

Méthode de calcul - Liaisons frigorifiques HFC

Tuyaux d'aspiration

Le tableau ci-dessous indique la puissance frigorifique minimale et maximale pour chaque tuyau d'aspiration.

Evap. temp. (°C)	Diamètre de liaisons	LIGNE DE GAZ D'ASPIRATION DEPUIS D'ÉVAPORATEUR JUSQU'AU COMPRESSEUR R-449A / R-452A / R-404A								LIGNE DE GAZ D'ASPIRATION DEPUIS D'ÉVAPORATEUR JUSQU'AU COMPRESSEUR R-134a							
		Puissance frigorifique min. (kW)	Puissance frigorifique max. (kW) pour une maque de température de saturation de 1K, sur longueur équivalente de tuyau							Puissance frigorifique min. (kW)	Puissance frigorifique max. (kW) pour une maque de température de saturation de 1K, sur longueur équivalente de tuyau						
			10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	40 m	50 m		10 m	15 m	20 m	25 m	30 m	40 m	50 m
Haute température Évap. température : 0 °C	3/8"	0,2	1,3	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,2	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3
	1/2"	0,5	3,2	2,6	2,2	1,9	1,7	1,5	1,3	0,5	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8
	5/8"	0,9	6,1	4,9	4,2	3,7	3,3	2,8	2,5	0,9	3,8	3,1	2,6	2,3	2,1	1,8	1,6
	3/4"	1,4	10,1	8,1	6,9	6,1	5,5	4,7	4,2	1,5	6,4	5,1	4,4	3,9	3,5	3,0	2,6
	7/8"	2,0	15,8	13	11	9,6	8,7	7,4	6,5	2,2	10	8,0	6,9	6,1	5,5	4,7	4,1
	1"	3,0	22	19	16	14	13	11	9,6	3,2	15	12	10,0	8,9	8,0	6,9	6,1
	1 1/8"	4,0	28	25	22	19	17	15	13	3,7	17	16	14	12	11	9,4	8,3
	1 3/8"	7	41	41	36	32	29	25	22	6	24	24	23	21	19	16	14
	1 5/8"	10	58	58	58	52	47	40	35	9	35	35	35	33	30	25	23
	2 1/8"	21	103	103	103	103	99	84	75	19	61	61	61	61	63	54	48
	2 5/8"	35	155	155	155	155	155	145	129	32	95	95	95	95	95	93	82
	3 1/8"	55	225	225	225	225	225	225	209	50	135	135	135	135	135	135	133
	3 5/8"	80	300	300	300	300	300	300	300	75	180	180	180	180	180	180	180
	4 1/8"	115	400	400	400	400	400	400	400	100	230	230	230	230	230	230	230
Moyenne température Évap. température : -10 °C	3/8"	0,2	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,2	0,55	0,44	0,37	0,33	0,30	0,25	0,22
	1/2"	0,4	2,2	1,8	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	5/8"	0,8	4,2	3,4	2,9	2,5	2,3	2,0	1,7	0,7	2,6	2,1	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1
	3/4"	1,2	7,0	5,6	4,8	4,3	3,9	3,3	2,9	1,2	4,3	3,4	2,9	2,6	2,3	2,0	1,8
	7/8"	1,7	11	8,8	7,5	6,7	6,0	5,1	4,5	1,8	6,7	5,4	4,6	4,1	3,7	3,1	2,8
	1"	2,5	15	13	11	9,7	8,8	7,5	6,7	2,6	9,9	7,9	6,7	6,0	5,4	4,6	4,1
	1 1/8"	3,5	19	18	15	13	12	10	9,1	3,0	11	10,8	9,2	8,1	7,4	6,3	5,5
	1 3/8"	5,5	28	28	25	22	20	17	15	5,0	16	17	16	14	12	11	9,4
	1 5/8"	9,0	40	40	40	36	33	28	25	7,5	23	24	25	22	20	17	15
	2 1/8"	18	70	70	70	70	69	59	52	15	41	42	43	44	42	36	32
	2 5/8"	30	105	105	105	105	105	101	90	25	62	63	64	65	66	62	55
	3 1/8"	50	155	155	155	155	155	155	146	40	90	91	92	93	94	95	89,7
	3 5/8"	65	200	200	200	200	200	200	200	60	120	121	122	123	124	125	126
	4 1/8"	90	265	265	265	265	265	265	265	75	150	151	152	153	154	155	156
Basse température Évap. température : -30 °C	3/8"	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,55	0,44	0,37	0,33	0,30	0,25	0,22
	1/2"	0,3	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	5/8"	0,5	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	2,6	2,1	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1
	3/4"	0,9	3,1	2,5	2,1	1,9	1,7	1,4	1,3	1,2	4,3	3,4	2,9	2,6	2,3	2,0	1,8
	7/8"	1,2	4,8	3,9	3,3	2,9	2,6	2,2	2,0	1,8	6,7	5,4	4,6	4,1	3,7	3,1	2,8
	1"	1,5	6,2	5,6	4,8	4,3	3,9	3,3	2,9	2,6	9,9	7,9	6,7	6,0	5,4	4,6	4,1
	1 1/8"	2,0	8,1	7,7	6,6	5,8	5,3	4,5	4,0	3,0	11	10,8	9,2	8,1	7,4	6,3	5,5
	1 3/8"	3,5	12	12	11	9,9	8,9	7,6	6,7	5,0	16	17	16	14	12	11	9,4
	1 5/8"	5,5	17	17	17	16	14	12	11	7,5	23	24	25	22	20	17	15
	2 1/8"	11	30	30	30	30	30	26	23	15	41	42	43	44	42	36	32
	2 5/8"	18	46	46	46	46	46	45	39	25	62	63	64	65	66	62	55
	3 1/8"	30	66	66	66	66	66	66	64	40	90	91	92	93	94	95	89,7
	3 5/8"	45	90	90	90	90	90	90	90	60	120	121	122	123	124	125	126
	4 1/8"	60	115	115	115	115	115	115	115	75	150	151	152	153	154	155	156
Basse température - Injection de vapeur Évap. température : -30 °C	3/8"	0,2	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,55	0,44	0,37	0,33	0,30	0,25	0,22
	1/2"	0,5	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0,7	0,7	0,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	5/8"	0,8	3,1	2,5	2,1	1,9	1,7	1,4	1,3	0,7	2,6	2,1	1,8	1,5	1,4	1,2	1,1
	3/4"	1,3	5,1	4,1	3,5	3,1	2,8	2,4	2,1	1,2	4,3	3,4	2,9	2,6	2,3	2,0	1,8
	7/8"	1,8	8,0	6,4	5,5	4,9	4,4	3,7	3,3	1,8	6,7	5,4	4,6	4,1	3,7	3,1	2,8
	1"	2,5	11	9,4	8,0	7,1	6,4	5,5	4,9	2,6	9,9	7,9	6,7	6,0	5,4	4,6	4,1
	1 1/8"	4,0	14	13	11	9,7	8,8	7,5	6,6	3,0	11	10,8	9,2	8,1	7,4	6,3	5,5
	1 3/8"	6,0	20	20	19	16	15	13	11	5,0	16	17	16	14	12	11	9,4
	1 5/8"	10	30	30	30	26	24	20	18	7,5	23	24	25	22	20	17	15
	2 1/8"	18	50	50	50	50	50	43	38	15	41	42	43	44	42	36	32
	2 5/8"	30,0	75	75	75	75	75	75	66	25	62	63	64	65	66	62	55
	3 1/8"	50,0	110	110	110	110	110	110	110	40	90	91	92	93	94	95	89,7
	3 5/8"	70,0	150	150	150	150	150	150	150	60	120	121	122	123	124	125	126
	4 1/8"	100,0	200	200	200	200	200	200	200	75	150	151	152	153	154	155	156

