,89	5,72	0,57	1,94	0,34	0,55	0,21	0,18	0,13	0,06	0,08	0,02	0,06	0,01	0,04	0,00	0,04	0,00
16	688	3,15	122,58	2,44	64,82	1,69	26,30	1,24	12,34	0,95	6,43	0,61	2,18	0,36	0,61	0,22	0,20	0,14	0,06	0,08	0,02	0,06	0,01	0,04	0,00	0,04	0,00
17	731	3,34	137,36	2,59	72,58	1,80	29,41	1,32	13,78	1,01	7,17	0,65	2,43	0,38	0,68	0,24	0,22	0,15	0,07	0,09	0,02	0,07	0,01	0,04	0,00	0,04	0,00
18	774	3,54	152,96	2,74	80,76	1,90	32,69	1,40	15,30	1,07	7,96	0,68	2,69	0,41	0,76	0,25	0,24	0,16	0,08	0,09	0,02	0,07	0,01	0,05	0,00	0,05	0,00
19	817	3,73	169,38	2,89	89,35	2,01	36,13	1,48	16,90	1,13	8,78	0,72	2,96	0,43	0,83	0,27	0,27	0,16	0,08	0,10	0,03	0,07	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01
20	860	3,93	186,61	3,04	98,37	2,11	39,73	1,55	18,57	1,19	9,65	0,76	3,25	0,45	0,91	0,28	0,29	0,17	0,09	0,10	0,03	0,08	0,01	0,05	0,01	0,05	0,01
21	903	4,13	204,64	3,20	107,81	2,22	43,50	1,63	20,31	1,25	10,55	0,80	3,55	0,47	1,00	0,29	0,32	0,18	0,10	0,11	0,03	0,08	0,01	0,06	0,01	0,06	0,01
22	946	4,32	223,49	3,35	117,66	2,33	47,43	1,71	22,13	1,31	11,48	0,84	3,86	0,50	1,09	0,31	0,34	0,19	0,11	0,11	0,03	0,08	0,02	0,06	0,01	0,06	0,01
23	989	4,52	243,15	3,50	127,93	2,43	51,53	1,79	24,03	1,37	12,46	0,88	4,19	0,52	1,18	0,32	0,37	0,20	0,12	0,12	0,04	0,09	0,02	0,06	0,01	0,06	0,01
24	1032	4,72	263,62	3,65	138,62	2,54	55,78	1,86	25,99	1,43	13,47	0,91	4,53	0,54	1,27	0,34	0,40	0,21	0,13	0,13	0,04	0,09	0,02	0,06	0,01	0,06	0,01
25	1075	4,91	284,90	3,81	149,72	2,64	60,20	1,94	28,03	1,49	14,52	0,95	4,87	0,56	1,36	0,35	0,43	0,22	0,14	0,13	0,04	0,10	0,02	0,07	0,01	0,07	0,01
26	1118	5,11	306,98	3,96	161,24	2,75	64,79	2,02	30,15	1,55	15,61	0,99	5,23	0,59	1,46	0,36	0,46	0,22	0,15	0,14	0,04	0,10	0,02	0,07	0,01	0,07	0,01
27	1161	5,31	329,88	4,11	173,17	2,85	69,53	2,10	32,33	1,61	16,73	1,03	5,61	0,61	1,57	0,38	0,50	0,23	0,16	0,14	0,05	0,10	0,02	0,07	0,01	0,07	0,01
28	1204	5,50	353,58	4,26	185,53	2,96	74,43	2,17	34,59	1,66	17,89	1,07	5,99	0,63	1,67	0,39	0,53	0,24	0,17	0,15	0,05	0,11	0,02	0,07	0,01	0,07	0,01
29	1247	5,70	378,08	4,41	198,29	3,07	79,50	2,25	36,93	1,72	19,09	1,10	6,39	0,65	1,78	0,41	0,56	0,25	0,18	0,15	0,05	0,11	0,03	0,08	0,01	0,07	0,01
30	1290	5,90	403,39	4,57	211,47	3,17	84,73	2,33	39,33	1,78	20,32	1,14	6,79	0,68	1,90	0,42	0,60	0,26	0,19	0,16	0,06	0,12	0,03	0,08	0,01	0,07	0,01
31	1333	6,09	429,51	4,72	225,07	3,28	90,12	2,41	41,81	1,84	21,59	1,18	7,21	0,70	2,01	0,43	0,64	0,27	0,20	0,16	0,06	0,12	0,03	0,08	0,01	0,07	0,01
32	1376	6,29	456,44	4,87	239,07	3,38	95,67	2,49	44,36	1,90	22,90	1,22	7,65	0,72	2,13	0,45	0,67	0,28	0,21	0,17	0,06	0,12	0,03	0,08	0,01	0,07	0,01
33	1419	6,49	484,16	5,02	253,50	3,49	101,38	2,56	46,99	1,96	24,24	1,26	8,09	0,74	2,25	0,46	0,71	0,28	0,22	0,17	0,07	0,13	0,03	0,09	0,01	0,07	0,01
34	1462	6,68	512,70	5,18	268,33	3,59	107,25	2,64	49,68	2,02	25,62	1,29	8,54	0,77	2,38	0,48	0,75	0,29	0,24	0,18	0,07	0,13	0,03	0,09	0,01	0,07	0,01
35	1505	6,88	542,04	5,33	283,58	3,70	113,28	2,72	52,45	2,08	27,04	1,33	9,01	0,79	2,50	0,49	0,79	0,30	0,25	0,18	0,07	0,13	0,04	0,09	0,01	0,07	0,01
36	1548	7,08	572,18	5,48	299,24	3,81	119,47	2,80	55,30	2,14	28,49	1,37	9,49	0,81	2,64	0,50	0,83	0,31	0,26	0,19	0,08	0,14	0,04	0,09	0,02	0,07	0,01
37	1591	7,27	603,12	5,63	315,32	3,91	125,82	2,87	58,21	2,20	29,98	1,41	9,98	0,83	2,77	0,52	0,87	0,32	0,27	0,19	0,08	0,14	0,04	0,10	0,02	0,07	0,01
38	1634	7,47	634,87	5,78	331,81	4,02	132,34	2,95	61,19	2,26	31,51	1,45	10,48	0,86	2,91	0,53	0,92	0,33	0,29	0,20	0,09	0,15	0,04	0,10	0,02	0,07	0,01
39	1677	7,67	667,43	5,94	348,71	4,12	139,01	3,03	64,25	2,32	33,07	1,48	10,99	0,88	3,05	0,55	0,96	0,34	0,30	0,20	0,09	0,15	0,04	0,10	0,02	0,07	0,01
40	1720	7,86	700,78	6,09	366,02	4,23	145,84	3,11	67,38	2,38	34,67	1,52	11,52	0,90	3,19	0,56	1,00	0,35	0,31	0,21	0,09	0,15	0,05	0,11	0,02	0,07	0,01
41	1763	8,06	734,94	6,24	383,75	4,33	152,84	3,18	70,59	2,44	36,30	1,56	12,05	0,92	3,34	0,57	1,05	0,35	0,33	0,21	0,10	0,16	0,05	0,11	0,02	0,07	0,01
42	1806	8,26	769,90	6,39	401,89	4,44	159,99	3,26	73,86	2,50	37,98	1,60	12,60	0,95	3,49	0,59	1,10	0,36	0,34	0,22	0,10	0,16	0,05	0,11	0,02	0,07	0,01
43	1849	8,45	805,67	6,55	420,44	4,55	167,30	3,34	77,21	2,56	39,68	1,64	13,16	0,97	3,64	0,60	1,14	0,37	0,36	0,22	0,11	0,16	0,05	0,11	0,02	0,07	0,01
44	1892	8,65	842,24	6,70	439,40	4,65	174,77	3,42	80,62	2,62	41,43	1,67	13,73	0,99	3,80	0,62	1,19	0,38	0,37	0,23	0,11	0,17	0,05	0,12	0,02	0,07	0,01
45	1935	8,85	879,61	6,85	458,78	4,76	182,40	3,49	84,11	2,68	43,21	1,71	14,32	1,01	3,96	0,63	1,24	0,39	0,39	0,23	0,12	0,17</					



