



Concentré Antigél et Anticorrosion pour les Systèmes de Chauffage et Réfrigération dans le Secteur des Aliments et Boissons, pour Systèmes Solaires Thermiques et Pompes à Chaleur géothermiques

TYFOCOR[®] L



Sans Nitrite

Caractéristiques de TYFOCOR® L Concentré

Aspect	liquide limpide, incolore	
Point d'ébullition	> 150 °C	ASTMD 1120
Pt. de solidification	< -50 °C	DIN ISO 3016
Densité (20 °C)	1.054–1.058 g/cm ³	DIN 51757
Viscosité (20 °C)	68–72 mm ² /s	DIN 51562
Réfraction nD20	1.435–1.437	DIN 51423
Valeur pH (20 °C)		
- concentré	7.0–8.0	ASTMD 1287
- 33 % vol.	7.5–8.5	ASTMD 1287
Teneur en eau	max. 4 %	DIN 51777
Point d'éclair	> 100 °C	DIN 51758
Rés. d'alcalinité	> 10 ml 0.1 m HCl	ASTMD 1121

Les données qui précèdent sont des valeurs moyennes au moment de la mise sous presse de la présente publication. Il ne s'agit pas des spécifications des produits. Les caractéristiques spécifiées peuvent être communiquées sous la forme d'une fiche de spécification.

Propriétés

Le TYFOCOR® L est un liquide presque inodore, hygroscopique à base de propylène glycol (une substance connue pour son innocuité). Ce produit peut être mis en œuvre comme saumure réfrigérante ou comme liquide caloporteur dans le secteur alimentaire et dans celui de l'eau potable.

Le produit contient des inhibiteurs de corrosion en proportion assez élevée pour protéger durablement et d'une manière fiable - contre la corrosion, le vieillissement et les incrustations - les matériaux métalliques couramment utilisés (compris en installation mixte) dans la technologie solaire et dans les secteurs du chauffage et refroidissement. Maintient les surfaces des échangeurs de chaleur dans un bon état de propreté et confère ainsi un degré d'efficacité élevé et constant à l'installation.

Le TYFOCOR® L est miscible avec l'eau dans n'importe quel rapport et permet d'obtenir, suivant la concentration, une protection antigèle allant jusqu'à -50 °C. Les sels de dureté de l'eau n'influent aucunement sur l'efficacité du produit et ne donnent pas lieu à des précipitations du liquide caloporteur. Les mélanges du produit et d'eau ne se séparent pas. Le TYFOCOR® L ne contient pas de nitrite, pas de phosphate ni d'amine.

Miscibilité

Le TYFOCOR® L est miscible avec tous les liquides caloporteurs du commerce à base de propylène glycol. Si le mélange de TYFOCOR® L avec d'autres produits est destiné, nous vous recommandons, toutefois, de prendre contact avec notre département d'application au préalable.

Emploi

Les mélanges de TYFOCOR® L et d'eau sont utilisés comme frigoporteur dans les systèmes de réfrigération et chauffage dans les industries alimentaires, comme liquide caloporteur pour les systèmes solaires thermiques et les pompes à chaleur

géothermiques, y compris comme antigèle en gicleurs d'incendie (sprinklers). L'eau neutre (qualité de l'eau potable, teneur de chlorure maximale 100 mg/kg) ou de l'eau déminéralisée doit être utilisé pour mélanger avec le produit. Pour empêcher toute corrosion, il convient de rester dans les intervalles de teneur indiqués ci-dessous: en

systèmes solaires: 40-75 % vol. TYFOCOR® L
autres systèmes: 25-75 % vol. TYFOCOR® L

Thermostabilité dans les installations solaires

Lorsque le TYFOCOR® L est exposé en permanence à des températures supérieures à 170 °C, il subit un vieillissement précoce. Pour les installations solaires thermiques avec des températures de stagnation supérieures à 170 °C, il est donc recommandé de choisir les vases d'expansion d'une taille suffisante pour assurer que le fluide solaire sera repris complètement en cas de stagnation.

Aux températures supérieures à 200 °C débute une lente modification chimique du liquide caloporteur, susceptible de mettre en danger la fiabilité fonctionnelle de l'installation.