Sélection des tuyaux d'aspiration

Étant donné une capacité de refroidissement donnée à une température d'évaporation donnée, il est nécessaire de sélectionner le tuyau qui comprend cette valeur de capacité entre la valeur minimale recommandée pour le tuyau et la valeur maximale recommandée en fonction de la longueur équivalente du tuyau.

Pour garantir un retour d'huile correct dans les montants verticaux, il est recommandé de choisir un diamètre de tuyau dont la capacité de refroidissement est supérieure de 50 % à la valeur minimale recommandée.

Il est recommandé d'éviter la sélection de tuyaux avec des données en couleur rouge, associées à une perte de capacité de refroidissement supérieure à 15 %.

Il est recommandé de ne pas dépasser les valeurs indiquées en bleu, associées à une vitesse maximale du gaz de 15 m/s.

Isolation des tuyaux

Dans les tuyaux d'aspiration, l'épaisseur minimale d'isolation suivante est recommandée en mousse élastomère afin d'éviter la condensation de surface à une température ambiante de 25 °C et une humidité relative de 50 % :

- Haute et moyenne température : 10 mm
- Basse température (évap. temp. : -30 °C) : 20 mm

Base de calcul

Cette méthode de calcul développée par INTARCON est fourni uniquement à titre informatif, étant la responsabilité du concepteur d'effecteur que les contrôles appropriés. Le calcul est valable uniquement pour le pré-dimensionnement de lignes frigorifiques avec des tubes en cuivre.

Les capacités frigorifiques maximales indiquées pour chaque cas correspondent à une maque de pression dans 1 K température de saturation, avec une limite de vitesse de gaz de 15 m/s (données en bleu).

