

PROPRIETES

Guide



victrex®

PASSION • INNOVATION • PERFORMANCE

Table des matières

Introduction

Propriétés mécaniques	2
Propriétés en traction	2
Propriétés en flexion	3
Propriétés en compression	3
Propriétés en fluage	3
Propriétés en fatigue	4
Propriétés de résistance au choc	4
Propriétés thermiques	5
Température de déformation sous charge	6
Température d'utilisation en continu	6
Vieillessement thermique	6
Coefficient de dilatation thermique	7
Stabilité thermique	7
Rhéologie	8
Propriétés d'inflammabilité et de combustion	9
Inflammabilité	9
Auto-extinguibilité	9
Densité des fumées	9
Toxicité des fumées	9
Propriétés électriques	10
Résistivité volumique	10
Résistivité de surface	10
Propriétés diélectriques	10
Propriétés de dissipation électrostatique	12
Propriétés tribologiques	13
Frottement et usure	13
Essai « Block-on-Ring »	13
Essai « Rondelle de butée axiale »	14
Pression et vitesse limites	15
Résistance à l'environnement	16
Résistance à l'hydrolyse	16
Perméabilité aux gaz et aux liquides	16
Résistance chimique	17
Résistance aux radiations	18
Propriétés de dégazage	18
Homologations et spécifications	19
Fiches techniques des produits	20

Victrix Polymer Solutions, division de Victrix plc, est le premier fabricant mondial de poly(aryl éther cétones) PAEK, dont le polymère VICTREX® PEEK. Notre portefeuille de produits est l'un des plus diversifiés du marché. En collaboration avec nos clients et les utilisateurs finaux, nous fournissons des solutions technologiques permettant de faire face aux nouveaux enjeux et créer de nouvelles opportunités en atteignant un niveau de performances inégalé dans les secteurs de l'aéronautique, l'automobile, l'énergie, l'industrie, du médical et des semi-conducteurs.

Le polymère VICTREX PEEK dispose de propriétés exceptionnelles sur une large plage de températures et de conditions extrêmes. Il s'agit d'un polymère linéaire, aromatique et semi-cristallin, largement considéré comme l'un des thermoplastiques les plus performants au monde. Il possède une combinaison et une gamme uniques de propriétés de hautes performances.

Outre le polymère VICTREX PEEK, nous proposons deux autres polymères PAEK, le VICTREX® HT™ et le VICTREX® ST™ – qui conservent leur comportement mécanique intact en environnement agressif à des températures encore supérieures.

Lorsque l'application finale exige une combinaison de propriétés remarquables, nos PAEK offrent un avantage considérable et une adaptabilité inégalée. Cette possibilité d'associer des propriétés exceptionnelles sans aucun compromis permet à nos matériaux de travailler dans des conditions de service très diverses et de s'adapter à un large éventail d'applications.

Pourquoi choisir les PAEK de Victrix ?

- Une combinaison unique de propriétés.
- Un vaste choix de grades.
- Une mise en œuvre avec des équipements conventionnels.
- La conformité à des spécifications et homologations internationales.
- La qualité et la régularité des produits.
- La sécurité d'approvisionnement.
- L'assistance par des équipes techniques d'experts dans le monde entier.

Performance à hautes températures

Excellente tenue thermique, avec une température de transition vitreuse de 143 à 162°C et une température de fusion de 343 à 387°C.

Résistance mécanique

Excellentes propriétés de ténacité, de rigidité, de fluage à long terme et de résistance à la fatigue.

Résistance à l'usure

Grande résistance à l'abrasion et à la compression sous fortes charges associée à un faible coefficient de frottement.

Résistance chimique

Résistance à un large éventail d'acides, de bases, d'hydrocarbures et de solvants organiques.

Résistance à l'hydrolyse

Faible reprise d'humidité, résistance à la vapeur, à l'eau douce et à l'eau de mer, faible perméabilité.

Pour répondre aux exigences de tous les procédés de transformation des thermoplastiques, les matériaux Victrex existent en différentes viscosités de base : du PEEK 90 à très haute fluidité au grade de viscosité standard PEEK 450G jusqu'au PEEK 650G à haute ductilité. Ces résines de base sont proposées en poudre fine, ou en granulés extrudés et filtrés à l'état fondu,

Performances électriques

Conservation des propriétés électriques sur une large plage de température et de fréquence.

