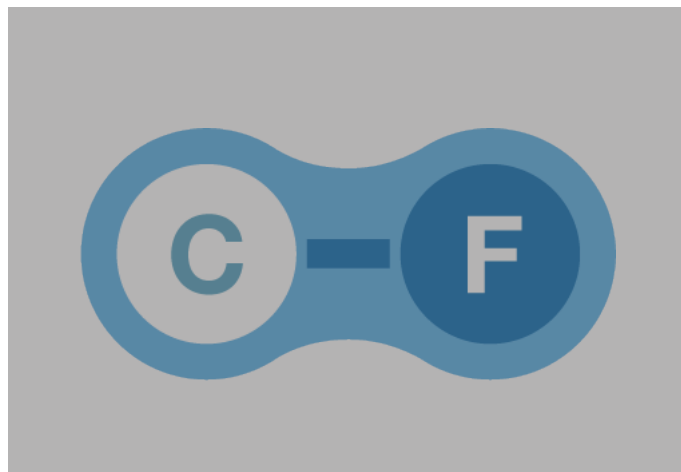
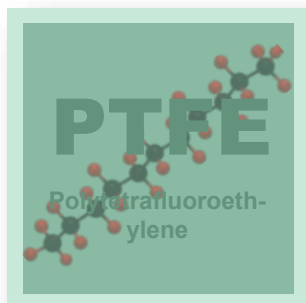




Introduction aux fluoropolymères



FAMILLES DE PRODUITS



Fluoropolymères PTFE

- Résines de moulage granulaires PTFE Everflon™
- Poudres fines PTFE Everflon™
- Dispersions aqueuses PTFE Everflon™
- Fluoroadditifs PTFE Everflon™

Fluoropolymères transformables à l'état fondu

- Résines et dispersions FEP Everflon™
- Résines et dispersions PFA Everflon™
- Résines ETFE Everflon™
- Résines mousse fluoropolymères Everflon+™
- Mélange-maître colorant fluoropolymère Everflon+™
- Résines fluoropolymères haute pureté Everflonultra™
- Résines fluoropolymères modifiées Everflonultra™

Propriétés exceptionnelles des fluoropolymères Everflon™

- Inertie chimique
- Antiadhésif/autonettoyant
- Faible Friction/autolubrification
- Propriétés diélectriques
- Résistance aux intempéries/absence de vieillissement
- Insensibilité aux UV
- Non toxique
- Large plage de températures (–200 à 260 °C)
- Ininflammable

PROPRIÉTÉS D'EVERFLON™

FLUOROPOLYMÈRES

Inertie chimique/Résistance aux solvants 

Les fluoropolymères entièrement fluorés (PTFE, FEP et PFA) sont pratiquement inertes aux produits chimiques et solvants organiques et inorganiques les plus agressifs, sur une large plage de températures.

L'inertie chimique signifie que les fluoropolymères entièrement fluorés Everflon™ peuvent être en contact continu avec une autre substance sans qu'aucune réaction chimique ni dégradation ne soit détectable. Ils résistent notamment aux acides sulfurique et nitrique fumants, aux bases, aux peroxydes agressifs, aux antioxydants (utilisés dans les huiles haute température) et au méthanol (utilisé dans les carburants).

Cette compatibilité chimique quasi universelle s'explique par trois facteurs :

- Des liaisons interatomiques très fortes entre les atomes de carbone et de fluor ;
- Un blindage quasi parfait du squelette carboné du polymère par les atomes de fluor ;
- Une masse moléculaire très élevée (ou une chaîne polymère très longue) comparée à celle de nombreux autres polymères.



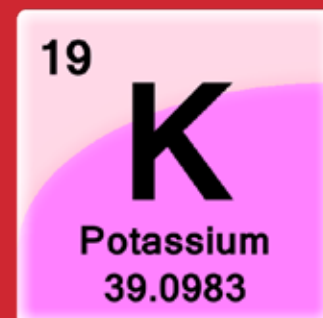
Dans les conditions normales d'utilisation, les résines Everflon™ sont chimiquement attaquées par un nombre très restreint de substances. Il est donc plus pratique de décrire les exceptions que de dresser un tableau des substances avec lesquelles elles sont compatibles.

Les seuls matériaux connus pour réagir avec les fluoropolymères sont :

- Les métaux alcalins élémentaires comme le sodium, le potassium et le lithium (fondus ou en solution)
- Les mélanges intimes de poudres métalliques finement divisées (par exemple, aluminium ou magnésium) avec des fluoropolymères en poudre peuvent réagir violemment à l'inflammation, mais les températures d'inflammation sont bien supérieures à la température maximale d'utilisation recommandée pour les fluoropolymères
- Les oxydants extrêmement puissants, le fluor (F_2) et les composés apparentés comme le trifluorure de chlore (ClF_3)
- Les solutions de NaOH ou de KOH à 80 % à une température proche de la température maximale d'utilisation

Les solvants organiques n'attaquent ni ne dissolvent les fluoropolymères, bien qu'une certaine perméation puisse se produire par absorption et diffusion.

À l'instar des polymères entièrement fluorés, l'Everflon™ ETFE présente une résistance exceptionnelle aux attaques de produits chimiques et de solvants qui provoquent souvent une détérioration rapide d'autres matières plastiques. Les acides oxydants forts, les bases organiques et les acides sulfoniques à des concentrations élevées et proches de leur point d'ébullition peuvent affecter la résine Everflon™ ETFE.



PROPRIÉTÉS DE L'EVERFLON™ FLUOROPOLYMÈRES

Propriétés mécaniques

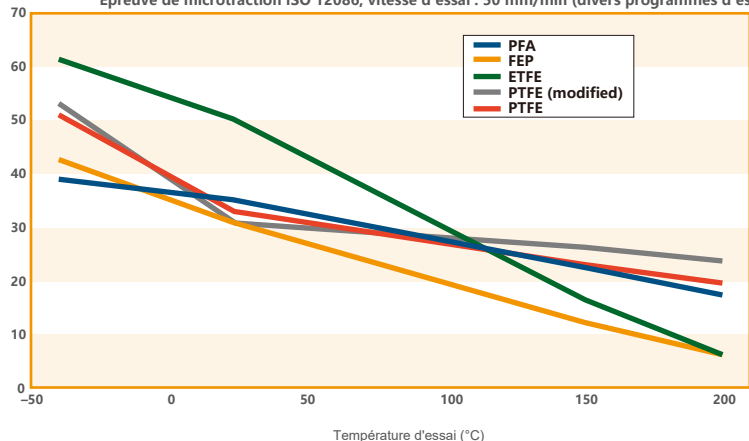
La figure présente les propriétés de résistance à la traction sur une large plage de températures, mesurées sur des nuances représentatives des différentes familles de fluoropolymères.

L'Everflon™ ETFE est plus résistant que les fluoropolymères entièrement fluorés à basse température et à température ambiante. À plus haute température, les courbes convergent et, au-dessus de 120 °C, le PTFE et le PFA présentent une résistance à la traction supérieure à celle de l'ETFE et du FEP.

La résistance à la fatigue par flexion est une propriété importante pour les pièces soumises à des contraintes répétées. Elle est étroitement corrélée à la résistance à la fissuration sous contrainte d'un matériau. La résistance à la fatigue, et par conséquent la résistance à la fissuration sous contrainte d'une pièce, peuvent varier considérablement en fonction de la nuance de résine utilisée, des conditions de mise en œuvre et du niveau de contrainte en service. Le poids moléculaire, la composition, la cristallinité et la porosité sont les principaux paramètres influençant la résistance à la fatigue en flexion. Le PTFE en général, et le fluoropolymère Everflon™ en particulier, présentent la plus haute durée de vie en fatigue en flexion parmi tous les fluoropolymères et sont donc parfaitement adaptés aux applications soumises à des contraintes alternées et/ou de

Résistance à la traction en fonction de la température

Épreuve de microtraction ISO 12086, vitesse d'essai : 50 mm/min (divers programmes d'essai)



Le fluage et l'écoulement à froid se produisent lorsqu'un matériau est soumis à une charge continue. Cependant, pour la plupart des plastiques, la déformation peut être importante même à température ambiante ou en dessous ; d'où le terme « écoulement à froid ».