Effet antigèle, densité, indice de réfraction

TYFOCOR® L- Concentré	Effet antigèle*	Densité à 20 °C	Réfraction nD20
25 % vol.	-10.7 °C	1024 kg/m ³	1.3618
30 % vol.	-14.0 °C	1029 kg/m ³	1.3677
35 % vol.	-17.6 °C	1034 kg/m ³	1.3734
40 % vol.	-21.5 °C	1039 kg/m ³	1.3792
45 % vol.	-26.0 °C	1043 kg/m ³	1.3847
50 % vol.	-32.4 °C	1047 kg/m ³	1.3901
55 % vol.	-40.4 °C	1050 kg/m ³	1.3955
60 % vol.	-48.4 °C	1053 kg/m ³	1.4001

*Effet antigèle = point de congélation, voir aussi page 7.

Effet anticorrosion

Le tableau suivant illustre l'effet anticorrosion d'un mélange de 33 % vol. TYFOCOR® L et d'eau après un test de 14 jours à 88 °C sous aération permanente selon l'essai de corrosion ASTM D 1384 (American Society for Testing and Materials).

Matériau	Variation du poids moyenne
Cuivre (SF Cu)	- 0.20 g/m ²
Brasure tendre (L Sn 30)	- 0.10 g/m ²
Laiton (MS 63)	- 0.30 g/m ²
Acier (HI)	+ 0.70 g/m ²
Fonte grise (GG 26)	± 0.00 g/m ²
Aluminium coulé (G-AISI6Cu4)	- 0.50 g/m ²

Compatibilité avec les matériaux d'étanchéité

Les mélanges de TYFOCOR® L / eau n'attaquent pas les matériaux d'étanchéité habituellement utilisés dans les secteurs de chauffage et refroidissement ainsi que dans la technologie solaire. D'après notre expérience, nos propres essais et les données relevées dans la littérature, nous avons établi

un tableau des mastics d'étanchéité, élastomères et matières plastiques stables à l'action des mélanges TYFOCOR® L et d'eau:

Mastics d'étanchéité, par ex. Fermit®, Fermitol® (marques déposées de la Société Nissen & Volk GmbH, Hamburg, Allemagne), chanvre

Caoutchouc butyle	IIR
Caoutchouc polychlorobutadiène	CR
C. éthylène-propylène-diène	EPDM
Elastomères fluorocarbonés	FPM
Caoutchouc jusqu'à 80 °C	NR
Caoutchouc nitrile	NBR
Polyacétals	POM
Polyamide jusqu'à 115 °C	PA
Polybutène	PB
Polyéthylène souple ou rigide	PE-LD, PE-HD
Polyéthylène réticulé	PE-X
Polypropylène	PP
Polytétrafluoréthylène	PTFE
Poly(chlorure de vinyle) rigide	PVC r
Caoutchouc au silicone	Si
C. butadiène-styrène jusqu'à 100 °C	SBR
Polysters non saturés	UP

Résines à base de phénol ou d'urée-formaldéhyde ne sont pas stables, de même que le PVC plastifié et les élastomères à base de polyuréthane.

Lorsqu'on prévoit l'emploi d'élastomères, il faut tenir compte du fait que les propriétés utilitaires de ces matériaux sont conditionnées non seulement par les propriétés du caoutchouc de base (p. ex. l'EPDM), mais aussi par la nature et la quantité des adjuvants ainsi que par les conditions de fabrication / vulcanisation. C'est pourquoi nous recommandons d'effectuer un essai d'aptitude du mélange TYFOCOR® L et d'eau avant la première mise en œuvre. Cette précaution est particulièrement importante dans le cas des élastomères utilisés comme matériaux pour membranes de vases d'expansion conformes respectivement à DIN EN 12828 et DIN 4807 part 2.

Les joints d'étanchéité à base de 70 EPDM 281 jusqu'à 160 °C (C. Freudenberg GmbH, D-69465 Weinheim) et les joints plats jusqu'à 200 °C, p. ex. REINZ-AFM 34 (REINZ-Dichtungs-GmbH.D-89229 Neu-Ulm) ou Centellen 3820 (Hecker Werke GmbH, D-71093 Weil im Schönbuch) à base d'aramide / NBR spécial, ont démontré leur stabilité aux mélanges chauds de TYFOCOR® L et d'eau.

Directives d'emploi

Les propriétés particulières du TYFOCOR® L obligent l'utilisateur à se conformer aux directives suivantes s'il veut protéger son installation pendant une longue durée.