Faibles émissions de fumées et de gaz toxiques

Naturellement auto-extinguible, sans utilisation d'additifs. Faible toxicité des gaz de combustion.

Pureté

Taux de dégazage et de substances extractibles exceptionnellement bas.

Respectueux de l'environnement

Entièrement recyclable, sans halogènes, et en conformité avec la Directive RoHS visant à limiter l'utilisation de substances dangereuses.

Facilité de mise en œuvre

Mise en œuvre possible avec tous les équipements conventionnels de transformation des thermoplastiques.

en versions naturelles, renforcées ou lubrifiées. Une fois transformés, on les retrouve sous la forme d'une multitude de demi-produits (barres, plaques...), de fibres, de films, de tubes ou de revêtements. La gamme de produits de Victrex Polymer Solutions est présentée dans le tableau 1.



HIGH PERFORMANCE POLYMERS

La plus vaste gamme de poly(aryl éther cétones), dont le polymère VICTREX® PEEK, offrant des performances exceptionnelles sur une large plage de température et de conditions extrêmes.



aptiv

VICTREX® PEEK FILM TECHNOLOGY

En réunissant toutes les propriétés du polymère VICTREX PEEK sous une forme flexible, le film Victrex APTIV® est considéré comme le film thermoplastique le plus polyvalent et le plus performant actuellement disponible.



VICOTE®

VICTREX® PEEK COATING TECHNOLOGY

Disponibles en poudre ou en dispersions aqueuses, les revêtements VICOTE®, confèrent une résistance exceptionnelle à la rayure et à l'usure, ainsi qu'une résistance mécanique et une durabilité excellentes.

Tableau 1 : Gamme de produits Victrex Polymer Solutions

Les polymères VICTREX® PEEK				
Viscosité de base	90	150	450	650
Poudre brute non chargée	90P	150P	450P	650P
Poudre fine non chargée		150PF	450PF	650PF
		150XF		
		150UF10		
Granulé non chargé	90G	150G / 150G903BLK	450G / 450G903BLK	650G
Granulé renforcé fibres de verre	90GL30	150GL15	450GL15	
	90GL60	150GL20	450GL20	
		150GL30 / 150GL30BLK	450GL30 / 450GL30BLK	650GL30
Granulé renforcé fibres de carbone	90CA30	150CA30	450CA20	
	90HMF20		450CA30	650CA30
	90HMF40		450CA40	
Granulé lubrifié		150FC30	450FC30	
		150FW30	450FE20	
Les polymères VICTREX® HT™		Les polymères VICTREX® ST™		
Poudre brute non chargée	HT P22 / P45		ST P45	
Poudre fine non chargée	HT P22PF / P45PF			
Granulé non chargé	HT G22 / G45		ST G45	
Granulé renforcé fibres de verre	HT 22GL30		ST 45GL30	
Granulé renforcé fibres de carbone	HT 22CA30		ST 45CA30	
Les grades spéciaux VICTREX®				
Granulé filtré	151G / 381G		VICTREX PEEK non chargé pour conditions d'extrême pureté (extrusion de fibres, isolation de câble)	
Grades spéciaux anti-usure	Polymère VICTREX® WG™ WG101, WG102		Lubrification améliorée pour applications à haute vitesse et fortes charges	
Anti-statique	Polymère VICTREX® PEEK-ESD™ ESD101, ESD201		Avec plages de résistivité spécifiques	

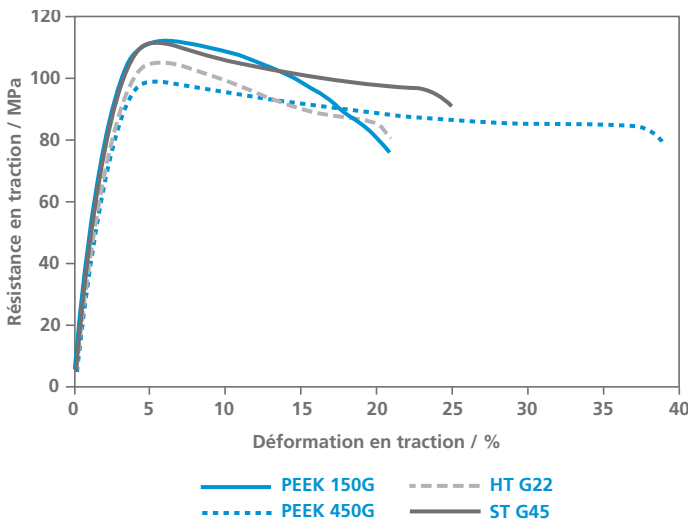
PROPRIETES MECANIQUES

Les matériaux Victrex sont largement considérés comme les plus performants des polymères thermoplastiques, avec une bonne conservation de leurs propriétés mécaniques sur une large plage de température et de conditions.