# 1 TUBES

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

Puissance (kW/h)	Débit (l/h)	Diamètre 12		Diamètre 14		Diamètre 16		Diamètre 18		Diamètre 20		Diamètre 26		Diamètre 32		Diamètre 40		Diamètre 50		Diamètre 63		Diamètre 75		Diamètre 90	
		Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)
151	6493	29,68	9378,25	22,99	4839,16	15,96	1890,36	11,73	857,22	8,98	433,51	5,75	139,80	3,40	37,44	2,11	11,45	1,30	3,49	0,79	1,02	0,58	0,48	0,40	0,20
152	6536	29,88	9501,18	23,14	4902,39	16,07	1914,92	11,80	868,29	9,04	439,08	5,78	141,57	3,42	37,91	2,12	11,59	1,31	3,54	0,79	1,04	0,58	0,49	0,40	0,20
153	6579	30,07	9624,90	23,29	4966,03	16,17	1939,65	11,88	879,44	9,10	444,69	5,82	143,36	3,45	38,38	2,14	11,73	1,32	3,58	0,80	1,05	0,59	0,50	0,40	0,20
154	6622	30,27	9749,42	23,44	5030,08	16,28	1964,53	11,96	890,66	9,16	450,33	5,86	145,16	3,47	38,85	2,15	11,88	1,33	3,62	0,80	1,06	0,59	0,50	0,41	0,20
155	6665	30,47	9874,75	23,59	5094,54	16,38	1989,57	12,04	901,96	9,22	456,01	5,90	146,98	3,49	39,33	2,17	12,02	1,34	3,67	0,81	1,07	0,59	0,51	0,41	0,21
156	6708	30,66	10000,86	23,75	5159,41	16,49	2014,77	12,12	913,32	9,28	461,73	5,94	148,80	3,51	39,81	2,18	12,17	1,35	3,71	0,81	1,09	0,60	0,51	0,41	0,21
157	6751	30,86	10127,78	23,90	5224,69	16,60	2040,13	12,19	924,75	9,34	467,47	5,97	150,63	3,54	40,30	2,19	12,31	1,35	3,75	0,82	1,10	0,60	0,52	0,41	0,21
158	6794	31,06	10255,50	24,05	5290,37	16,70	2065,64	12,27	936,25	9,39	473,26	6,01	152,48	3,56	40,78	2,21	12,46	1,36	3,80	0,82	1,11	0,61	0,53	0,42	0,21
159	6837	31,25	10384,01	24,20	5356,47	16,81	2091,32	12,35	947,83	9,45	479,08	6,05	154,33	3,58	41,27	2,22	12,61	1,37	3,84	0,83	1,13	0,61	0,53	0,42	0,21
160	6880	31,45	10513,33	24,36	5422,98	16,91	2117,15	12,43	959,47	9,51	484,93	6,09	156,20	3,60	41,77	2,24	12,76	1,38	3,89	0,84	1,14	0,61	0,54	0,42	0,22
161	6923	31,65	10643,44	24,51	5489,89	17,02	2143,13	12,50	971,18	9,57	490,82	6,13	158,07	3,63	42,26	2,25	12,91	1,39	3,93	0,84	1,15	0,62	0,54	0,42	0,22
162	6966	31,84	10774,35	24,66	5557,21	17,12	2169,28	12,58	982,97	9,63	496,74	6,16	159,96	3,65	42,76	2,26	13,06	1,40	3,98	0,85	1,16	0,62	0,55	0,43	0,22
163	7009	32,04	10906,06	24,81	5624,95	17,23	2195,58	12,66	994,82	9,69	502,70	6,20	161,86	3,67	43,26	2,28	13,21	1,41	4,02	0,85	1,18	0,63	0,56	0,43	0,22
164	7052	32,24	11038,56	24,96	5693,09	17,34	2222,04	12,74	1006,75	9,75	508,70	6,24	163,77	3,69	43,76	2,29	13,36	1,42	4,07	0,86	1,19	0,63	0,56	0,43	0,23
165	7095	32,43	11171,87	25,12	5761,64	17,44	2248,66	12,81	1018,75	9,81	514,73	6,28	165,69	3,72	44,27	2,31	13,51	1,42	4,11	0,86	1,20	0,63	0,57	0,43	0,23
166	7138	32,63	11305,97	25,27	5830,60	17,55	2275,44	12,89	1030,81	9,87	520,79	6,32	167,63	3,74	44,78	2,32	13,66	1,43	4,16	0,87	1,22	0,64	0,58	0,44	0,23
167	7181	32,83	11440,87	25,42	5899,97	17,65	2302,37	12,97	1042,95	9,93	526,89	6,36	169,57	3,76	45,29	2,33	13,82	1,44	4,21	0,87	1,23	0,64	0,58	0,44	0,23
168	7224	33,02	11576,57	25,57	5969,75	17,76	2329,46	13,05	1055,16	9,99	533,03	6,39	171,53	3,78	45,81	2,35	13,97	1,45	4,25	0,88	1,24	0,64	0,59	0,44	0,24
169	7267	33,22	11713,07	25,73	6039,93	17,86	2356,71	13,13	1067,44	10,05	539,20	6,43	173,49	3,81	46,33	2,36	14,13	1,46	4,30	0,88	1,26	0,65	0,59	0,45	0,24
170	7310	33,42	11850,37	25,88	6110,53	17,97	2384,12	13,20	1079,79	10,11	545,40	6,47	175,47	3,83	46,85	2,38	14,29	1,47	4,35	0,89	1,27	0,65	0,60	0,45	0,24
171	7353	33,61	11988,47	26,03	6181,53	18,08	2411,69	13,28	1092,21	10,17	551,64	6,51	177,46	3,85	47,37	2,39	14,44	1,48	4,39	0,89	1,29	0,66	0,61	0,45	0,25
172	7396	33,81	12127,36	26,18	6252,95	18,18	2439,41	13,36	1104,70	10,23	557,92	6,55	179,45	3,87	47,90	2,40	14,60	1,48	4,44	0,90	1,30	0,66	0,61	0,45	0,25
173	7439	34,01	12267,05	26,33	6324,77	18,29	2467,29	13,44	1117,26	10,29	564,23	6,58	181,46	3,90	48,43	2,42	14,76	1,49	4,49	0,90	1,31	0,66	0,62	0,46	0,25
174	7482	34,20	12407,54	26,49	6397,00	18,39	2495,33	13,51	1129,89	10,35	570,58	6,62	183,48	3,92	48,96	2,43	14,92	1,50	4,54	0,91	1,33	0,67	0,63	0,46	0,25
175	7525	34,40	12548,83	26,64	6469,64	18,50	2523,53	13,59	1142,59	10,41	576,96	6,66	185,52	3,94	49,49	2,45	15,08	1,51	4,59	0,91	1,34	0,67	0,63	0,46	0,26
176	7568	34,60	12690,92	26,79	6542,69	18,60	2551,88	13,67	1155,37	10,47	583,38	6,70	187,56	3,96	50,03	2,46	15,25	1,52	4,64	0,92	1,36	0,67	0,64	0,46	0,26
177	7611	34,79	12833,81	26,94	6616,15	18,71	2580,39	13,75	1168,21	10,52	589,83	6,74	189,61	3,99	50,57	2,47	15,41	1,53	4,68	0,92	1,37	0,68	0,65	0,47	0,26
178	7654	34,99	12977,49	27,10	6690,02	18,82	2609,06	13,82	1181,12	10,58	596,31	6,77	191,68	4,01	51,12	2,49	15,57	1,54	4,73	0,93	1,38	0,68	0,65	0,47	0,26
179	7697	35,19	13121,97	27,25	6764,30	18,92	2637,89	13,90	1194,11	10,64	602,84	6,81	193,75	4,03	51,66	2,50	15,74	1,54	4,78	0,93	1,40	0,69	0,66	0,47	0,27
180	7740	35,38	13267,25	27,40	6838,98	19,03	2666,87	13,98	1207,16	10,70	609,39	6,85	195,84	4,05	52,21	2,52	15,90	1,55	4,83	0,94	1,41	0,69	0,67	0,47	0,27
181	7783	35,58	13413,33	27,55	6914,08	19,13	2696,01	14,06	1220,29	10,76	615,99	6,89	197,94	4,08	52,76	2,53	16,07	1,56	4,88	0,94	1,43	0,69	0,67	0,48	0,27
182	7826	35,77	13560,21	27,70	6989,58	19,24	2725,31	14,13	1233,49	10,82	622,61	6,93	200,05	4,10	53,32	2,54	16,23	1,57	4,93	0,95	1,44	0,70	0,68	0,48	0,27
183	7869	35,97	13707,89	27,86	7065,50	19,34	2754,77	14,21	1246,75	10,88	629,28	6,96	202,17	4,12	53,87	2,56	16,40	1,58	4,98	0,96	1,46	0,70	0,69	0,48	0,28
184	7912	36,17	13856,36	28,01	7141,82	19,45	2784,39	14,29	1260,09	10,94	635,98	7,00	204,30	4,14	54,44	2,57	16,57	1,59	5,03	0,96	1,47	0,71	0,69	0,48	0,28
185	7955	36,36	14005,63	28,16	7218,55	19,56	2814,16	14,37	1273,50	11,00	642,71	7,04	206,44	4,17	55,00	2,59	16,74	1,60	5,08	0,97	1,48	0,71	0,70	0,49	0,28
186	7998	36,56	14155,70	28,31	7295,69	19,66	2844,09	14,45	1286,98	11,06	649,48	7,08	208,59	4,19	55,56	2,60	16,91	1,61	5,14	0,97	1,50	0,71	0,71	0,49	0,29
187	8041	36,76	14306,57	28,47	7373,24	19,77	2874,18	14,52	1300,52	11,12	656,28	7,12	210,76	4,21	56,13	2,61	17,08	1,61	5,19	0,98	1,51	0,72	0,72	0,49	0,29
188	8084	36,95	14458,24	28,62	7451,19	19,87	2904,43	14,60	1314,14	11,18	663,12	7,15	212,93	4,23	56,71	2,63	17,25	1,62	5,24	0,98	1,53	0,72	0,72	0,50	0,29
189	8127	37,15	14610,71	28,77	7529,56	19,98	2934,83	14,68	1327,83	11,24	669,99	7,19	215,12	4,26	57,28	2,64	17,43	1,63	5,29	0,99	1,54	0,72	0,73	0,50	0,29
190	8170	37,35	14763,97	28,92	7608,34	20,08	2965,39	14,76	1341,59	11,30	676,90	7,23	217,32	4,28	57,86	2,66	17,60	1,64	5,34	0,99	1,56	0,73	0,74	0,50	0,30
191	8213	37,54	14918,03	29,07	7687,52	20,19	2996,11	14,83	1355,42	11,36	683,85	7,27	219,52	4,30	58,44	2,67	17,77	1,65	5,39	1,00	1,57	0,73	0,74	0,50	0,30
192	8256	37,74	15072,89	29,23	7767,12	20,30	3026,99	14,91	1369,33	11,42	690,83	7,31	221,74	4,32	59,02	2,68	17,95	1,66	5,45	1,00	1,59	0,74	0,75	0,51	0,30
193	8299	37,94	15228,55	29,38	7847,12	20,40	3058,03	14,99	1383,30	11,48	697,84	7,34	223,97	4,35	59,61	2,70	18,12	1,67	5,50	1,01	1,60	0,74	0,76	0,51	0,31
194	8342	38,13	15385,01	29,53	7927,53	20,51	3089,22	15																	









