



EVERFLON <sup>ACADEMIC</sup>



— Guide du moulage par injection —

EVERFLON

FEP

ETFE

PFA

PVDF

Résines fluoropolymères fusibles

---

# Introduction

Les résines fluoropolymères transformables à l'état fondu élargissent la gamme de produits en offrant les propriétés recherchées de l'Everflon™ PTFE dans des produits pouvant être transformés par des techniques thermoplastiques conventionnelles, telles que le moulage par injection et l'extrusion.

Ces résines sont idéales pour les applications où les concepteurs et les utilisateurs finaux exigent un thermoplastique présentant une excellente stabilité chimique, des propriétés diélectriques, des caractéristiques antiadhésives et une résistance mécanique élevée, notamment pour une utilisation dans des environnements à températures extrêmes (hautes et basses).

Cette gamme polyvalente de résines fluoropolymères transformables à l'état fondu est disponible chez Everflon™ pour répondre aux exigences spécifiques des utilisateurs finaux et aux besoins de transformation :

- L'Everflon™ FEP est conçu pour une utilisation jusqu'à 200 °C et conserve la résistance chimique et la rigidité diélectrique des résines fluoropolymères Everflon™ PTFE.
- L'Everflon™ PFA est une résine haute performance offrant de bonnes caractéristiques de transformation à l'état fondu et une stabilité thermique exceptionnelle. Elle offre une résistance et une rigidité élevées à haute température, une excellente résistance à la fissuration sous contrainte, une grande résistance à la flexion et d'excellentes propriétés électriques. Sa température de service maximale est de 260 °C et il résiste à la quasi-totalité des produits chimiques.
- L'Everflon™ ETFE est un matériau robuste et résistant, dont la résistance chimique, les propriétés électriques et la résistance au vieillissement sont comparables à celles des autres résines fluoropolymères Everflon™. Utilisable jusqu'à 150 °C, l'Everflon™ ETFE présente d'excellentes propriétés de mise en œuvre par les techniques thermoplastiques conventionnelles.

Les résines fluoropolymères se distinguent de la plupart des autres thermoplastiques par leurs points de fusion et leurs viscosités à l'état fondu plus élevés. Par conséquent, les résines fluoropolymères Everflon™ nécessitent des températures de transformation relativement élevées et des vitesses d'injection lentes. La conception des moules doit être adaptée aux caractéristiques de moulage de ces résines ; de plus, les équipements de transformation doivent être fabriqués à partir de matériaux résistants à la corrosion.

## Propriétés des fluoropolymères Everflon™ pour le moulage par injection

Property	Unit	ASTM standard	FEP 4610	PFA 410	ETFE 4010
Point de fusion	°C	DSC	260	310	260
Indice de fluidité (MFR)	g/10min		6-12	6-14	6-12
Densité relative	--	D792	2.15	2.15	1.7
Résistance à la traction à 23 °C	MPa	D2116	24	26	45
Allongement à 23 °C	%	D2116	330	350	400
Résistance aux chocs (Izod)	kg-cm	D256A		No Break	
Dureté (Doromètre)	--	D2240	D56	D60	D70
Module de flexion	Mpa	D790	550	580	1200
Résistivité volumique	$\Omega$ -cm	D257		$>10^{17}$	
Constante diélectrique	1 MHz	D150	< 2.1	< 2.1	< 2.6
Facteur diélectrique	1 MHz	D150	0.0007	0.0001	0.0007
Rigidité diélectrique	kV/mm	D149	78	78	70
Inflammabilité	--	UL94		V-0	
Indice d'oxygène	--	D2863		>95	
Résistance chimique				Excellent	
Absorption d'eau	%	D570		< 0.03	

# ÉQUIPEMENT

Bien qu'il soit possible de mouler par injection les résines fluoropolymères Everflon™ avec un équipement à piston, la machine à vis alternative est recommandée car la vis produit une masse fondue parfaitement plastifiée et homogène et assure une transmission de pression beaucoup plus efficace à la résine fondue qui s'écoule dans le moule.

## MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION

Les résines fluoropolymères Everflon™ fondues étant corrosives pour la plupart des métaux, il est primordial d'utiliser des métaux résistants à la corrosion pour toutes les pièces en contact permanent avec la résine fondue. Les traces de produits de corrosion qui s'accumulent sur les surfaces métalliques peuvent se détacher, contaminant ainsi le produit fini et pouvant altérer ses propriétés physiques. Il est conseillé d'utiliser de l'Hastelloy C, de l'Hastelloy C-2761, du Duranickel ou du Monel pour la vis, l'adaptateur et la buse. Pour le revêtement du cylindre, l'utilisation de Xaloy 309, de Brux, de Reiloy ou de Bernex est recommandée. Les températures de fonctionnement élevées étant la norme, il est recommandé d'utiliser un lubrifiant pour filetage haute température tel que « Never Seez » afin de faciliter le démontage des pièces de la machine.

Le moule étant maintenu à des températures inférieures au point de fusion de la résine, le taux de corrosion de ses surfaces sera moindre que celui des autres pièces de la machine. À l'exception des productions en grande série, des moules non plaqués en acier à outils trempé, en acier inoxydable trempé ou en matériau chromé ou nickelé de haute qualité peuvent convenir. Pour les grandes séries, des matériaux de construction plus résistants à la corrosion peuvent être préférables.

## Conception de la vis

Il s'agit d'une vis doseuse dont la section de dosage occupe 25 % de la longueur totale. La vis doit avoir un pas constant et un rapport de profondeur de filet de 3:1 entre la section d'alimentation et la section de dosage. Pour l'Everflon™ ETFE, il est recommandé d'utiliser une zone de transition de 3 tours ; pour les résines fluoropolymères Everflon™, une zone de transition d'un demi-tour est recommandée. Bien que d'autres modèles de vis aient été utilisés avec succès, les deux modèles décrits sont recommandés.

## Buse

L'alésage doit être aussi large que possible et conique afin d'éviter les zones mortes et les variations brusques de la vitesse de la résine. Le canal d'injection doit pénétrer dans la buse sur une profondeur de 13 à 25 mm pour éviter la formation d'un bouchon froid. Un angle de 4° est suggéré pour permettre l'évacuation du matériau présent dans la partie conique de la buse lors de l'injection. Afin de réduire le risque de martelage de l'alésage de la buse, ce qui pourrait empêcher l'évacuation du matériau refroidi, il est recommandé que le rayon de sortie de l'orifice de la buse soit de 0,25 mm. Pour assurer un flux régulier et continu, l'alésage de la buse doit correspondre à l'adaptateur et être équipé d'un système de chauffage et de régulation de température indépendant.

## Clapet anti-retour

Le clapet anti-retour empêche la résine fondue de refluer le long de la vis/des spires pendant l'injection. Le flux doit être optimisé et le joint entre le clapet et la vis doit être lisse et étanche afin d'éviter les zones de stagnation ou d'accumulation de résine. L'extrémité de la vis doit être pointue afin de créer un flux optimisé pour la résine et de réduire le volume libre devant la vis après l'injection. Une fuite au niveau du clapet anti-retour entraîne un mauvais contrôle du remplissage des pièces et des tolérances imprécises.

## Tête d'étalement

Une tête d'étalement, pouvant remplacer un clapet anti-retour, est un dispositif qui utilise un faible jeu diamétral avec le cylindre sur une longueur de piston étendue, limitant ainsi le reflux de la résine fondue pendant la course d'injection de la vis. Lors de la rétraction de la vis, la résine fondue est propulsée vers l'avant à travers un anneau étroit ; cette action de cisaillement ou d'étalement augmente la température de la résine fondue, améliore le mélange et réduit la pression de remplissage effective. La tête d'injection à étalement peut être préférée au clapet anti-retour pour les raisons suivantes :

- Réduction du risque de stagnation de la résine
- Diminution du risque de surremplissage du moule (et de délamination associée pour les résines fluoropolymères Everflon™)
- Réduction du risque de formation de stries sur la pièce moulée
- Réduction de l'abrasion sur les alliages relativement tendres et résistants à la corrosion

Il est conseillé d'utiliser un clapet anti-retour à bague de retenue lors du moulage par injection de résines à faible viscosité. Lors du moulage d'Everflon™ PFA et de FEP ou d'ETFE 4010, une tête d'injection à étalement est généralement utilisée à la place du clapet anti-retour.

