

**VOLTALEF®**

**PCTFE**

## **BROCHURE TECHNIQUE**



4/8, cours MICHELET - 92800 Puteaux (France) - Tel. (33) 01 49 00 80 80 - Téléfax (33) 01 49 00 81 54

[www.arkemagroup.com](http://www.arkemagroup.com) - [www.voltalef.com](http://www.voltalef.com)

**Index**

	numéro de page
1. Présentation	3
2. Grades commerciaux	4
3. Propriétés mécaniques	5
4. Propriétés thermiques	7
5. Propriétés électriques	8
6. Propriétés applicatives	10
7. Propriétés spectroscopiques	11
8. Propriétés chimiques	12
9. Propriétés limites thermiques et <b>sécurité</b>	19
10. Transformation et usinage	20
11. Applications importantes	22

Les éléments contenus dans ce document résultent de nos Centres de Recherche complétés par une documentation sélectionnée. Ils ne sauraient toutefois constituer de notre part, ni une garantie, ni un engagement formel. Seules les spécifications précisent les limites de notre engagement. La manipulation des produits, leur mise en œuvre et leurs applications restent soumises à la réglementation résultant en vigueur dans chaque pays et ne peuvent mettre en cause la responsabilité de notre Société.

Les polymères de chlorotrifluoroéthylène PCTFE sont parmi les plus anciens polymères fluorés produits industriellement. Pour sa part, ARKEMA commercialise le VOLTALEF® PCTFE depuis plus de quarante ans.

De par leur propriétés originales :

- tenue aux très basses températures,
- insensibilité à l'oxygène,

les VOLTALEF® PCTFE demeurent des matériaux irremplaçables pour certaines applications spécifiques qui sont décrites dans cette notice.

Il existe deux familles de VOLTALEF® :

1. Polymères sous forme de poudre et de granulés pour injection, compression ou extrusion
2. Télomères – sous forme d'huiles et de graisses

La présente notice décrit les propriétés et les applications du polymère.

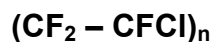
➤ **Les propriétés phares du VOLTALEF® PCTFE :**

- plage d'utilisation en température très large, y compris aux basses températures extrêmes : de  $-255^{\circ}\text{C}$  à  $+150^{\circ}\text{C}$  en continu avec des pointes admissibles à  $+200^{\circ}\text{C}$ ,
- résistance mécanique élevée : notamment en compression avec un très faible fluage,
- ininflammabilité, même en présence de fortes concentrations en oxygène (indice limite d'oxygène 100%),
- remarquable inertie chimique à l'ensemble des réactifs minéraux et à la plupart des réactifs organiques,
- excellente résistance au rayonnement ultra-violet et aux rayons X,
- insensibilité à l'eau et à l'humidité,
- très bonne imperméabilité aux liquides et aux gaz même à très basse température,
- thermoplasticité permettant une mise en œuvre par méthodes classiques de transformation, comme injection, extrusion, compression
- transparence en épaisseur pouvant atteindre 4 mm à l'état amorphe en fonction des conditions de mise en œuvre

# VOLTALEF®

## Grades commerciaux

Les VOLTALEF® séries 300 et 302 répondent à la formule chimique suivante :



Ils correspondent au type I, grade 3 de la norme ASTM D 1430-95 :  
Homopolymère avec ZST à 250°C entre 300 et 450.

<b>Grades Désignation</b>	<b>Présentation</b>	<b>Densité apparente</b>	<b>Utilisations</b>	<b>Conditionnement unitaire</b>
VOLTALEF® 300 HD	poudre 500 à 600 microns	0,4 – 0,5	moulage par compression, très bonne coulabilité	fûts cartons doublés de sac PE contenant 2 × 25 kg
VOLTALEF® 302	poudre dense 700 microns	1,0	tous modes de mise en œuvre, notamment moulage par compression	fûts cartons doublés de sac PE contenant 2 x 25 kg



# VOLTALEF®

## Propriétés mécaniques

	<b>VOLTALEF® PCTFE</b>	Unité	méthode d'essai
Densité	2,11 - 2,16		ASTM D1050-68
Contrainte au seuil (23°C)	34 – 50	MPa	ASTM D638
Contrainte à la rupture (23°C)	32 – 40	MPa	
Contrainte au seuil (120°C)	3 – 6	MPa	
Contrainte à la rupture (120°C)	13 - 16	MPa	
Allongement à la rupture (23°C)	100-250	%	
Module d'élasticité en traction (23°C)	1400	MPa	
Module d'élasticité en flexion	1400	MPa	
Module d'élasticité en compression	1400	MPa	ASTM D790-80 ASTM D695-80
Résistance à la compression (23°C)			
0,2% off set	40 – 45	MPa	ISO 604
1% déformation	11 - 14	MPa	
Module de rigidité en flexion			
- 183°C	5600	MPa	ASTM D747-70
- 100°C	3500	MPa	
0°C	1800	MPa	
+ 100°C	160	MPa	
+ 200°C	32	MPa	
Résistance au choc IZOD entaillé (23°C)	80	J/m	ASTM D526-81 ASTM D676 DIN 53456 sur acier poli
Dureté Shore	75 – 80	échelle D	
Dureté DIN H 358 (30 sec)	80	MPa	
Coefficient de frottement	0,26 – 0,45		
Déformation sous charge 7 MPa 24 h			
+ 25°C	1,0	%	ASTM D621
+ 70°C	2,5	%	
+ 125°C	12	%	

### Etat cristallin – état amorphe

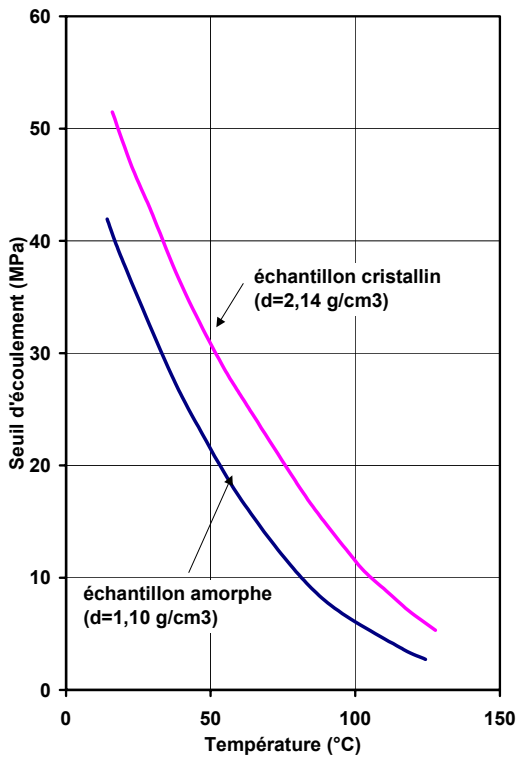
Le VOLTALEF® est un polymère sémi-cristallin dont le type et le degré de cristallinité dépendent de sa masse moléculaire et de son histoire thermique.