1. Les installations doivent être réalisées en circuits fermés, car un apport d'oxygène atmosphérique entraînerait une consommation plus rapide des inhibiteurs.

2. Les installations ne doivent pas être pourvues d'échangeurs de chaleur, de récipients ou conduites zingués du côté primaire, car les mélanges de

propylèneglycol et d'eau peuvent dissolver le zinc.

3. Les vases d'expansion à membrane doivent être conformes resp. à DIN EN 12828 et DIN 4807 pt. 2.

4. Les brasages doivent être effectués préférentiellement avec du matériau d'apport d'argent ou de cuivre (brasage fort). En cas d'utilisation de brasage tendre, il faut d'effectuer un rinçage à fond pour éliminer les résidus des flux contenant des chlorures. Sinon, une teneur élevée en chlorures dans le liquide caloporteur peut provoquer des piqûres sur par exemple en acier inoxydable.

5. Les mélanges de TYFOCOR® L et d'eau se comportent chimiquement inertes. Il faut toutefois veiller à ce que tous les matériaux d'étanchéité et de raccord utilisés soient bien stables jusqu'au niveau de la température maximale du liquide, d'après les données indiquées par le fabricant.

6. Les éléments flexibles de jonction doivent être des tuyaux n'autorisant qu'une faible diffusion d'oxygène, ou de préférence des tuyaux métalliques.

7. On devra s'assurer de l'absence de tout potentiel électrique parasite entre les éléments de l'installation qui sont en contact avec le mélange de TYFOCOR® L / eau (sinon risque de corrosion).

8. Toutes les conduites doivent être disposées de telle façon qu'il ne puisse y avoir de perturbation de la circulation par suite de poches de gaz ou de sédiments.

9. Le circuit doit être rempli en permanence de liquide caloporteur jusqu' à l'endroit le plus élevé. A cet endroit, il faut prévoir un vase clos muni d'un organe de dégazage.

10. Quand on installe des soupapes automatiques de dégazage, il faut choisir des modèles excluant toute introduction d'air.

11. La battiture sur les surfaces de cuivre doit être retiré du système avant le remplissage. Sinon, ces particules seront retirés du liquide caloporteur chaud, et transportés dans d'autres domaines du système. Cela peut conduire à la formation de dépôts et l'obstruction du débit de fluide.

12. Lors du montage et avant le remplissage, l'installation et ses composants doivent être protégés contre la pénétration de salissures et d'eau. Ensuite, il convient d'effectuer un nettoyage intérieur (rinçage) afin d'éliminer les copeaux métalliques, les fondants, les adjuvants de montage et d'autres impuretés. Après l'achèvement du nettoyage intérieur et du contrôle d'étanchéité, il faut vidanger entièrement le circuit et le remplir immédiatement d'un mélange de TYFOCOR® L et d'eau pour le protéger contre la corrosion, même si la mise en service de l'installation ne doit s'effectuer qu'ultérieurement.

13. Après le remplissage, il faut veiller à ce qu'il n'y ait plus aucune poche d'air dans l'installation. Les poches d'air / de gaz forment des dépressions en cas l'abaissement de la température, si bien que de l'air peut être aspiré à l'intérieur d'installation.

Une dégazage insuffisante affecte en outre l'efficacité de transfert de chaleur du système.

14. Après le premier remplissage et le démarrage de l'installation, il faut nettoyer les collecteurs d'impuretés afin de ne pas gêner le passage du fluide. Ce nettoyage doit être effectué au bout de 14 jours au plus tard.

15. La concentration du mélange TYFOCOR® L et d'eau peut être vérifiée en mesurant la densité avec un densimètre ou un testeur d'antigel approprié pour les mélanges de propylène glycol / eau. Une façon aussi pratique et précise pour déterminer la teneur est de mesurer l'indice de réfraction au moyen d'un réfractomètre. Un résumé d'effet antigel, des densités et des indices de réfraction des mélanges TYFOCOR® L et d'eau en fonction de la concentration se trouve sur la page 1.

16. En cas de déperditions de liquide par évaporation, il faut faire l'appoint avec de l'eau potable neutre ou avec de l'eau déminéralisée. En cas de fuites ou après un prélèvement, il faut ajouter le TYFOCOR® L concentré en mélange avec de l'eau potable ou avec de l'eau déminéralisée à la même concentration qui se trouve déjà dans l'installation. En cas de doute, on devra déterminer la teneur en TYFOCOR® L par la densité ou l'indice de réfraction tel que décrit dans la section 15.