Les bagues de retenue peuvent être fabriquées en Hastelloy C ou en Monel 400. Aucun matériau de fabrication indestructible n'étant connu pour les bagues de retenue, leur usure doit être surveillée.

## Contrôle de la température

Il est recommandé d'utiliser trois zones de chauffage à commande indépendante pour le cylindre et une pour l'adaptateur. Un régulateur séparé doit être utilisé sur la buse. Les régulateurs de chauffage doivent assurer une régulation précise de la température jusqu'à 371 °C pour l'Everflon™ ETFE et jusqu'à 427 °C pour l'Everflon™ FEP et PFA. Ce niveau de précision requiert une densité de puissance de chauffage de 4,6 à 6,2 W/cm<sup>2</sup>.

## Système hydraulique

Lors du moulage par injection des résines fluoropolymères Everflon™, il est souvent nécessaire d'utiliser une vitesse d'injection extrêmement lente afin d'éviter les ruptures de surface ou internes du polymère fondu. Le système hydraulique doit donc être capable de produire une vitesse de piston très uniforme et contrôlée, pouvant atteindre 60 secondes par injection.

## Optimisation du flux

Il est primordial que le flux de résine à travers la machine soit parfaitement optimisé et exempt de zones de stagnation. Des obstructions localisées peuvent se former au niveau du clapet anti-retour d'une machine à vis alternative, ce qui peut entraîner une dégradation thermique de la résine et une production inacceptable.

## Dimensionnement des presses à injecter

En tenant compte du poids de la pièce et du canal d'alimentation, les densités de fusion suivantes doivent être prises en compte pour dimensionner correctement la presse à injecter dans des conditions de traitement normales :

- Pour Everflon™ FEP et PFA : environ 1 492 kg/m<sup>3</sup> (environ 0,054 lb/po<sup>3</sup>)
- Pour Everflon™ ETFE : environ 1 298 kg/m<sup>3</sup> (environ 0,047 lb/po<sup>3</sup>)

La force de serrage doit être adaptée à la pression exercée dans la cavité du moule et à la surface de la cavité sur laquelle elle s'oppose. On estime qu'une force de serrage de 5 tonnes/po<sup>2</sup> de surface projetée est suffisante pour le moulage de pièces en fluoropolymères Everflon™.

# CONCEPTION DU MOULE

## Matériaux de construction

Les cavités du moule peuvent être réalisées en matériaux résistants à la corrosion tels que l'Hastelloy C, le Monel ou le Duranickel. Cependant, ces matériaux offrent un niveau de résistance à la corrosion bien supérieur aux besoins habituels.

Si l'on utilise de l'acier à outils non protégé ou de l'acier inoxydable trempé, le moule doit être soigneusement nettoyé avant stockage avec une solution légèrement alcaline (par exemple, de l'eau ammoniacale), séché, puis recouvert d'un traitement antirouille afin d'éviter la rouille et la corrosion par piqûres.

Cette procédure est particulièrement importante en milieu humide. La rouille et la corrosion par piqûres peuvent être évitées par un placage de nickel ou de chrome (le chrome ne doit pas être utilisé avec l'Everflon™ PFA) d'une épaisseur de 0,013 à 0,025 mm. Pour éviter que le placage ne se détache du moule, il convient d'utiliser une plaque de haute qualité exempte de piqûres.

## Bague d'injection

Le diamètre de la bague d'injection doit être supérieur d'au moins 1,6 mm à celui du canal principal et légèrement supérieur à celui de l'orifice de la buse. On utilise généralement une conicité standard de 4 ou 6 mm/m.

