

ERIKS

ERIKS

ERIKS

SIMONA

ERIKS

ERIKS

ERIKS



ERIKS

ERIKS

ERIKS

Information Produit
PVDF

08/98

ERIKS

ERIKS

ERIKS

Table des matières

	Page
Généralités	1
▶ Caractéristiques distinctives	2
▶ Exemples d'application	3
Programme de livraison	4
Informations techniques	5
▶ Caractéristiques techniques	5
▶ Comportement au feu	7
▶ Comportement à l'extérieur / comportement à long terme	8
▶ Résistance aux radiations ionisantes	11
▶ Propriétés optiques	12
▶ Innocuité physiologique	12
▶ Résistance chimique	12
▶ Perméabilité aux liquides	12
▶ Perméabilité aux gaz	13
Transformation	15
▶ Usinage par enlèvement de copeaux	16
▶ Soudage	17
▶ Formage à chaud	19
▶ Collage	20
▶ Construction composite avec résine thermodurcissable	21
Conseils	22
Fiches techniques de sécurité	

Généralités

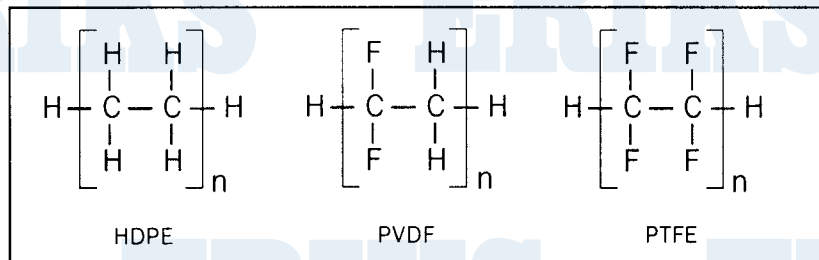
Le PVDF est un matériau de construction thermoplastique. Il possède les caractéristiques spécifiques d'un matériau thermoplastique, à savoir qu'il se travaille facilement par extrusion, soudage, thermoformage.

Appartenant à la famille des polymères fluorés, le PVDF se distingue par une résistance chimique très élevée et peut être utilisé sur une large plage de températures.

Le PVDF, par rapport aux autres polymères fluorés, est plus léger, plus facile à mettre en œuvre, et présente de meilleures caractéristiques mécaniques. Ces avantages se traduisent pour de nombreuses applications par un aspect économique en faveur du PVDF.

Caractéristiques distinctives

Le PVDF se situe, du point de vue structure chimique entre le PE-HD et le PTFE. Il a en commun avec le PE-HD une très grande facilité de mise en œuvre et avec le PTFE une résistance chimique élevée, même à de très hautes températures.



SIMONA® produits semi-ouvrés	PVDF	E-CTFE	PE-HWU	PP-DWU	PVC-CAW
Domaine de température °C d'utilisation	-30 à +140	-40 à +160	-50 à +80	0 à +100	0 à +60
Poids volumique g/cm ³	1,78	1,69	0,95	0,91	1,42
Rés. au seuil de fluage MPa	56	31	22	32	58
Module-E à la flexion MPa	1950	1700	800	1400	3000
Dureté Shore D	78	72	63	72	82
Résistance chimique aux halogènes et oxydants puissants	excellente même à hautes températures	—	—	—	limitée, aux basses températures

Le monomère du PVDF est un gaz incolore, dont la température d'ébullition à pression atmosphérique est de $-85,7\text{ }^{\circ}\text{C}$. La polymérisation a lieu en milieu aqueux sous haute pression. L'apparition de produits de décomposition dangereux (fluorure d'hydrogène toxique) n'a lieu qu'à partir de $350\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Le PVDF SIMONA est une matière plastique à haut degré de cristallinité. Le polymère ne contient pas de forme cristalline γ et ne contient que des traces de forme β . Il est constitué en majeure partie de forme α et de parts amorphes.

Contrairement à de nombreux autres thermoplastiques, il n'entre dans la formulation des produits semi-ouvrés SIMONA en PVDF aucun additif, stabilisant ou colorant.

Exemples d'application

Le PVDF est particulièrement recommandé pour les utilisations à haute température et/ou en milieu corrosif.

- ▶ industrie chimique
- ▶ industrie alimentaire
- ▶ industrie nucléaire
- ▶ construction des appareils et cuves
- ▶ galvanoplastie
- ▶ industrie textile et papetière
- ▶ industrie électrique et de semi-conducteurs
- ▶ protection de l'environnement

Programme de livraison

Formats et dimensions

		PVDF	
Couleur		naturel	
		épaisseur des plaques en mm	
		Standard	sur demande
Plaques extrudées			
Format	2000 x 1000 mm	1 - 10	jusqu'à 12
	3000 x 1500 mm	3 - 4	2 - 10
Rouleaux			1 - 4
Plaques pressées/pressées en continue			
Format	2000 x 1000 mm	10 - 80	
	4000 x 2000 mm	15 - 80	
Plaques entoilées stretch			
Format	2000 x 1000 mm	2 - 6	
	3000 x 1500 mm	3 - 4	2 - 5
Rouleaux	20000 x 1500 mm	3 - 4	2 - 5
			autres longueurs en 1000 et 1500
		diamètre en mm	
Fil à souder			
	Fil rond	3 - 4	PVDF-SK: épaisseur nominale corresponds à l'épaisseur résiduelle
Joncs pleins			épaisseur min. recommandée: 2,3 mm
	l = 2000 mm	10 - 180	
	l = 1000 mm	100 - 300	
	l = 500 mm	350 - 500	
Tubes/Raccords			
	PN 10	63 - 225	
	PN 16	16 - 110	
Tubes liner			
	- sans traitement de surface	75 - 400	
	- avec traitement de surface pour frettage direct	32 - 400	

sur demande:

- ▶ PVDF-S noir et SIMONA*
- PVDF-CL stabilisé au chlore radicalaire; PVDF-EL, noir

- ▶ entoilage à fibre de verre (GK)
1000 mm large, 2 - 6 mm
- ▶ fils à souder en couleur rose
pour le contrôle optique simplifié
de la soudure

- ▶ **veuillez regarder les détails
dans notre programme de
fabrication et/ou dans notre
catalogue de tuyaux**