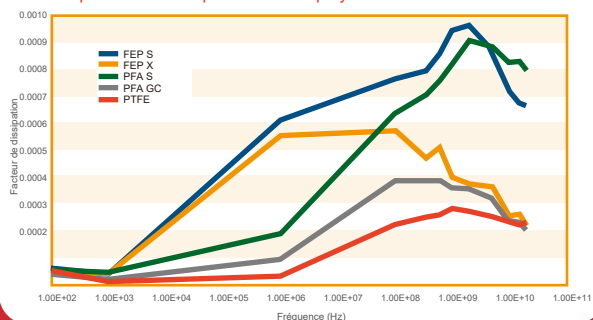
L'Everflon™ ETFE, étant un matériau plus résistant que l'Everflon™ PTFE, le FEP ou le PFA, est plus résistant au fluage que les fluoropolymères Everflon™.

Des grades modifiés de PTFE granulaire ont notamment été développés pour améliorer la déformation sous charge. L'utilisation d'un faible pourcentage de charge réduit également considérablement la déformation sous charge. Par exemple, la fibre de verre renforcée par la résine Everflon™ ne présente qu'un cinquième de la déformation sous charge d'un ETFE non renforcé.

PROPRIÉTÉS DE L'EVERFLON™ FLUOROPOLYMÈRES

Propriétés diélectriques ⚡

Propriétés diélectriques des fluoropolymères



Le facteur de dissipation est influencé par la fréquence du signal, la température de fonctionnement, la composition chimique, la cristallinité et la porosité de l'isolant. À température ambiante, le facteur de dissipation de l'Everflon™ PTFE reste très faible, inférieur à 0,0002 pour une gamme de fréquences de 100 Hz à 10 MHz. Ce facteur atteint un pic entre 100 MHz et 20 GHz ($10^8 - 20 \times 10^9$ Hz) lorsqu'il est testé à température ambiante. Ce pic est d'environ 0,0003. Le PFA présente un pic de 0,0010 entre 1 GHz et 20 GHz. Les PFA modifiés, tels que les grades PFA HP et HP Plus, ont un facteur de dissipation maximal nettement inférieur, de l'ordre de 0,0004, proche de celui du PTFE. Pour le FEP, le facteur de dissipation augmente lentement, passant de moins de 0,0001 à 1 kHz à 0,0006 à 30 MHz, avec une valeur maximale de 0,0010 entre 1 GHz et 5 GHz. Certaines qualités de FEP, chimiquement modifiées, présentent un facteur de dissipation plus faible.

L'ETFE Everflon™ possède une constante diélectrique de 2,6 et un facteur de dissipation de 0,0006 à basse fréquence (< 100 Hz), ce dernier atteignant 0,0200 à 100 MHz. L'humidité n'a aucun effet mesurable sur la constante diélectrique ni sur le facteur de dissipation de l'ETFE.

Les fluoropolymères PTFE, FEP et PFA Everflon™ présentent des propriétés électriques uniques : une constante diélectrique (permittivité relative) très faible de 2,1 sur une large bande de fréquences, de 100 Hz à 50 GHz. Il est important de noter que la vitesse de propagation d'un signal dans un câble est directement influencée par la constante diélectrique et le facteur de dissipation du matériau isolant. Plus la constante diélectrique est faible, plus la vitesse est élevée. La constante diélectrique peut être réduite en diminuant la densité de l'isolant. Des techniques ont été développées pour abaisser la constante diélectrique et le facteur de dissipation du matériau diélectrique en créant des vides ; ainsi, les câbles de données présentent une capacité, une atténuation et un échauffement diélectrique réduits, et une vitesse de propagation plus élevée.

La résistance à l'arc électrique de surface des résines Everflon™ est élevée et n'est pas affectée par le vieillissement thermique. Soumises à un arc électrique de surface dans l'air, les résines Everflon™ ne présentent ni cheminement ni formation de piste conductrice carbonisée. Testées selon la norme ASTM D495, les résines Everflon™ PTFE et FEP résistent à une durée maximale de 300 secondes sans défaillance.

Aucun cheminement n'a été observé avec le PFA pendant toute la durée du test (arrêté après 180 secondes sans aucun signe de cheminement). L'ETFE Everflon™ présente une résistance à l'arc sec d'environ 70 secondes.

La rigidité diélectrique (testée dans l'huile) de l'Everflon™ est élevée et reste inchangée malgré le vieillissement thermique jusqu'à 200 °C (392 °F). La durée de vie sous forte contrainte diélectrique dépend de l'effet corona.

La résistivité volumique est supérieure à $10^{16} \Omega \cdot m$ (supérieure à $10^{14} \Omega \cdot m$ pour l'ETFE). La résistivité n'est pas affectée par le vieillissement thermique ni par les températures jusqu'aux limites de service recommandées. Pour les applications où des charges triboélectriques (charges électrostatiques) peuvent se produire, des qualités spéciales dissipant l'électricité statique sont disponibles.

PROPRIÉTÉS DE L'EVERFLON™ FLUOROPOLYMÈRES

Propriétés de frottement et antiadhésives

Le PTFE possède un coefficient de frottement extrêmement faible. Des valeurs de 0,02 ont été rapportées. Les valeurs les plus basses sont obtenues sous haute pression (> 3 MPa) et faible vitesse (< 0,1 m/min).

Grâce à sa très faible énergie de surface (18,5 mN/m), le PTFE présente d'excellentes propriétés antiadhésives.

Résistance aux intempéries et aux UV

Les fluoropolymères Everflon™ sont extrêmement hydrophobes et repoussent l'eau de façon quasi totale. Une absorption d'humidité inférieure à 0,03 % a été mesurée après 24 heures d'immersion dans l'eau à température ambiante, puis après 2 heures d'immersion dans l'eau bouillante. Ils sont également pratiquement insensibles à l'oxygène, à l'ozone et aux rayonnements visibles ou UV.

Des échantillons testés, exposés pendant de nombreuses années à pratiquement toutes les conditions climatiques, ont démontré que les fluoropolymères Everflon™ PTFE, FEP, PFA et ETFE sont parfaitement résistants aux intempéries. Les résultats ne montrent aucun vieillissement ni fragilisation. L'absence de plastifiants, d'antioxydants et d'autres additifs lors de sa fabrication garantit l'absence de lixiviation de substances.

Résistance à la température

Les fluoropolymères Everflon™ présentent une stabilité exceptionnelle à haute température : le PTFE et le PFA peuvent être utilisés en continu à 260 °C, le FEP à 205 °C et l'ETFE à 155 °C.

À ces températures, ils conservent au moins 50 % de leurs propriétés mécaniques initiales après 20 000 heures (conformément aux normes ISO 2578 et IEC 60216). À des températures cryogéniques, ces produits conservent une certaine ténacité et résistance. Le PTFE a été utilisé en toute sécurité dans l'espace à des températures proches du zéro absolu.

Inflammabilité

Le PTFE, le FEP et le PFA Everflon™ sont pratiquement ininflammables. Ils ne brûlent que dans un environnement contenant plus de 95 % d'oxygène (indice d'oxygène). Leur point d'éclair est de 530 °C. L'Everflon™ ETFE possède un indice d'oxygène de 30. Le PTFE, le FEP, le PFA et l'ETFE sont classés par UL selon la norme de résistance à la flamme UL 94V-0. Leur chaleur de combustion est extrêmement faible (5 kJ/g, contre 12,5 kJ/g pour l'ETFE), ce qui constitue un avantage supplémentaire en matière de sécurité, car la « charge combustible », c'est-à-dire l'énergie contenue dans le matériau susceptible d'être libérée en cas d'incendie, est très faible. À titre de comparaison, la chaleur de combustion du polyéthylène est de 46 kJ/g ; par conséquent, le PE générera davantage de chaleur en cas d'incendie et propagera le feu, contrairement aux fluoropolymères (qui sont auto-extinguibles).

La propagation de la flamme et le taux de dégagement de chaleur des fluoropolymères sont faibles. Exposés à une flamme, ils brûlent, mais la combustion s'arrête dès que celle-ci est retirée. Selon la norme ASTM D635, la résistance à la flamme est définie par une durée moyenne de combustion (ATB) inférieure à 5 secondes et une étendue moyenne de combustion (AEB) inférieure à 10 mm. Ces propriétés rendent les fluoropolymères particulièrement utiles dans les applications où les risques d'incendie doivent être minimisés.