## Canaux d'injection

Afin de minimiser les pertes de chaleur et de pression, il est recommandé d'utiliser des canaux d'injection parfaitement ronds, de grand diamètre et de longueur minimale. Une autre option consiste à utiliser des canaux trapézoïdaux, généralement plus faciles à usiner que les canaux ronds. Les parois des canaux doivent être exemptes de toute restriction et se raccorder harmonieusement aux points d'injection. En règle générale, plus la pièce moulée est épaisse, plus le canal d'injection doit être large et court. Les pièces d'épaisseur moyenne, jusqu'à environ 12,7 mm, nécessitent un diamètre de canal d'injection de 6,4 mm ou plus. Pour les pièces plus épaisses, le diamètre du canal d'injection doit être égal à la moitié, voire à la fois, de l'épaisseur de la pièce. La longueur et la configuration des canaux d'injection déterminent la quantité de rebuts produits et la perte de charge. Un système de canaux d'alimentation est dit « équilibré » lorsque les distances d'écoulement de la résine entre les cavités et le canal de coulée sont égales. Lorsque le nombre de cavités engendre un écoulement de résine complexe ou long, ce type de système est déconseillé. Un système de canaux « latéraux » convient généralement aux écoulements de résine courts comme longs.

## Canaux d'injection

Les canaux d'injection doivent être aussi larges que possible, voire supprimés. La longueur du canal doit être réduite au minimum. Les canaux rectangulaires à languette ou en éventail, évasés dans la cavité du moule, sont préférables aux canaux ronds, car ils permettent de réduire plus efficacement les contraintes dans la résine. Les canaux ronds sont généralement plus faciles à démouler, mais n'offrent pas le même contrôle du remplissage de la cavité et du temps de solidification que les canaux rectangulaires. L'épaisseur (diamètre) du canal d'injection doit être de ½ à 1 fois l'épaisseur de la pièce. Les transitions entre le canal d'alimentation, le canal d'injection et la pièce doivent être fluides, sans changement brusque de la direction d'écoulement de la résine.

Les canaux à diaphragme ou annulaires peuvent être utilisés pour le moulage de pièces cylindriques lorsque la concentricité est essentielle ou que les lignes de soudure sont inacceptables. Les canaux ponctuels sont à éviter, sauf pour le moulage de petites pièces injectées très rapidement, comme avec la résine fluoropolymère Tefzel™. Injection par tunnel. Les points d'injection doivent être positionnés aux endroits suivants :

- Là où la pièce ne sera pas soumise à des contraintes importantes de flexion ou d'impact lors de son utilisation.
- De manière à ce que les lignes de soudure se situent dans des zones non critiques.
- Là où la finition du point d'injection serait inutile ou peu coûteuse.
- Au niveau ou à proximité de la partie la plus épaisse afin de minimiser les retassures et d'éviter de faire passer la résine à travers une zone mince pour remplir une zone plus épaisse.
- Aux emplacements compatibles avec les exigences de ventilation (les ventilations sont généralement requises au niveau des lignes de soudure ou au fond des cavités borgnes).
- Au centre d'une pièce circulaire.

## Autres considérations

Une fois les exigences fonctionnelles et esthétiques de la pièce définies, la conception finale doit tenir compte des considérations suivantes :

- Congés généreux.
- Angles et intersections optimisés.
- Épaisseur de paroi uniforme (si des épaisseurs différentes sont requises, la transition doit être aussi progressive que possible).
- Simplicité (la conception globale doit être aussi simple que possible).

De plus, les bonnes pratiques suivantes sont à prendre en compte :

- Les opérations post-moulage, telles que le perçage de trous dans la pièce, sont généralement préférables à l'utilisation de broches.
- Le nombre de cavités doit diminuer à mesure que la complexité de la pièce augmente.
- Le jet, c'est-à-dire l'écoulement rapide d'un mince filet de résine à travers une cavité du moule, doit être évité.

## Chauffage du moule

Bien qu'un moule puisse généralement être chauffé à l'aide d'un réchauffeur à huile à circulation haute température, lorsqu'un procédé de moulage par injection requiert une température supérieure à 191 °C, un chauffage électrique doit être utilisé. Les deux moitiés du moule doivent être isolées des plateaux afin de limiter les pertes de chaleur. Des plaques de carton « Transite » de 6,4 mm d'épaisseur conviennent parfaitement à cet effet.

# CONSIDÉRATIONS DIMENSIONNELLES

## Tolérances

L'obtention d'un moulage à tolérances serrées repose sur une maîtrise précise des paramètres de fonctionnement, tels que le débit de résine vers le cylindre, la température du cylindre et de la matière fondue, la vitesse du piston ou de la vis, la pression et le cycle global ; tous ces paramètres doivent rester constants. La conception du moule est également un facteur critique pour respecter les tolérances spécifiées.