Informations techniques

Caractéristiques du matériau

	Norme	Unité	PVDF	PVDF-EL	PVDF-CL
Caractéristiques mécaniques					
Densité	ISO 1183	g/cm ³	1,78	1,78	1,78
Résistance au seuil de fluage	DIN EN ISO 527	MPa	56	45	58
Allongement au seuil de fluage	DIN EN ISO 527	%	8	6	6
Allongement à la rupture	DIN EN ISO 527	%	22	20	15
Module „E“ à la traction	DIN EN ISO 527	MPa	1950	1800	2000
Rés. au choc sur épr. lisse	DIN EN ISO 179	kJ/m ²	sans casse	sans casse	sans casse
Rés. au choc sur épr. entaillée	DIN EN ISO 179	kJ/m ²	12	5	8
Dureté à la bille	DIN EN ISO 2039-1	N/mm ²	120	110	115
Dureté Shore	ISO 868	—	78	78	79
Caractéristiques thermiques					
Interv. fusion cristallites	DIN 53736	°C	170 - 172	170 - 172	170 - 172
Ramolissement Vicat	DIN ISO 306	°C	140	132	146
Coefficient de dilatation linéaire	DIN 53752	K ⁻¹	1,3 · 10 ⁻⁴	1,3 · 10 ⁻⁴	1,3 · 10 ⁻⁴
Conductibilité thermique	DIN 52612	W/mK	0,14	0,14	0,14
Comportement à la flamme	DIN 4102	—	difficilement inflammable	difficilement inflammable	difficilement inflammable
Caractéristiques électriques					
Rigidité diélectrique	VDE 0303-21	kV/mm	25	—	—
Résistivité transversale	DIN IEC 60093	Ohm · cm	>10 ¹³	≤10 ⁶	—
Résistivité superficielle	DIN IEC 60167	Ohm	10 ¹³	≤10 ⁶	—
Rés. au cheminement d'arc	DIN IEC 112	V	>600	—	—
Constante diélectrique à 300 - 1000 Hz	DIN 53483	—	6,8	—	—
à 3 · 10 ⁵ Hz			6,6	—	—
Tangente de l'angle de perte à 3000 Hz	DIN 53483	—	0,017	—	—
à 1000 Hz			0,012	—	—
à 3 · 10 ⁵ Hz			0,01	—	—
Absorption d'eau	DIN 53495	%/24h	0,02	0,02	0,02
Innocuité physiologique	selon FDA	—	oui	non	non

Les valeurs mécaniques du matériau de base sont applicables pour le PVDF entoilé.

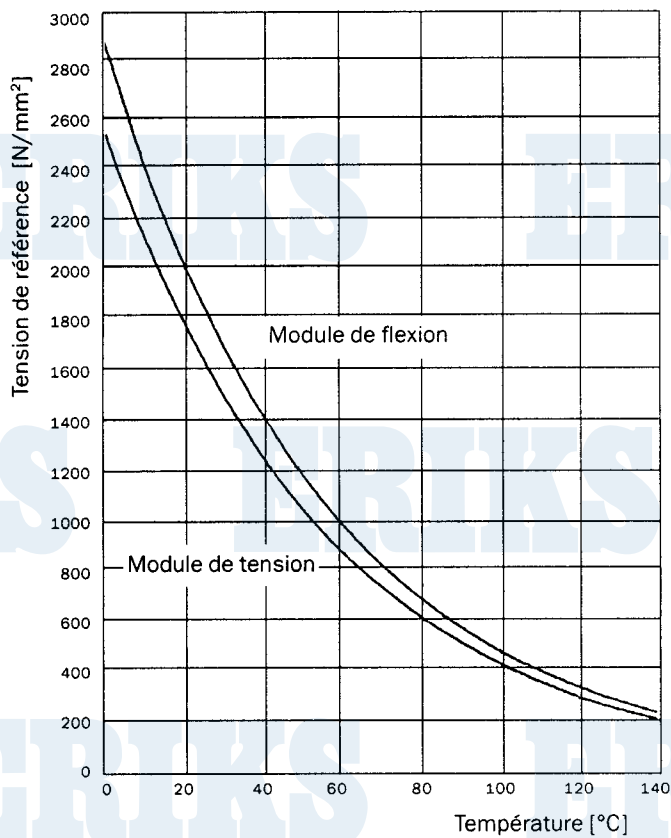
Les données indiquées dans la présente brochure sont sujettes à des variations en fonction de la mise-en-cœuvre et de la fabrication des éprouvettes. Il n'est pas possible de transposer les valeurs

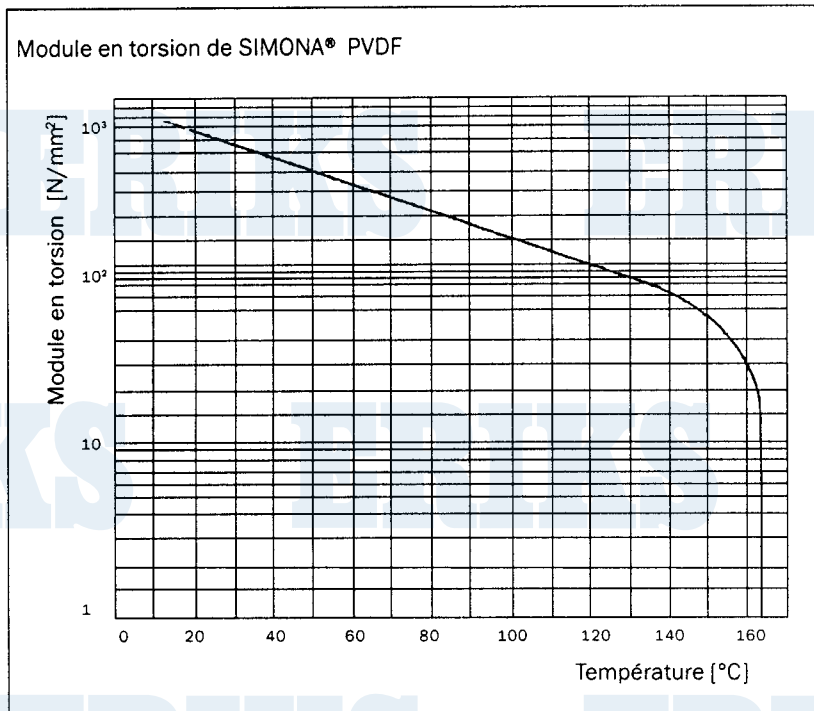
communiquées aux pièces finies. Il appartient à l'utilisateur ou à l'apporteur de vérifier si nos produits conviennent pour l'application envisagée.

La structure moléculaire et le haut degré de cristallinité donnent au PVDF une haute rigidité. Ceci est aussi valable pour l'écart de températures d'utilisation élevé

- ▶ température d'utilisation permanente se situe de -30 °C jusqu'à $+120\text{ °C}$
- ▶ sans charge mécanique et chimique importante pour une courte période jusqu'à environ -50 °C resp. jusqu'à $+140\text{ °C}$
- ▶ la température de fusion des cristallites se situe à environ 170 °C

Module en traction et en flexion de SIMONA® PVDF





Comportement au feu

Il est très difficile d'enflammer le PVDF SIMONA qui est auto-extinguible après retrait de la source d'ignition. La température de décomposition du PVDF SIMONA se situe aux alentours de 350 °C. A 450 °C, le pouvoir fumigène est extrêmement faible et reste limité à 600 °C.