Télécharger le tableau de perte de pression



Puissance (kW/h)	Débit (l/h)	Diamètre 12		Diamètre 14		Diamètre 16		Diamètre 18		Diamètre 20		Diamètre 26		Diamètre 32		Diamètre 40		Diamètre 50		Diamètre 63		Diamètre 75		Diamètre 90	
		Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)	Vitesse (m/s)	Perte de pression (mbar/m)
376	16168	73,91	57150,33	57,23	29370,20	39,75	11390,80	29,20	5126,48	22,36	2572,65	14,31	817,02	8,47	214,20	5,26	64,15	3,24	19,17	1,96	5,51	1,44	2,58	0,99	1,03
377	16211	74,11	57452,82	57,39	29525,41	39,85	11450,83	29,28	5153,41	22,42	2586,12	14,35	821,27	8,49	215,31	5,27	64,48	3,25	19,26	1,97	5,54	1,45	2,59	0,99	1,03
378	16254	74,30	57756,11	57,54	29681,04	39,96	11511,01	29,36	5180,42	22,48	2599,63	14,38	825,53	8,51	216,41	5,28	64,81	3,26	19,36	1,97	5,57	1,45	2,61	1,00	1,04
379	16297	74,50	58060,20	57,69	29837,07	40,06	11571,36	29,43	5207,49	22,54	2613,17	14,42	829,80	8,53	217,52	5,30	65,14	3,27	19,46	1,98	5,59	1,45	2,62	1,00	1,05
380	16340	74,69	58365,08	57,84	29993,51	40,17	11631,86	29,51	5234,64	22,60	2626,75	14,46	834,09	8,56	218,63	5,31	65,47	3,28	19,56	1,98	5,62	1,46	2,63	1,00	1,05
381	16383	74,89	58670,76	58,00	30150,35	40,27	11692,52	29,59	5261,85	22,65	2640,36	14,50	838,38	8,58	219,75	5,33	65,80	3,29	19,65	1,99	5,65	1,46	2,64	1,00	1,06
382	16426	75,09	58977,24	58,15	30307,61	40,38	11753,33	29,67	5289,14	22,71	2654,01	14,54	842,69	8,60	220,86	5,34	66,13	3,30	19,75	1,99	5,68	1,47	2,66	1,01	1,06
383	16469	75,28	59284,52	58,30	30465,28	40,49	11814,30	29,75	5316,49	22,77	2667,69	14,58	847,00	8,62	221,98	5,35	66,46	3,31	19,85	2,00	5,70	1,47	2,67	1,01	1,07
384	16512	75,48	59592,59	58,45	30623,35	40,59	11875,44	29,82	5343,92	22,83	2681,41	14,61	851,33	8,65	223,11	5,37	66,79	3,31	19,95	2,00	5,73	1,47	2,68	1,01	1,07
385	16555	75,68	59901,46	58,60	30781,83	40,70	11936,72	29,90	5371,42	22,89	2695,17	14,65	855,67	8,67	224,23	5,38	67,12	3,32	20,04	2,01	5,76	1,48	2,70	1,01	1,08
386	16598	75,87	60211,13	58,76	30940,72	40,80	11998,17	29,98	5398,98	22,95	2708,95	14,69	860,01	8,69	225,36	5,40	67,46	3,33	20,14	2,01	5,79	1,48	2,71	1,02	1,08
387	16641	76,07	60521,60	58,91	31100,02	40,91	12059,77	30,06	5426,62	23,01	2722,78	14,73	864,37	8,71	226,49	5,41	67,79	3,34	20,24	2,02	5,82	1,48	2,72	1,02	1,09
388	16684	76,27	60832,87	59,06	31259,73	41,01	12121,53	30,13	5454,33	23,07	2736,64	14,77	868,74	8,74	227,62	5,42	68,13	3,35	20,34	2,03	5,84	1,49	2,73	1,02	1,09
389	16727	76,46	61144,93	59,21	31419,85	41,12	12183,45	30,21	5482,11	23,13	2750,53	14,80	873,13	8,76	228,76	5,44	68,46	3,36	20,44	2,03	5,87	1,49	2,75	1,03	1,10
390	16770	76,66	61457,79	59,37	31580,38	41,23	12245,53	30,29	5509,96	23,19	2764,46	14,84	877,52	8,78	229,90	5,45	68,80	3,37	20,54	2,04	5,90	1,50	2,76	1,03	1,10
391	16813	76,86	61771,45	59,52	31741,31	41,33	12307,76	30,37	5537,88	23,25	2778,42	14,88	881,92	8,80	231,04	5,47	69,14	3,37	20,64	2,04	5,93	1,50	2,77	1,03	1,11
392	16856	77,05	62085,91	59,67	31902,65	41,44	12370,15	30,44	5565,87	23,31	2792,42	14,92	886,34	8,83	232,19	5,48	69,48	3,38	20,74	2,05	5,96	1,50	2,79	1,03	1,11
393	16899	77,25	62401,17	59,82	32064,41	41,54	12432,70	30,52	5593,93	23,37	2806,46	14,96	890,76	8,85	233,33	5,49	69,82	3,39	20,84	2,05	5,98	1,51	2,80	1,04	1,12
394	16942	77,45	62717,22	59,97	32226,57	41,65	12495,41	30,60	5622,06	23,43	2820,52	14,99	895,20	8,87	234,48	5,51	70,16	3,40	20,94	2,06	6,01	1,51	2,81	1,04	1,12
395	16985	77,64	63034,07	60,13	32389,14	41,75	12558,27	30,68	5650,26	23,49	2834,63	15,03	899,64	8,89	235,64	5,52	70,50	3,41	21,04	2,06	6,04	1,51	2,83	1,04	1,13
396	17028	77,84	63351,72	60,28	32552,11	41,86	12621,29	30,75	5678,53	23,55	2848,77	15,07	904,10	8,92	236,79	5,54	70,84	3,42	21,14	2,07	6,07	1,52	2,84	1,04	1,13
397	17071	78,04	63670,16	60,43	32715,50	41,97	12684,47	30,83	5706,87	23,61	2862,94	15,11	908,57	8,94	237,95	5,55	71,19	3,43	21,24	2,07	6,10	1,52	2,85	1,05	1,14
398	17114	78,23	63989,41	60,58	32879,30	42,07	12747,81	30,91	5735,28	23,67	2877,15	15,15	913,05	8,96	239,11	5,56	71,53	3,43	21,34	2,08	6,13	1,53	2,87	1,05	1,14
399	17157	78,43	64309,45	60,74	33043,50	42,18	12811,30	30,99	5763,77	23,72	2891,39	15,18	917,54	8,98	240,28	5,58	71,87	3,44	21,45	2,08	6,16	1,53	2,88	1,05	1,15
400	17200	78,63	64630,29	60,89	33208,11	42,28	12874,95	31,07	5792,32	23,78	2905,67	15,22	922,04	9,01	241,45	5,59	72,22	3,45	21,55	2,09	6,19	1,53	2,89	1,05	1,15

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11

Milieu : eau à 70 °C

$$P = Q \times \Delta T \times 1,163$$

= puissance en watts

1 mbar/m = 100 Pa/m

$\Delta T = 20 \text{ °C}$

Vitesse de l'eau  
Chauffage central: max. 1 m/s  
Installation sanitaire: max. 3 m/s



# 1 TUBES

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

## Relevé des coefficients de perte de flux (valeurs Zêta)

Ce n'est pas seulement lorsqu'il coule à travers un tube, mais aussi lorsqu'il change de direction, qu'un liquide perd de l'énergie. Il doit alors affronter une résistance supplémentaire.

Le tableau ci-dessous donne les coefficients de perte de flux des différents accessoires et le nombre de mètres de tube qui y correspondent.

Valeurs Zêta (Milieu : eau à 15 °C, débit de flux : 2 m/s)											
Snnb		Ø14	Ø16	Ø18	Ø20	Ø26	Ø32	Ø40	Ø50	Ø63	
Raccord courbe		Zêta	1,500	1,250	1,100	1,850	0,700	-	-	-	-
	m	0,74	0,65	0,61	0,50	0,49	-	-	-	-	
Coude 90°		Zêta	3,071	2,021	2,839	1,870	1,974	1,981	1,865	1,753	1,666
	m	1,16	0,96	1,63	1,27	1,76	2,44	3,08	3,88	5,01	
Coude 45°		Zêta	-	-	-	-	-	0,761	0,690	0,614	
	m	-	-	-	-	-	-	1,26	1,53	1,84	
Jonction droite		Zêta	0,918	0,689	0,610	0,559	0,504	0,472	0,388	0,342	0,327
	m	0,35	0,33	0,35	0,38	0,45	0,58	0,64	0,76	0,98	
Té		Zêta	1,026	0,829	0,739	0,639	0,629	0,562	0,472	0,407	0,347
	m	0,39	0,39	0,42	0,43	0,56	0,69	0,78	0,90	1,04	
		Zêta	2,772	2,329	2,126	1,890	1,974	1,844	1,716	2,001	1,884
	m	1,05	1,10	1,22	1,28	1,76	2,27	2,83	4,43	5,66	
		Zêta	2,851	2,372	2,268	2,010	2,104	1,898	1,716	1,902	1,785
	m	1,08	1,12	1,30	1,36	1,88	2,34	2,83	4,21	5,36	



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11

**Valeurs Zêta (Milieu : eau à 15 °C, débit de flux : 2 m/s)**

Snnb		Ø16-Ø14-Ø16	Ø18-Ø14-Ø18	Ø18-Ø16-Ø18	Ø20-Ø14-Ø20	Ø20-Ø16-Ø20	Ø20-Ø18-Ø20	Ø26-Ø16-Ø26	Ø26-Ø18-Ø26	Ø26-Ø20-Ø26	Ø32-Ø16-Ø32	Ø32-Ø18-Ø32	Ø32-Ø20-Ø32	Ø32-Ø26-Ø32	
Té réduction		Zêta	0,790	0,702	0,734	0,606	0,588	0,648	0,578	0,563	0,592	0,544	0,539	0,544	0,549
	m	0,37	0,40	0,42	0,41	0,40	0,44	0,52	0,50	0,53	0,67	0,66	0,67	0,68	
	Zêta	1,864	1,726	1,711	1,486	1,516	1,575	1,256	1,359	1,358	1,32	1,289	1,257	1,296	
	m	0,88	0,99	0,98	1,01	1,03	1,07	1,12	1,21	1,21	1,63	1,59	1,55	1,60	
	Zêta	1,697	1,578	1,654	1,408	1,408	1,497	1,181	1,033	1,119	1,464	1,245	1,074	1,129	
	m	0,80	0,91	0,95	0,95	0,95	1,01	1,05	0,92	1,00	1,80	1,53	1,32	1,39	
		Ø40-Ø16-Ø40	Ø40-Ø20-Ø40	Ø40-Ø26-Ø40	Ø40-Ø32-Ø40	Ø50-Ø20-Ø50	Ø50-Ø26-Ø50	Ø50-Ø32-Ø50	Ø50-Ø40-Ø50	Ø63-Ø26-Ø63	Ø63-Ø32-Ø63	Ø63-Ø40-Ø63	Ø63-Ø50-Ø63		
	Zêta	0,427	0,378	0,477	0,447	0,362	0,357	0,377	0,397	0,312	0,317	0,327	0,337		
	m	0,70	0,62	0,74	0,74	0,80	0,79	0,83	0,88	0,94	0,95	0,98	1,01		
	Zêta	1,315	1,155	1,123	1,599	1,056	1,022	1,183	1,243	1,014	1,262	1,119	1,326		
	m	2,17	1,91	1,85	2,64	2,34	2,26	2,62	2,75	3,05	3,79	3,36	3,98		
	Zêta	1,412	1,101	0,999	1,49	1,101	1,027	0,861	0,855	0,92	1,04	0,696	0,988		
	m	2,33	1,82	1,65	2,46	2,44	2,27	1,91	1,89	5,77	3,12	2,09	2,97		

# 1 TUBES

1

2

3

4

5

6

7

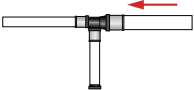
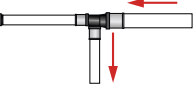
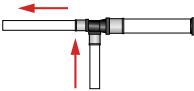

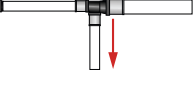
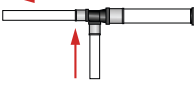
8

9

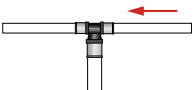
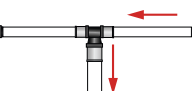
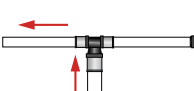
10

11

Valeurs Zêta (Milieu : eau à 15 °C, débit de flux : 2 m/s)

Snnb		Ø16- Ø14-Ø14	Ø18- Ø16-Ø16	Ø20- Ø16-Ø16	Ø20- Ø18-Ø18	Ø20- Ø20-Ø16	Ø26- Ø20-Ø20	Ø26- Ø26-Ø16	Ø26- Ø26-Ø20	Ø32- Ø26-Ø26	Ø40- Ø32-Ø32	Ø40- Ø40-Ø26	
Té 2x réduction		Zêta	0,907	0,732	0,699	0,759	0,800	0,694	0,859	0,674	0,671	0,673	0,704
	m	0,43	0,42	0,47	0,51	0,54	0,62	0,77	0,60	0,83	1,11	1,16	
		Zêta	1,902	1,667	1,759	1,657	1,900	1,413	1,983	2,441	1,254	1,441	1,721
	m	0,90	0,96	1,19	1,12	1,29	1,26	1,77	2,18	1,54	2,38	2,84	
		Zêta	1,879	1,885	1,340	1,924	1,110	1,731	0,978	1,104	1,398	1,609	0,748
	m	0,89	1,08	0,91	1,30	0,75	1,54	0,87	0,98	1,72	2,65	1,23	
		Zêta	0,633	0,597	0,694	0,832	0,619	0,633	0,673	0,616	0,587	0,621	
	m	1,04	1,32	0,62	0,74	0,76	1,04	1,11	1,36	1,30	1,37		
		Zêta	1,701	1,308	1,445	2,526	1,236	1,142	1,123	1,061	1,088	1,307	
	m	2,81	2,89	1,29	2,25	1,52	1,88	1,85	2,35	2,41	2,89		
		Zêta	1,02	1,328	1,393	1,337	1,231	1,102	1,143	1,056	1,054	1,223	
	m	1,68	2,94	1,24	1,19	1,52	1,82	1,89	2,34	2,33	2,71		