LA SOLUTION IDÉALE POUR VOS BESOINS EN DESIGN

Problème	Solution : Fluoropolymères Everflon
Adhérence, Relâcher	Énergie de surface extrêmement faible à l'état solide ; offrant ainsi une excellente surface de contact antiadhésive et non mouillante. À l'inverse, lorsque ces résines sont à l'état fondu, elles deviennent des liquides à faible tension superficielle, idéales pour les applications chaudes et de haute performance. -faire fondre les adhésifs.
Vieillessement atmosphérique	Extrêmement résistant à l'oxydation, à l'encrassement des surfaces, à la décoloration, aux UV et à la fragilisation, comme le prouvent les tests menés en Floride sur des périodes allant jusqu'à 20 ans.
Biodégradation	Inerte aux attaques enzymatiques et microbiologiques car le polymère pur n'apporte ni nourriture ni porosité à ces croissances.
Contamination	À l'exception des qualités spécialisées, les fluoropolymères Everflon sont chimiquement inertes et purs. Ils ne contiennent généralement aucun additif (plastifiant, stabilisant, lubrifiant ou antioxydant) susceptible de contaminer les fluides de procédé.
Corrosion	Résistance aux produits chimiques et solvants organiques et inorganiques les plus agressifs sur une large plage de températures.
Instabilité d iélectrique	Rigidité diélectrique élevée, faible constante diélectrique, faibles facteurs de perte et résistance spécifique extrêmement élevée. Les fluoropolymères Everflon surpassent la plupart des matériaux en termes de niveau et de stabilité des propriétés diélectriques dans une large gamme de conditions environnementales.
Inflammabilité	Résistance remarquable aux hautes températures et aux flammes en raison de points de fusion et de températures d'auto-inflammation très élevés, ainsi que de seuils de dégradation thermique exceptionnels. Les caractéristiques de propagation de la flamme, telles que la vitesse de dégagement de chaleur et de génération de fumée, sont très faibles.
Frottement et usure	L'un des coefficients de frottement les plus bas de tous les matériaux solides. La résistance à l'abrasion est adaptable aux environnements exigeants grâce à l'utilisation de charges inorganiques, telles que la fibre de verre, le graphite et les métaux en poudre.
Chaleur	Conservation des propriétés après exposition à des températures dépassant les limites de presque tous les autres thermoplastiques et élastomères. En fonction des exigences de l'utilisation finale, ces résines sont souvent conçues pour un service continu à des températures aussi élevées que 260 °C (500 °F). Dans certains cas ,ils peuvent également résister à de courtes excursions à des températures plus élevées.
Humidité	Extrêmement hydrophobe et totalement résistant à l'hydrolyse. Bonnes barrières à la perméation de l'eau ; les propriétés typiques et la stabilité dimensionnelle restent inchangées, même après une immersion d'un an dans l'eau.
Instabilité lumineuse	L'un des indices de réfraction les plus bas. L'apparence visuelle ne change pas après une exposition à une lumière allant de l'ultraviolet à l'infrarouge.
Basse température	Excellente rétention des propriétés, même à des températures cryogéniques. De plus, la résistance à ces températures dépasse celle de la plupart des autres polymères.
Durée de vie	Conservation exceptionnelle des propriétés après vieillissement, même à haute température et en présence de solvants, d'huiles, d'agents oxydants, de lumière ultraviolette et d'autres agents environnementaux. Parce qu'ils n'utilisent aucun additif stabilisant lixiviable ou dégradable, les fluoropolymères Everflon offrent un avantage important en matière de sécurité. lors de la conception de produits à longue durée de vie.

EVERFLON™ PTFE

Informations générales

Le polytétrafluoroéthylène (PTFE) est produit par polymérisation du tétrafluoroéthylène (TFE), un monomère qui donne un polymère perfluoré à chaîne linéaire de masse moléculaire élevée, doté de propriétés uniques.

Le TFE est polymérisé selon deux procédés différents : la polymérisation granulaire (également appelée polymérisation en suspension) et la polymérisation en dispersion aqueuse (émulsion).

En général, les résines de PTFE sont des homopolymères de tétrafluoroéthylène ou, dans certains cas particuliers, des homopolymères modifiés contenant de très faibles quantités (moins de 1 %) d'un monomère perfluoré supplémentaire. Les homopolymères modifiés présentent des caractéristiques de mise en œuvre et/ou d'utilisation finale spécifiques, tout en conservant les propriétés exceptionnelles du PTFE.

Nombre de ces propriétés uniques s'expliquent par la structure moléculaire du PTFE. Les liaisons carbone-carbone, qui constituent le squelette de la chaîne polymère, et les liaisons carbone-fluor sont extrêmement fortes. Les atomes de fluor forment une enveloppe protectrice régulière autour de la chaîne d'atomes de carbone. Cette gaine protège la molécule de polymère des attaques chimiques. Elle réduit également l'énergie de surface, ce qui confère un faible coefficient de frottement et des propriétés antiadhésives.

Pour obtenir les propriétés souhaitées, telles que la ténacité et la résistance à l'état cru, une masse moléculaire très élevée est nécessaire (de l'ordre de 10^6 ou 10^7), ce qui entraîne une viscosité à l'état fondu extrêmement élevée (1 à 100 GPa·s ou 10^{10} à 10^{12} P). Le matériau ne s'écoule pas au-delà de son point de fusion cristalline. Par conséquent, le PTFE ne peut être fabriqué par les techniques thermoplastiques conventionnelles.

Le polytétrafluoroéthylène à masse moléculaire élevée est fabriqué et commercialisé par Everflon™ sous trois formes principales : poudre de moulage granulaire, poudre fine et dispersion aqueuse, chacune nécessitant des techniques de fabrication différentes.

De plus, chacune de ces trois formes principales est subdivisée en plusieurs qualités afin de répondre plus précisément aux diverses applications finales.

Furthermore, each of the three main types is subdivided into a number of grades to suit various end uses more precisely.

Résines de moulage granulaires PTFE Everflon™

Les résines granulaires PTFE (également appelées poudres de moulage) sont fabriquées en différentes qualités afin d'obtenir un équilibre optimal entre maniabilité et propriétés d'utilisation finale.

Les résines granulaires sont généralement transformées par moulage par compression à température ambiante, suivi d'un frittage au-dessus de leur point de fusion cristalline.

Polymérisation

La résine de moulage granulaire PTFE Everflon™ est obtenue par polymérisation du TFE en milieu aqueux (polymérisation en suspension). Dans le cas du PTFE granulaire modifié, des traces de comonomères fluorés sont incorporées. Les résines PTFE granulaires modifiées offrent les propriétés supérieures typiques des résines fluoropolymères ; de plus, elles présentent une soudabilité, une résistance à la déformation sous charge, une imperméabilité accrue et une tension de claquage diélectrique plus élevée.

Après polymérisation, le polymère brut de haut poids moléculaire est broyé en fines particules. Ces particules finement divisées permettent le moulage de pièces pratiquement exemptes de porosités, présentant des propriétés élevées et se prêtent particulièrement bien à un mélange homogène avec des charges. En revanche, leur petite taille les rend plus agglomérées, ce qui nuit à leur maniabilité. Un compromis entre maniabilité et moulabilité est obtenu par agglomération (granulation) de la résine finement divisée. Différentes qualités de résine, avec divers degrés de granulation, sont disponibles, chacune présentant des caractéristiques spécifiques de fluidité, de densité de remplissage et de propriétés physiques.