En pratique il est impossible d'obtenir après transformation un PCTFE 100 % amorphe ou 100 % cristallin. Il est d'usage de désigner par *amorphe*, un PCTFE obtenu en trempant à l'eau une pièce chauffée au-delà de son point de fusion (+ 214°C) et par *cristallin*, un polymère obtenu par un refroidissement lent. En fait, le taux de cristallinité varie d'environ 30 % pour les pièces trempées amorphes, à 70 % pour les pièces cristallines.

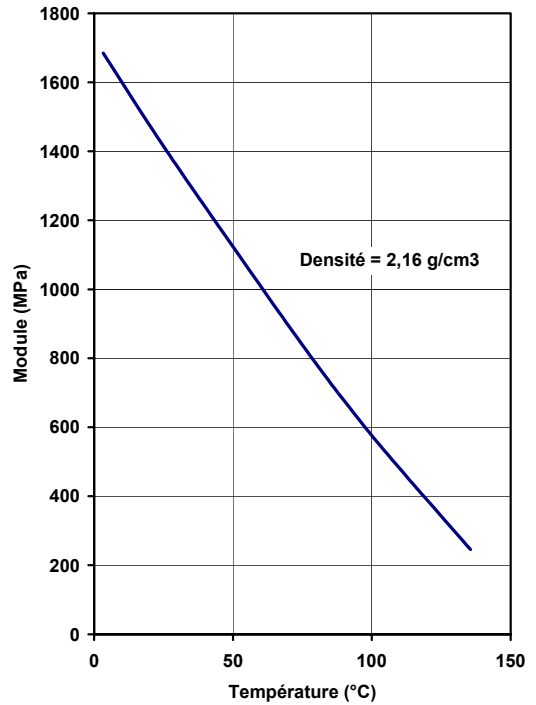
La cristallinité d'une pièce peut également être augmentée par un recuit à une température comprise entre 160 et 200°C.

Les pièces amorphes caractérisées par leur transparence, ont une plus faible masse spécifique. Les pièces cristallines sont opaques et présentent des caractéristiques mécaniques plus élevées ainsi qu'un meilleur comportement au fluage.

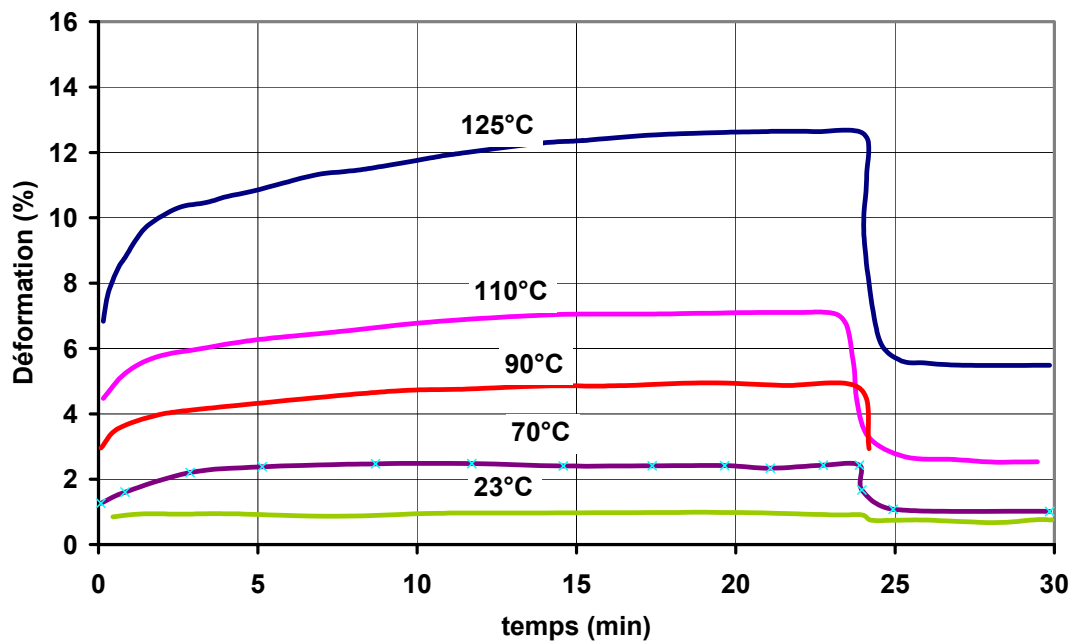
Résistance au seuil d'écoulement à 23°C



Module de compression



Fluage en compression à 7MPa



## Propriétés thermiques

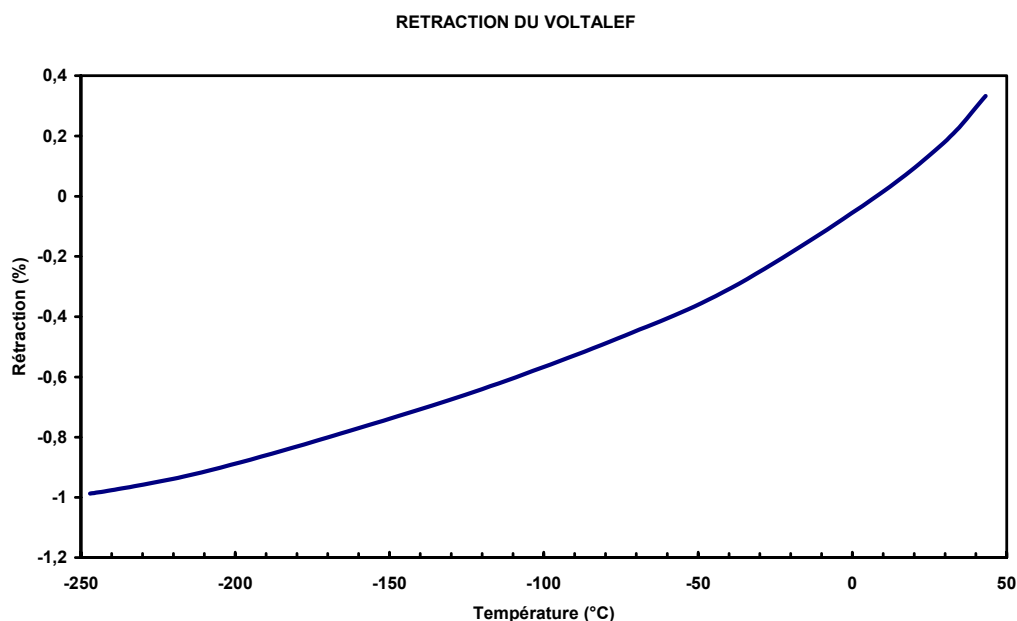
	<b>VOLTALEF® PCTFE</b>	Unité	méthode d'essai
Conductivité thermique	0,135	W / mK	F 433
Chaleur spécifique	900	J / kg.K	
Coefficient de dilatation linéaire entre - 80 et + 70°C	$5,5 \times 10^{-5}$	K <sup>-1</sup>	ASTM D638
entre + 70 et + 150°C	$25 \times 10^{-5}$	K <sup>-1</sup>	ASTM D686-79
Résistance à la chaleur en service continu	150	°C	
en pointe	200	°C	
Indice d'oxygène	100	%	
Inflammabilité	inflammable		