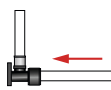
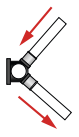

Valeurs Zêta (Milieu : eau à 15 °C, débit de flux : 2 m/s)

Snnb		Ø16- Ø18-Ø16	Ø16- Ø20-Ø16	Ø20- Ø26-Ø20	Ø26- Ø32-Ø26	Ø32- Ø40-Ø32	Ø40- Ø50-Ø40	
Té agrandi		Zêta	0,841	0,896	0,671	0,629	0,678	0,452
	m	0,48	0,61	0,60	0,77	1,12	1,00	
		Zêta	1,483	1,255	1,140	1,029	1,233	2,209
	m	0,85	0,85	1,02	1,27	2,03	4,80	
		Zêta	1,749	1,598	1,507	1,395	1,629	2,298
	m	1,00	1,08	1,34	1,72	2,69	5,08	



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11

**Valeurs Zêta (Milieu : eau à 15 °C, débit de flux : 2 m/s)**

Snnb		Ø14-1/2"	Ø16-3/8SDSq	Ø16-1/2SDSq	Ø18-1/2SDSq	Ø20-1/2SDSq	Ø20-3/4SDSq	Ø26-3/4SDSq			
Plaque murale		Zêta	1,697	1,417	1,441	1,513	1,587	1,264	1,385		
		m	0,64	0,67	0,68	0,87	1,07	0,86	1,24		
		Ø16-1/2"-Ø16		Ø20-1/2"-Ø20							
Double plaque murale		Zêta	4,157	4,315							
		m	1,97	2,92							
		Ø16-Ø14	Ø18-Ø14	Ø18-Ø16	Ø20-Ø14	Ø20-Ø16	Ø20-Ø18	Ø26-Ø16	Ø26-Ø18	Ø26-Ø20	
Réduction		Zêta	0,953	0,913	0,722	0,838	0,765	0,669	0,746	0,813	0,684
		m	0,45	0,52	0,41	0,57	0,52	0,45	0,67	0,73	0,61
		Ø32-Ø16	Ø32-Ø20	Ø32-Ø26	Ø40-Ø26	Ø40-Ø32	Ø50-Ø32	Ø50-Ø40	Ø63-Ø40	Ø63-Ø50	
		Zêta	0,807	0,689	0,598	0,622	0,599	0,671	0,592	0,661	0,531
		m	0,99	0,85	0,74	1,03	0,99	1,46	1,31	1,99	1,60

# 1 TUBES

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

## Tableau des dilatations

Tous les matériaux utilisés pour les tubes se dilatent lorsqu'ils se réchauffent et rétrécissent lorsqu'ils refroidissent. C'est pourquoi il faut toujours tenir compte des différences de longueur dues aux variations de température. La différence de température et la longueur du tube sont deux paramètres qui

détermineront la variation de longueur. Le tableau des dilatations ci-dessous montre à quelles variations de longueur on peut s'attendre pour une longueur de tube et une différence de températures déterminées. Le coefficient de dilatation est égal pour tous les diamètres.

Dilatation (mm/m)	Différence de température ( $\Delta T$ )							
	10 °C	20 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C	70 °C	80 °C
Longueur du tube (m)								
1	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00
2	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
3	0,75	1,50	2,25	3,00	3,75	4,50	5,25	6,00
4	1,00	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00	7,00	8,00
5	1,25	2,50	3,75	5,00	6,25	7,50	8,75	10,00
6	1,50	3,00	4,50	6,00	7,50	9,00	10,50	12,00
7	1,75	3,50	5,25	7,00	8,75	10,50	12,25	14,00
<b>8</b>	2,00	4,00	6,00	8,00	<b>10,00</b>	12,00	14,00	16,00
9	2,25	4,50	6,75	9,00	11,25	13,50	15,75	18,00
10	2,50	5,00	7,50	10,00	12,50	15,00	17,50	20,00

Le tableau de dilatation est basé sur la formule :

$$\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$$

Où :  $\Delta L$  = variation de longueur  
 $L$  = longueur du tube  
 $\alpha$  = coefficient de dilatation  
 $\Delta T$  = différence de température

et un coefficient de dilatation de 0,025 mm/mK, quel que soit le diamètre du tube.

Exemple :

Donné :  $L = 8 \text{ m}$   
 $\alpha = 0,025 \text{ mm/mK}$   
 $\Delta T = 50^\circ\text{C}$  (par  $T_{\text{min}}=20^\circ\text{C}$  et  $T_{\text{max}}=70^\circ\text{C}$ )

On demande :  $\Delta L$

Solution : consultez le tableau de dilatation ou appliquez la formule.

Tableau :  $\Delta L = 10 \text{ et } 0 \text{ mm}$

Formule :  $\Delta L = L \times \alpha \times \Delta T$   
 $\Delta L = 8 \times 0,025 \times 50$   
 $\Delta L = 10,0 \text{ mm}$

Ces variations de longueur doivent être absorbées par une installation professionnelle du réseau de tubes.



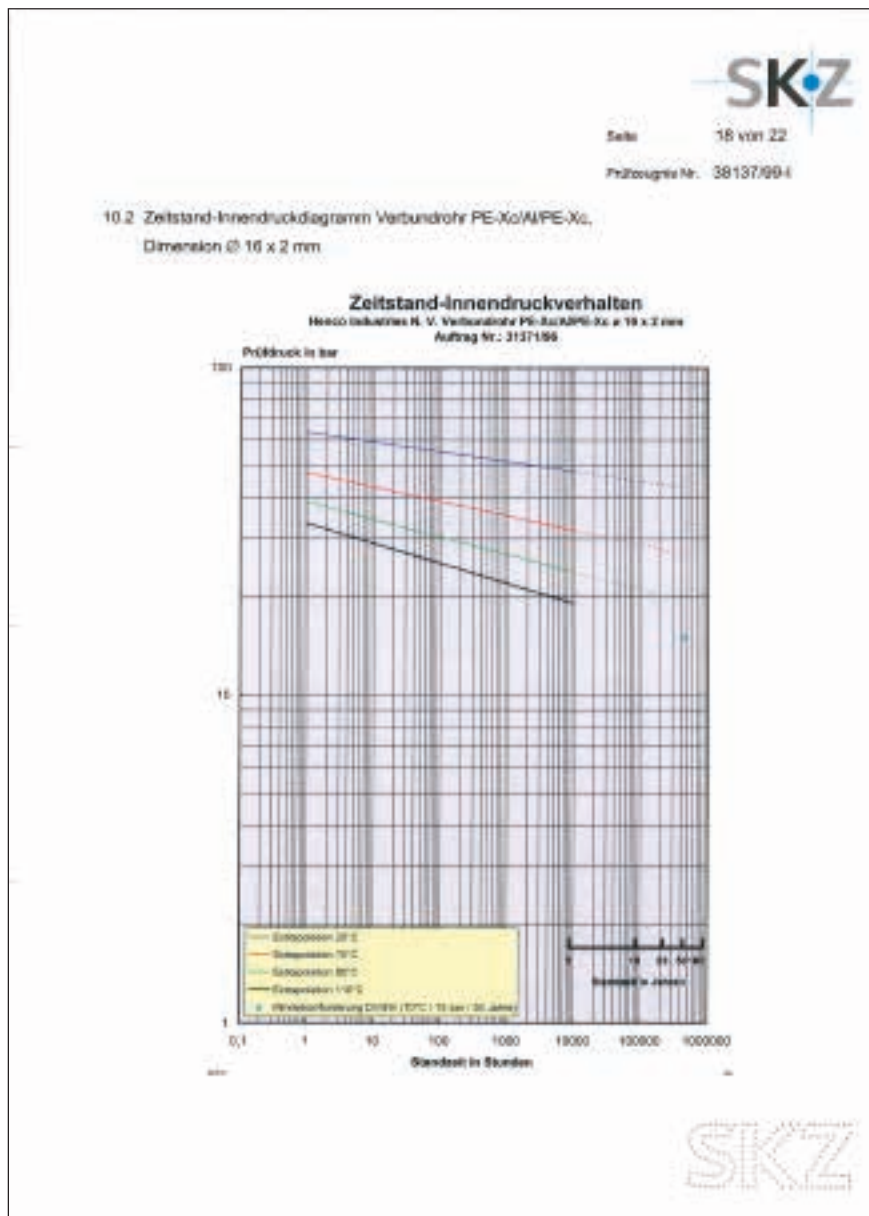
- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11

### Courbe de régression (durée de vie) du tube multicouche Henco STANDARD et RIXc

La durée de vie du tube multicouche dépend de la température et de la pression dans le tube. Les lignes droites du diagramme montrent à quelle pression le tube peut résister à un certain âge et pour une température constante de l'eau. Il est clair que, à mesure qu'il vieillit, un tube supporte moins de pression. Pour obtenir la certification allemande DVGW, le tube doit pouvoir résister, après 50 ans et avec une température de l'eau constante de 70°C, à une pression 1,5 fois supérieure à la pression de service : pour la certification KIWA, ce facteur est de 2. Une courbe de régression est dépendante du diamètre.

Les courbes de régression des différents diamètres du tube multicouche Henco prouvent que n'importe quel diamètre résiste après 50 ans et par une température constante de l'eau de 70°C à une pression bien plus élevée que celle prescrite par la certification DVGW. Le tube Henco a une durée de vie d'au moins 50 ans.

Ci-dessous, en guise d'exemple, la courbe de régression du diamètre 16, telle qu'elle a été élaborée par le laboratoire d'essais du SKZ en Allemagne.