Stockabilité

Le TYFOCOR® L se conserve pendant au moins trois ans dans des réservoirs fermés, étanches à l'air. Ne pas stocker en récipients galvanisés.

Forme de livraison et d'emballage

Le TYFOCOR® L est disponible sous forme de concentré ou prêt-à-l'emploi selon la spécification du client. Il est livré en camion-citerne, en GRV de 1000 litres, en fûts de 200 litres, et en bidons jetables de 60, 30, 25, 20 et 10 litres en matière plastique.

Élimination

En cas de fuite ou de tout déversement accidentel, le produit doit être absorbé par une matière fixant les liquides et il faut procéder à son élimination conf. aux prescriptions. La Fiche de Données de Sécurité contient information supplémentaire.

Écologie

Le TYFOCOR® L pollue faiblement les eaux (classe WGK 1 de risque pour les eaux selon la législation allemande, évaluation selon *Verwaltungsvorschrift für wassergefährdende Stoffe* de 17. Mai 1999). Le produit est facilement biodégradable.

Manipulation

Lors de la manipulation du TYFOCOR® L il importe de s'en tenir aux mesures de sécurité et d'hygiène du travail nécessaires pour la mise en œuvre des produits chimiques et d'observer les indications fournies dans la Fiche de Données de Sécurité.

Fiche de Données de Sécurité

Une Fiche de Données de Sécurité courante conforme au Règlement CE 1907/2006/ CE [REACH] est disponible sur notre site www.tyfo.de.

Densité des mélanges TYFOCOR® L et d'eau [kg/m³]

en fonction de la température et de la concentration

T [°C]	25 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
120	963	966	967	969	971	973	973	975
110	970	972	975	977	979	982	982	984
100	977	979	982	985	987	990	990	993
90	984	986	989	993	995	995	996	1001
80	991	993	997	1000	1002	1005	1006	1009
70	997	999	1004	1007	1010	1013	1014	1017
60	1004	1007	1010	1014	1017	1020	1022	1025
50	1010	1013	1017	1021	1024	1027	1029	1032
40	1015	1019	1023	1027	1030	1034	1036	1039
30	1020	1024	1029	1033	1037	1041	1043	1046
20	1024	1029	1034	1039	1043	1047	1050	1053
10	1028	1033	1039	1044	1049	1053	1056	1060
0	1031	1037	1043	1049	1054	1059	1062	1067
-10	1033	1040	1047	1054	1059	1065	1069	1073
-20	-	-	-	1058	1064	1070	1075	1080
-30	-	-	-	-	-	1075	1081	1086
-40	-	-	-	-	-	-	1086	1093
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Chaleur massique des mélanges TYFOCOR® L et d'eau [kJ/kg·K]
 en fonction de la température et de la concentration

T [°C]	25 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
120	4.17	4.16	4.11	4.05	3.98	3.90	3.79	3.68
110	4.15	4.13	4.08	4.01	3.94	3.85	3.75	3.64
100	4.13	4.10	4.04	3.98	3.90	3.81	3.71	3.60
90	4.10	4.07	4.01	3.94	3.86	3.77	3.67	3.56
80	4.08	4.04	3.98	3.91	3.82	3.73	3.63	3.52
70	4.05	4.01	3.94	3.87	3.78	3.69	3.59	3.48
60	4.03	3.98	3.91	3.83	3.74	3.64	3.54	3.44
50	4.00	3.94	3.87	3.79	3.70	3.60	3.50	3.40
40	3.98	3.91	3.94	3.76	3.66	3.56	3.46	3.36
30	3.95	3.88	3.80	3.72	3.62	3.52	3.42	3.32
20	3.93	3.85	3.77	3.68	3.58	3.48	3.38	3.28
10	3.90	3.81	3.73	3.64	3.54	3.43	3.34	3.24
0	3.88	3.78	3.70	3.61	3.50	3.39	3.30	3.20
-10	3.85	3.75	3.66	3.57	3.46	3.35	3.25	3.16
-20	-	-	-	3.53	3.42	3.31	3.21	3.12
-30	-	-	-	-	-	3.27	3.17	3.08
-40	-	-	-	-	-	-	3.13	3.04
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Conductivité thermique des mélanges TYFOCOR® L et d'eau [W/m·K]
 en fonction de la température et de la concentration