PROPRIETES EN TRACTION

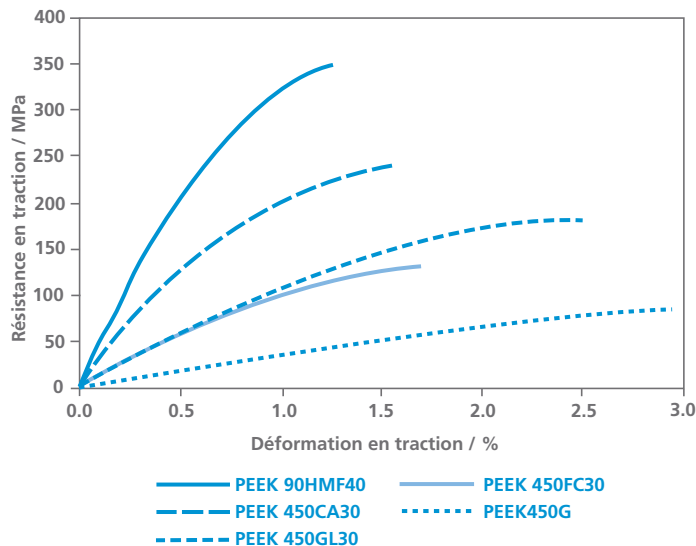
Les propriétés en traction des polymères Victrex sont supérieures à celles de la plupart des thermoplastiques techniques. Le comportement en traction a été évalué selon la norme ISO 527 ; les courbes de résistance en traction comparant les polymères Victrex non chargés sont représentées en figure 1. Ces grades non chargés présentent un comportement ductile, avec une limite d'élasticité à environ 5% d'allongement et une résistance en traction supérieure à 100 MPa.

Figure 1 : Courbes types de contrainte/déformation des polymères Victrex non chargés



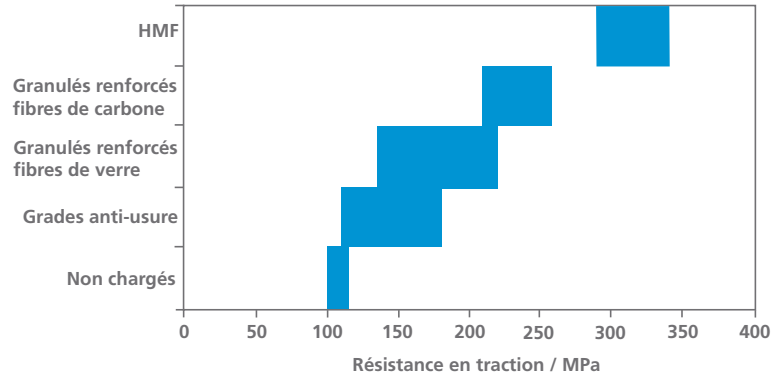
Comme l'indique la figure 2, l'incorporation de charges augmente la résistance et la rigidité des compounds PEEK. Les grades renforcés sont généralement dépourvus de limite d'élasticité et présentent une rupture de type fragile. Le module, la résistance et l'allongement en traction varient sensiblement selon la nature et le taux de charges.

Figure 2 : Courbes types de contrainte/déformation des polymères Victrex renforcés (comparées au grade naturel 450G)