L'indice d'oxygène du PVDF mesuré selon la norme ASTM D 2863 est de 78 %. Cette valeur indique la concentration minimale en oxygène d'une atmosphère pour que la combustion puisse avoir lieu, ce qui signifie que dans des conditions normales, le PVDF SIMONA est ininflammable.

A titre de comparaison, les indices d'oxygène d'autres matériaux thermoplastiques sont les suivants:

PP	17,5 %
PE-HD	18,0 %
PMMA	18,0 %
PPs	28,0 %
PVC-U	40,0 %

Pour des indices d'oxygène inférieurs à 20,8 %, le phénomène de combustion peut se poursuivre, même après éloignement de la flamme.

L'essai selon la norme DIN 4102 donne le PVDF comme „difficilement inflammable, classement B1“ en raison de l'indice d'oxygène élevé. Cependant, nous n'avons pas établi un certificat d'essai.

Le test UL 94 (Underwriters Laboratories) pratiqué sur une éprouvette de 0,8 mm situe le PVDF parmi les meilleurs matériaux dans la catégorie „V0“: aucune propagation de la flamme n'est constatée, le PVDF reste consistant et ne coule pas. Selon le test ASTM D 635-68 pratiqué sur une éprouvette de 3 mm, le PVDF est classé comme ininflammable.

Selon la norme française (Centre Scientifique & Technique Du Bâtiment, Paris) le matériel est classé comme „M 1“ — difficilement inflammable.

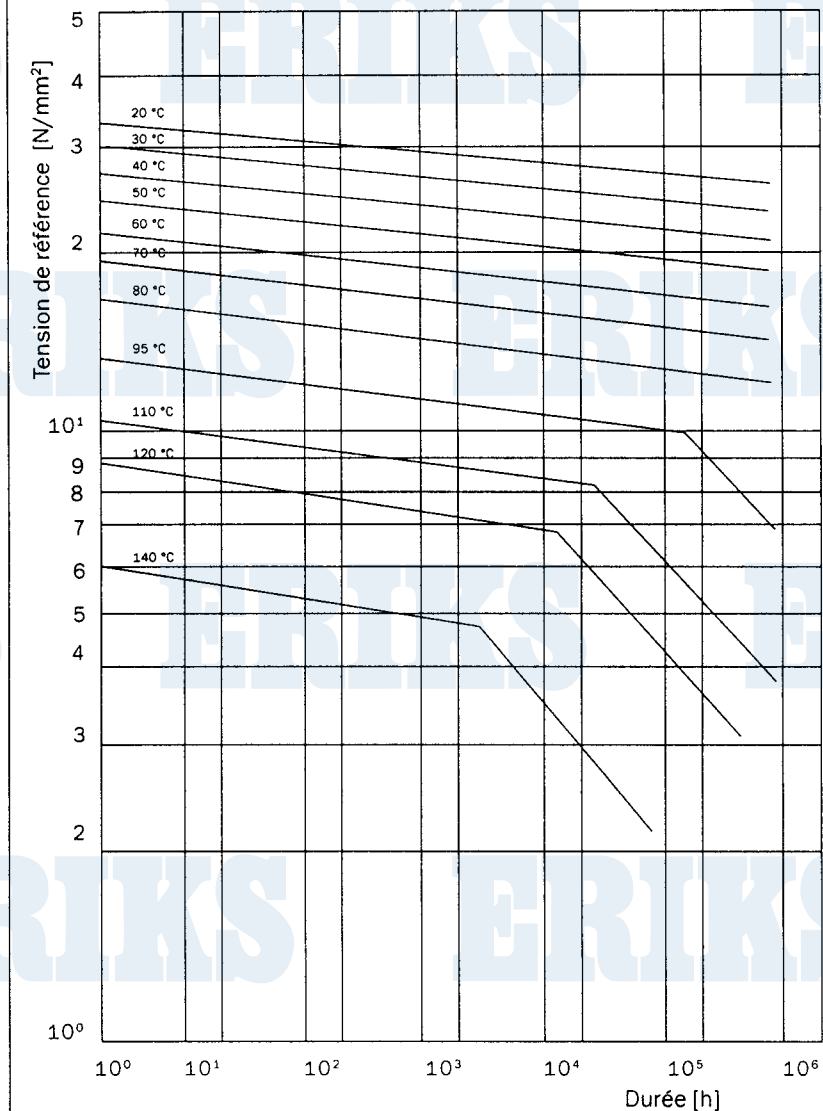
Comportement à l'extérieur / comportement à long terme

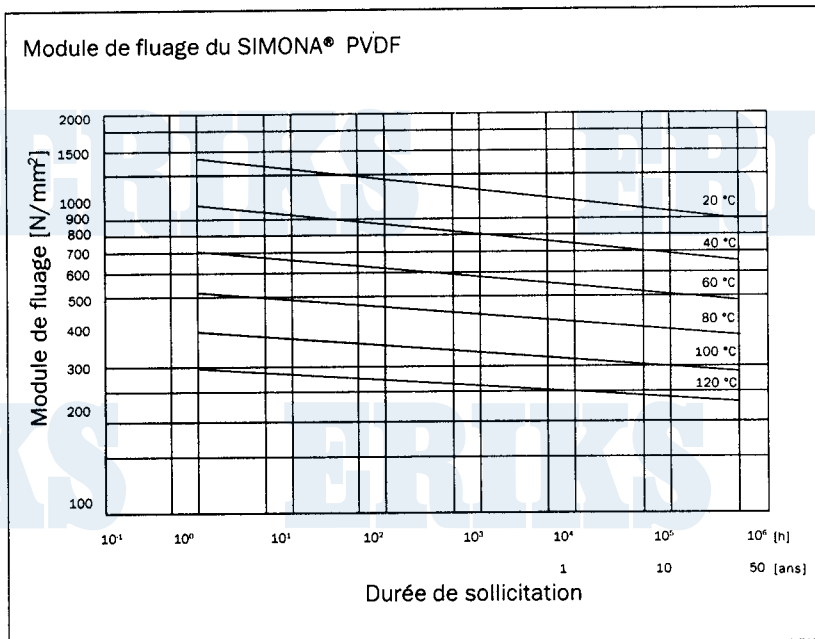
Le PVDF SIMONA présente une résistance exceptionnelle au vieillissement atmosphérique, qui est due à son inertie à la lumière solaire, ou aux rayons UV, ainsi qu'à sa résistance aux produits chimiques. Des essais de vieillissement de cinq ans en exposition aux intempéries n'ont fait apparaître que des détériorations de propriétés mécaniques faibles ou négligeables.

Le vieillissement à la chaleur a également été étudié après immersion dans l'eau bouillante. Après plusieurs milliers d'heures, aucune modification des caractéristiques n'a été mise en évidence.

Le comportement à long terme du SIMONA® PVDF est déterminé par l'essai de fluage sous pression interne normalement utilisé pour les matériaux thermoplastiques. Le module de fluage présente une valeur importante pour l'évaluation des éléments de construction en SIMONA® PVDF, parce qu'il décrit le tenue du matériau en fonction de la température et de la tension admissible.