# 1 TUBES

1

## HENCO PRÉISOLÉ

2

Modèle: **STANDARD** et **RIXc**

3

### Généralités

4

Les tubes PE-Xc/AL/PE-Xc doivent être pourvus d'une isolation thermique ronde ou excentrique en mousse PE expansée, livrée par le fabricant, en protection contre:

- ▶ la perte/transmission de chaleur
- ▶ la formation de condensation
- ▶ l'expansion
- ▶ la transmission des bruits

5

La mousse de PE est prévue d'une couche extérieure en PE à une structure maillée en rouge ou bleu qui est également étanche à la vapeur. Il protège la mousse contre les dégâts afin que l'effet isolant du produit se conserve, même en cas de travaux de construction bruts. L'isolation thermique présente les propriétés suivantes :

6

7

8

9

10

11

Valeur d'isolation (DIN 52613 / ISO 8497)	0,040 W/mK à +40 °C 0,036 W/mK à +10 °C
---	--

Classe de résistance au feu	C <sub>L</sub> -s1-d0 (EN 13501)
-----------------------------	----------------------------------

Résistance à la température	-40 °C à +100 °C
-----------------------------	------------------

Température de service	+5 °C à +100 °C (EN 14707)
------------------------	----------------------------

Isolation acoustique	Jusqu'à 23 dB(A) (DIN 52218)
----------------------	------------------------------

Épaisseur (ronde)	6, 10 et 13 mm
-------------------	----------------

Densité de vapeur	6315 mu
-------------------	---------





- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11

Tableau de transmission															
$\Delta T$	Ø14		Ø16			Ø18		Ø20			Ø26			Ø32	
	6 mm	10 mm	6 mm	10 mm	13 mm	6 mm	10 mm	6 mm	10 mm	13 mm	6 mm	10 mm	13 mm	6 mm	10 mm
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
-1,0	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2
-2,0	-0,9	-0,8	-0,8	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	-0,6	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	-0,4
-3,0	-1,3	-1,2	-1,2	-1,1	-1,0	-1,1	-1,0	-1,0	-0,9	-0,9	-0,8	-0,7	-0,7	-0,6	-0,6
-4,0	-1,8	-1,6	-1,6	-1,4	-1,3	-1,4	-1,3	-1,3	-1,2	-1,1	-0,1	-0,1	-0,9	-0,9	-0,8
-5,0	-2,2	-2,0	-2,0	-1,8	-1,7	-1,8	-1,6	-1,6	-1,5	-1,4	-1,3	-1,2	-1,2	-1,1	-1,0
-6,0	-2,7	-2,4	-2,4	-2,2	-2,0	-2,1	-2,0	-2,0	-1,8	-1,7	-1,6	-1,5	-1,4	-1,3	-1,2
-7,0	-3,1	-2,8	-2,8	-2,5	-2,4	-2,5	-2,3	-2,3	-2,1	-2,0	-1,8	-1,7	-1,6	-1,5	-1,4
-8,0	-3,5	-3,2	-3,2	-2,9	-2,7	-2,9	-2,6	-2,6	-2,4	-2,3	-2,1	-1,9	-1,9	-1,7	-1,6
-9,0	-4,0	-3,6	-3,6	-3,2	-3,0	-3,2	-2,9	-2,9	-2,7	-2,6	-2,3	-2,2	-2,1	-1,9	-1,8
-10,0	-4,4	-4,0	-4,0	-3,6	-3,4	-3,6	-3,3	-3,3	-3,0	-2,8	-2,6	-2,4	-2,3	-2,2	-2,0
-11,0	-4,9	-4,4	-4,4	-3,9	-3,7	-3,9	-3,6	-3,6	-3,3	-3,1	-2,9	-2,7	-2,5	-2,4	-2,2
-12,0	-5,3	-4,8	-4,8	-4,3	-4,0	-4,3	-3,9	-3,9	-3,6	-3,4	-3,1	-2,9	-2,8	-2,6	-2,4
-13,0	-5,8	-5,2	-5,1	-4,7	-4,4	-4,7	-4,3	-4,3	-3,9	-3,7	-3,4	-3,2	-3,0	-2,8	-2,6
-14,0	-6,2	-5,6	-5,5	-5,0	-4,7	-5,0	-4,6	-4,6	-4,2	-4,0	-3,6	-3,4	-3,2	-3,0	-2,8
-15,0	-6,6	-6,0	-5,9	-5,4	-5,0	-5,4	-4,9	-4,9	-4,5	-4,3	-3,9	-3,6	-3,5	-3,2	-3,1
-16,0	-7,1	-6,4	-6,3	-5,7	-5,4	-5,7	-5,2	-5,2	-4,8	-4,6	-4,2	-3,9	-3,7	-3,4	-3,3
-17,0	-7,5	-6,8	-6,7	-6,1	-5,7	-6,1	-5,6	-5,6	-5,1	-4,8	-4,4	-4,1	-3,9	-3,7	-3,5
-18,0	-8,0	-7,1	-7,1	-6,5	-6,0	-6,4	-5,9	-5,9	-5,4	-5,1	-4,7	-4,4	-4,2	-3,9	-3,7
-19,0	-8,4	-7,5	-7,5	-6,8	-6,4	-6,8	-6,2	-6,2	-5,7	-5,4	-4,9	-4,6	-4,4	-4,1	-3,9
-20,0	-8,8	-7,9	-7,9	-7,2	-6,7	-7,2	-6,5	-6,5	-6,0	-5,7	-5,2	-4,9	-4,6	-4,3	-4,1
-21,0	-9,3	-8,3	-8,3	-7,5	-7,1	-7,5	-6,9	-6,9	-6,3	-6,0	-5,5	-5,1	-4,9	-4,5	-4,3
-22,0	-9,7	-8,7	-8,7	-7,9	-7,4	-7,9	-7,2	-7,2	-6,6	-6,3	-5,7	-5,3	-5,1	-4,7	-4,5

Le tableau montre la température de surface de l'isolation pour une différence de température déterminée.

Exemple :

- température ambiante : 24 °C
- température de l'eau de refroidissement: 6 °C
- différence de température : 6 °C - 24 °C = -18 °C

La température de surface se monte donc à 17,5 °C (24 °C - 6,5 °C).

Un tube de 16 mm pourvu d'une isolation de 10 mm donne pour une différence de température de -18 °C une valeur de correction de -6,5 °C.

Pour éviter la condensation, la température de surface doit constamment être supérieure à la température point de rosée.

# 1 TUBES

1

## HENCO GAINE

2

**Modèle: STANDARD, RIXc et 5L PE-Xc**

3

### Généralités

4

Les tubes Henco STANDARD et RIXc ainsi que les tubes en polyéthylène 5L PE-Xc sont également fournis avec un tuyau avec enveloppe striée.

5

6

7

### Matériau et propriétés

8

#### Protection supplémentaire

9

Les tubes à enveloppe sont fabriqués en polyéthylène et offrent une protection complémentaire aux tubes transportant de l'eau ou du gaz pendant la réalisation de travaux de construction.

10

11

#### Pouvoir faiblement isolant

Dans le cas d'installations de chauffage central, on évite que le tube mis en place émette trop de chaleur au sol situé au-dessus. L'air statique de l'enveloppe fait office d'isolant. Henco recommande d'appliquer systématiquement un

tube à enveloppe pour garantir une protection mécanique supplémentaire. En outre, cela évite les erreurs dues à des raccordements incorrects car l'arrivée et le retour ont leur propre code couleur.

#### Installations au gaz

Dans le cas d'installations au gaz, les tubes à enveloppe sont uniquement autorisés en combinaison avec le tube à enveloppe Henco STANDARD pour le gaz. Pour connaître les prescriptions en matière de gaz et de tube à enveloppe, se référer à la page 29.

### Gamme

Les tubes à enveloppe sont disponibles en rouge, bleu, jaune ou noir dans les diamètres 14 mm à 32 mm inclus.





## HENCO COMBI®

**Modèle: STANDARD et RIXc**

### Généralités

Le Henco COMBI® se compose de deux tuyaux Henco PE-Xc/AL/PE-Xc pourvus de deux gaines de polyéthylène, reliées localement entre elles. Elles permettent ainsi d'appliquer la fixation au sol entre les deux gaines. Les raccords locaux font en sorte que la séparation des deux tubes l'un de l'autre nécessite moins de force.

### Avantages

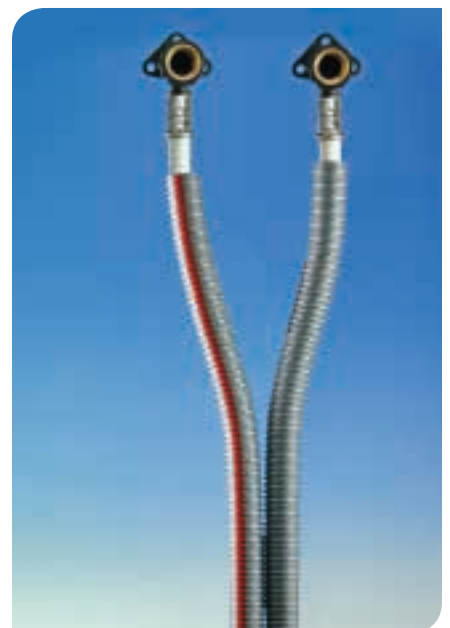
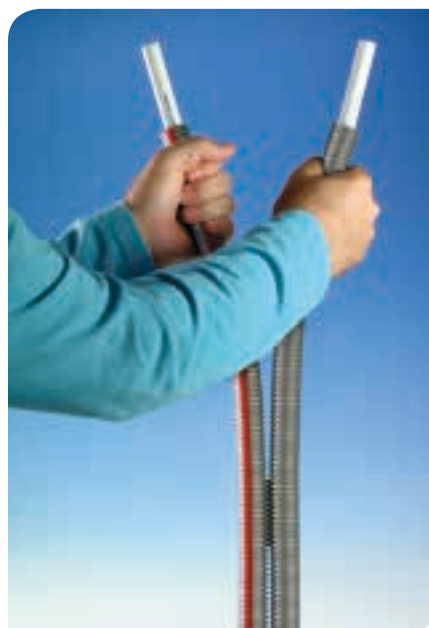
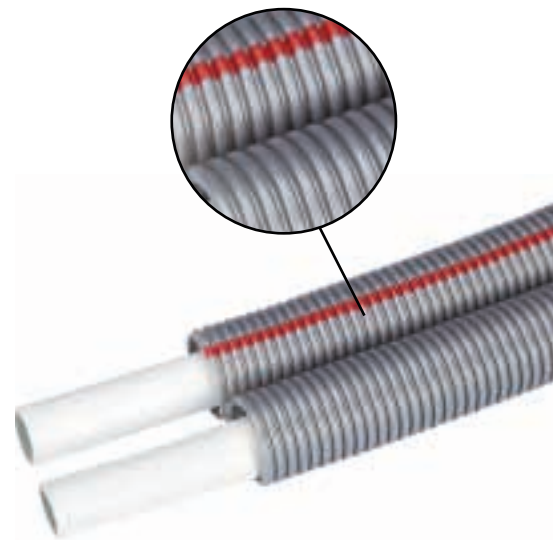
Le tube Henco COMBI combine les avantages du tube à enveloppe simple avec les avantages suivants :

- ▶ Pose rapide (arrivée et retour en une seule étape)
- ▶ Moins de fixations nécessaires au sol sous-jacent
- ▶ Montage (parallèle) net

### Marquage rouge

Il importe que l'installateur puisse voir quel est le tube d'arrivée et quel est celui de retour. C'est pourquoi l'un des tubes à enveloppe est équipé d'un marquage rouge.

Henco recommande d'appliquer systématiquement un tube à enveloppe pour garantir une protection mécanique supplémentaire.



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

# 1 TUBES

1

## HENCO pour gaz

2

### Modèle: STANDARD et tube avec enveloppe

3

#### Généralités

4

Le tube multicouche Henco STANDARD PE-Xc/Al/PE-Xc et les tubes avec enveloppe en PE sont également autorisés pour le gaz, à condition que les tubes et l'enveloppe soient jaunes.

5

6

7

Le système Henco pour le gaz n'est autorisé que dans les pays où le système a été contrôlé. Consultez toujours les instructions en vigueur pour les systèmes de conduites à gaz s'appliquant dans le pays en question.

8

9

Le système synthétique pour le gaz dispose de l'agrément KIWA-GASTEC 39581/01 et convient à la pose d'installations au gaz dans les habitations et pour le transport de gaz conformément à NPR-3378-5 et NPR-3378-6 de décembre 2012 et les amendements 3378-5/A1 et 3378-6/A1.

10

11

En outre, le système pour le gaz Henco avec raccords à sertir en laiton dispose de l'agrément UNI/TS 11344.