Dans tout processus de fabrication, plus les exigences de tolérance sont strictes, plus le processus devient complexe et coûteux. Généralement, les pièces en plastique peuvent fonctionner avec des tolérances plus larges que leurs homologues métalliques grâce à la résilience intrinsèque supérieure du plastique.

Quelques remarques et mises en garde générales concernant les tolérances :

- Les tolérances ne doivent jamais être spécifiées plus serrées que nécessaire.
- Le coût augmente lorsque des tolérances serrées sont spécifiées sur plusieurs dimensions d'une pièce.
- Ne spécifiez pas de tolérances serrées pour les pièces présentant d'importantes variations d'épaisseur de paroi.
- Il est déconseillé de spécifier des tolérances fines le long d'une ligne de joint ou pour des dimensions contrôlées par des noyaux mobiles ou des cames coulissantes.

## Retrait

Voici les principaux facteurs influençant le retrait des pièces moulées par injection en fluoropolymères :

- L'augmentation de l'épaisseur de la pièce ou de la température du moule accroît le retrait, car ces variations ralentissent le refroidissement de la pièce, ce qui induit une cristallinité (ordre) plus élevée et une relaxation des contraintes internes.
- La plupart des pièces en plastique présentent des différences de retrait directionnel ; le retrait est minimal dans le sens d'écoulement de la résine en raison du degré d'orientation moléculaire relativement élevé dans cette direction. En général, plus le trajet est rectiligne, plus le retrait est faible. Il est donc conseillé de concevoir la pièce et de positionner les points d'injection de manière à créer le trajet d'écoulement le plus rectiligne possible dans la direction où la tolérance dimensionnelle est la plus faible.
- Une augmentation de la pression d'injection diminue le retrait.
- En général, les pièces moulées à des températures de matière première plus élevées présentent un retrait de moule plus important.
- L'ajout de charge réduit le retrait des pièces.

# FONCTIONNEMENT DU MOULAGE

## Procédure d'arrêt et de redémarrage

Si l'équipement de moulage est arrêté sans respecter la procédure d'arrêt appropriée, une dégradation de la résine peut se produire et une corrosion importante de l'équipement peut également survenir si celui-ci est construit avec des matériaux non résistants à la corrosion.

Lorsqu'un arrêt nocturne sans nettoyage est souhaité, la procédure d'arrêt suivante est recommandée :

1. Réduisez la température de tous les régulateurs aux niveaux suivants :

- a) 310 °C pour Everflon™ PFA ou FEP
- b) 280 °C pour Everflon™ ETFE

2. Une fois toutes les températures abaissées aux niveaux indiqués à l'étape 1, purgez la machine jusqu'à ce qu'elle soit sèche, laissez la vis d'injection en position avant et coupez l'alimentation électrique.

La procédure de redémarrage est la suivante :

1. Augmentez successivement la température de chaque zone, en commençant par les régulateurs de température de la buse, puis de l'adaptateur, du cylindre arrière, du cylindre avant et enfin du cylindre central, aux niveaux suivants :

- a) 310 °C pour Everflon™ PFA ou FEP
- b) 280 °C pour Everflon™ ETFE

Un palier de température d'une heure peut être nécessaire pour faire fondre toute la résine et porter tous les composants métalliques à ces températures.

2. Une fois les températures stabilisées, démarrez la machine lentement et réglez les régulateurs de température sur leurs valeurs de fonctionnement.

3. Lancez la production lorsque les températures de fonctionnement sont atteintes.

## Procédure de nettoyage

Les étapes suivantes décrivent une procédure de nettoyage suggérée :

1. Tout en maintenant la température de fonctionnement, commencez à faire tourner la vis et continuez jusqu'à ce que la résine cesse de s'écouler de la buse.
2. Réduisez la température du cylindre aux niveaux suivants :
  - a) 310 °C pour Everflon™ PFA ou FEP
  - b) 280 °C pour Everflon™ ETFE
3. Arrêtez la vis et retirez la buse et l'adaptateur. Nettoyez la buse encore chaude avec un grattoir en métal souple et une grille en cuivre. Le décapage thermique au four n'est pas nécessaire et doit être évité.