Les capacités minimales recommandées pour les conduites d'aspiration correspond à une vitesse minimale du gaz de 4 m/s en moyenne et haute température, et à 5 m/s en basse température.

Toutes les données ont été calculées son la référence d'une température de condensation de 45 °C, une surchauffe dans l'évaporateur de 10 K, et un sous refroidissement dans la vanne de détente de 0 K ou 40 K liquide sous-refroidi à basse température.

Tuyaux de liquide

Le tableau suivant indique la puissance frigorifique recommandée pour le dimensionnement du tuyaux de liquide, ainsi que la charge de réfrigérant es fonction du diamètre.

Diamètre de tube du cuivre	Capacité de refroidissement recommandé en ligne de liquide				Charge réfrigérant (g/m)	
	Pas de sous-refroidissement		Avec sous-refroidissement 0 °C			
	R-404A / R-452A	R-134a / R-449A	R-404A	R-134a / R-449A	R-449A / R-452A	R-134a / R-449A
1/4"	2	3	4	5	20	25
3/8"	5	7	12	15	50	65
1/2"	10	14	24	30	100	120
5/8"	15	23	40	50	160	200
3/4"	23	35	55	80	240	300
7/8"	32	50	80	120	340	400
1"	43	63	105	150	450	500
1 1/8"	55	80	135	200	550	700
1 3/8"	80	120	200	300	850	1 000
1 5/8"	115	170	280	400	1 200	1 500
2 1/8"	200	300	500	700	2 100	2 500

Longueur équivalente

La longueur équivalente du tuyau frigorifique est habituellement compris entre 1,2 et 5 fois la longueur réelle, en fonction du nombre de coudes et réductions. Une estimation approximative peut être calculée à partir des valeurs indiquées dans le tableau suivant :

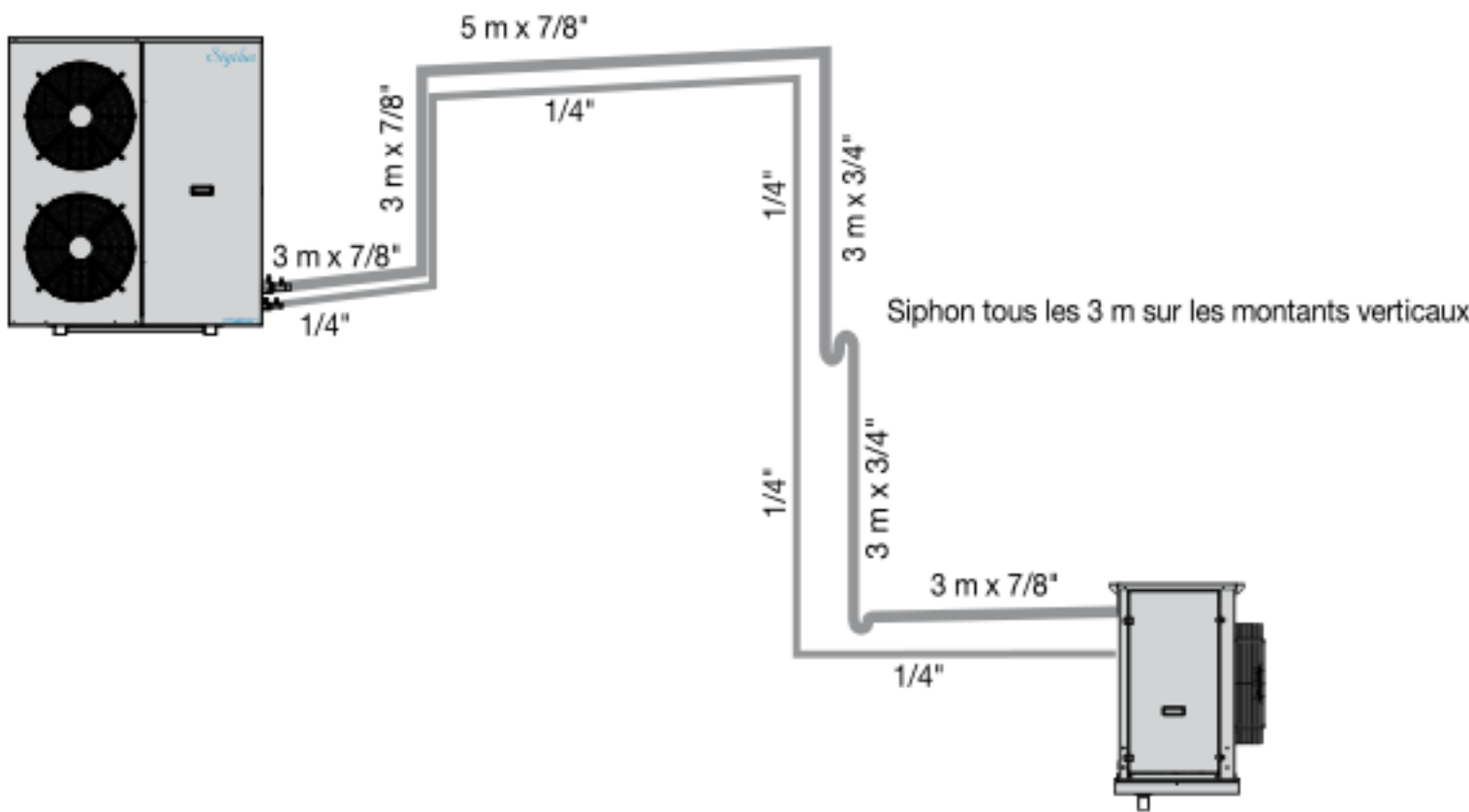
Diamètre de tube du cuivre	Longueur équivalente (m)						
	Coude à 90°	Dérivation T		Réduction	Siphon	Vanne de service angulaire	Vanne de service de porte
		Flux droit	Flux dérivé				
3/8"	0,7	0,3	0,8	0,3	1,1	1,8	0,2
1/2"	0,8	0,3	0,9	0,4	1,2	2,0	0,2
5/8"	0,9	0,4	1,0	0,5	1,4	2,2	0,3
3/4"	1,0	0,4	1,2	0,6	1,6	2,5	0,3
7/8"	1,1	0,5	1,4	0,6	1,8	3,0	0,3
1"	1,2	0,5	1,5	0,7	2,0	3,5	0,3
1 1/8"	1,4	0,6	1,8	0,8	2,3	4,0	0,4
1 3/8"	1,7	0,7	2,2	1,0	2,7	5,0	0,5
1 5/8"	2,0	0,9	2,7	1,2	3,5	6,0	0,6
2 1/8"	2,5	1,1	3,3	1,5	4,3	8,0	0,7