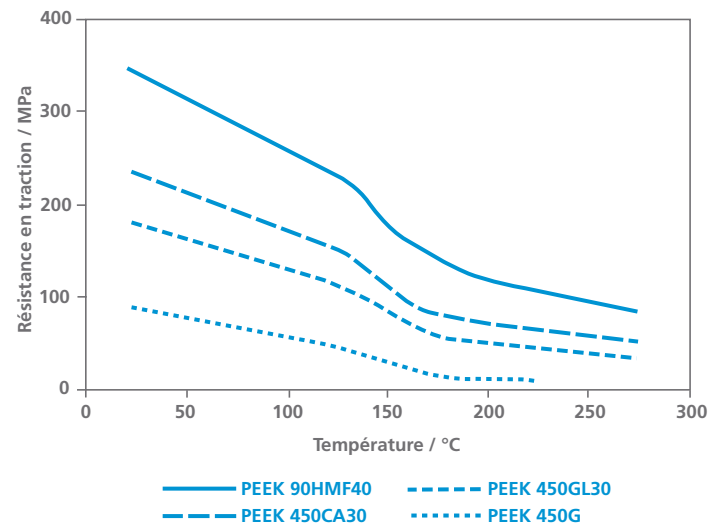
Les plages de résistance en traction des matériaux non chargés, renforcés fibres de verre et fibres de carbone, ainsi que celles des grades lubrifiés, sont récapitulées dans la figure 3.

Figure 3 : Plages de résistance en traction des matériaux Victrex



Les matériaux Victrex sont utilisés pour fabriquer des éléments structuraux soumis temporairement ou en permanence à des températures élevées. La figure 4, qui représente les courbes de résistance en traction de différents grades Victrex en fonction de la température, montre l'excellente conservation des propriétés mécaniques sur une large plage de température.

Figure 4 : Résistance en traction de différents grades Victrex en fonction de la température

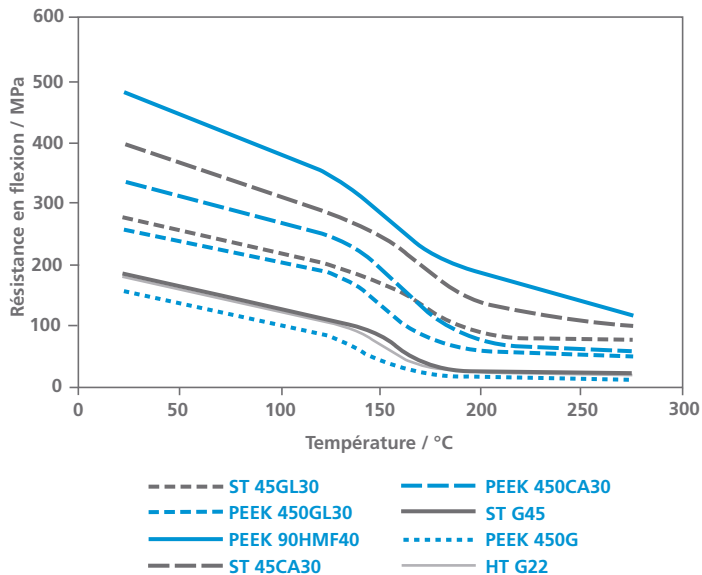


PROPRIETES EN FLEXION

Les matériaux Victrex présentent un comportement remarquable en flexion sur une large plage de température. La résistance en flexion a été évaluée selon la norme ISO 178 ; les résultats sont représentés graphiquement dans la figure 5.

Comme pour tous les polymères semi-cristallins, la résistance en flexion des matériaux Victrex dépend de la température et présente une importante variation dans la phase de transition vitreuse. Même dans ces conditions, la résistance en flexion des matériaux chargés peut dépasser 200 MPa au-delà de la température de transition vitreuse (T_g). Les différences observées dans les courbes de résistance en flexion des grades PEEK, HT et ST s'expliquent par l'augmentation de leur T_g respective.

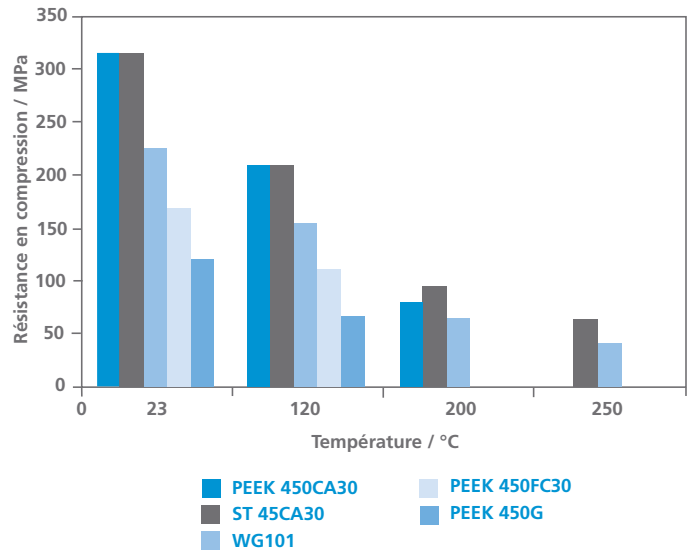
Figure 5 : Résistance en flexion des polymères Victrex en fonction de la température



PROPRIETES EN COMPRESSION

La résistance en compression a été évaluée selon la norme ISO 604 jusqu'à 250°C. La figure 6 représente la résistance en compression en fonction de la température de plusieurs grades Victrex typiquement utilisés dans des applications soumises à une forte usure et à des pressions très élevées ; le PEEK 450G est pris comme référence.