Remarque : À ce stade, un composé de purge à base d'acrylique coulé broyé ou de polyéthylène peut être utilisé lors du moulage d'Everflon™ FEP ou ETFE.

4. Retirez lentement la vis chaude du cylindre et nettoyez-la avec une brosse métallique.
5. Nettoyez l'intérieur du cylindre avec une grille en cuivre enroulée autour d'une brosse tubulaire pour un ajustement parfait ; essuyez ensuite le cylindre avec un chiffon non pelucheux. Lors de l'utilisation d'équipements en métal résistant à la corrosion, il est possible de laisser une purge (broyée, en acrylique coulé ou en feuille de polyéthylène) dans l'équipement pendant la nuit sans risque d'endommagement du métal.

## Température de fusion (résine à la sortie de la buse)

- Diminuer la température de fusion lorsque le temps d'attente augmente.
- La taille du canal d'alimentation, de la buse et de l'orifice est un facteur supplémentaire à prendre en compte.

## Profils de température

- Lors d'une utilisation à haute température de fusion et avec un temps d'attente long (10 à 15 min), la zone arrière doit être réglée à une température inférieure à celle de la zone avant afin de minimiser la dégradation de la résine.
- Lors d'une utilisation avec des temps d'attente courts, la température des zones avant et arrière doit être identique.
- L'emplacement des thermocouples de chauffage, la taille de la machine, la vitesse et le type de la vis d'injection, le volume d'injection et le temps de cycle sont d'autres facteurs à considérer.
- Il arrive que des températures de fusion élevées résultent d'un travail mécanique de la résine fondue. • Si la température de la zone arrière est trop élevée, un pontage peut se produire, entraînant une alimentation irrégulière.
- Si la température de la zone arrière est trop basse, les fortes contraintes de couple générées par la résine partiellement fondue peuvent provoquer le blocage de la vis, réduisant ainsi la capacité de plastification de l'équipement.

## Vitesse d'injection

- La vitesse admissible du piston est déterminée par le diamètre minimal du canal par lequel la résine fondue doit passer.
- Une surface rugueuse ou ondulée indique une vitesse d'injection inappropriée. Si la surface est rugueuse ou givrée, la vitesse d'injection était trop élevée ; inversement, si elle est ondulée, la vitesse d'injection était trop faible.
- La taille de l'injection, la température de fusion et la température du moule sont d'autres facteurs à prendre en compte.

## Pression d'injection

- La pression d'injection doit généralement être aussi basse que possible.
- Une faible pression d'injection réduit les contraintes résiduelles et améliore la stabilité dimensionnelle.
- Pour réduire les retassures ou améliorer les lignes de soudure, il convient d'augmenter la pression d'injection.
- La conception de l'équipement et de la pièce doit également être prise en compte.

## Rotation de la vis

- En général, la vitesse de rotation de la vis doit être aussi lente que possible.
- Des vitesses de vis élevées, associées à une contre-pression appropriée, sont parfois utilisées pour atteindre les températures de fusion élevées nécessaires au moulage de pièces longues et fines.

## Température du moule

- Il est généralement déconseillé d'utiliser des moules extrêmement chauds pour les pièces à parois épaisses.
- Lorsque le trajet d'écoulement de la résine est long par rapport à l'épaisseur de la pièce, des températures de moule supérieures à la normale sont nécessaires.
- L'augmentation de la température du moule réduit le risque de délamination.
- Lors du réglage de la température du moule, il convient de tenir compte des paramètres interdépendants, tels que la géométrie de la pièce, l'état de surface, la perte de charge, l'effet sur le temps de cycle, les contraintes, l'éjectabilité de la pièce et le retrait.

## Contre-pression

- La contre-pression doit généralement être maintenue aussi basse que possible. • Augmenter la contre-pression peut parfois s'avérer efficace pour élever la température de la matière première.

## Durée totale du cycle

La durée totale du cycle est influencée par plusieurs variables de fabrication interdépendantes, telles que les températures et pressions de process, la géométrie de la pièce, les tolérances, le gauchissement et l'éjectabilité. On estime généralement la durée du cycle à 30 à 40 secondes par 3,2 mm d'épaisseur. Sauf pour les pièces minces, la partie la plus longue du cycle est souvent consacrée au mouvement du piston.