Recommandations

Dans la conception de la mise en page des conduits de fluide frigorigène, il est recommandé de suivre les pratiques suivantes :

- Concevoir la mise en page aussi droite que possible, avec le numéro minimal de coudes, de dérivations et de vannes.
- Installez un siphon dans la conduite d’aspiration verticale tous les 3 mètres.
- Les sections horizontales de la ligne d’aspiration avec de la pente descendante vers le compresseur.
- Connexion évaporateurs au collecteur d’aspiration doit être toujours effectué par le haut.

Exemple 1.- Calculer une ligne frigorifique



Sélection des tuyaux de liquide

Pour une capacité de refroidissement donnée à une température d'évaporation donnée, le diamètre de la conduite de liquide doit être sélectionné en fonction de la capacité de refroidissement recommandée avec une marge de $\pm 50\%$.

Il est recommandé de ne pas isoler les tuyauteries de liquide, sauf si elles sont exposées à la lumière directe du soleil ou dans les systèmes de compression à deux étages ou d'injection de vapeur, où les tuyauteries doivent être isolées avec un élément d'au moins 10 mm d'épaisseur pour préserver le sous-refroidissement du liquide et empêcher la condensation de surface.

Les capacités de refroidissement recommandées pour les conduites de liquide correspondent à des vitesses d'écoulement de 1 m/s.

Exemple de calcul

Dimensionnement des lignes frigorifiques du schéma avec un évaporateur de capacité frigorifique de 1500 W pour à chambre basse température à -20 °C avec un DT1 de 7 K.

Dimensionnement de la ligne de liquide en fonction de la capacité frigorifique recommandée, étant admissible le tube de 1/4".

On prend d'abord une longueur équivalente à 1,5 fois la longueur réelle. Ceci est : $Leq = 1,5 \times 20\text{ m} = 30\text{ m}$

Admettant sur la ligne d'aspiration la chute de pression de 1 K de température de saturation, nous entrons dans la section de colonne 30 m à basse température (-30 °C évaporation), concluant que :

Le tuyau 3/4" à une puissance maximale recommandée de 1,5 kW, mais avec une perte de rendement supérieure à 15 % (chiffres en rouge).

Tuyau 7/8" à une puissance minimale de 1,5 kW, ce qui empêche le retour de gaz dans des montants verticaux.

Il est recommandé d'utiliser le diamètre de 7/8" sur les tuyaux horizontales et descendant et d'un diamètre de 3/4" uniquement dans les montants verticaux.

Nous pouvons vérifier que l'estimation de la longueur équivalente est correcte. En effet :

$Leq = 20\text{ m} + 3 \times 1,1\text{ m (coude)} + 2 \times 1,6\text{ m (siphon)} + 2,5\text{ m (vanne de service)} = 29\text{ m}$