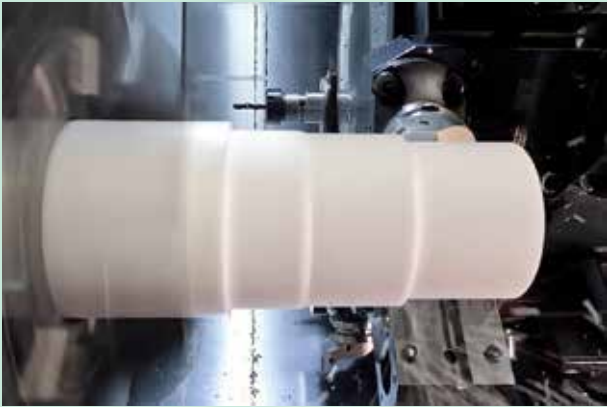
Grades de résines de moulage granulaires PTFE Everflon™

Basic Grades	Caractéristiques principales	Utilisations principales
Résine finement divisée (coupe fine) Everflon PTFE M40	Résine non fluide, densité de remplissage moyenne, hautes propriétés, faible pression de préformage	Composés, billettes de ruban effilé de haute qualité
Résine légèrement granulée Everflon PTFE M120	Résine à fluidité modérée, densité de remplissage élevée, hautes propriétés, pression de préformage moyenne	Billets de ruban effilé de haute qualité, moulage par compression et isostatique, moulage de feuilles, coussinets de palier
Résine fluide (granulée) Everflon PTFE G401	Fluide, densité de remplissage très élevée, haute pression de préformage	Moulage automatique, moulage par compression, extrusion à piston à faible contre-pression
Modified Grades	Caractéristiques principales	Utilisations principales
Résine modifiée, finement divisée Composé Everflon+ PTFE	Résine non fluide, densité de remplissage moyenne, haute Propriétés Résine, faible pression de préformage	Composé, billettes de ruban effilé de haute qualité, feuilles, moulage
Résine modifiée à écoulement libre (granulée) Everflon + PTFE	Fluide, densité de remplissage élevée, haute pression de performance	Moulage par compression et isostatique, moulage de feuilles, patins de palier

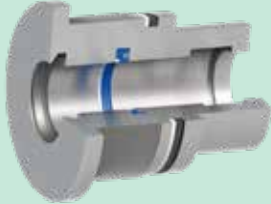
Procédés de fabrication

En raison de sa viscosité extrêmement élevée au-dessus de son point de fusion, le PTFE ne peut être transformé par les techniques thermo-plastiques classiques. Les résines de moulage granulaires en PTFE sont transformées par des techniques de métallurgie des poudres modifiées.

Dans cette technique, communément appelée moulage par compression, la poudre sèche est comprimée à température ambiante pour former une préforme. Selon la qualité du PTFE, différentes pressions de préformage sont recommandées afin d'obtenir des propriétés optimales. Après compression, la préforme est démoulée et chauffée au-dessus de son point de fusion (frittage). Ce procédé permet la coalescence des particules de PTFE en une structure homogène et résistante ; un refroidissement contrôlé permet d'atteindre le degré de cristallinité souhaité.



Applications typiques



- Joints, joints d'étanchéité, sièges de soupape, soufflets, membranes
- Segments de piston, joints hydrauliques
- Garnitures anticorrosion
- Patins de palier
- Capteurs de plaquettes de frein, joints de sonde lambda
- Disjoncteurs haute tension, bagues de collecteur
- Cartes de circuits imprimés
- Équipements de laboratoire, béchers
- Semelles de ski
- Fixations de ski

Poudres fines de PTFE Everflon™

Les poudres fines de PTFE sont obtenues par coagulation d'une dispersion aqueuse de PTFE. Différentes qualités sont disponibles, adaptées à des applications et des méthodes de fabrication spécifiques. Elles se distinguent par leur masse moléculaire et leur structure.

La mise en œuvre des poudres fines repose généralement sur la technique dite d'extrusion de pâte. La poudre est d'abord mélangée à un agent d'extrusion (lubrifiant). Cette pâte ainsi obtenue est ensuite extrudée à travers une filière à température ambiante. Après cette étape de mise en forme, le lubrifiant est éliminé et l'extrudat est fritté au-dessus de son point de fusion cristalline. Ce procédé offre une méthode pratique pour produire des pièces longues à partir d'une résine non extrudable à l'état fondu. Les poudres fines de PTFE présentent la propriété caractéristique que les particules de dispersion primaires, sous l'effet du cisaillement, forment des fibrilles. C'est ce réseau de fibrilles qui confère à l'extrudat son intégrité structurelle et permet la fabrication de produits finis aux performances exceptionnelles. Dans le cas de la poudre fine de PTFE utilisée comme additif, ses propriétés de fibrillation sont importantes pour limiter le coulage des thermoplastiques.

Polymérisation

La résine de moulage Everflon™ en PTFE granulaire est obtenue par polymérisation du TFE en milieu aqueux (polymérisation en suspension). Le PTFE granulaire modifié contient des traces de comonomères fluorés. Les résines de PTFE granulaire modifié offrent les propriétés supérieures typiques des résines fluoropolymères ; de plus, elles présentent une soudabilité, une résistance à la déformation sous charge et une imperméabilité accrues, ainsi qu'une tension de claquage diélectrique plus élevée.

Après polymérisation, le polymère brut de haut poids moléculaire est broyé en fines particules. Ces particules permettent le moulage de pièces pratiquement exemptes de porosités, aux propriétés élevées, et sont particulièrement adaptées à un mélange homogène avec les charges. En revanche, leur agglomération les rend moins faciles à manipuler. L'agglomération (granulation) de la résine finement divisée permet d'obtenir un équilibre entre maniabilité et moulabilité. Différentes qualités de résine, présentant divers degrés de granulation, sont disponibles, chacune ayant ses propres caractéristiques de fluidité, de densité de remplissage et de propriétés physiques.

Polymérisation

Gradations de poudres fines Everflon™ PTFE

Produit final	Capacité de transformation	Utilisations principales
Fils et câbles	Taux de réduction élevé (1500:1–5000:1) Everflon™ PTFE F2000	Fils de connexion, câblage automobile
	Taux de réduction moyen (300:1–2000:1) Everflon™ PTFE F1000	Fils de connexion, câblage automobile
	Taux de réduction faible (<100:1–300:1) Everflon™ PTFE F500	Câbles coaxiaux, ruban isolant
Tuyaux et tubes	Taux de réduction élevé (>1000:1) Everflon™ PTFE F1000	Tuyaux spaghetti, cathéters
	Taux de réduction faible/moyen (<100:1–1000:1) Everflon™ PTFE F500	Applications industrielles non supportées Tubes, cathéters, tubes annelés, gaines thermorétractables
	Haute performance, grande flexibilité, longue durée de vie Everflon™ PTFE F500S	Tuyaux d'avion, tuyaux de générateur, tubes automobiles, soufflets
Tuyaux et raccords revêtus	Grand diamètre (> 250 mm), faible taux de réduction Everflon™ PTFE 500	Revêtements de tuyauterie, revêtements de colonnes
	Petit à moyen diamètre (< 250 mm) Everflon™ PTFE F1000	Revêtements de tuyauterie, revêtements de colonnes
Produits non frittés	Faible taux de réduction (20:1 à 100:1) Everflon™ PTFE 100	Ruban d'étanchéité pour filetage, cordons, joints

Procédés de fabrication

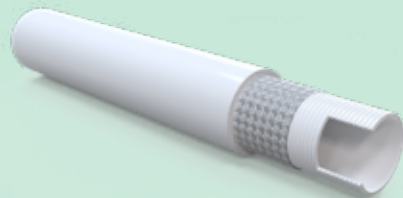
Les poudres fines de PTFE Everflon™ sont transformées par extrusion de pâte. Ce procédé consiste à mélanger la poudre avec un lubrifiant (généralement un hydrocarbure liquide) à température contrôlée ; des pigments et/ou des charges peuvent également être incorporés à ce stade. Après mélange, le mélange est conditionné pendant un certain temps afin de permettre une absorption complète et uniforme du lubrifiant par les particules de résine. Ce mélange est ensuite compacté à basse pression pour former une préforme, qui est ensuite chargée dans le cylindre d'une extrudeuse de pâte. La résine lubrifiée est alors pressée par un piston à travers un outillage ou un orifice profilé pour former un revêtement sur un fil, un tube, un cordon ou un ruban.

La contrainte de cisaillement exercée sur la résine lubrifiée pendant l'extrusion confère à l'extrudat sa résistance par fibrillation. Après extrusion, le lubrifiant est complètement éliminé par évaporation (résistance à cru), et l'extrudat est fritté, parfois suivi d'opérations de post-formage. Notez que dans certaines applications, l'extrudat est laissé non fritté (par exemple, ruban d'étanchéité pour filetage, cordon d'étanchéité).