Le « compactage » de la résine, qui consiste à maintenir le piston en position avancée sous pression, doit être réduit au minimum. Normalement, le compactage n'est utilisé que pour le moulage de pièces épaisses afin de réduire les retassures ou d'éliminer les vides. Un compactage excessif entraîne généralement un délaminage de la pièce pour l'Everflon™ FEP et le PFA, mais généralement pas pour l'Everflon™ ETFE. L'utilisation d'une tête d'étalement réduit le risque de surcompactage.

## Conditions de moulage recommandées pour les fluoropolymères Everflon™

Property	Unit	FEP 4610	PFA 410	ETFE 4010
Cylindre arrière	°C	315–330	315–330	270–300
Cylindre central	°C	330–345	330–345	270–320
Cylindre avant	°C	371	371	270–320
Buse	°C	371	371	345
Température du moule	°C	>93	149–260	190
Température de la matière première	°C	343–382	343–399	300–330
Vitesse d'injection : Lente	-°C-	Slow	Slow	Moderately Fast
Pression d'injection	Mpa	21–55	21–55	21–100

# CONSEILS

## Pigmentation

Les résines fluoropolymères Everflon™ peuvent être pigmentées avec le concentré de couleur Everflon+™, stable thermiquement aux températures de moulage des résines ; les pigments inorganiques sont à privilégier.

La méthode la plus simple pour colorer la résine consiste à mélanger la résine non pigmentée avec les concentrés de couleur. Il est également possible de mélanger les pigments à sec selon la procédure suivante :

1. Sécher le pigment souhaité pendant une nuit à 150 °C dans une étuve sous vide ou une étuve à air froid afin d'éliminer les gaz absorbés et l'humidité.
2. Peser le pigment et, si une opacité plus importante est souhaitée, ajouter et mélanger la quantité appropriée de dioxyde de titane au pigment coloré.
3. Placer les granulés de résine dans un récipient propre, tel que le carton d'expédition d'origine, puis tamiser le pigment à travers un tamis de 100 mailles directement sur les granulés.
4. Mélanger à sec le colorant et les granulés en roulant ou en faisant tourner le mélange pendant au moins 15 minutes. 5. Utilisez les granulés de résine pigmentée dans les 30 minutes ou conservez-les dans un récipient hermétique pour éviter l'absorption d'humidité.

## Moulage de pièces minces

Il est généralement difficile de mouler par injection des pièces très minces avec la plupart des résines thermoplastiques, en particulier lorsqu'une grande surface est concernée. Avec les résines fluoropolymères Everflon™, toute épaisseur inférieure à 2,5 mm peut être considérée comme une pièce mince. Lors du traitement de pièces minces, une vitesse de piston élevée est nécessaire, car un remplissage complet est primordial. Cependant, il est difficile d'obtenir simultanément un remplissage complet et une pièce exempte de délamination.

Cette dernière propriété ne peut généralement être obtenue qu'avec une faible vitesse de piston, condition de fonctionnement qui provoque souvent un durcissement de la résine dans le point d'injection ou la cavité d'une pièce à paroi mince avant qu'un remplissage complet ne soit possible.

Par conséquent, une température de moule élevée, de l'ordre de 204 °C, est nécessaire pour minimiser le risque de délamination. Il est déconseillé d'utiliser du calage ; autrement dit, le piston doit être rétracté dès que le moule est plein. Des délaminations peuvent apparaître sur certaines parties des résines Everflon™ FEP et PFA, même sur une zone d'apparence et de toucher lisse, après vieillissement thermique ou flexions répétées. Pour qu'une pièce conserve une surface lisse après flexion, son épaisseur doit être suffisante pour permettre une faible vitesse de piston.

Le délaminage n'est pas une caractéristique de l'Everflon™ ETFE ; les précautions nécessaires pour l'éviter avec les résines FEP et PFA ne sont donc pas requises pour le moulage de l'ETFE.





# Everflon Academic Center

Tel: +86-185-7168-9228

[info@everflon.com](mailto:info@everflon.com)

[www.everflon.com](http://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](http://www.everflon.com) ou [www.everflonultra.com](http://www.everflonultra.com)