Figure 6 : Résistance en compression de différents grades Victrex en fonction de la température

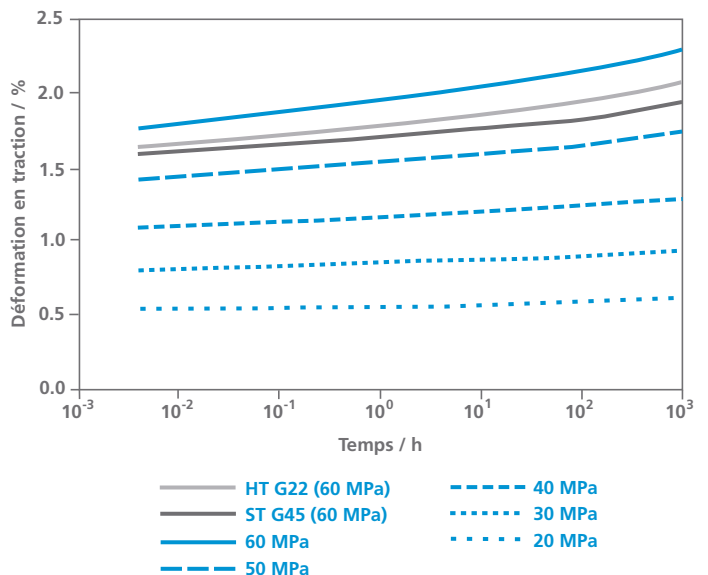


PROPRIETES EN FLUAGE

Les matériaux Victrex présentent une remarquable résistance au fluage et sont capables de supporter des contraintes élevées sur toute la durée de vie d'une application avec de très faibles déformations. Le fluage est défini comme la déformation observée en fonction du temps sous l'effet d'une contrainte de valeur constante. Le fluage en traction a été évalué selon la norme ISO 899, à 23°C pendant 1 000 heures.

Les résultats de fluage en traction du PEEK à 23°C, en fonction de plusieurs valeurs de contraintes constantes de 20 à 60 MPa, sont représentés dans la figure 7. Les grades HT et ST sous 60 MPa sont représentés à titre de comparaison. La déformation instantanée (sur un temps de fluage court) doit être prise en compte et mise en corrélation avec la courbe de contrainte/déformation observée précédemment. Les courbes de fluage commencent alors pour des allongements supérieurs et sous des charges plus importantes. Les grades HT et ST présentent un fluage sous 60 MPa inférieur à celui du PEEK 450G.

Figure 7 : Fluage en traction des grades PEEK 450G, HT et ST à 23°C

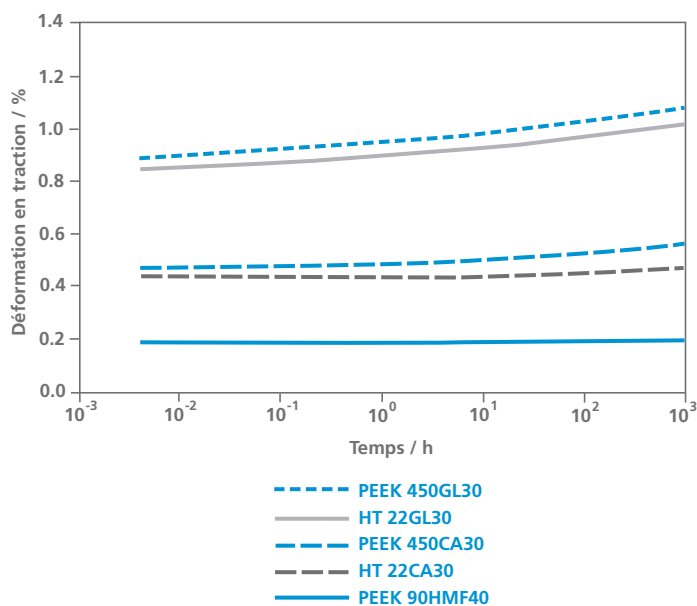


L'incorporation de charges dans le polymère PEEK améliore les performances mécaniques, comme la résistance et la rigidité, et donc le comportement au fluage. Cette amélioration dépend de la nature et du taux de charges. Les propriétés mécaniques du PEEK et des grades HT dans des conditions de fluage sous une charge constante de 90 MPa à 23°C sont représentées dans la figure 8.