Propriétés de fluage à long terme du SIMONA® PVDF





Le diagramme de tenue dans le temps (Essai de fluage) ci-dessus servant comme base de calcul des pressions de service admissibles pour les tubes en PVDF, étant produits d'après ISO/DIS 10931 partie 2.

Admettons les dates de produit SIMONA® PVDF de cette brochure pour le calcul, des pressions admissibles, plus favorables résultent - notamment pour les températures de service élevées.

Le facteur de sécurité, tenue compte dans nos calculs est de $SF = 1,6$.

Admissibles pressions internes de service de tube PVDF SIMONA selon DVS 2205-1, feuille annexe 4 (6.95)
dépendant à température et temps (dimensions selon ISO/DIS 10931-2)

température °C	années de service	SDR 33 S 16 PN 10	SDR 21 S 10 PN 16	température °C	années e service	SDR 33 S 16 PN 10	SDR 21 S 10 PN 16
20	1	11,1	17,7	80	1	5,5	8,8
	5	10,9	17,4		5	5,4	8,6
	10	10,7	17,1		10	5,3	8,5
	25	10,5	16,8		25	5,2	8,3
	50	10,6	16,9		50	5,1	8,1
30	1	10,2	16,4	90	1	4,7	7,5
	5	10,1	16,1		5	4,6	7,3
	10	9,9	15,8		10	4,4	7,1
	25	9,8	15,7		25	3,8	6,1
	50	9,8	15,6		50	3,3	5,3
40	1	9,2	14,7	100	1	3,9	6,3
	5	9,0	14,4		5	3,7	5,9
	10	8,8	14,1		10	3,2	5,1
	25	8,7	13,9		25	2,7	4,3
	50	8,6	13,8		50	2,3	3,6
50	1	8,2	13,2	110	1	3,3	5,3
	5	8,1	12,9		5	2,6	4,1
	10	7,9	12,6		10	2,2	3,5
	25	7,8	12,4		25	1,8	2,9
	50	7,4	11,9		50	1,6	2,5
60	1	7,0	11,2	120	1	2,5	4,0
	5	6,9	11,0		5	1,7	2,8
	10	6,8	10,9		10	1,5	2,4
	25	6,8	10,8		25	1,3	2,0
	50	6,6	10,6				
70	1	6,4	10,2	130	1	2,5	4,0
	5	6,3	10,0	5	1,2	1,9	
	10	6,2	9,9	140	1	1,3	2,0
	25	6,1	9,7		5	0,9	1,4
	50	5,9	9,4				

Résistance aux radiations ionisantes

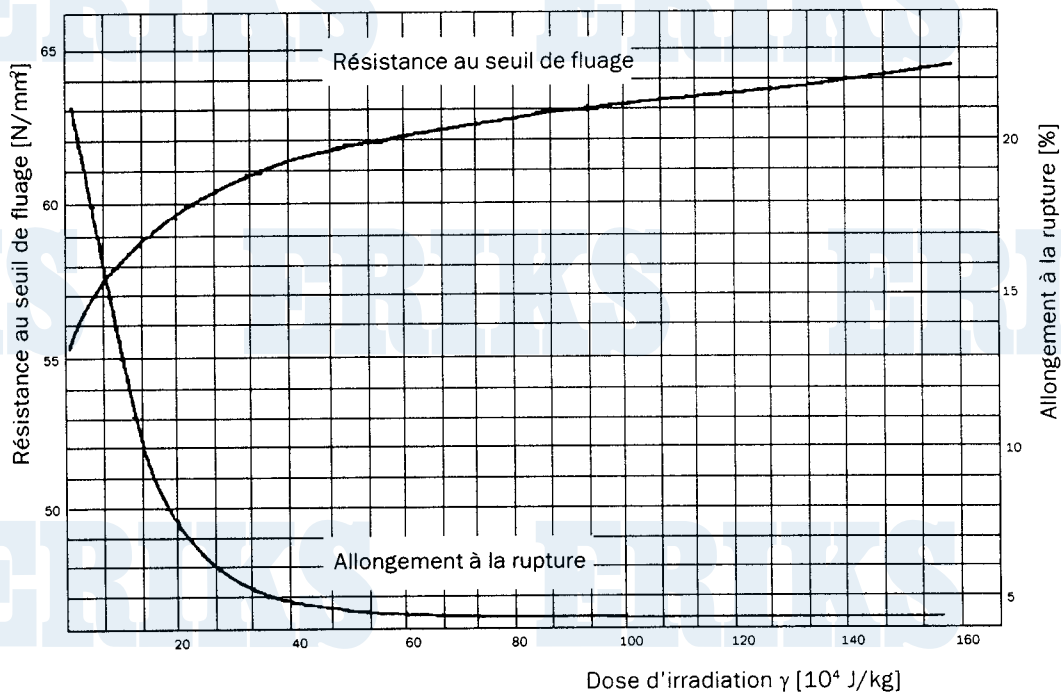
Les rayons Gamma ont un effet bien moindre sur le PVDF SIMONA que sur les autres polymères halogénés (PTFE ou PCTFE), ce qui en fait un matériau de choix pour l'industrie nucléaire.

Des essais à rayons hautement dosés ont montré que le PVDF SIMONA peut supporter une irradiation de 20 Mrad ($1 \text{ Mrad} = 10^4 \text{ Gy} = 10^4 \text{ J/kg}$) sans autre modification qu'une augmentation de la contrainte au seuil de fluage et une diminution de l'allongement à la rupture. Le phénomène d'augmentation de la dureté se poursuit jusqu'à 40 Mrad. Il y a ensuite jusqu'aux environs de 100 Mrad, deux phénomènes en

concurrence: dégradation et réticulation qui ont pour effet une relative stabilité des propriétés mécaniques avec toutefois un début de brunissement très important au-delà de 100 Mrad. Au-dessus de cette valeur, on constate une dégradation progressive et rapide.

Ces indications se réfèrent à une irradiation pure et sans aucune influence de milieu.

Résistance au seuil de fluage et allongement à la rupture de SIMONA® PVDF après influence des rayons γ



Propriétés optiques

Selon l'épaisseur de paroi, le PVDF est plus ou moins transparent. Son indice de réfraction est 1,42.

Innocuité physiologique

Le PVDF ne présente aucune toxicité. Il est autorisé au contact des aliments aux Etats Unis par la „Food and Drug Administration“ (FDA), (code of federal regulations title 21, chapter 1, part 177.2510).

SIMONA® PVDF correspond aux exigences de la Direction française Générale de la Concurrence de la consommation et de la Répression des Fraudes“ (O.J. no. 1227/90 et supplément) et peut être en contact direct avec tous les produits alimentaire.