### Plage d'utilisation en température

La plage d'utilisation des VOLTALEF® séries 300 et 302 est très large. Elle commence en-dessous de la température d'ébullition de l'hydrogène liquide (-255°C), pour atteindre + 150°C en service continu, avec des pointes admissibles de + 200°C.

De ce fait le VOLTALEF® PCTFE peut être considéré comme le plastique cryogénique par excellence. En dehors de sa stabilité chimique remarquable qui permet notamment son emploi en présence d'oxygène liquide, le VOLTALEF® conserve aux basses températures la plupart de ses propriétés.

Le VOLTALEF® présente une rétraction très faible aux basses températures comme le montre la courbe ci-après :



# VOLTALEF®

## Propriétés électriques

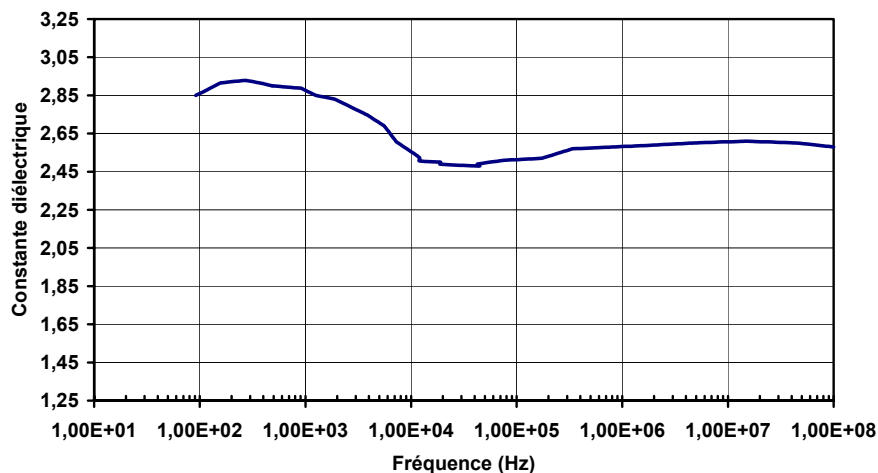
Le VOLTALEF® est spécialement adapté pour l'isolement électrique dans des conditions difficiles : climats tropicaux, atmosphères marines. Ses propriétés électriques tel qu'une constante diélectrique faible extrêmement stable en fonction de la température ou de la fréquence ne sont pas affectées en raison de sa reprise d'humidité quasiment nulle. De plus, le VOLTALEF® n'est pas mouillé par l'eau. Ces qualités permettent de diminuer les dimensions des pièces isolantes.

La résistance à l'arc mesurée suivant la norme ASTM D 495-73 est supérieure à 360 secondes, sans carbonisation dans la zone des électrodes. L'effet Corona et les étincelles de contournement sont réduites au minimum, l'absorption d'humidité étant inexistante.

Ces avantages sont complétés par la remarquable stabilité dimensionnelle des pièces en VOLTALEF®.

	<b>VOLTALEF® PCTFE</b>	Unité	méthode d'essai
Résistivité	$1,2 \times 10^{18}$	Ohm / cm	ASTM D257-78
Résistance à l'arc	360	secondes	ASTM D495-73
Rigidité électrique			ASTM D149-75
mise en tension continue : éprouvette 1,6 mm	21	kV / mm	
mise en tension par paliers : éprouvette 3,2 mm	15	kV / mm	
0,76 mm	48	kV / mm	
0,13 mm	200	kV / mm	
Constante diélectrique de $10^2$ à $10^8$ Hertz	2,4 – 3,0		ASTM D150