▶ KIWA-GASTEC

▶ UNI/TS 11344

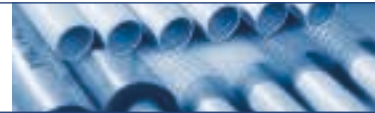


Il est inutile de protéger les conduites de gaz en synthétique contre la corrosion dans des espaces humides. En revanche, il s'agit d'une nécessité pour les conduites métalliques. Le recours aux matières synthétiques représente une économie sensible en termes de dépenses et de traitement.

#### Système

Le système se compose des tubes multicouche Henco PE-Xc/AL/PE-Xc pour le gaz avec et sans tubes à enveloppe et des raccords à sertir Henco en laiton et en PVDF pour le gaz.





1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

### Indicateur coloré

Les tubes et gaines sont obligatoirement jaunes et doivent mentionner la marque Henco et la mention KIWA-GASTEC. Les manchons à sertir sont obligatoirement munis d'un tampon jaune.

### Application exclusivement pour des installations au gaz

Le tube jaune (avec enveloppe) et les raccords à gaz spécialement marqués peuvent uniquement être appliqués dans les installations au gaz. Les raccords pour le gaz sont équipés de joints toriques (HNBR) spécialement conçus pour le gaz et ne fonctionnent pas dans les installations d'eau. En conséquence, les raccords ne peuvent être appliqués dans les installations au gaz ! À l'inverse, les raccords pour le gaz ne peuvent être appliqués dans le cas de l'eau.

### Tuyau avec enveloppe

Les tuyaux avec enveloppe s'appliquent et sont obligatoires sous certaines circonstances. Les tubes avec enveloppe offrent une protection supplémentaire aux tubes de transport du gaz pendant l'exécution des travaux de construction. Henco recommande d'appliquer systématiquement un tube à enveloppe pour garantir une protection mécanique supplémentaire.

Les tubes avec enveloppe se composent de polyéthylène et sont également disponibles séparément.

## Instructions pour l'installation de conduites de gaz

- ▶ Le tracé des conduites doit être choisi de façon à minimiser les possibilités d'endommagement dus par exemple au forage ou au clouage.
- ▶ Aux courbes, il faut respecter le rayon de flexion minimal prescrit par Henco. Il faut éviter les conduites flambées.
- ▶ Pendant les travaux de construction, les conduites doivent être fermées pour que la poussière ou les saletés ne puissent pas y pénétrer. Si malgré tout de la poussière ou des saletés ont pénétré dans les conduites, celles-ci doivent être nettoyées au gaz inerte ou à l'air.
- ▶ Les conduites et les raccords présentant des dommages en surface ne seront pas mis en œuvre.

## Instructions d'application pour les conduites de gaz et les raccords pour le gaz

### Références

- ▶ NPR-3378-5 de décembre 2012 et l'amendement 3378-5/A1
- ▶ NPR-3378-6 de décembre 2012 et l'amendement 3378-6/A1.



# 1 TUBES

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

## Emplacement des conduites

On distingue les emplacements suivants :

- ▶ A Visibles
- ▶ B Cachés
- ▶ C Dans le sol

## Le système pour le gaz Henco est autorisé d'après les exigences suivantes :

- ▶ Assemblages par sertissage (non détachables)
- ▶ Emplacement A - B - C

## Explications (les sous-numéros renvoient à NEN 3378-6):

### A Visible (NPR 3378-6, 4.2)

#### (4.2.1) Exemples/définitions d'une conduite apparente:

- ▶ une conduite dans un vide sanitaire bien accessible. Bien accessible suppose une porte ou une trappe d'accès de la dimension 1 m x 0,60 m et une hauteur libre d'au moins 0,80 m.
- ▶ un emplacement d'un compteur de gaz dans une armoire à compteurs fermée par une porte.
- ▶ un emplacement d'un appareil de combustion fermé par une porte.

#### (4.2.2) Un vide sanitaire est accessible lorsqu'il peut être atteint pour l'inspection, l'entretien et le remplacement:

- ▶ par le biais d'une trappe d'accès d'une dimension d'au moins 1 m x 0,60 m.
- ▶ présente une hauteur libre d'au moins 0,80 m.
- ▶ ne présente pas d'obstacles qui empêchent un passage libre.

On distingue deux sortes de vides sanitaires accessibles:

#### (4.2.2.2) Vide sanitaire avec revêtement étanche du sol

(par exemple du béton avec raccordement à des parois verticales étanches): Une installation de la conduite avec gaine protectrice nervurée est autorisée dans cette situation, à condition que l'espace soit constamment sec et soit aéré par des ouvertures d'aération installées l'une en face de l'autre. La gaine protectrice nervurée peut être interrompue à l'endroit des raccords. Les raccords et le tube à gaz Henco ne doivent pas être protégés supplémentaires contre la corrosion.

#### (4.2.2.3) Vide sanitaire sans revêtement étanche du sol

(par exemple du sable): Dans les vides sanitaires sans revêtement étanche du sol, les conduites à gaz doivent être posées dans une gaine protectrice nervurée non interrompue. Cette gaine protectrice doit:

- ▶ être en matière synthétique
- ▶ être ininterrompue, donc pas de raccords sous le sol
- ▶ pouvoir évacuer le gaz de fuite éventuel au-dessus du sol. Les conduites et la gaine protectrice en matière synthétiques Henco ne doivent pas être protégées contre la corrosion.

#### (4.2.3.2) Emplacement d'un compteur de gaz (espace à compteurs)

Si dans l'emplacement du compteur de gaz on utilise une conduite multicouche Henco, celle-ci doit être protégée contre les charges mécaniques et calorifiques par une gaine protectrice nervurée flexible en matière synthétique PE. Les raccords ne doivent pas être protégés par une gaine protectrice.

#### (4.2.3.3) Emplacement d'un appareil de combustion

Si dans l'emplacement d'un appareil de combustion on utilise un tube multicouche, celui-ci doit être protégé contre les charges mécaniques et calorifiques par une gaine protectrice nervurée flexible en matière synthétique PE. Les raccords ne doivent pas être protégés par une gaine protectrice.

#### (4.2.3.4) Fosses à conduites

Si dans la fosse à conduites accessible on utilise un tube multicouche, celui-ci doit être protégé contre les charges mécaniques et calorifiques par une gaine protectrice nervurée flexible en matière synthétique PE. Les raccords ne doivent pas être protégés par une gaine protectrice.

#### (4.2.4) Les conduites au-dessus d'un plafond amovible rabaissé

Si dans l'espace au-dessus d'un plafond amovible rabaissé (système de plafond) on utilise un tube multicouche, celui-ci doit être protégé contre les charges mécaniques et calorifiques par une gaine protectrice nervurée flexible en matière synthétique PE. Les raccords ne doivent pas être protégés par une gaine protectrice.



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

## B Caché (NPR 3378-6, 4.3)

Pour les conduites dans un espace non accessible ou que l'on ne peut atteindre, on distingue les trois circonstances suivantes:

- ▶ des conduites dans des espaces éventuellement humides et corrosifs
- ▶ des conduites dans des espaces secs et non corrosifs
- ▶ des conduites incorporées dans des planchers et des parois

### (4.3.2.2) Dans par exemple les vides sanitaires humides

**sans revêtement étanche du sol**, les tubes multicouches sont autorisés à condition qu'ils soient installés dans une gaine protectrice nervurée non interrompue. Dans ce cas, l'application de raccords pour des raccordements supplémentaires n'est pas autorisée. Les deux bouts de la gaine protectrice doivent dépasser d'au moins 20 mm la chape. Si l'on doit tout de même pratiquer un raccordement supplémentaire, un raccordement au-dessus du plancher, au moyen d'un T, offrira une solution. Depuis ce T, une deuxième conduite avec gaine protectrice peut être installée de la même manière (en by-pass). Il faut veiller à ce que les étriers autour de la gaine protectrice soient suffisamment grands pour que l'éventuel gaz de fuite puisse circuler librement entre le tube intérieur et la gaine protectrice.

### (4.3.2.3) Les conduites dans des espaces secs et non

**corrosifs**, par exemple: plafonds fixes, derrière les lambris, couches de poutres, planchers d'étage, etc. L'application de gaines protectrices n'est pas obligatoire dans ces cas. Il faut veiller à choisir le trajet de la conduite de façon à éviter les risques de dommage dus par exemple au forage ou au clouage.

Les raccords à sertir résistent à la traction et sont donc autorisés.

### (4.3.3) Conduites incorporées

Les tubes multicouches et les raccords à sertir peuvent être incorporés dans les planchers et les parois. Ce n'est pas une obligation, mais si la situation le permet, nous recommandons de pourvoir le tube d'une gaine protectrice nervurée flexible. Avant ou pendant les travaux, la gaine protectrice nervurée donne plus de protection mécanique au tube intérieur.

Le matériau de la construction architecturale ne doit pas pouvoir endommager les conduites et les raccords. Là où le tube sort du plancher et des parois, nous recommandons de le protéger par un morceau de gaine nervurée. Au passage de la chape ou de la paroi, cette gaine offre au tube intérieur une protection contre l'entaillage

### (4.3.4) Conduites dans un caniveau fermé, dans un tunnel ou dans des conduits maçonnés

Les tubes multicouches et les raccords à sertir Henco peuvent être utilisés. Ce n'est pas une obligation, mais si la situation le permet, nous recommandons de pourvoir le tube d'une gaine protectrice nervurée flexible. Avant ou pendant les travaux, la gaine protectrice nervurée donne plus de protection mécanique au tube intérieur. Si dans le conduit il y a un revêtement étanche du sol, celui-ci doit être aéré vers le haut.

## C Dans le sol (NPR 3378-7)

Les tubes multicouches et les raccords pour le transport de gaz (d'un diamètre de 16 jusqu'à 40 mm y compris) sont autorisés dans le sol, en combinaison avec les raccords à sertir, dans les limites de la parcelle.

- ▶ Pour les percements de façade, il faut utiliser des coudes de pénétration à gaz.
- ▶ Les raccords à sertir doivent être protégés avec une bande grasse DENSO.
- ▶ Les tubes multicouches doivent être pourvus d'une gaine nervurée.
- ▶ Il faut poser une bande à gaz à environ 30 cm au-dessus du tube.
- ▶ En cas de recouvrement de terre (sable propre 0,80 m) s'il y a des objections techniques, il faut prendre des mesures pour une protection mécanique.

Il est recommandé de pratiquer le percement avec un tube à gaz avec gaine protectrice nervurée dans une gaine protectrice fixe en PVC/PE/PP.

Les conduites de gaz ne doivent pas être installées par dessous les bâtiments, dans un sol souillé, dans un sol plein de débris, et là où peuvent se produire la pousse de racines et de sérieux affaissements.

## En résumé

### Endroits où les conduites de gaz NE sont PAS autorisées (NPR 3378-6, 5.0):

- ▶ les vides, sauf percement perpendiculaire avec gaine protectrice
- ▶ les cheminées, les canaux d'aération ou d'évacuation
- ▶ les vide-ordures, les tubes à combustibles ou les cages d'ascenseurs

### Application / installation SANS gaine protectrice nervurée (NPR 3378-6):

- ▶ (4.3.3) Conduites incorporées dans des planchers et des parois. Les accessoires de sertissage Henco en polyfluorure de vinylidène sont autorisés sans mesures de protection.
- ▶ (4.3.2.3) Les conduites entre des couches de poutres/ planchers d'étage/plafonds fixes/parois/derrière les lambris/derrière les blocs de cuisine/dans les caniveaux fermés/ les conduits fermés: les accessoires de sertissage Henco en polyfluorure de vinylidène sont autorisés sans mesures de protection.