Le PVDF SIMONA n'a ni goût, ni odeur, et cela jusqu'aux températures limites d'utilisation de 140 °C. Aucune altération des aliments n'est à craindre au contact du PVDF. Le PVDF ne sert pas de souches aux microorganismes, et n'est pas attaqué par eux.

Résistance chimique

Le PVDF SIMONA résiste à la plupart des produits chimiques anorganiques tels que les acides et les sels, même à haute concentration, et à température élevée. La résistance du PVDF SIMONA aux hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, aux acides organiques, aux alcools et aromatiques est également excellente.

Certains cétones, les bases chaudes (en fonction de la concentration), l'acide sulfurique fumant, les amines et la pyridine attaquent toutefois le PVDF. Le diméthylformamide et le diméthylacétamide dissolvent le PVDF.

Le catalogue „Résistance chimique“ répond de manière très précise à vos questions. Dans les cas douteux, une expérience effectuée dans des conditions réelles d'emploi permettra de déterminer de manière définitive la compatibilité du matériau, ainsi que les conditions limites d'utilisation dans l'application considérée. Nous effectuerons bien volontiers un essai d'immersion (avec environ 3 l du milieu à tester, incl. fiche technique de sécurité). Veuillez contacter notre service d'application technique.

Perméabilité aux liquides

Une faible perméabilité a été mise en évidence pour les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, le trichloréthylène et le perchloréthylène.

Il est très difficile d'étudier de façon quantitative la perméabilité et son développement d'autant que son importance est fonction de la température et des produits (interactions entre le produit et le polymère). Les valeurs que l'on trouve dans la littérature se réfèrent à des mesures effectuées sur des films minces (de 0,05 mm par ex.) et on ne doit pas les transposer linéairement aux fortes épaisseurs. Pour ces raisons il a été procédé à des mesures pour des épaisseurs données avec certains produits à des concentrations bien définies. Les résultats ne peuvent cependant pas être utilisés pour d'autres concentrations ou d'autres conditions de service.

Perméabilité aux gaz

Dans les épaisseurs courantes des produits semi-ouvrés, le PVDF SIMONA est pratiquement imperméable aux gaz, même aux molécules de faible dimension comme l'azote, l'oxygène et le dioxyde de carbone.

La perméabilité du PVDF est influencée par le degré de cristallinité et la modification des parties cristallines.

Dans le cas des constructions frettées, il ne faut pas sous-estimer les effets de la perméabilité. La vapeur d'eau à haute température peut jouer le rôle d'agent de délamination, en particulier si le thermodurcissable présente une perméabilité moindre que le thermoplastique.

Cette remarque est valable également pour les appareils en acier avec revêtement en thermoplastique lorsqu'ils sont utilisés en milieu aqueux à température supérieure à 90 °C. On constate dans ces conditions une forte perméabilité due à la vapeur d'eau.

Nous vous conseillons vivement dans de tels cas de prendre contact avec notre service application technique.

Le tableau suivant contient des valeurs indicatives sur les produits choisis, testés sur une épaisseur de feuilles en PVDF. Un transfert sur les fortes épaisseurs est impossible.

Perméabilité aux gaz de SIMONA® PVDF-feuille

Milieu		Méthode de test	Epaisseur de paroi [mm]	Température [°C]	Valeur indicative $\left[\frac{\text{cm}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{d} \cdot \text{bar}} \right]$
Dioxyde de carbone	CO ₂	Lissy-appareil de contrôle DIN 53380 ISO 2556	0,21	30	30
			0,034	30	890
			0,034	23	610
			0,1	23	105
Oxygène	O ₂	Lissy-appareil de contrôle DIN 53380 ISO 2556	0,25	30	10
			0,034	30	140
			0,034	23	86
			0,1	23	25
Azote	N ₂	Lissy-appareil de contrôle DIN 53380 ISO 2556	0,25	30	8
			0,034		90
			0,2		28
Vapeur d'eau		NFH 00044	0,020	38	34
			0,028		22
			0,040		16
Hydrogène sulfuré Dioxyde de soufre	H ₂ S SO ₂	DIN 53380 ISO 2556	0,025	23	62
			0,05		28
			0,1		15
Ammoniac	NH ₃	DIN 53380 ISO 2556	0,025	23	300
			0,05		140
			0,1		65
Hydrogène	H ₂	DIN 53380 ISO 2556	0,05	23	410
			0,1		230
Chlore	Cl ₂	DIN 53380 ISO 2556	0,05	23	35
			0,1		14
Tétrafluorodichloréthane	C ₂ Cl ₂ F ₄	Lissy-appareil de contrôle	0,25	30	3
Trichlorofluorométhane/ Dichlorodifluorométhane CCl ₃ F/CCl ₂ F ₂ 50/50		Lissy-appareil de contrôle	0,25	30	2

Transformation

La transformation du PVDF SIMONA, sous les conditions indiquées dans ce catalogue, est parfaitement sans danger pour la santé.

De nombreuses mesures effectuées sur les postes de travail des soudeurs montrent qu'il n'y a pas dégagement de produit nocif dans des conditions normales de mise en œuvre. Le dégagement d'acide fluor-hyrique ou de dérivés fluorés n'a pu être décelé qu'en cas de dépassement accidentel de température et au-dessus de 350 °C.

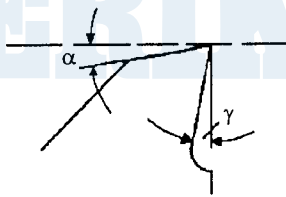
Pour éviter tout risque, il convient d'observer les règles suivantes:

1. ne jamais exposer le PVDF à la flamme.
2. ne jamais fumer à proximité d'un lieu où l'on risque d'avoir une atmosphère chargée en poussières de PVDF.
3. lors du soudage, respecter les débits d'air et les températures conseillées; on évite ainsi de dépasser la température critique de 350 °C.

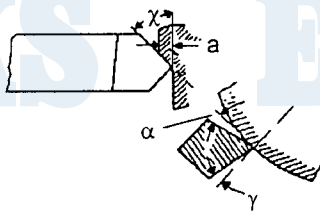
Pour obtenir des informations complémentaires sur la transformation du PVDF, nous vous conseillons les informations produit suivantes:

- ▶ Soudage
- ▶ Revêtement et matériau composite
- ▶ Formage sous vide, formage à chaud, pliage
- ▶ Usinage par enlèvement de copeaux

Usinage par enlèvement de copeaux

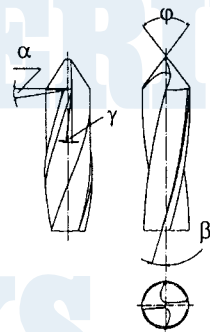


Fraisage			
α	Angle de dépouille	(°)	5 à 10
γ	Angle d'affûtage	(°)	à 15
v	Vitesse de coupe	(m/min)	200 à 1000
s	Avance	(mm/T)	0,1 à 0,5



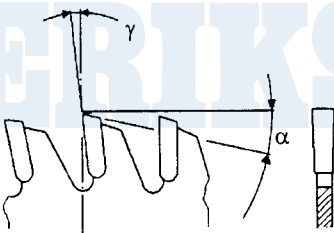
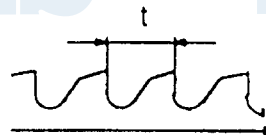
Tournage			
α	Angle de dépouille	(°)	8 à 15
γ	Angle d'affûtage	(°)	0 à 15
χ	Angle de réglage	(°)	45 à 60
v	Vitesse de coupe	(m/min)	100 à 300
s	Avance	(mm/T)	0,1 à 0,3
a	Profondeur de coupe	(mm)	à 6

Le rayon de la pointe r/min. 0,5 mm.