CONSTANTE DIELECTRIQUE en fonction de la fréquence à 25°C

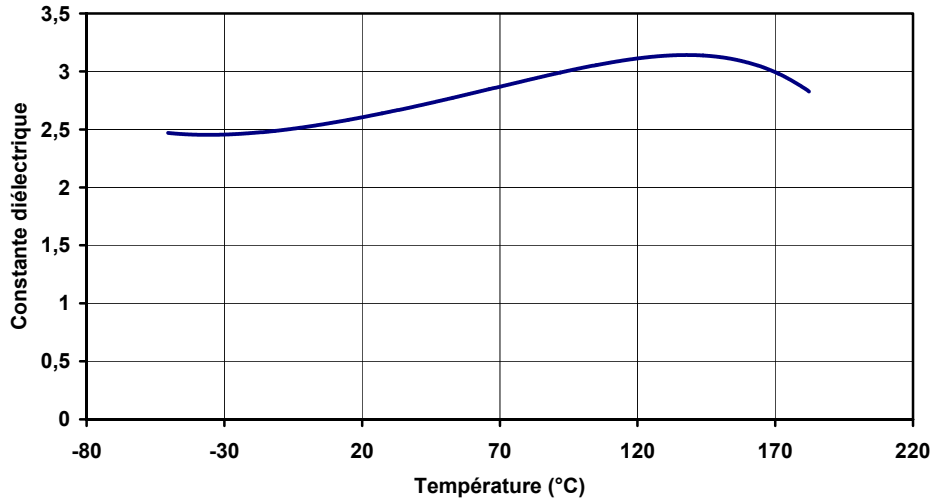




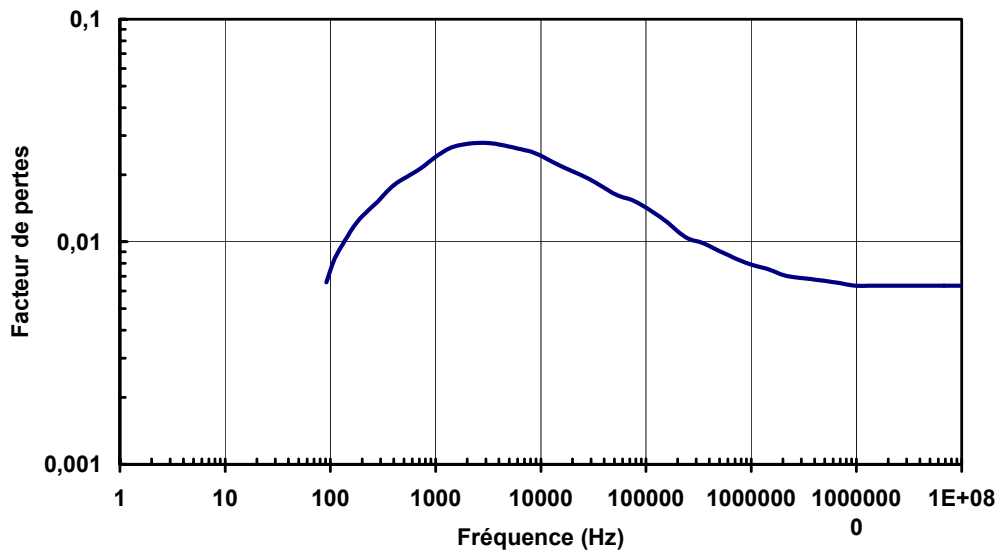
# VOLTALEF®

## Propriétés électriques

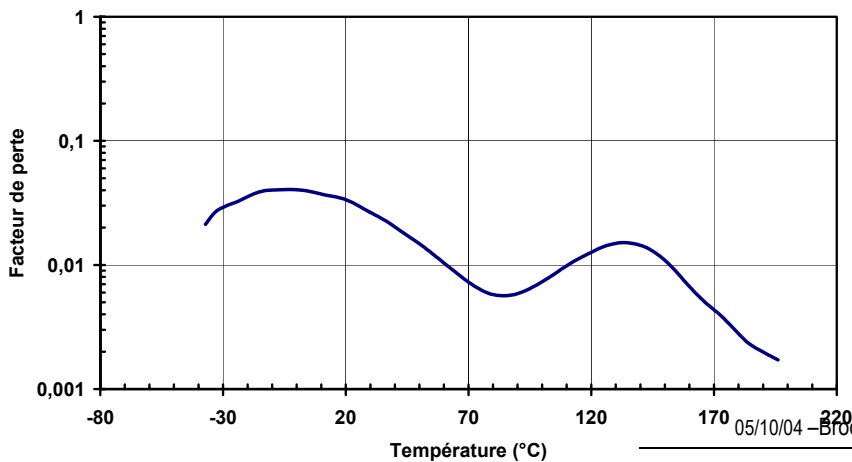
CONSTANTE DIELECTRIQUE = Fonction de la température à 60Hz



FACTEUR DE PERTES en fonction de la fréquence à 25°C



FACTEUR DE PERTES en fonction de la température à 60Hz



### Insensibilité à l'eau et à l'humidité

La non-mouillabilité et l'absorption d'eau quasiment nulle du VOLTALEF® sont deux propriétés remarquables. Au contact de l'eau ou par forte humidité, la stabilité dimensionnelle du polymère n'est pas affectée et les propriétés électriques ne changent pas.

### Perméabilité

Le VOLTALEF® est un matériau barrière par excellence. Vis-à-vis de l'air, de l'eau, de la vapeur d'eau et de nombreux fluides, la perméabilité du VOLTALEF® est parmi les plus faibles comparée à celle d'autres polymères, comme le montre le tableau ci-dessus.

Température en °C	N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> O vapeur
0	-	0,07	0,35	3,20	-	-
25	0,05	0,40	1,40	9,80	-	1
50	0,30	1,40	2,40	24,00	0,35	10
75	0,91	5,70	15,00	-	2,00	28
100	-	-	-	-	-	100

unité de la perméabilité  $10^{10} \text{ cm}^2 / \text{cm}^3/\text{mm}/\text{s}/\text{cmHg}$

### Comportement aux radiations

La structure chimique du VOLTALEF® lui confère un excellent comportement aux intempéries et aux rayonnements ultra-violet.

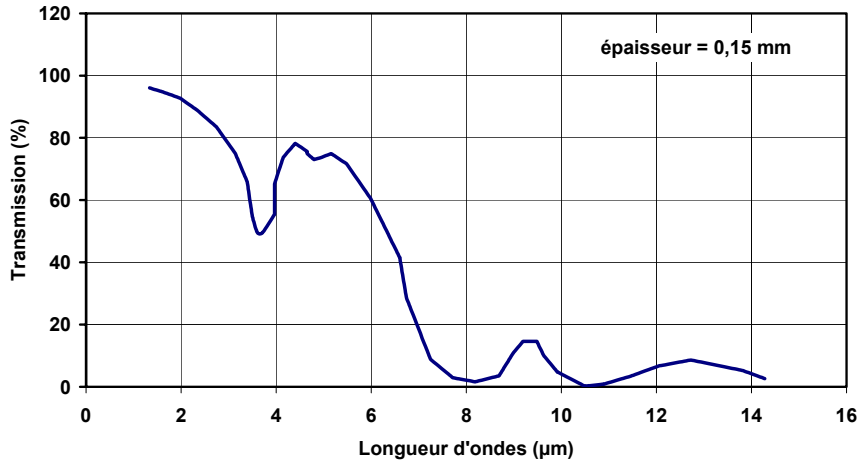
Sous l'action d'un intense rayonnement ultra-violet, combiné ou non avec des rayons X durs sous vide poussé, les propriétés mécaniques et électriques de VOLTALEF® sont conservées.

Certaines propriétés du VOLTALEF® peuvent malgré tout, être affectées, si les pièces sont soumises à des radiations ionisantes. Par exemple, on constate une diminution de 50 % de la résistance à la traction après une irradiation à 50 mégarads.