Applications typiques

- Câbles pour capteurs automobiles
- Câbles coaxiaux pour radiofréquence
- Câblage pour sièges chauffants
- Câblage pour appareils électroménagers
- Câblage aéronautique
- Guides de câbles
- Tuyaux et tubes pour transfert de produits chimiques
- Tuyaux annelés
- Tuyaux, tubes de petit diamètre, tubes pour chromatographie
- Tubes thermorétractables
- Tuyaux et raccords revêtus
- Tuyaux pour échangeurs de chaleur
- Tuyaux hydrauliques
- Tuyaux pour carburant – aéronautique, automobile
- Gains pour câbles push-pull
- Joints, mastics
- Filtres, membranes
- Monofilaments, fibres
- Profilés



Dispersions aqueuses de PTFE Everflon™

Les dispersions aqueuses de PTFE sont des dispersions blanc laiteux de particules de PTFE en suspension dans un milieu aqueux, stabilisées par des agents mouillants. La dispersion contient généralement de 30 à 60 % en poids de particules de polymère et un tensioactif. Les caractéristiques des particules de PTFE et le type de tensioactif dépendent de l'application. Leur formulation peut être adaptée à des besoins spécifiques par l'ajout d'autres ingrédients solides ou liquides.

Les dispersions aqueuses de PTFE sont appliquées sur les substrats par pulvérisation, trempage ou imprégnation. Après application, l'eau et les tensioactifs sont éliminés par évaporation et le PTFE est fritté. Le substrat doit résister aux températures de frittage typiques du PTFE.

Dans certains cas particuliers, comme pour les emballages imprégnés, le PTFE n'est pas fritté afin de préserver sa flexibilité.

Les dispersions aqueuses de PTFE peuvent également être utilisées comme additif dans les thermoplastiques (comme agent anti-goutte) ou dans les produits poussiéreux pour éliminer la poussière. Comme les poudres fines de PTFE, les particules en dispersion aqueuse fibrillent également sous l'effet du cisaillement. Ces fibrilles de PTFE forment un réseau au sein du matériau hôte, retenant la poussière ou empêchant la formation de gouttelettes incandescentes en cas d'incendie.



Les dispersions aqueuses de PTFE Everflon™ sont des liquides blanc laiteux composés de particules hydrophobes, chargées négativement et de taille submicrométrique, de résine de PTFE en suspension dans l'eau. La dispersion la plus courante présente une taille de particules moyenne de 0,2 µm (200 nanomètres), taille optimale pour la plupart des applications. La dispersion brute est généralement stabilisée, neutralisée et concentrée.

La stabilisation par un tensioactif non ionique ou anionique améliore la stabilité au cisaillement, le mouillage du substrat et favorise la formation de film lors des opérations de revêtement. La grande utilité de ces dispersions est due à leur état fluide. Cette propriété est particulièrement intéressante car les résines de PTFE Everflon™ ne conviennent pas à la mise en œuvre à l'état fondu ou dissous. Les dispersions aqueuses de PTFE Everflon™ sont disponibles en différentes qualités, conçues selon l'application. Chaque qualité présente un poids moléculaire et une structure moléculaire spécifiques, une granulométrie et une forme particulières, un type et une quantité de tensioactif ajoutés, un pH et une teneur en matières solides.

Des dispersions aqueuses de fluoropolymères Everflon™ FEP et PFA, transformables à l'état fondu, ainsi que des fluoroadditifs pour PTFE Everflon™ sont également disponibles.

Grades de dispersions aqueuses de PTFE Everflon™

Grades	Caractéristiques principales	Utilisations principales
Usage général Everflon™ PTFE D60P	Facilité d'application, bon mouillage	Imperméabilisation des fils pour joints et garnitures
Revêtement textile Everflon™ PTFE D60F	Forte adhérence, surface lisse, soudabilité, bon mouillage, faible moussage, stabilité au cisaillement	Tissus architecturaux enduits, tissu de verre enduit pour courroies, panneaux de câblage flexibles, film coulé
Revêtement métallique Everflon™ PTFE D60C	Formage de films, bonnes propriétés à haute température, imperméable, épaisseur critique de fissuration (ECF) élevée	Revêtements pour applications industrielles et ustensiles de cuisine
Spécialités Everflon™ PTFE D60P	Mouillage, bonne fixation, haute température, longue durée de vie	Composés, billettes de rubans refendés de haute qualité, feuilles, moulage
Additif Everflon™ PTFE D60A	Homogène, facile à manipuler	Moulage par compression et moulage isostatique de feuilles, patins de palier

Procédés de fabrication

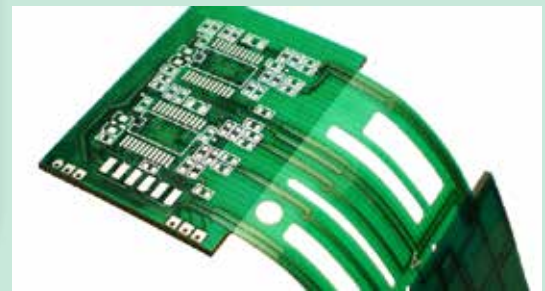
Les dispersions de PTFE Everflon™ trouvent leurs applications dans les catégories suivantes : revêtement, imprégnation, finition et mélange. Pour le revêtement de tissus de verre, la dispersion aqueuse de PTFE est appliquée par immersion du tissu dans un bain de dispersion. Lors d'un procédé de revêtement classique, le tissu de verre est déroulé en continu d'une bobine et introduit dans un bain d'immersion, où il est immergé dans une dispersion aqueuse de PTFE Everflon™. Le tissu imprégné sort du bain, l'excédent de dispersion est essuyé, puis le tissu passe dans la zone de séchage pour éliminer l'eau, suivi d'une étape de cuisson pour éliminer le ou les agents mouillants organiques, et enfin d'une étape de frittage. Le produit fini ou semi-fini est enroulé sur une bobine réceptrice. Le même tissu est traité plusieurs fois par l'équipement jusqu'à l'obtention du poids et de l'épaisseur souhaités.



Diverses structures poreuses peuvent être imprégnées avec la dispersion de PTFE Everflon™. La dispersion est parfaitement adaptée à l'imprégnation grâce à sa faible viscosité, ses particules extrêmement petites et l'effet du tensioactif qui facilite le mouillage des surfaces et favorise l'action capillaire.

Applications typiques

- Membranes architecturales (revêtement flexible)
- Isolation électrique pour moteurs et générateurs
- Couche de finition pour câblage aérospace
- Cartes de câblage flexibles
- Bandes transporteuses antiadhésives
- Film antiadhésif pour thermosoudées
- Films imprégnés pour joints et garnitures
- Sacs filtrants enduits
- Roulements
- Fibres
- Liants pour piles jetables ou rechargeables



Fluoroadditifs PTFE Everflon™

Les fluoroadditifs PTFE se présentent sous forme de poudre blanche fine et fluide de résine PTFE. Ils constituent une gamme de produits distincte, très différente des poudres de moulage et d'extrusion PTFE Everflon™ bien connues.

Les différences incluent :

- Un poids moléculaire plus faible (de $2,5 \times 10^4$ à 25×10^4)
- Une granulométrie plus petite (1 à 20 μm)
- Des formes et une morphologie de particules différentes

Les fluoroadditifs PTFE Everflon™ sont principalement conçus pour être utilisés comme composants minoritaires dans des mélanges avec d'autres matériaux solides ou liquides. Même en faible quantité, ils peuvent conférer certaines des propriétés uniques du PTFE à divers matériaux, telles qu'un coefficient de frottement et une usure mécanique réduits, ainsi qu'une résistance à l'abrasion accrue. La gamme de produits offre un choix de granulométries et de morphologies pour faciliter un mélange intime avec des matériaux dissemblables.