Perçage			
α	Angle de dépouille	(°)	10 à 16
γ	Angle d'affûtage	(°)	3 à 6
φ	Angle du sommet	(°)	100 à 130
v	Vitesse de coupe	(m/min)	50 à 200
s	Avance	(mm/T)	0,1 à 0,5

Angel de l'hélice b 12 à 16°. Vitesse de coupe et avance dépendent de la profondeur du perçage. Vitesse v élevée pour les faibles épaisseurs.



Scie à ruban et scie circulaire			
α	Angle de dépouille	(°)	AR 30 à 40 AC 5 à 15
γ ^K	Angle d'affûtage	(°)	AR 5 à 8 AC 0 à 8
γ ^B	Angle d'affûtage	(°)	2 à 8
t	Pas	(mm)	2 à 8
v ^K	Vitesse de coupe	(m/min)	à 2500
v ^B	Vitesse de coupe	(m/min)	500 à 3000

Indice K = scie circulaire Lame de scie en AR à affûtage concave
 Indice B = scie à ruban Lame de scie légèrement avoyée en acier allié
 AR = acier rapide
 AC = acier au carbure

Soudage

Le soudage des matières thermoplastiques peut se faire avec ou sans matériau d'apport mais requiert dans tous les cas un apport de chaleur et de pression.

Le PVDF SIMONA peut être soudé selon les procédés de soudage habituels, avec les machines ou appareillages correspondants.

Vous trouverez des informations détaillées concernant les tableaux suivants dans notre information produit „Soudage“.

Soudage au chalumeau à air chaud avec apport de matière

air l/min	température mesurée dans la buse °C	vitesse de soudure cm/min			
		buse ronde Ø 3 mm		buse rapide Ø 4 mm	
60 à 70	360 à 400	10 à 15	env. 10	40 à 50	30 à 40

Soudage par élément chauffant (température à l'élément chauffant 240 ± 8 °C selon DVS 2207-15)

épaisseur de plaque mm	ajustement $p \sim 0,1 \text{ N/mm}^2$ hauteur du bourrelet avant temps de chauffage mm (min.)	chauffage $p \leq 0,01 \text{ N/mm}^2$ temps = $10 \times \text{ép.} + 40 \text{ s}$ s	changement s (max.)	assemblage $p \sim 0,1 \text{ N/mm}^2 \pm 0,01$	
				temps nécessaire jusqu'à pression maximale s	temps de refroidissement sous pression d'ass. = $1,2 \times \text{ép.} + 2 \text{ min}$ min (min.)
3	0,5	70	3	3,5	5,5
4	0,5	80	3	3,0	7,0
5	0,5	90	3	4,5	8,0
6	0,5	100	4	5,0	9,0
8	1,0	120	4	5,5	11,5
10	1,0	140	4	6,5	14,0
12	1,0	160	4	7,5	16,5
15	1,3	190	4	8,5	20,0
20	1,7	240	5	10,5	26,0
25	2,0	290	5	13,0	32,0

Soudage par polyfusion bout-à-bout (température à l'outil chauffant 250 - 270 °C selon DVS 2207-15)

tube da mm	chauffage temps de chauffage s	changement temps d'assem- blage maxi. s	refroidissement	
			temps de refroidissement encastré s	total min
16	4	4	6	2
20	6	4	12	2
25	8	4	12	2
32	10	6	18	4
40	12	6	18	4
50	18	6	24	4
63	20	8	24	6
75	22	8	30	6
90	25	8	40	6
110	30	10	50	8

Soudage par extrusion

Pour le soudage par extrusion il faut utiliser des extrudeuses admises pour PVDF par des producteurs d'extrudeuse.

aux conseils d'utilisation et de procéder à des essais préliminaires.

Qualité de la soudure

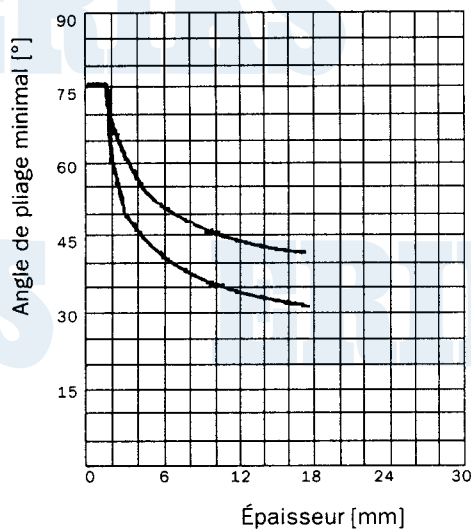
Les facteurs de soudage, déterminés par l'essai de pliage technologique et l'essai de traction informent sur la qualité de la soudure. Les facteurs à court terme ne sont valables que pour des temps de charge de l'ordre de l'heure. Par conséquent il ne faudra utiliser que les facteurs à long terme pour le calcul de construction.

Soudage par ultra-sons et soudage haute fréquence

Pour la soudure par ultra-sons, les pièces à assembler doivent présenter une géométrie de joints permettant une mise en vibration parallèlement à la direction générale des joints. La soudure par haute fréquence est possible jusqu'à 2 mm d'épaisseur avec certains types d'électrodes. Les matériels proposés sur le marché pour ces 2 modes de soudage étant très variés, nous vous recommandons de vous reporter

	Soudage au chalumeau à air chaud	Soudage par polyfusion bout-à-bout
Facteur à court terme	0,8	0,9
Facteur à long terme	0,4	0,6

Rapport de l'angle de pliage minimal du PVDF en fonction de l'épaisseur de l'éprouvette



Test de qualité de la soudure par le testeur à haute tension

L'étanchéité du cordon de soudure peut être mesurée au moyen d'une tension maximale variable de 10 à 55 KV avec une génératrice à haute tension (bobine d'induction), des fréquences de 20 à 40 KHz ont été testées. Des points faibles dans le cordon de soudure seront détectés par la formation d'étincelles, ou selon le type d'appareil par un signal acoustique. La tension d'essai appliquée pour le PVDF est de 3 - 4 KV par mm, elle ne doit pas dépasser 25 KV.