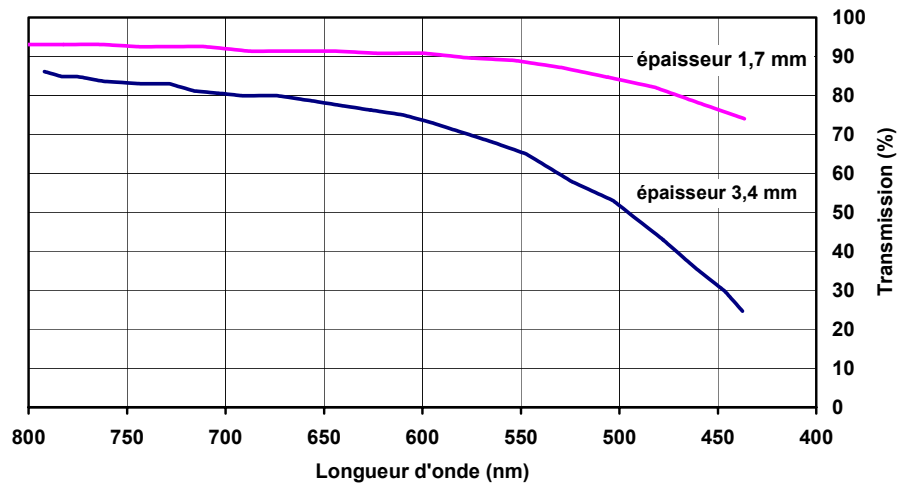
# VOLTALEF®

## Propriétés spectroscopiques

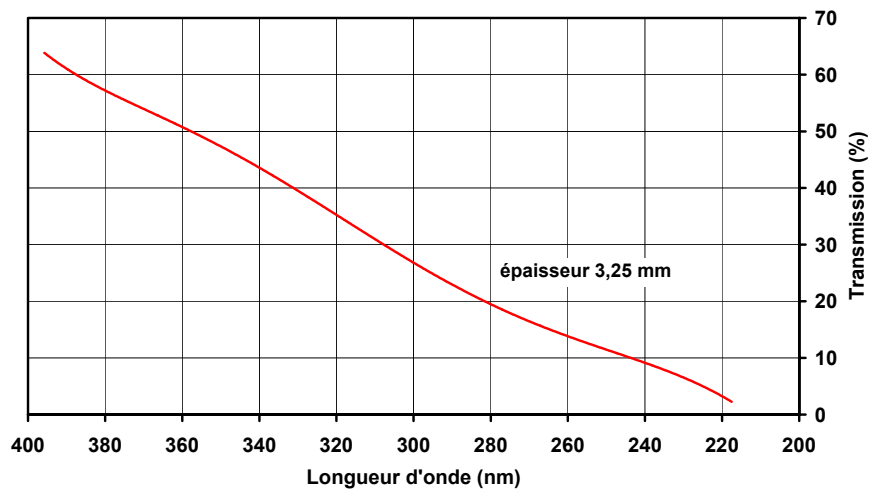
SPECTRE INFRA ROUGE



SPECTRE LUMIERE VISIBLE



SPECTRE UV



# VOLTALEF®

## Propriétés chimiques

Le VOLTALEF® présente un ensemble de propriétés chimiques exceptionnelles liées à sa grande stabilité chimique. Le tableau ci-dessus donne une évaluation de la résistance du VOLTALEF® soumis à l'action de différents réactifs selon la norme ISO 4433, le gonflement étant le mode principal d'affectation des propriétés. Les évaluations sont établies sur des éprouvettes de VOLTALEF® 300 "amorphe", ce qui correspond au cas le plus défavorable, la phase cristalline étant sensiblement plus résistante.

Réactifs	Résistance chimique						
	25°C	50°C	70°C	90°C	100°C	135°C	175°C
Eau (ASTM D 570-42)	+	+	+	+	+	+	+
<b>Acides minéraux et dérivés</b>							
Acide chlorhydrique 30%	+	+	+	+	+	+	+
Acide chlorhydrique 37%	+	+	+	+	+	+	+
Acide chromique	+	+	+	+	+	+	+
Acide nitrique 30%	+	+	+	+	+	+	+
Acide nitrique 53%	+	+	+	+	+	+	+
Acide nitrique 96%	+	+	+	+	+	+	+
Acide nitrique fumant 99,8%	+	+	+	+	+	+	+
Acide fluorhydrique anhydre	+	+	+	+	+	+	+
Acide fluorhydrique 50%	+	+	+	+	+	+	+
Acide fluosilicique	+	+	+	+	+	+	+
Eau régale	+	+	+	+	+	+	+
Oleum 20% SO <sub>3</sub>	+	+	+	+	+	+	+
Oleum 65% SO <sub>3</sub>	+	+	+	+	+	+	+
Acide perchlorique	+	+	+	+	+	+	+
Acide sulfurique 96%	+	+	+	+	+	+	+
Acide sulfurique 50%	+	+	+	+	+	+	+
Acide sulfurique 30%	+	+	+	+	+	+	+
Chlorure de sulfuryle	0	0	-				
Chlorhydrine sulfurique	+	+	+	+	+	+	+
Anhydride sulfureux anhydre	+	+	+	+	+	+	+
Chlorure de thionyle	+	+	+	+	+	+	+
Acide sulfurique (sol.saturée)	+	+	+	+	+	+	+
Acide bromhydrique 48%	+	+	+	+	+	+	+
Acide arsénieux 30%	+	+	+	+	+	+	+
Acide phosphorique 100%	+	+	+	+	+	+	+
Acide phosphorique 85%	+	+	+	+	+	+	+
Acide phosphorique 30%	+	+	+	+	+	+	+

Réactifs	Résistance chimique						
	25°C	50°C	70°C	90°C	100°C	135°C	175°C
<b>Alcools glycols phénols</b>							
Méthanol	+	+					
Ethanol	+	+	+	+	+		
Isopropanol	+		+	+			
Alcool n butanol	+	+	+	+			
Ethylène glycol	+	+	+	+	+	+	+
Alcool furfurylique	+						
Glycérol	+	+	+	+	+	+	+
Alcool isoamylique	+	+	+	+	+	+	
Alcool benzylique	+	+	+	+	+	+	+
Monochlorhydrine du glycol	+	+	+	+	0		
Crésol	+						
Phénol	+	+	+				
Phénol 5% dans l'eau	+	+	+	+	+	+	+
<b>Acides organiques</b>							
Formique 100%	+	+	+	+	+		
Formique 37%	+	+	+	+	+	+	+
Acétique 100%	+	+	+	+	+	+	0
Acétique 50%	+	+	+	+	+	+	+
Gallique (sol.saturée)	+	+	+	+	+	+	+
Benzoïque	+	+	+	+			
Trichloracétique	+	+	+	+	+	+	+
Salicylique (sol.saturée)	+	+	+	+	+	+	+
Pyrogallique (sol.saturée)	+	+	+	+	+	+	+
Oléique	+	+	+	+	+	+	+
Oxalique (sol.10%)	+	+	+	+	+	+	+
<b>Anhydride et chlorures d'acides</b>							
Anhydride acétique	+	+	+	+	0	-	
Chlorure d'acétyle	+						
Chlorure de benzoyle	+						
Chlorure de lauroyle	+	+	+	+			
Chlorure de trichloracétyle	+	0	-				
<b>Acides sulfoniques</b>							
Benzène sulfonique	+	+	+	+	+		
Phénol sulfonique	+	+	+	+	+		