Les fluoroadditifs Everflon™ font partie de la gamme de fluoropolymères de C&F Chemicals. Ce sont des poudres de PTFE blanches, fluides et de faible masse moléculaire, conçues pour être utilisées comme additifs dans d'autres matériaux ou systèmes. Elles se distinguent des résines granulaires et des poudres fines de PTFE par leur très petite taille de particules, généralement de 2 à 20 μm , leur faible masse moléculaire et leur mode de manipulation et de transformation. Les fluoroadditifs Everflon™ MV peuvent être utilisés sur une large plage de températures, de -190 à 250 °C (374 à 482 °F), et, selon l'application, peuvent conférer des propriétés antiadhésives, une lubrification améliorée, une meilleure résistance à l'usure et des propriétés de renforcement.

Selon le matériau, les fluoroadditifs Everflon™ peuvent améliorer la résistance à l'abrasion, réduire le coefficient de frottement et l'usure mécanique, limiter la contamination de surface et modifier l'aspect du matériau de base. Les fluoroadditifs Everflon™ offrent également des avantages spécifiques à certains produits. Par exemple, les pièces thermoplastiques, telles que les engrenages, bénéficient d'une meilleure résistance à l'usure et d'un frottement réduit. Le phénomène de stick-slip est éliminé. Les joints élastomères destinés à divers environnements présentent une résistance accrue à la déchirure et à l'abrasion. Les encres lithographiques, flexographiques et héliographiques peuvent être formulées pour une meilleure protection de l'image et une productivité accrue.

Utilisés seuls sous forme de poudre, de pâte ou de spray, les fluoroadditifs Everflon™ permettent d'obtenir des lubrifiants solides polyvalents. Sous forme de pâte, par exemple, ils peuvent servir de mastics haute performance ou de lubrifiants pour les surfaces sujettes à l'usure dans des environnements agressifs. La poudre peut être dispersée dans l'eau ou un solvant organique, offrant ainsi une autre possibilité d'utilisation directe ou comme additif.

En raison de leur faible masse moléculaire intrinsèque, les fluoroadditifs Everflon™ ne doivent pas être utilisés comme poudres de moulage ou d'extrusion. Contrairement à certaines autres micropoudres disponibles sur le marché, à base de PTFE recyclé, les fluoroadditifs Everflon™ sont fabriqués à partir de PTFE vierge ou sont polymérisés directement. Par conséquent, une meilleure uniformité et une propreté intrinsèque.

Grades	Caractéristiques principales	Utilisations principales
À base de PTFE granulaire Everflon™ PTFE MV	Faible surface spécifique (2,3–4,5 m²/g), poudre non agglomérée	Thermoplastiques, encres d'imprimerie, revêtements
À base de PTFE en poudre fine Everflon™ PTFE FV	Surface spécifique élevée (5–11 m²/g), agglomérats friables de petites particules primaires (0,2 µm)	Thermoplastiques, élastomères, revêtements, lubrifiants et graisses
Sous forme de PTFE polymérisé Everflon™ PTFE TV	Surface spécifique élevée (8–12 m²/g), agglomérats friables de petites particules primaires (0,2 µm). Faible teneur en groupes terminaux actifs.	Élastomères, encres d'imprimerie, revêtements, enrobage de bobines, graisses
Dispersion aqueuse Everflon™ PTFE D60A	Dispersion laiteuse et blanche à 59–61 % de matières solides, composée de particules de PTFE de 0,2 µm et stabilisée par un agent mouillant non ionique.	Additif pour peintures, revêtements et agents de démoulage.

Mise en œuvre

Les fluoroadditifs Everflon™ font partie de la gamme de fluoropolymères de C&F Chemicals. Ce sont des poudres de PTFE blanches, fluides et de faible masse moléculaire, conçues pour être utilisées comme additifs dans d'autres matériaux ou systèmes. Elles se distinguent des résines granulaires et des poudres fines de PTFE par leur très petite taille de particules, généralement de 1 à 20 µm, leur faible masse moléculaire et leur mode de manipulation et de transformation. Les fluoroadditifs Everflon™ MV peuvent être utilisés sur une large plage de températures, de -190 à 250 °C (374 à 482 °F), et, selon l'application, peuvent conférer des propriétés antiadhésives, une lubrification améliorée, une meilleure résistance à l'usure et des propriétés de renforcement.

Selon le matériau, les fluoroadditifs Everflon™ peuvent améliorer la résistance à l'abrasion, réduire le coefficient de frottement et l'usure mécanique, limiter la contamination de surface et modifier l'aspect du matériau de base. Les fluoroadditifs Everflon™ offrent également des avantages spécifiques à certains produits. Par exemple, les pièces thermoplastiques, telles que les engrenages, bénéficient d'une meilleure résistance à l'usure et d'un frottement réduit. Le phénomène de stick-slip est éliminé. Les joints élastomères destinés à divers environnements présentent une résistance accrue à la déchirure et à l'abrasion. Les encres lithographiques, flexographiques et héliographiques peuvent être formulées pour une meilleure protection de l'image et une productivité accrue.

Utilisés seuls sous forme de poudre, de pâte ou de spray, les fluoroadditifs Everflon™ permettent d'obtenir des lubrifiants solides polyvalents. Sous forme de pâte, par exemple, ils peuvent servir de mastics haute performance ou de lubrifiants pour les surfaces sujettes à l'usure dans des environnements agressifs. La poudre peut être dispersée dans l'eau ou un solvant organique, offrant ainsi une autre possibilité d'utilisation directe ou comme additif.

En raison de leur faible masse moléculaire intrinsèque, les fluoroadditifs Everflon™ ne doivent pas être utilisés comme poudres de moulage ou d'extrusion. Contrairement à certaines autres micropoudres disponibles sur le marché, à base de PTFE recyclé, les fluoroadditifs Everflon™ sont fabriqués à partir de PTFE vierge ou sont polymérisés directement. Par conséquent, une meilleure uniformité et une propreté intrinsèque.



Applications typiques

- Modification des thermoplastiques pour réduire le frottement et le phénomène de stick-slip, améliorer la résistance à l'usure et augmenter les limites de PV.
- Élastomères pour améliorer la résistance à l'abrasion, le coefficient de frottement, la résistance à la déchirure et faciliter le démoulage.
- Encres lithographiques, flexographiques et héliographiques pour une meilleure résistance au frottement et à l'abrasion, un glissement plus efficace et une surface plus lisse.
- Revêtements (à base d'eau et d'hydrocarbures) pour une meilleure hydrofugation, une résistance accrue aux taches et au frottement, des propriétés antiadhésives améliorées et un faible frottement.
- Modification des mastics et lubrifiants pour réduire l'usure et le frottement.
- Extrusion : agent de transformation.

EVERFLON™ FEP



Contexte

La résine FEP (éthylène-propylène perfluoroalkylé) est un copolymère de PTFE et d'hexafluoropropylène (HFP). Elle conserve la plupart des caractéristiques souhaitables du PTFE, mais avec une viscosité à l'état fondu suffisamment faible pour une transformation conventionnelle. Le point de fusion du FEP est d'environ 260 °C, contre environ 340 °C pour le PTFE. La température de service continue du FEP est de 205 °C, contre 260 °C pour le PTFE.

Les résines FEP Everflon™ sont disponibles en différentes qualités pour répondre à une variété d'exigences de transformation et d'utilisation finale. Les différentes qualités de FEP se distinguent principalement par leur masse moléculaire, tout en offrant une température de service équivalente (205 °C), des performances électriques et une résistance chimique similaires. L'augmentation de la masse moléculaire, et par conséquent de la viscosité à l'état fondu, améliore les performances mécaniques et la résistance à la fissuration sous contrainte ; cependant, ces améliorations se font au détriment de la facilité et surtout de la vitesse de mise en œuvre. Des qualités modifiées sont disponibles, offrant un meilleur compromis entre résistance à la fissuration sous contrainte et vitesse de mise en œuvre.

L'Everflon™ FEP est également disponible sous forme de dispersion aqueuse pour le revêtement et l'imprégnation.