### Application / installation AVEC gaine protectrice nervurée (NPR 3378-6):

- ▶ (4.2.3.2) Dans les armoires à compteurs, depuis le compteur de gaz jusqu'à ce que la conduite échappe à l'œil (ne puisse plus être perçue à l'œil nu): Les raccords à sertir Henco en polyfluorure de vinylidène sont autorisés, gaine protectrice jusqu'au raccord.
- ▶ (4.2.3.3) Conduites de raccordement vers les appareils de combustion jusqu'à ce que la conduite échappe à l'œil (ne puisse plus être perçue à l'œil nu): Les raccords à sertir Henco en polyfluorure de vinylidène sont autorisés, gaine protectrice jusqu'au raccord.
- ▶ (4.2.4)(4.2.3.4) Plafonds rabaissés (systèmes de plafonds)/ fosses à conduites accessibles: Les raccords à sertir Henco en polyfluorure de vinylidène sont autorisés, gaine protectrice jusqu'au raccord.

- ▶ (4.2.2.2) Vide sanitaire avec revêtement étanche du sol: Les raccords à sertir Henco en polyfluorure de vinylidène sont autorisés, gaine protectrice jusqu'au raccord.
- ▶ (4.2.2.3) Vide sanitaire (fausse cave) sans revêtement étanche du sol, gaine protectrice ininterrompue, dépassant d'environ 20 mm la chape: Les raccords à sertir Henco en polyfluorure de vinylidène ne sont pas autorisés

### Application / installation souterraine AVEC gaine protectrice (NPR 3378-7, 5.0):

- ▶ Utiliser une gaine protectrice nervurée jusqu'aux raccords à sertir Henco en polyfluorure de vinylidène.
- ▶ Enveloppez les raccords à sertir Henco en polyfluorure de vinylidène d'une bande grasse DENSO (disponible dans le commerce avec contrôle gaz QA).
- ▶ Installer à environ 30 cm au-dessus de la conduite une bande jaune de signalisation GAZ (également disponible dans le commerce).
- ▶ Il est recommandé d'installer la conduite de gaz dans une gaine protectrice en PVC/PE/PP. Ceci n'est cependant pas obligatoire.



1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

## Tuyau avec enveloppe

Henco recommande d'appliquer systématiquement un tube à enveloppe pour garantir une protection mécanique supplémentaire.

Le tube à enveloppe Henco répond aux exigences suivantes :

- ▶ Synthétique
- ▶ Ligne médiane intérieure et extérieure
- ▶ Étanche au gaz

## Endommagement mécanique

Il serait recommandé de ne pas exposer les conduites d'installation à gaz au danger d'endommagement mécanique et/ou à des tensions mécaniques extérieures.

## Mise à la terre

La mise à la terre de conduites en synthétique avec une couche de transition en métal n'est pas autorisée.

## Possibilité de verrouiller l'admission en gaz

Il serait recommandé de pouvoir couper l'approvisionnement en gaz :

- ▶ Après chaque point d'arrivée d'une habitation sans robinet principal ;
- ▶ Après le point d'arrivée dans un bâtiment physique lorsque l'approvisionnement en gaz sert à plusieurs bâtiments physiques ;
- ▶ En dehors d'une chaufferie ;
- ▶ Juste après le point d'arrivée dans le cas d'un local de travaux pratiques – laboratoire ;
- ▶ Juste avant une vanne de régulation et de mesure de la pression du gaz ;
- ▶ Au niveau de l'appareil à gaz (dans le cas de chauffage, le placard à compteurs convient également).

## Sécurisation en cas de fuite de gaz (NPR-3378-5 de décembre 2012)

La perte de pression du gaz et le reflux du gaz ne peuvent entraîner l'émission illimitée de gaz non brûlé de la conduite ou d'un appareil au gaz. Cela n'est pas nécessaire dans le cas d'appareils à gaz disposant d'une sécurité de flamme.

Les exigences suivantes s'appliquent aux installations ne disposant pas d'appareils au gaz avec sécurité de flamme :

- ▶ Immeubles d'exploitation : derrière chaque robinet dans une section de conduite partant du compteur à gaz vers l'appareil au gaz, il faut installer une sécurité contre l'absence de gaz.
- ▶ Dans les habitations, il faut installer une sécurité contre l'absence de gaz dans la section de la conduite située directement derrière le robinet près du compteur à gaz.



# 1 TUBES

1

## Types de gaz

Les tubes à gaz et raccords à sertir Henco conviennent :

- ▶ au gaz naturel ;
- ▶ au propane ;
- ▶ au butane.

Pour davantage d'informations, se rapporter à la norme NEN 1078.



## Essai de pression

On teste d'abord la force des conduites au moyen d'un coup de bélier avec de l'air de 1 bar (1 000 mbar). Ensuite, on baisse la pression jusqu'à une pression d'essai de 100 mbar au-dessus de la pression de service. On considère que les conduites sont étanches au gaz lorsqu'il ne se produit pas de baisse de pression visible pendant 5 minutes. La baisse de pression se mesure au moyen d'un manomètre à tube en U ou un manomètre numérique.

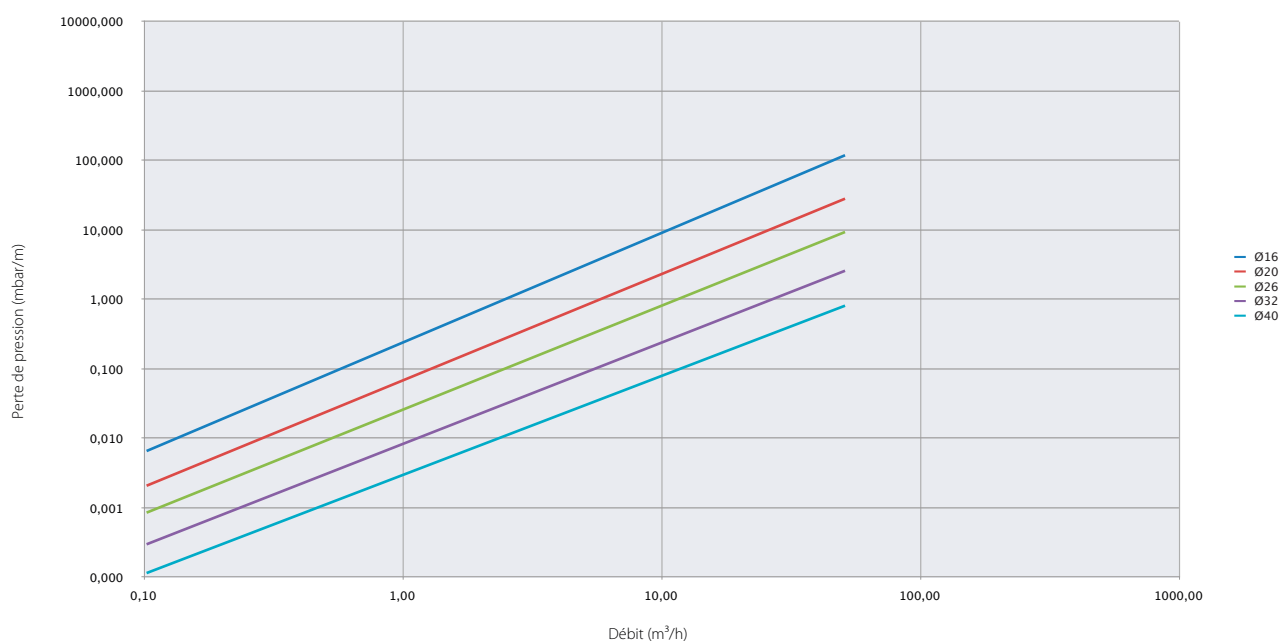
**Attention :** Ces directives ne sont qu'une petite partie de la norme réelle. Pour plus de détails concernant ces directives, veuillez consulter les normes NPR 3378-5 et NPR-3378-6.

## Diagramme et tableau de perte de pression pour les conduites de gaz

Tout comme l'eau, le gaz perdra de l'énergie à cause de la friction contre la paroi du tube. Au moyen d'un diagramme de perte de pression pour le gaz, on peut faire un calcul correct pour les conduites. Suivant la NEN 1078, le réseau de conduites doit être conçu de façon à ce que sa perte de pression ne dépasse pas la différence entre la pression de

service et la pression de consommation minimale nécessaire suivant le fabricant des appareils. Pour une installation de gaz domestique, ceci signifie que la perte totale de pression depuis la sortie du compteur à gaz jusqu'à l'appareil peut s'élever à 250 Pa (2,5 mbar).

Perte de pression pour le gaz naturel 12°C











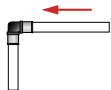
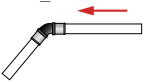

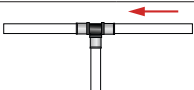
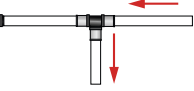
# 1 TUBES

1

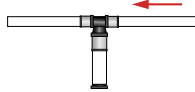
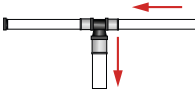
## Relevé des coefficients de perte de flux (valeurs Zêta)

Ce n'est pas seulement lorsqu'il coule à travers un tube, mais aussi lorsqu'il change de direction, qu'un liquide perd de l'énergie. Il doit alors affronter une résistance supplémentaire.

Le tableau ci-dessous donne les coefficients de perte de flux des différents accessoires et le nombre de mètres de tube qui y correspondent.