Réactifs	Résistance chimique						
	25°C	50°C	70°C	90°C	100°C	135°C	175°C
<b>Esters</b>							
Acétate de méthyle	+	0					
Formiate de méthyle	+						
Propionate de méthyle	+						
Formiate d'éthyle	+						
Acétate d'éthyle	+	+	0				
Propionate d'éthyle	+						
N butyrate d'éthyle	+						
Laurate d'éthyle	+	+	+	+	+		
Myristate d'éthyle	+	+	+	+	+		
Oléate d'éthyle	+	+	+	+	+		
Ricinoléate d'éthyle	+	+	+	+	+		
Acrylate d'éthyle	+	+					
Formiate de n propyle	+						
Acétate de n propyle	+						
Propionate de n propyle	+						
Myristate d'isopropyle	+	+	+	+	+		
Oléate d'isopropyle	+	+	+	+	+		
Palmitate d'isopropyle	+	+	+	+	+		
Acétate de butyle	+	+	0	0	0		
Sébacate de butyle	+						
Acétate d'amyle	+	+	+				
Phtalate de dibutyle	+	+	+	+	+		
Sébacate de dibutyle	+	+	+	+	+		
Oléate de glycérol	+	+	+	+	+		
Estervitamine F	+						
Acétate d'éthylglycol	+						
Acétate de vinyle	+	+	+	0			
Phosphate de tricrésyle	+	+	+	+	+	+	

Réactifs	Résistance chimique						
	25°C	50°C	70°C	90°C	100°C	135°C	175°C
<b>Bases minérales</b>							
Ammoniac	+	+	0	-	-		
Ammoniaque 28%	+	+	+	+	+	+	0
Soude 30%	+	+	+	+	+	+	0
Potasse 10%	+	+	+	+	+		
Potasse 41%	+	+					
<b>Sels minéraux anhydres</b>							
Tétrachlorure de titane	+	+	+	0			
Pentachlorure d'ammimoine	+						
<b>Eléments</b>							
Ozone 5% dans l'oxygène	+	+	+	+	+	+	
Brome	+						
Chlore anhydre liquide	-						
Chlore anhydre gazeux	+	+	+	+	+		
Mercure	+	+	+	+	+		
Soufre	+	+	+	+	+	+	
Fluor gazeux	+	+	+	+			
<b>Agents oxydants</b>							
Eau oxygénée : 100 vol	+	+	+	+	+		
Bichromate de potassium	+	+	+	+	+	+	+
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-						
<b>Sels minéraux en solution</b>							
Aluminium chlorure (sat.25°C)	+	+	+	+	+	+	+
Aluminium sulfate 5%	+	0					
Ammonium chlorure (sat.25°C)	+	+	+	+	+	+	+
Ammonium sulfate (sat.25°C)	+	+	+	+	+	+	+
Calcium chlorure (sat.)	+	+	+	+	+	0	-
Cuivreux chlorure (sat.)	+	+	+	+	+	+	+
Cuivrique sulfate (sat.)	+	+	+	+	+	+	+
Etain chlorure	+	+	+	+	+	+	+
Ferreux chlorure(sat.)	+	+	+	+	+	+	+
Ferreux sulfate(sat.)	+	+	+	+	+	+	+
Ferrique chlorure(sat.)	+	+	+	+	+	+	+
Mercureux chlorure (sat.25°C)	+	+	+	+	0	-	-
Nickel et ammonium sulfate	+	+	+	+	+	+	+
Potassium bichromate	+	+	+	+	+	+	+
Sodium bisulfate 30%	+	+	+	+	+	+	+
Sodium borate(sat.25°C)	+	+	+	+	+	+	
Sodium carbonate 2%	+						
Sodium chlorure 10%	+	+	+	+	+	+	+
Sodium phosphate (sat.)	+	+	+	+	+	+	+
Zinc sulfate (sat.)	+	+	+	+	+	+	+

Réactifs	Résistance chimique						
	25°C	50°C	70°C	90°C	100°C	135°C	175°C
<b>Hydrocarbures</b>							
Hexane n	+	+	0	-			
Heptane n	+	+	+	0			
Huile minérale	+						
Cyclohexane	+	+	+	+	0		
Benzène	+	+	0	0	0	-	
Toluène	+	0	0	0	0		
Xylène	+	0	0	0	0	-	
Solvant naphta	+						
Kérosène	+	+	+	+	+		
Dicyclopentadiène	+						
Tetrahydronaphtalène	+	+	+	+	0		
<b>Dérivés halogénés</b>							
Chloroforme	+	0					
Chlorure de méthylène	+	0					
Tétrachlorure de carbone	+	-	-	-	-	-	
Forane 11	-						
Forane 12	0						
Forane 22	0						
Dichloréthane	+	+	+	0	-		
Bromoforme	+	+	+	+	+	0	
Tétrabromoéthane (sym.)	+	+	+	+	+		
Tétrachloéthane (sym.)	+	+	+	0	-		
Tétrachloréthylène	+	-	-	-	-	-	
Trichloro 1.1.2 éthane	+						
Trichloroéthylène	-	-	-	-	-		
Forane 122	0	-	-	-	-		
Forane 113	0	-	-	-	-		
Chlorure d'éthylène	+	-	-				
Méthylchloroforme	+						
Pentachloréthane	+						
Chlorure de propylène	+						
Chlorure d'allyle	+						
Chloro2propane	+						
Dichloro 1.2 butane	+						
Trichloro 1.2.3 propane	+						
Chlorure de benzyle	+	+	+	+	+		
Chlorobenzène	+	0	0	-	-		
Chlorotoluène (o et p)	+						
Bromobenzène	+	+	+				
Dichloro1.2hexafluorocyclobutane	+						
Dichlorotoluènes (2.4)	+						
(3.4)	+						
dichlorotrifluorométhylbenzène	+	0	-	-	-		
O-dichlorobenzène	+	0	0	-	-		