Qualités de résine FEP Everflon™

Grades	Caractéristiques principales	Utilisations principales
Usage général	Productivité élevée, MFR 5–7 g/10 min Everflon™ FEP T4608 et 4610	Isolation de câbles, tubes (≤ 2 mm de diamètre), pièces moulées par injection
Performances optimales	Équilibre optimal entre productivité et résistance à la fissuration sous contrainte, MFR 4–10 g/10 min, Everflon™ FEP 4610	Isolation et gaines de câbles
Productivité élevée	Résistance maximale à la fissuration sous contrainte, MFR ≤ 5 g/10 minEverflon™ FEP 4603 et 4601	Tubes (≥ 2 mm de diamètre)
Rendement élevé	Productivité maximale, MFR > 30 g/10 min Everflon™ FEP 4630	Films, revêtements chimiques, applications hautes contraintes, applications pour fils et câbles
	Faible facteur de dissipation, MFR >20 g/10 min Everflon™ FEP 4622	Isolation de petits fils et câbles (≤1,0 mm de diamètre), pièces moulées par injection
Résines expansées	Résines composées pour systèmes physiques et chimiques Everflon+™ FEP CF&PF	Isolation de câbles expansée, câbles de données haute fréquence à distorsion minimale
Résines colorées	Résines pré-colorées et mélanges-maîtres colorés Everflon+™ FEP CC&PC	Câbles et gaines colorés, tubes
Dispersion aqueuse	Facilité de manipulation, mouillage Everflon™ FEP D50	Couche de finition pour câblage ou tissu architectural
Résine modifiée	Résistance à la fissuration et température de service améliorées Everflon ^{ultra} ™ FEP Grade X	Isolation de fils et câbles Tubes

Mise en œuvre

Les résines fluoropolymères Everflon™ FEP sont mises en œuvre par extrusion à chaud conventionnelle, injection, compression, transfert et soufflage.

La haute résistance à l'état fondu et l'aptitude à l'étirage de ces résines permettent l'utilisation de filières de grande taille et d'outillage d'étirage pour accroître les cadences de production. Les équipements en contact avec la résine fondue doivent être fabriqués en métaux résistants à la corrosion. Des fourreaux d'extrudeuse de grande longueur sur diamètre sont utilisés afin d'assurer un temps de séjour suffisant à des cadences de production élevées pour la fusion de ces polymères haute température. Pour le moulage par injection, les vis à mouvement alternatif sont recommandées.

Applications typiques

- Gaines et conducteurs primaires pour câbles de communication de données
- Câblage d'appareils électroménagers
- Câbles chauffants
- Câblage de moteurs automobiles
- Câblage aérospace
- Isolation pour moteurs de pompes électriques submersibles
- Manchons pour moteurs électriques
- Revêtement chimique
- Vannes revêtues
- Gaines thermorétractables
- Tubes, tubes de petit diamètre, tubes de chromatographie
- Protection incassable pour lampes
- Tissus architecturaux (couche de finition)



CONTEXTE

La résine Everflon™ PFA est un copolymère de PTFE et d'éther perfluorovinyle. Le PFA est transformable à l'état fondu et son point de fusion est d'environ 305 °C. Sa température de service continue est identique à celle du PTFE, soit 260 °C.

L'Everflon™ PFA offre l'excellente combinaison des propriétés caractéristiques des fluoropolymères Everflon™ : absence de vieillissement, inertie chimique, propriétés diélectriques exceptionnelles, robustesse et flexibilité, faible coefficient de frottement, propriétés antiadhésives, absorption d'humidité négligeable et excellente résistance aux intempéries et aux UV.

L'Everflon™ PFA C offre une conductivité électrique permettant de dissiper l'électricité statique.

L'Everflon™ PFA est également disponible sous forme de dispersion aqueuse pour le revêtement et l'imprégnation.



Qualités de résine Everflon™ PFA

Grades	Caractéristiques principales	Utilisations principales
Usage général	Résistance maximale à la fissuration sous contrainte, masse moléculaire élevée MFR 1,6–2,3 g/10 min Everflon™ PFA 403	Revêtement de composants pour l'industrie chimique, pièces moulées par transfert, extrusion de tubes
	Résine d'extrusion et de moulage par injection, masse moléculaire intermédiaire, résistance accrue à la fissuration sous contrainte MFR 6–14 g/10 min Everflon™ PFA 410	Extrusion de tubes, pièces moulées par injection ou soufflage, revêtements chimiques
	Résine d'extrusion et de moulage par injection, masse moléculaire intermédiaire MFR 20–30 g/10 min Everflon™ PFA 420	Isolation et gainage de fils et câbles, pièces moulées par injection ou soufflage, extrusion de tubes
	Extrusion à grande vitesse, productivité élevée, faible masse moléculaire, MFR 35–45 g/10 min Everflon™ PFA 430	Revêtement de fils de petit calibre, moulage par injection
Haute pureté	Résine de qualité supérieure à très faible teneur en extractibles, masse moléculaire élevée, haute résistance à la fissuration sous contrainte Indice de fluidité (MFR) : 1,7–2,3 g/10 min Everflon™ PFA GC403	Composants de manipulation de fluides pour procédés critiques de haute pureté tels que les semi-conducteurs, l'industrie pharmaceutique et les biotechnologies
	Résine de qualité supérieure à très faible teneur en extractibles, masse moléculaire intermédiaire, haute résistance à la fissuration sous contrainte Indice de fluidité (MFR) : 6–14 g/10 min Everflon™ PFA GC410	Composants de manipulation de fluides pour procédés critiques de haute pureté tels que les semi-conducteurs, l'industrie pharmaceutique et les biotechnologies
	Résine de qualité supérieure à très faible teneur en extractibles, faible masse moléculaire Indice de fluidité (MFR) : 20–30 g/10 min Everflon™ PFA GC420	Composants de manipulation de fluides pour procédés critiques de haute pureté tels que les semi-conducteurs, l'industrie pharmaceutique et les biotechnologies Biotechnologie
	Résine de qualité supérieure à très faible teneur en extractibles, faible masse moléculaire, productivité maximale MFR 35–45 g/10 min Everflon™ PFA GC430	Câbles de données à faible perte et petit diamètre, petites pièces moulées par injection pour applications de haute pureté
Résine pour moulage par rotation	Résine de qualité supérieure en poudre à très faible teneur en extractibles, résistance accrue à la flexion et à la fissuration sous contrainte Everflon™ PFA GS04	Carter de pompe, conteneurs, raccords de formes complexes pour la manipulation de produits chimiques de haute pureté
Antistatique	Résine semi-conductrice dissipatrice d'électricité statique Everflon™ PFA Grade C	Composants revêtus pour CPI
Dispersion aqueuse	Facilité de manipulation, mouillage Everflon™ PFA D450	Couche de finition pour câblage et tissus architecturaux

Transformation

Les résines fluoropolymères Everflon™ PFA sont transformées par extrusion à l'état fondu, injection, compression, moulage rotationnel, transfert et soufflage. Leur haute résistance à l'état fondu et leur stabilité thermique permettent l'utilisation de filières relativement larges et de techniques d'étirage à haute température, ce qui accroît les cadences de production.

Pour le moulage par injection, l'utilisation de vis à mouvement alternatif est recommandée.

Des métaux résistants à la corrosion doivent être utilisés au contact de la résine fondue. Des fourreaux d'extrudeuse longs par rapport au diamètre permettent un temps de séjour suffisant pour chauffer la résine aux températures de transformation requises.

Applications typiques

- Vannes, raccords et pompes revêtus
- Revêtements chimiques
- Cuves, conteneurs
- Porte-plaquettes
- Verrerie de laboratoire
- Câbles chauffants
- Câblage d'appareils électroménagers
- Câbles de diagraphie
- Connecteurs
- Guides de câbles
- Tubes
- Tubes ondulés et convolutés
- Gaines thermorétractables
- Tissus architecturaux





CONTEXTE

La résine Everflon™ ETFE est un copolymère modifié de PTFE et d'éthylène. L'ETFE est transformable à l'état fondu et offre une résistance mécanique supérieure, ainsi qu'une rigidité accrue et une meilleure résistance à la perforation, à l'abrasion et au fluage que les résines PTFE, FEP ou PFA.

Les propriétés chimiques, diélectriques et thermiques de l'ETFE sont proches de celles des PTFE, FEP et PFA entièrement fluorés de type Everflon™, bien que l'ETFE soit plus ou moins sensible aux acides oxydants forts, aux bases organiques (telles que les amines) et aux acides sulfoniques à fortes concentrations et à proximité de leur point d'ébullition. Ses autres principaux atouts sont sa facilité de mise en œuvre, sa densité plus faible (1,7) que celle des FEP, PFA et PTFE Everflon™, et sa résistance accrue aux rayonnements.