T [°C]	25 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
120	0.689	0.651	0.608	0.564	0.535	0.507	0.483	0.458
110	0.665	0.628	0.588	0.546	0.515	0.490	0.467	0.443
100	0.640	0.605	0.567	0.528	0.498	0.473	0.452	0.429
90	0.616	0.583	0.547	0.511	0.482	0.457	0.436	0.414
80	0.592	0.560	0.527	0.493	0.465	0.441	0.421	0.400
70	0.568	0.538	0.507	0.475	0.449	0.426	0.407	0.386
60	0.544	0.515	0.487	0.458	0.433	0.411	0.392	0.373
50	0.519	0.493	0.466	0.440	0.417	0.396	0.378	0.359
40	0.495	0.470	0.446	0.422	0.401	0.382	0.364	0.346
30	0.471	0.447	0.426	0.405	0.385	0.368	0.350	0.332
20	0.447	0.425	0.406	0.387	0.370	0.353	0.336	0.319
10	0.423	0.402	0.386	0.369	0.354	0.339	0.322	0.305
0	0.399	0.380	0.366	0.352	0.338	0.324	0.307	0.291
-10	0.374	0.357	0.345	0.334	0.322	0.309	0.293	0.278
-20	-	-	-	0.316	0.305	0.294	0.278	0.264
-30	-	-	-	-	-	0.278	0.264	0.250
-40	-	-	-	-	-	-	0.248	0.236
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Viscosité cinématique des mélanges TYFOCOR® L et d'eau [mm²/s]

en fonction de la température et de la concentration

T [°C]	25 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
120	0.43	0.47	0.47	0.48	0.50	0.52	0.55	0.57
110	0.48	0.53	0.56	0.59	0.63	0.68	0.73	0.79
100	0.54	0.59	0.64	0.70	0.77	0.85	0.94	1.03
90	0.61	0.67	0.74	0.82	0.93	1.04	1.16	1.29
80	0.69	0.76	0.85	0.96	1.10	1.24	1.40	1.58
70	0.79	0.89	1.00	1.14	1.30	1.49	1.70	1.92
60	0.93	1.06	1.20	1.36	1.58	1.81	2.07	2.36
50	1.13	1.30	1.48	1.69	1.96	2.27	2.61	2.94
40	1.41	1.66	1.89	2.18	2.55	2.96	3.42	3.96
30	1.85	2.21	2.55	2.96	3.49	4.10	4.77	5.57
20	2.55	3.09	3.64	4.28	5.12	6.08	7.17	8.47
10	3.70	4.57	5.53	6.69	8.13	9.83	11.8	14.2
0	5.71	7.20	9.06	11.4	14.2	17.6	21.6	26.5
-10	9.45	12.1	16.1	21.4	27.5	35.2	44.7	56.3
-20	-	-	-	44.7	60.2	80.2	106	138
-30	-	-	-	-	-	211	293	400
-40	-	-	-	-	-	-	962	1383

Indices de Prandtl des mélanges TYFOCOR® L et d'eau

en fonction de la température et de la concentration

T [°C]	25 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
120	2.50	2.90	3.07	3.34	3.61	3.89	4.20	4.47
110	2.91	3.39	3.79	4.23	4.72	5.25	5.76	6.39
100	3.41	3.91	4.48	5.20	5.95	6.78	7.64	8.58
90	4.00	4.61	5.37	6.28	7.41	8.54	9.73	11.10
80	4.71	5.44	6.40	7.61	9.05	10.54	12.14	14.03
70	5.62	6.63	7.75	9.35	11.05	13.07	15.21	17.60
60	6.92	8.25	9.73	11.53	13.88	16.35	19.10	22.31
50	8.80	10.53	12.50	14.86	17.81	21.19	24.87	28.74
40	11.51	14.07	17.08	19.95	23.97	28.52	33.68	39.96
30	15.83	19.64	23.41	28.09	34.03	40.83	48.61	58.26
20	22.46	28.80	34.95	42.29	51.67	62.76	75.73	91.71
10	35.07	44.74	55.52	68.90	82.94	104.7	129.3	159.4
0	56.91	74.27	95.53	122.6	155.0	195.0	246.6	310.9
-10	100.5	132.2	178.8	241.1	312.9	406.4	530.0	686.7
-20	-	-	-	528.3	718.2	966.1	1316	1761
-30	-	-	-	-	-	2668	3803	5352
-40	-	-	-	-	-	-	13186	19472