Réactifs	Résistance chimique						
	25°C	50°C	70°C	90°C	100°C	135°C	175°C
<b>Aldéhydes et cétones</b>							
Formol 30%	+	+	+	+	+		
Formol anhydre	0						
Chloral (hydrate de)	+	+	+	+	+		
Benzaldéhyde	+	+					
Acétone	+	+	0				
Méthyléthylcétone	+						
Méthylisobutylcétone	+	+	0	-	-		
Diisobutylcétone	+	+	+	+			
Cyclohexanone	+						
Acétophénone	+						
<b>Ethers oxydes</b>							
Oxyde de méthyle	-						
Oxyde d'éthyle	-	-					
Oxyde d'isopropyle	+	+	0				
Oxyde de n propyle	+						
Oxyde de n butyle	+						
Furane	-						
Tétrahydrofurane	-	-					
Dioxane	+	+	+	+	-		
Ether dichloréthylique	+						
Ether diéthylique de l'éthylène glycol	+						
<b>Dérivés nitrés et soufrés</b>							
Sulfure de carbone	+						
Nitrométhane	+						
Nitrobenzène	+						
Chloro 1 nitro 1 propane	+	+	+	+	+	+	
Nitrate d'isopropyle	+						
Diméthylsulfoxyde	0						
<b>Amines</b>							
Diéthylamine	+						
Triéthylamine 25%	+						
Triéthylamine	+						
Perfluorotriéthylamine	+						
Diéthylène triamine	+	+	+	+	+		
Aniline	+						
Xylidine	+	+	+	+	+		
Ethylène diamine	+	+	+	+	+		
Triéthalonamine							

Réactifs	Résistance chimique						
	25°C	50°C	70°C	90°C	100°C	135°C	175°C
<b>Divers</b>							
Diméthylacétamide	+	+	+	+	+	0	
Diméthylformamide	+	+	+	+	+	0	
Acétonitrile	+	+	+	+	+		
Diméthylhydrazine	+						
Pipérazine	+	+					
Pyridine	+	+	+	0	-		
Pipéridine	+						
Benzonitrile	+						
N méthyl pyrolidone	+	+	+	+	+		
<b>Produits industriels</b>							
Huile Voltalef 1S	+	0	-	-	-		
Huile Voltalef 3S	+	+	0	-	-		
Huile Voltalef 10S	+	+	+	+	0		
Fluide silicone DC 200	+	+					
Skydrol 500	+	+	+	+	+	+	+
Solvant naphta	+						
Essence (60-95)	+	+	+	+	+		

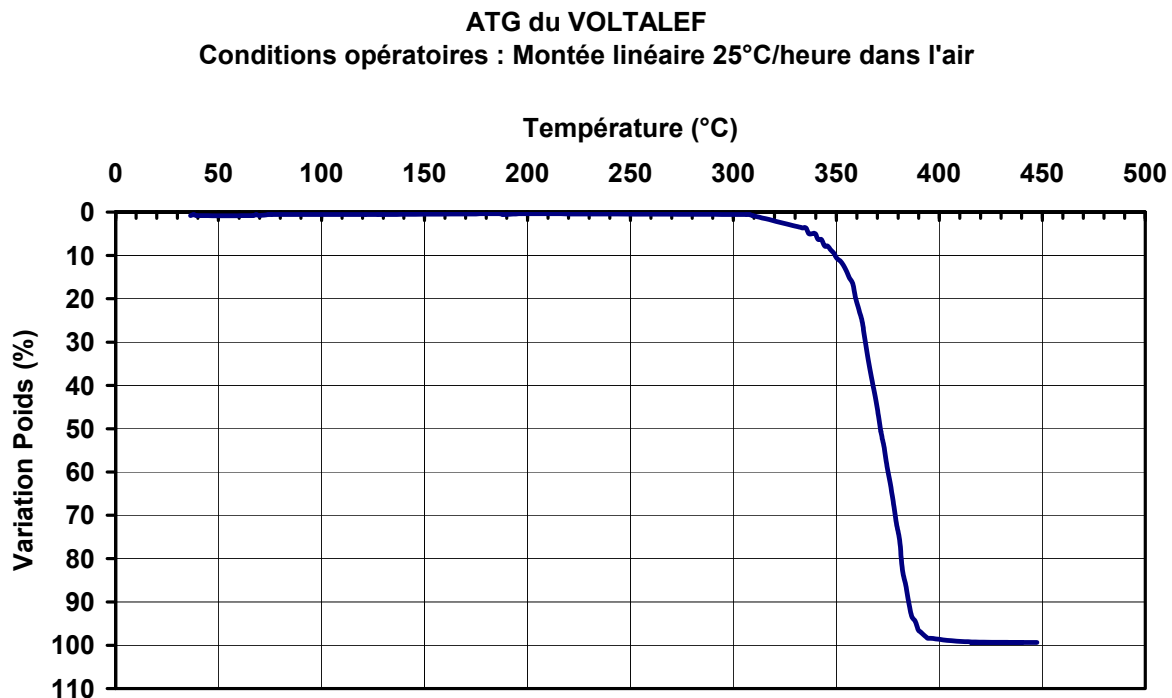
### Décomposition sous l'action de la chaleur

Lorsque le Voltalef® est soumis à des températures trop élevées (supérieures à +300°C), une dégradation progressive peut se produire. Cette décomposition commence vers +310°C (voir la figure).

A l'extrême, cette décomposition entraîne la formation de produits gazeux. En présence de l'oxygène et de l'humidité atmosphérique, il se forme simultanément des composés acides. C'est pourquoi, dans les procédés de mise en œuvre qui impliquent des températures très élevées (comme l'extrusion et l'injection) il faut :

- avoir une bonne ventilation pour éliminer les composés gazeux susceptibles de se former ;
- utiliser pour les machines de mise en œuvre des matériaux de construction nobles comme le Hastelloy, Xalloy, Chrome pour éviter les phénomènes de corrosion.

Remarque : le cuivre et ses alliages accélèrent par action catalytique la décomposition du Voltalef® ; ils seront donc à proscrire.



### Propriétés physiologiques et précautions sanitaires

Lors de la mise en œuvre du VOLTALEF® une surchauffe prolongée au-delà de 300°C peut provoquer une décomposition. Il se forme alors des composés acides qui peuvent s'avérer toxiques. Il importe donc, surtout dans le cas d'un travail continu, que ces vapeurs soient évacuées hors de l'atelier par une bonne ventilation adéquate. Le mode de ventilation le plus efficace consiste à disposer des bouches d'aspiration aux points les plus chauds des machines : par exemple tête des extrudeuses ou buses des presses à injection.

### ***1/ Moulage par compression***

Cette technique présente l'avantage de conduire à des pièces moulées qui présentent le maximum de caractéristiques mécaniques à partir de poudre Voltalef®. En effet cette méthode de travail ne surchauffe pas la matière et ne provoque pas d'orientation préférentielle. Elle peut être mise en œuvre avec un matériel relativement peu coûteux. En revanche, sa productivité est relativement faible. Elle s'appliquera donc à la réalisation de pièces de petite ou moyenne série et pour la production de pièces massives.