L'ETFE Everflon™ convient à un service continu jusqu'à 155 °C, selon le critère standard de 20 000 heures.

L'Everflon™ se caractérise par sa facilité de mise en œuvre, sa densité de 1,7 et sa haute résistance aux rayonnements de haute énergie. La plupart des qualités sont conçues pour une exposition continue à 150 °C, selon le critère de 20 000 heures, et répondent aux exigences de la norme internationale ISO 6722 classe F (-40 à 200 °C – Véhicules routiers – Câbles monoconducteurs 60 V et 600 V).

L'ETFE Everflon™ est également disponible en version renforcée à 25 % de fibres de verre et en version antistatique, ainsi qu'en versions fonctionnalisées pour les applications nécessitant un collage à d'autres polymères.

Qualités de résine Everflon™ ETFE

Grades	Caractéristiques principales	Utilisations principales
Usage général	Résine à usage général de poids moléculaire intermédiaire. Indice de fluidité (MFR) 2–4 g/10 min Everflon™ ETFE 4003	Isolation et gainage de fils et câbles, composants moulés par injection, films, tubes
	Résine à usage général de masse moléculaire intermédiaire avec résistance améliorée à la fissuration sous contrainte Indice de fluidité (MFR) 6–14 g/10 min Everflon™ ETFE 4010	Films, tubes, articles moulés par injection, isolation et gainage de fils et câbles, câbles de diagraphie de fond de puits, composants pour l'industrie chimique
	Résine d'extrusion et de moulage par injection, masse moléculaire intermédiaire Indice de fluidité (MFR) 20–30 g/10 min Everflon™ ETFE 4020	Isolation de fils et câbles de petit diamètre (0,5 mm et moins), extrusion à paroi mince, pièces moulées par injection
Qualité pour câblage d'appareils électroménagers	Température de service plus élevée, plus flexible, Indice de fluidité (MFR) 5–10 g/10 min	Câblage d'appareils électroménagers UL Style 10412-600 V 200 °C
Résine pour rotomoulage	Résine de qualité supérieure en poudre, conçue pour le rotomoulage Everflon™ ETFE GS40	Corps de pompe, conteneurs, raccords, sections de tuyauterie de formes complexes pour la manipulation de produits chimiques
Antistatique	Résine semi-conductrice dissipatrice d'électricité statique Everflon™ ETFE C	Composants revêtus pour CPI, tubes extrudés, flexibles et tuyaux

Procédés de fabrication

Les résines fluoropolymères Everflon™ ETFE sont transformées par les techniques conventionnelles d'extrusion à l'état fondu, ainsi que par les procédés de moulage par injection, compression, transfert, rotation et soufflage. La fluidité relativement élevée de ces résines permet d'obtenir des cadences de production plus importantes avec un étirage moindre, comparativement aux résines Everflon™ FEP et PFA.

Les presses à injecter à vis alternative sont privilégiées. Pour une utilisation prolongée, il convient d'utiliser des métaux résistants à la corrosion au contact de la résine fondue. Des fourreaux d'extrudeuse longs par rapport au diamètre sont nécessaires afin d'assurer un temps de séjour suffisant pour la fusion de ces résines haute température.

Applications typiques

- Câblage automobile
- Câblage aérospatial
- Câble chauffant
- Câblage d'appareils électroménagers
- Câbles et tubes de fond de puits
- Vannes, sièges de vannes
- Joints d'étanchéité
- Pompes
- Garniture de colonne
- Débitmètres
- Tuyaux
- Films architecturaux
- Films de démoulage



Principales propriétés typiques des fluoropolymères Everflon™

Propriétés typiques	Méthode d'essai	Unité	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ ETFE
Mécanique						
Densité	ISO 1183		2.16	2.15	2.15	1.71
Résistance à la traction	ISO 12086	MPa				
-40 °C			52	43	39	61
23 °C			26–36	20–34	25–35	45–51
150 °C			25	12	23	17
200 °C			22	6.3	17	6.5
Allongement	ISO 12086	%				
-40 °C			115	235	250	180
23 °C			325	325	350	200–375
150 °C			540	375	515	740
200 °C			560	395	535	630
Résistance à la traction à la limite élastique	ISO 12086	MPa				
-40 °C			28.2	26.4	26.5	41.7
23 °C			13.7	13.1	14.5	22.9
150 °C			6.2	5.5	8.3	6.0
200 °C			4.6	3.4	5.9	3.8
Module de traction	ISO 12086	MPa				
-40 °C			795	465	520	880
23 °C			480	520	435	840
150 °C			60	34	57	53
200 °C			60	20	46	30
Module de flexion à 23 °C	ISO 178	MPa	490	550–655	520–690	1,000–1,380
Résistance au pliage MIT (0,2 mm, flexion à 270°)	ASTM D2176	Cycles	885,000– >90 x 10 ⁶	5,000–1 x 10 ⁶	7,000–2 x 10 ⁶	1,500–60,000
Résistance aux chocs	ASTM D256	J/m				
23 °C			185	No break	No break	No break
-54 °C			107	158	155	>1,100
Dureté	ISO 868	Shore	D-55	D-55	D-56	D-67
Coefficient de frottement	ASTM D3702		0.1	0.3	0.2	0.4

Propriétés typiques	Méthode d'essai	Unité	Everflon™ PTFE	Everflon™ FEP	Everflon™ PFA	Everflon™ ETFE
Thermal						
Température de fusion maximale	ASTM D4591	°C (°F)	327 (621)	260 (500)	305 (581)	265 (509)
Température de service (20 000 h)	ISO 2578	°C (°F)	260 (500)	205 (401)	260 (500)	155 (311)
Classe d'inflammabilité	UL94		94V-0	94V-0	94V-0	94V-0
	ISO 4589	%	>95	>95	>95	30–32
Indice d'oxygène	NES 715	°C (°F)	>400 (>752)	>400 (>752)	>400 (>752)	ca 290 (554)
Indice de température	ISO 1716					
Chaleur de combustion	(NFPA-259)	kJ/g	4.9–5.0	4.8–5.1	4.7–4.9	12.4–12.6
Propriétés électriques						
Rigidité diélectrique	IEC 60243	kV/mm				
Film 0,25 mm			85	78	74	62
Film 1,00 mm			35	35	33	30
Permittivité relative (Constante diélectrique)	ASTM D150	1 GHz	2.05	2.03	2.03	2.47
			1.99	2.02	2.02	2.29
Facteur de dissipation	ASTM D150	1 MHz 1 GHz	0.00003 0.00028	0.00061 0.00094	0.00019 0.00082	0,00550 0,01430
Résistance à l'arc électrique	ASTM D495	sec	>300	>300	>180	>72
Résistivité volumique	ASTM D257	Ω.m	>10 ¹⁶	>10 ¹⁶	>10 ¹⁶	>10 ¹⁴
Résistivité superficielle	ASTM D257		>10 ¹⁶	>10 ¹⁶	>10 ¹⁷	>10 ¹⁴
Général						
Résistance aux intempéries “Weather-O-Meter” (2,000 hr)			No effect	No effect	No effect	No effect
Résistance aux solvants	ASTM D543		Excellent	Excellent	Excellent	Very good
Résistance chimique	ASTM D543		Excellent	Excellent	Excellent	Very good
Absorption d'eau	ASTM D570	%	0.00	0.01	0.03	0.03



FAMILLE





DES AMÉLIORATIONS ET DES INNOVATIONS AU SERVICE DE LA PERFORMANCE

Depuis plus de 20 ans, les fluoropolymères Everflon™ offrent des performances et une durabilité inégalées pour des applications critiques. Aujourd'hui, la gamme Everflon™ propose des solutions de pointe qui optimisent la production et les procédés, garantissent des performances supérieures et permettent aux fabricants d'accéder à de nouveaux marchés.





ACADÉMIE

DRIVING INNOVATION

BUILDING A BETTER WORLD



Centre académique Everflon

Tel: +86-185-7168-9228

info@everflon.com

www.everflon.com

Pour plus d'informations sur notre entreprise, nos produits et nos services, veuillez consulter notre site web à l'adresse www.everflon.com ou www.everflonultra.com