Formage à chaud

Il faut différencier le chauffage sur une machine à thermoformer et l'étirage par le vide du chauffage dans l'étuve et le formage au moyen d'un moule et une matrice ou par soufflage avec surpression.

Formage sous vide

Tous les types de machine sont appropriés. Pour les plaques supérieures à 3 mm, sont recommandées les machines à double plateau chauffant pour améliorer les temps de chauffage qui doivent être de l'ordre de 40 à 60 s/mm d'épaisseur.

Pour des plaques supérieures à 6 mm, on peut utiliser des machines à chauffage puissant mais pour une meilleure pénétration de la chaleur, il est préférable de chauffer par intermittence ou de réduire le chauffage.

Pour atteindre une plastification bien répartie, il est nécessaire de protéger la plaque des courants d'air. Pour éviter l'affaissement de la feuille pendant le chauffage, il faut maintenir une pression d'air sous celle-ci. Le PVDF SIMONA couleur naturelle devient transparent lorsqu'il atteint la température de thermoformage (après le point de fusion des cristallites).

Pour une meilleure répartition de l'épaisseur des parois, il faut „buler“ la plaque avant le montage du moule positif. Après la mise en forme, pour accélérer le refroidissement, on peut utiliser de l'air pulsé avec une pulvérisation d'eau. Pour avoir de bonnes conditions de thermoformage, il faut: de fortes températures de chauffage, un refroidissement lent, un démoulage à basse température (environ 40 °C) ainsi qu'une coupe des bords (détourage) le plus rapidement possible, ce qui donne de faibles tensions.

Selon la forme du moule, et les conditions de thermoformage, le retrait est de l'ordre de 1 à 3 % en particulier dans le sens de l'extrusion de la plaque.

Formage - emboutissage

La plaque serrée dans un cadre est chauffée dans une étuve à air chaud (température d'environ 175 °C). Pour un chauffage rapide de l'ordre de 3 à 4 min/mm, l'étuve doit avoir une circulation d'air chaud de 200 °C. Le moment entre la prise de la plaque du four et l'emboutissage doit être le plus court possible. Pour le soufflage, il est préférable d'utiliser de l'air préchauffé.

Les plaques PVDF entoilées stretch seront utilisées pour la fabrication de fonds torosphériques et d'autres pièces présentant un faible rapport d'étirage. Le rapport d'étirage maxi qui peut être atteint par le stretch est de 1 : 1,4. Il faut souligner que les plaques entoilées stretch ne doivent être chauffées que d'un seul côté, en cas d'utilisation de radiants.

Le tissu stretch est en effet étirable en trois dimensions, mais la distribution d'épaisseurs de paroi n'est pas aussi homogène que celle des plaques non entoilées, par suite de la température de surface différente.

Moule

Le bois, l'aluminium, le polyester, la résine époxy peuvent être utilisés pour la construction des moules. Une haute conductivité thermique du matériau ou des moules froids seront plus économiques et donneront des conditions de formage plus homogènes.

Les rayons de bord doivent être d'environ 2 à 3 fois l'épaisseur de la plaque. La dépouille doit être de 5 à 10° pour les moules positifs et l'utilisation d'agents séparateurs faciliteront le démoulage. Pour évacuer l'air entre la plaque et le moule, des trous ≤ 1 mm sont obligatoires. Il est recommandé d'avoir une surface sablée ou dépolie qui facilite le démoulage et donnera des surfaces lisses.

Collage

En raison de sa haute résistance chimique, le PVDF ne se colle pas sans traitement spécial.

Les surfaces dépolies et dégraissées à l'acétone doivent être enduites de colle spéciale SIMONA® PVDF, puis on doit mettre en contact les 2 parties après un temps d'attaque chimique d'environ 3 mm, à 150 °C sous une pression d'appui d'environ 0,3 N/mm².

La colle est composée de PVDF dissout dans un solvant. Le joint de colle après évaporation du solvant a pratiquement la même résistance que le demi-produit lui-même. Mais, la possibilité d'une transmission de force est plus faible qu'une liaison par soudure.

Construction composite avec résine thermodurcissable

Parce qu'on ne peut pas laminé le PVDF sans agent adhésif, nous recommandons l'emploi soit de plaques entoilées stretch, soit de tubes à surface prétraitée.

L'entoilage fortement ancré dans la plaque et le traitement spécial sur le tube permettent un accrochage parfait avec la résine Polyester ou la résine Epoxy. La première couche de résine doit imprégner à cœur l'entoilage.

Notre expérience a montré que la qualité de la résine a une grande influence sur la résistance à l'arrachement frontal. Les valeurs données par le tableau sont déterminées à partir de résine Palatal A 410. Pour les températures d'utilisation au-dessus de 80 °C, l'emploi de résine Polyester à haute tenue en température ou de résine Epoxy est recommandé.

Le traitement de surface des tubes PVDF permet de substituer à l'entoilage de nature organique une surface d'accrochage de nature minérale, ce qui représente un avantage déterminant pour la qualité de l'accrochage de frettage sur le PVDF; en particulier dans le cas de conditions de service difficiles (température élevée, produit très agressif). Voir également les valeurs de résistance à l'arrachement frontal figurant au tableau ci-dessous.

Les tubes traités en surface selon un procédé breveté (Propriétaire du brevet ATOCHEM, Paris) permettent le frettage sans autre préparation. La résistance au cisaillement de 5 N/mm² exigée par la norme DIN 16964 partie 3 est largement dépassée. Par une extrusion faible en tension et un recuit des tubes SIMONA® PVDF, le frettage n'est pas sollicité par des

tensions supplémentaires (retrait lors de haute température de la tuyauterie en service).

En règle générale, le PVDF peut être utilisé en construction composite jusqu'à une température de 100 °C. Cette limite de température n'est cependant pas valable pour toutes les constructions, mais au contraire déterminée au cas par cas (intervalles de température, géométrie).

Sur les tubes pression et les tubes Liner non traités, l'accrochage est effectué par une application d'une bande de tissu à grosses mailles qui doit être imprégné dans le tube.

Test		Méthode de test		Valeurs indicatives [N/mm ²]			
plaque	tube	plaque	tube	plaque		tube	
résistance à l'arrachement frontal	essai au cisaillement jusqu'à d _s 110 mm épr. annulaire	selon DIN 53397 v = 5 mm/min	selon DIN 16964, partie 3 v = 5 mm/min	23 °C	7,5	23 °C	8,5
				40 °C	6,5	40 °C	7,0
				60 °C	5,4	60 °C	5,5
				80 °C	3,5	80 °C	4,5
				100 °C	2,5	100 °C	3,5
	essai au cisaillement à partir de d _s 125 mm épr. plane			120 °C	2,0		

Conseils

RIKS

ERIKS

ERIKS

Nos collaborateurs du Service
Vente et du Service Application
Technique ont une longue
expérience dans l'utilisation et la
transformation des produits semi-
ouvrés et restent à votre
disposition pour tout
renseignement complémentaire.