Valeurs Zêta (Milieu : gas à 15 °C, débit de flux : 2 m/s)			Ø16	Ø20	Ø26	Ø32	Ø40
Coude 90° 	zeta		21,9	12,1	9,3	6,3	6,1
	m		6,3	5	5,1	4,8	6,2
Coude 45° 	zeta					2,6	
	m					2,6	
Jonction droite 	zeta		7,9	3,8	2,9	1,7	1,3
	m		2,3	1,5	1,6	1,3	1,3
Té 	zeta		8,1	4,1	3,2	1,9	1,7
	m		2,3	1,7	1,7	1,4	1,8
	zeta		22,8	12,8	10,7	7	6,7
	m		6,5	5,3	5,8	5,2	6,8

Valeurs Zêta (Milieu : gas à 15 °C, débit de flux : 2 m/s)			Ø20-Ø16-Ø20	Ø26-Ø16-Ø26	Ø26-Ø20-Ø26	Ø32-Ø20-Ø32	Ø32-Ø26-Ø32	Ø40-Ø16-Ø40	Ø40-Ø26-Ø40	Ø40-Ø32-Ø40
Té réduction 	zeta		4,1	2,7	2,8	1,5	1,6	1,6	1,5	1,7
	m		1,7	1,5	1,5	1,1	1,2	1,7	1,5	1,8
	zeta		40,5	75,3	20,1	49,5	17,2	na	42,3	15,8
	m		16,6	40,8	10,9	37,3	13	na	42,9	16

Valeurs Zêta (Milieu : gas à 15 °C, débit de flux : 2 m/s)			Ø16-Ø20-Ø16	Ø20-Ø26-Ø20	Ø26-Ø32-Ø26	Ø32-Ø40-Ø32
Té agrandi 	zeta		8,4	4,2	2,9	2,4
	m		2,4	1,7	1,6	1,8
	zeta		38,6	20	17,1	13,1
	m		15,9	10,9	12,9	13,3



Valeurs Zêta (Milieu : gaz à 15 °C, débit de flux : 2 m/s)

			Ø20- Ø16-Ø16	Ø20- Ø20-Ø16	Ø26- Ø20-Ø20	Ø26- Ø26-Ø16	Ø26- Ø26-Ø20	Ø32- Ø26-Ø26	Ø40- Ø32-Ø32	Ø40- Ø40-Ø26	Ø40- Ø40-Ø32	Ø26- Ø16-Ø20	Ø26- Ø20-Ø16							
Té 2x reduction		zeta	16,4	16,4	7,2	43,6	6,5	5,3	3,8	14,5	3,7	7,4	42,3							
		m	6,7	6,7	3,9	23,6	3,5	4	3,9	14,7	3,7	4	22,9							
		zeta	36,6	12,6	19,6	10,1	12,7	17,3	14,1	6,2	6,4	82,3	34,4							
		m	15	5,2	10,6	5,5	6,9	13	14,3	6,3	6,5	44,6	18,7							
			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ø26- Ø20-Ø16</th> <th>Ø32- Ø20-Ø26</th> <th>Ø40- Ø20-Ø32</th> <th>Ø40- Ø26-Ø32</th> <th>Ø50- Ø20-Ø40</th> <th>Ø50- Ø26-Ø40</th> <th>Ø50- Ø32-Ø40</th> </tr> </thead> </table>											Ø26- Ø20-Ø16	Ø32- Ø20-Ø26	Ø40- Ø20-Ø32	Ø40- Ø26-Ø32	Ø50- Ø20-Ø40	Ø50- Ø26-Ø40	Ø50- Ø32-Ø40
	Ø26- Ø20-Ø16	Ø32- Ø20-Ø26	Ø40- Ø20-Ø32	Ø40- Ø26-Ø32	Ø50- Ø20-Ø40	Ø50- Ø26-Ø40	Ø50- Ø32-Ø40													
		zeta	42,3	5,5	3,5	3,8														
		m	22,9	4,2	3,6	3,8														
		zeta	34,4	46,8	113,4	40,6														
		m	18,7	35,2	115	41,2														

Valeurs Zêta (Milieu : gaz à 15 °C, débit de flux : 2 m/s)

			Ø16-1/2"	Ø20-1/2"	Ø20-3/4"	Ø26-3/4"								
Plaque murale		zeta	19,3	9,4	13,1	7,1								
		m	5,5	3,9	5,4	3,8								
			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ø16-1/2"-Ø16</th> <th>Ø20-1/2"-Ø20</th> </tr> </thead> </table>					Ø16-1/2"-Ø16	Ø20-1/2"-Ø20					
	Ø16-1/2"-Ø16	Ø20-1/2"-Ø20												
Double plaque murale		zeta	37,9	25,9										
		m	10,9	10,6										
		zeta	23,5	10,3										
		m	6,7	4,2										
			<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Ø20-Ø16</th> <th>Ø26-Ø16</th> <th>Ø26-Ø20</th> <th>Ø32-Ø20</th> <th>Ø32-Ø26</th> <th>Ø40-Ø26</th> <th>Ø40-Ø32</th> </tr> </thead> </table>					Ø20-Ø16	Ø26-Ø16	Ø26-Ø20	Ø32-Ø20	Ø32-Ø26	Ø40-Ø26	Ø40-Ø32
	Ø20-Ø16	Ø26-Ø16	Ø26-Ø20	Ø32-Ø20	Ø32-Ø26	Ø40-Ø26	Ø40-Ø32							
Réduction		zeta	18,7	39,9	7,3	17,9	5,9	14,2	3,4					
		m	7,7	21,6	4	13,4	4,5	14,4	3,5					

\* Tube multicouche Henco GAZ

Pression atmosphérique 1013  
Température du gaz 12°C

Valeur calorifique du gaz naturel 35,17 MJ//m<sup>3</sup>  
Pression initiale 30 mbar

# 1 TUBES

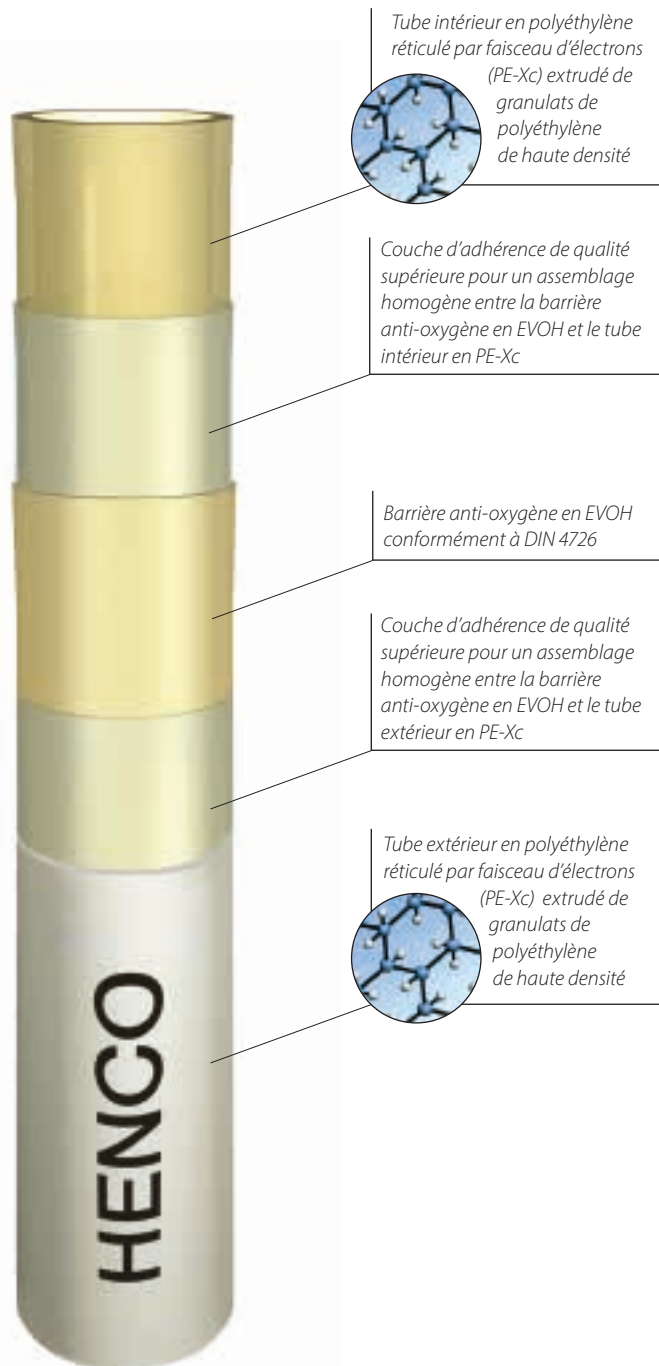
## 1.2 POLYÉTHYLÈNE

### HENCO 5L PE-Xc

#### Généralités

Le tube en polyéthylène Henco 5L PE-Xc se compose de cinq couches. Une couche intérieure et extérieure en polyéthylène haute densité réticulé par faisceau d'électrons. Au milieu se trouve une barrière anti-oxygène en EVOH conformément à DIN 4726, permettant l'utilisation de ce tube en polyéthylène dans des applications de chauffage. Ces trois différentes couches sont raccordées entre elles par deux couches d'adhérence homogènes de qualité supérieure.

Pour une explication détaillée sur la réticulation, voir la page 7.



### HENCO 5L PE-Xc AVEC TUBE À ENVELOPPE

voir page 26 pour les spécifications du tube à enveloppe



## Propriétés techniques du tube en polyéthylène HENCO 5L PE-Xc

### Profil technique du tube en polyéthylène HENCO 5L PE-Xc

Diamètre extérieur (mm)	12	14	16	17	18	20	25	32
Diamètre intérieur (mm)	8	10	12	13	14	16	20,4	26,2
Épaisseur du tuyau (mm)	2	2	2	2	2	2	2,3	2,9
Température de service maximale (°C)	Dépend des classes d'application et des dimensions (voir tableau DIN EN ISO 15875-2)							
Classes d'application (ISO 10508)	2 - 4 - 5	2 - 4 - 5	2 - 4 - 5	2 - 4 - 5	2 - 4 - 5	2 - 4 - 5	2 - 4 - 5	2 - 4 - 5
Pression de service maximale (bar)	Dépend des classes d'application et des dimensions (voir tableau DIN EN ISO 15875-2)							
Coefficient de conductibilité thermique (W/mK)	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41	0,41
Coefficient de dilatation linéaire (mm/mK)	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
Rugosité de la surface du tube intérieur ( $\mu$ )	7	7	7	7	7	7	7	7
Diffusion d'oxygène DIN 4726 (g/m <sup>3</sup> /jour)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Degré de réticulation (%)	60	60	60	60	60	60	60	60
Poids (kg/m)	0,065	0,086	0,088	0,091	0,095	0,117	0,172	0,274
Contenu (l/m)	0,050	0,079	0,113	0,133	0,154	0,201	0,327	0,539

### Tableau des classes d'application (DIN EN ISO 15875-1)

Classe d'application	$T_D$		$T_{max}$		$T_{mal}$		Champ d'application typique
	°C	Durée <sup>a</sup> années	°C	Durée années	°C	Durée heures	
1 <sup>a</sup>	60	49	80	1	95	100	Alimentation eau chaude (60 °C)
2 <sup>a</sup>	70	49	80	1	95	100	Alimentation eau chaude (70 °C)
4 <sup>b</sup>	20 + cumulatif 40 + cumulatif 60	2,5 20 25	70	2,5	100	100	Chauffage par le sol et radiateurs à basse température
5 <sup>b</sup>	20 + cumulatif 60 + cumulatif 80	14 25 10	90	1	100	100	Radiateurs à température élevée

**ATTENTION** : Cette norme internationale ne s'applique pas aux valeurs  $T_D$ ,  $T_{max}$  et  $T_{mal}$  supérieures aux valeurs mentionnées dans le tableau.

a Un pays a le choix entre les classes 1 et 2 conformément à sa réglementation nationale.

b Là où pour une classe plus d'une température nominale est donnée, les durées doivent être cumulées. « Plus cumulatif » dans le tableau implique un profil de température de la température donnée sur une période déterminée. (Par exemple, le profil de la température nominale pour 50 ans pour la classe 5 est de 20 °C pour 14 ans, suivi de 60 °C pour 25 ans, de 80 °C pour 10 ans, de 90 °C pour 1 an et de 100 °C pour 100 heures.)

### Tableau DIN EN ISO 15875-2

Classe d'application	Ø12 x 2	Ø14 x 2	Ø16 x 2	Ø17 x 2	Ø18 x 2	Ø20 x 2	Ø25 x 2,3	Ø32 x 2,9
1	10	10	10	10	8	8	6	6
2	10	10	10	8	8	6	6	6
4	10	10	10	10	10	8	8	8
5	10	10	8	8	8	6	6	6

Valeurs exprimées en bars.