Points d'ébullition des mélanges TYFOCOR® L et d'eau [°C]

en fonction de la pression et de la concentration

p [bar]	25 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
10.0	181.5	182.0	182.5	183.0	184.0	185.0	186.5	188.0
9.0	176.5	177.0	177.5	178.0	179.5	181.0	182.5	184.0
8.0	171.5	172.0	172.5	173.0	174.0	175.0	176.0	177.5
7.0	166.0	166.5	167.0	167.5	168.0	168.5	170.0	172.0
6.0	159.0	159.5	160.5	161.0	161.5	162.0	163.5	165.0
5.0	152.5	153.0	154.0	155.0	156.0	157.0	158.0	159.0
4.0	144.5	145.0	145.5	146.0	147.0	148.0	149.0	151.0
3.5	141.5	142.0	142.5	143.0	143.5	144.0	145.0	146.0
2.0	122.5	123.0	123.5	124.0	125.0	126.0	127.0	128.0
1.0	100.5	101.0	101.5	102.0	103.0	104.0	105.0	106.0

Coefficient d'expansion cubique des mélanges TYFOCOR® L et d'eau [$\bullet 10^{-5}/K$]
 en fonction de la température et de la concentration

T [°C]	25 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
120	73	70	77	86	86	86	91	93
110	73	71	76	83	84	83	88	89
100	72	71	75	80	81	81	84	86
90	70	70	73	77	78	78	81	82
80	68	69	71	74	75	76	78	79
70	65	67	68	70	72	73	75	76
60	61	64	65	67	69	70	73	73
50	57	60	62	63	66	68	70	71
40	51	56	58	60	63	65	68	69
30	46	51	54	56	60	62	65	67
20	39	45	49	53	57	60	63	65
10	32	38	44	49	53	57	61	63
0	24	31	38	45	50	54	59	62
-10	15	23	32	41	47	52	57	61
-20	-	-	-	38	44	49	55	60
-30	-	-	-	-	-	46	54	60
-40	-	-	-	-	-	-	52	59
-50	-	-	-	-	-	-	-	-

Exemple de calcul de l'expansion du volume:

On désire calculer l'expansion (exprimée en litres) d'un volume $V_0 = 80$ l d'un mélange TYFOCOR® L et d'eau à 30 % vol. quand la température passe de $t_0 = -10$ °C à $t_1 = +90$ °C:

$$\Delta t = t_1 - t_0 = +90 - (-10) = 100 \text{ °C}, t_{\text{moyenne}} = t_0 + \Delta t/2 = -10 + 100/2 = +40 \text{ °C}$$

$$\beta_{\text{moyen}} \text{ (d'après la table pour 30 \% vol.)} = 56 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta V = \beta_{\text{moyen}} \cdot \Delta t \cdot V_0 = 56 \cdot 10^{-5} \cdot 100 \cdot 80 = 4.48 \text{ litres d'expansion de volume}$$

Pression de vapeur des mélanges TYFOCOR® L et d'eau [bar]
 en fonction de la température et de la concentration

T [°C]	25 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
180	9.77	9.64	9.50	9.35	9.13	8.82	8.48	8.15
170	7.68	7.58	7.46	7.33	7.16	6.92	6.65	6.40
160	5.97	5.88	5.79	5.69	5.55	5.37	5.16	4.96
150	4.58	4.51	4.44	4.36	4.25	4.11	3.95	3.80
140	3.47	3.41	3.36	3.30	3.22	3.11	2.99	2.88
130	2.59	2.55	2.50	2.46	2.40	2.32	2.23	2.15
120	1.90	1.87	1.84	1.80	1.76	1.70	1.64	1.58
110	1.37	1.35	1.32	1.30	1.27	1.23	1.18	1.14
100	0.97	0.95	0.94	0.92	0.90	0.87	0.84	0.81
90	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.61	0.59	0.57
80	0.46	0.45	0.44	0.44	0.43	0.41	0.40	0.39
70	0.30	0.30	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27	0.26
60	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.17	0.17	0.17
50	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11
40	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
30	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04