### ***2/ Extrusion***

L'extrusion du Voltalef® 302 permet d'obtenir des tubes ou des profilés de différentes formes. Cette méthode de mise en œuvre nécessitant des températures élevées, il est nécessaire de contrôler la qualité du polymère extrudé par des mesures de ZST.



### ***3/ Moulage par injection***

Le moulage par injection exige un matériel bien adapté à ce type de mise en œuvre associé à un contrôle poussé de la qualité des pièces obtenues. En effet, le moulage par injection implique le maintien du polymère à une température élevée qui risque de provoquer des dégradations que seule la mesure de la ZST est capable de mettre rapidement en évidence.

Le principe fondamental à appliquer pour ne pas détériorer le Voltalef® par surchauffe sera de travailler avec une machine capable de fournir les hautes pressions nécessaires à l'injection d'un polymère le moins chaud possible donc très visqueux.



### ***4/ Usinage des semi-produits moulés***

Les polymères Voltalef®, grâce à leur thermoplasticité, peuvent être moulés directement sous la forme finale désirée. Cependant dans de nombreux cas (petites séries, prototypes) il est nécessaire de réaliser des pièces ou des ensembles en Voltalef® en mettant à profit différentes techniques d'usinage à partir des produits semi-ouvrés couramment vendus par les transformateurs :

### **Usinage mécanique**

Toutes les opérations couramment pratiquées sur les métaux peuvent s'appliquer au Voltalef® : sciage, tournage, perçage, fraisage, taraudage et autres. Les angles de coupe conseillés sont ceux que l'on utilise pour le laiton. Les vitesses de coupe peuvent être élevées.



### **Déformation thermique**

A partir de feuilles et de tubes en VOLTALEF® on peut facilement réaliser des pièces embouties à chaud, des coudes, des bassins, etc. La température de formage est de +240°C.

### **Soudage**

Il est possible sous certaines conditions. Par polyfusion les pièces à souder sont appliquées 5 minutes sous une pression de 0,6 bar contre le miroir chauffé à 280°C puis refroidies 5 minutes sous 2 bars. Le soudage par air chaud est possible mais demande de nombreux tours de mains, chaque cas devenant ainsi un cas d'espèce.

- ***Cryogénie et autres applications grand froid***

Le Voltalef® est un thermoplastique qui convient parfaitement pour toutes pièces dans le traitement des gaz liquides, en particulier air et oxygène : joints, corps de pompes, pièces de robinetterie, sièges et clapets de vannes, garnitures d'étanchéité.

Par extension, il peut être utilisé dans toute installation travaillant dans les zones de grand froid. Il est notamment recommandé pour la réalisation de joints sur gazoducs en climat sibérien.



- ***Génie chimique***

Outre sa résistance aux grands froids et aux rayonnements, le Voltalef® se caractérise par une bonne résistance à la plupart des réactifs minéraux, y compris les plus agressifs comme acide nitrique fumant, acide fluorhydrique.

Par ailleurs, le Voltalef® présente une excellente résistance à la compression, un faible taux de fluage. Il est donc particulièrement recommandé pour la réalisation de pièces en génie chimique,

devant offrir une grande sécurité, sous des pressions élevées.



- ***Militaire***

L'insensibilité à l'oxygène et à l'humidité, la plage de température d'utilisation, font du Voltalef® un matériau de choix pour des joints, connecteurs, des isolants d'antennes utilisés dans les engins amphibis, les chars, les équipements sous-marins.

- ***Electricité***

Les bonnes propriétés électriques du Voltalef® conjuguées avec sa reprise d'humidité nulle et son insensibilité au vieillissement permettent la réalisation de composants électriques ou électroniques miniaturisés d'une grande fiabilité dans les ambiances marines, tropicales ou corrosives.

De plus, la bonne tenue thermique permet un travail intensif au fer à souder sans risque de déformation des supports de connexion qu'il permet de réaliser.

Les principales applications dans ce domaine sont des barrettes, des broches, des fiches coaxiales, des supports d'antenne, des connecteurs.

- ***Aérospatiale, aviation***

Une mention particulière doit être faite pour ces applications qui nécessitent toujours des matériaux aux performances élevées.

En effet le Voltalef® avec sa bonne tenue mécanique et électrique après exposition aux rayons UV et aux rayons X, son excellente tenue thermique et son très faible dégazage sous vide apportent en général des solutions originales à des problèmes difficiles.

De plus le Voltalef® résiste à tous les agents utilisés pour la propulsion, que ce soit des gaz liquéfiés (oxygène et hydrogène liquides) ou des composés tels que l'acide nitrique, l'hydrazine ou le kérosène. Selon le document de la NASA MSFC 106A le PCTFE est un produit pouvant être utilisé en contact avec l'oxygène liquide.



- ***Médical***

La transparence aux UV, IR proche et rayons X, l'insensibilité et l'imperméabilité à l'oxygène, permettent d'utiliser le Voltalef® pour la protection de produits médicaux ou pharmaceutiques sensibles à l'oxygène, ou devant être stérilisés dans l'emballage : pièces diverses dans les appareils de diagnostic, d'analyse de sang par exemple.



# **VOLTALEF®**

## **PCTFE**

➤ En cas de question de disponibilité de produit veuillez contacter :

### **ARKEMA**

Technical Polymers Division  
4/8 cours Michelet  
92800 Puteaux, France  
Tel. +33 149008080 Fax. +33 149008044

### **ARKEMA Inc**

Technical Polymers  
2000 Market Street  
PHILADELPHIA  
PA 19103 – 3222  
U.S.A.  
Tel. : +1 2154197400 Fax. : +1 2154197497

### **ARKEMA S.E.A. Ltd.**

Technical Polymers  
53, Tuas Crescent  
SINGAPOUR  
638732  
Tel. : + 65 8690268 Fax. : +65 8690341

Les éléments contenus dans ce document résultent de nos Centres de Recherche complétés par une documentation sélectionnée. Ils ne sauraient toutefois constituer de notre part, ni une garantie, ni un engagement formel. Seules les spécifications précisent les limites de notre engagement. La manipulation des produits, leur mise en œuvre et leurs applications restent soumises à la réglementation résultant en vigueur dans chaque pays et ne peuvent mettre en cause la responsabilité de notre Société.



4/8, cours MICHELET - 92800 Puteaux (France) - Tel. (33) 01 49 00 80 80 - Téléfax (33) 01 49 00 81 54  
[www.arkemagroup.com](http://www.arkemagroup.com) - [www.voltalef.com](http://www.voltalef.com)