RIKS

ERIKS

ERI

RIKS

ERIKS

ERIKS

ERIKS

ERIKS

ERI

RIKS

ERIKS

ERIKS

ERIKS

ERIKS

ERI

RIKS

ERIKS

ERIKS

Dénomination commerciale:

12/1998

**SIMONA® PVDF / PVDF tube / PVDF-CV tube /
SIMONA® PVDF-CL****1. Informations sur le fabricant**

SIMONA AG	téléphone (0 67 52) 14-0
Teichweg 16	fax (0 67 52) 14-211
D-55606 Kirn	

2. Composition / Indications sur les composants

Caractéristiques chimiques: fluorure de polyvinyle
Numéro CAS: pas nécessaire

3. Dangers possibles

inconnus

4. Premiers secours

Indications générales: surveillance médicale n'est pas nécessaire

5. Mesures à prendre en cas d'incendie

En cas d'incendie veuillez utiliser un masque à gaz qui ne dépend pas d'air de circulation.
Les résidus de feu doivent être éliminés d'après les prescriptions locales.

Produits d'extinction: brouillard d'eau, mousse, poudre d'extinction, CO2

6. Mesures à prendre

sans objet

7. Manutention et stockage

Manutention:

1. Le lieu de travail doit être équipé d'une bonne ventilation.
2. Ne pas exposer à une flamme ouverte.
3. Ne pas fumer dans les endroits susceptible de contenir la poussière de PVDF
4. Lors du soudage les températures d'air et d'outils recommandées ne doivent pas être dépassées.

Si ces conditions de sécurité n'ont pas été observées on peut souffrir de fièvre de Teflon.
(Il s'agit d'une fièvre forte présentant les mêmes symptômes que la grippe.)

Il faut faire appel à un médecin.

Stockage: illimité

8. Limite d'exposition

Équipement de protection du personnel non nécessaire

Dénomination commerciale:

12/1998

**SIMONA® PVDF / PVDF tube / PVDF-CV tube /
SIMONA® PVDF-CL****9. Caractéristiques physiques et chimiques**Identité:

forme: produit semi-ouvré
couleur: différent
odeur: sans odeur

Changement d'état:

interv. fusion cristallites: 170 - 172 °C
densité: 1,78 g/cm³

10. Stabilité et réactivité

Décomposition thermique: à partir de 350 °C

Produits de décomposition: au-dessus de 350 °C, décomposition en substances toxiques contenant du fluor. Lors de la combustion il se dégage de l'acide fluorhydrique, du dioxyde de carbone et de l'eau. En cas de combustion incomplète il se forme également du monoxyde de carbone et des composés fluorés de faibles poids moléculaires.

11. Indications sur la toxicité

Après plusieurs années d'utilisation de ce produit aucun effet nuisible sur la santé n'a été observé.

12. Indications sur l'écologie

Aucune dégradation biologique, insoluble dans l'eau, aucun effet négatif sur l'environnement n'a été observé.

13. Indications sur le traitement des déchets

Peut être recyclé ou éliminé avec les ordures ménagères (observer les prescriptions locales).

Code déchet du produit inutilisé: 57 126

Nom du déchet: déchet plastiques de fluorures

14. Indications pour le transport

Produit sans danger selon la régulation du transport

15. Indications à respecter

Marquage selon GefStoffV/EG: aucune obligation de marquage

Classe de danger pour d'eau: classe 0 (autoclasement)

16. Indications diverses

Les indications sont basées sur nos connaissances actuelles. Elles sont destinées à décrire notre produit selon des exigences de sécurité. Elles ne constituent pas une garantie au sens des réglementations de garantie légale.

Dénomination commerciale:

12/1998

SIMONA® PVDF-EL / PVDF-EL-CV**1. Informations sur le fabricant**

SIMONA AG
Teichweg 16
D-55606 Kirn

téléphone (0 67 52) 14-0
fax (0 67 52) 14-211

2. Composition / Indications sur les composants

Caractéristiques chimiques: fluorure de polyvinyle
Numéro CAS: pas nécessaire

3. Dangers possibles

inconnus

4. Premiers secours

Indications générales: surveillance médicale n'est pas nécessaire

5. Mesures à prendre en cas d'incendie

En cas d'incendie veuillez utiliser un masque à gaz qui ne dépend pas d'air de circulation.
Les résidus de feu doivent être éliminés d'après les prescriptions locales.

Produits d'extinction: brouillard d'eau, mousse, poudre d'extinction, CO2

6. Mesures à prendre

sans objet

7. Manutention et stockage

Manutention:

1. Le lieu de travail doit être équipé d'une bonne ventilation.
2. Ne pas exposer à une flamme ouverte.
3. Ne pas fumer dans les endroits susceptible de contenir la poussière de PVDF
4. Lors du soudage les températures d'air et d'outils recommandées ne doivent pas être dépassées.

Si ces conditions de sécurité n'ont pas été observées on peut souffrir de fièvre de Teflon.
(Il s'agit d'une fièvre forte présentant les mêmes symptômes que la grippe.)

Il faut faire appel à un médecin.

Stockage: illimité

8. Limite d'exposition

Équipement de protection du personnel non nécessaire

Dénomination commerciale:

12/1998

SIMONA® PVDF-EL / PVDF-EL-CV**9. Caractéristiques physiques et chimiques**Identité:

forme: produit semi-ouvré
couleur: noir
odeur: sans odeur

Changement d'état:

interv. fusion cristallites: 170 - 172 °C
densité: 1,78 g/cm³
conductibilité: ≤ 10⁶ Ohm

10. Stabilité et réactivité

Décomposition thermique: à partir de 350 °C

Produits de décomposition: au-dessus de 350 °C, décomposition en substances toxiques contenant du fluor. Lors de la combustion il se dégage de l'acide fluorhydrique, du dioxyde de carbone et de l'eau. En cas de combustion incomplète il se forme également du monoxyde de carbone et des composés fluorés de faibles poids moléculaires.

11. Indications sur la toxicité

Après plusieurs années d'utilisation de ce produit aucun effet nuisible sur la santé n'a été observé.

12. Indications sur l'écologie

Aucune dégradation biologique, insoluble dans l'eau, aucun effet négatif sur l'environnement n'a été observé.

13. Indications sur le traitement des déchets

Peut être recyclé ou éliminé avec les ordures ménagères (observer les prescriptions locales).

Code déchet du produit inutilisé: 57 126

Nom du déchet: déchet plastiques de fluorures

14. Indications pour le transport

Produit sans danger selon la régulation du transport

15. Indications à respecter

Marquage selon GefStoffV/EG: aucune obligation de marquage

Classe de danger pour d'eau: classe 0 (autoclassement)

16. Indications diverses

Les indications sont basées sur nos connaissances actuelles. Elles sont destinées à décrire notre produit selon des exigences de sécurité. Elles ne constituent pas une garantie au sens des régulations de garantie légale.