Facteur relative de chute de pression des mélanges TYFOCOR® L et d'eau
 en comparaison avec de l'eau à 10 °C, écoulement turbulent (valeurs approximatives)

T [°C]	25 % vol.	30 % vol.	35 % vol.	40 % vol.	45 % vol.	50 % vol.	55 % vol.	60 % vol.
100	0.80	0.81	0.84	0.86	0.88	0.90	0.93	0.96
90	0.82	0.83	0.86	0.89	0.90	0.92	0.96	0.99
80	0.85	0.86	0.89	0.92	0.92	0.94	0.99	1.03
70	0.89	0.90	0.92	0.95	0.99	1.01	1.05	1.09
60	0.93	0.94	0.98	1.01	1.06	1.08	1.12	1.16
50	0.98	1.00	1.04	1.07	1.13	1.15	1.20	1.24
40	1.05	1.07	1.11	1.14	1.21	1.23	1.27	1.31
30	1.11	1.14	1.19	1.23	1.30	1.32	1.37	1.42
20	1.21	1.24	1.30	1.34	1.47	1.49	1.56	1.62
10	1.32	1.35	1.46	1.50	1.68	1.70	1.77	1.83
0	1.49	1.53	1.67	1.72	1.89	1.92	2.02	2.11
-10	1.71	1.75	1.98	2.02	2.27	2.30	2.44	2.58
-20	-	-	-	2.45	2.77	2.80	3.01	3.23

Effet antigel des mélanges TYFOCOR® L et d'eau

Le **point de congélation**, familièrement appelé *antigel*, est une mesure de l'effet antigel des produits antigels. Si un mélange de TYFOCOR® L et d'eau est refroidi, le point de congélation est la température à laquelle les cristaux de glace initiales commencent à se former. Le coulis de glace qui en résulte ne possède pas aucune force expansive. Une réduction supplémentaire de la température provoque un épaissement plus du coulis jusqu'à ce qu'elle se solidifie au **point de solidification**. Un risque d'éclatement seulement existe en dessous de cette température pour l'installation. La moyenne arithmétique du point de congélation et du point de solidification est considéré comme **protection contre le froid**.

Le tableau suivant affiche les points de floculation de la glace, la protection contre le froid et les points de congélation des mélanges TYFOCOR® L et d'eau en fonction de la concentration:

TYFOCOR® L Concentré	Point de congélation (selon ASTM D 1177)	Protection contre le froid (calculé)	Point de solidification (selon DIN 51583)
25 % vol.	-10.7 °C	-11.5 °C	-12.3 °C
30 % vol.	-14.0 °C	-15.0 °C	-16.0 °C
35 % vol.	-17.6 °C	-19.0 °C	-20.4 °C
40 % vol.	-21.5 °C	-23.7 °C	-26.0 °C
45 % vol.	-26.0 °C	-29.6 °C	-33.3 °C
50 % vol.	-32.4 °C	-38.2 °C	-44.0 °C
55 % vol.	-40.4 °C	-48.5 °C	< -50 °C
60 % vol.	-48.4 °C	< -50 °C	< -50 °C

Remarque

Les renseignements de cette publication reposent sur nos connaissances et notre expérience actuelles. Etant donné la multiplicité des facteurs pouvant influencer la transformation et l'emploi de nos produits, ils ne peuvent dispenser l'utilisateur de ses propres contrôles et essais. On ne saurait déduire de nos indications une garantie juridique concernant l'obtention de propriétés déterminées ou la possibilité d'emploi pour un usage concret. L'acquéreur de nos produits s'engage à respecter les brevets éventuels ainsi que les lois et prescriptions existantes.

TYFOROP CHEMIE GmbH

Anton-Rée-Weg 7
 D - 20537 Hamburg

Téléphone: +49-(0)40 20 94 97-0
 Télécopie: +49-(0)40 20 94 97-20
 e-mail: info@tyfo.de
 Internet: www.tyfo.de

TYFOROP Chemie GmbH

Anton-Rée-Weg 7
D-20537 Hamburg
Allemagne

Téléphone: +49 (0) 40 20 94 97-0
Télécopie: +49 (0) 40 20 94 97-20

info@tyfo.de
www.tyfo.de