Le PEEK 90HMF40, dont la résistance mécanique et la rigidité sont les plus élevées de tous les matériaux Victrex, présente une remarquable résistance au fluage.

Les PEEK 450CA30 et PEEK 450GL30 montrent un fluage sous 90 MPa légèrement supérieur à celui du PEEK 90HMF40. Les grades HT offrent un comportement au fluage légèrement supérieur à celui de leurs équivalents en PEEK.

Figure 8 : Résistance en traction de différents grades PEEK et HT sous une contrainte constante de 90 MPa à 23°C

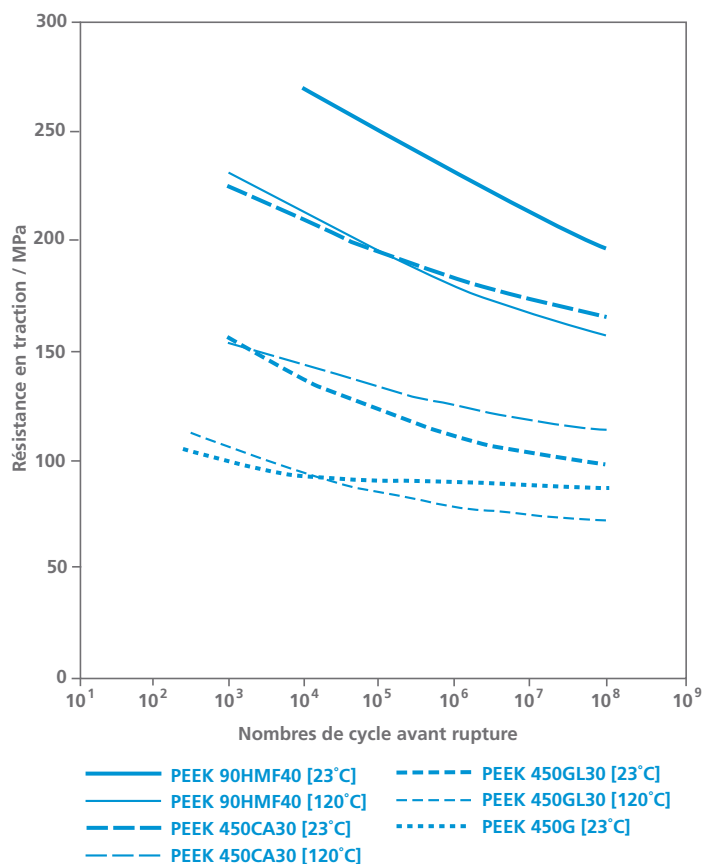


PROPRIETES EN FATIGUE

On peut définir la fatigue comme la diminution des propriétés mécaniques sous l'effet permanent d'une charge cyclique. La fatigue en traction a été évaluée sur des éprouvettes de traction ISO soumises à une contrainte prédéfinie variant de 10 à 100% et appliquées avec une fréquence sinusoïdale de 5 Hz.

La figure 9 illustre l'excellent comportement en fatigue de plusieurs matériaux Victrex à 23°C et 120°C. Le PEEK 450G ne montre qu'une très faible dégradation dans les conditions de fatigue à 23°C. L'incorporation de charges dans le polymère PEEK améliore notablement sa résistance à la fatigue.

Figure 9 : Fatigue en traction de différents grades Victrex à 5Hz, 23°C et 120°C



PROPRIETES DE RESISTANCE AU CHOC

Les essais de résistance au choc permettent d'étudier le comportement des matériaux soumis à des conditions d'impact prédéfinies, ainsi que de caractériser leur résilience dans les limites spécifiques des conditions d'essai. Il existe un grand nombre de méthodes d'essai : impact à faible énergie à l'aide d'un montage pendulaire ou impact à haute énergie à l'aide d'un poids en chute libre. Le montage pendulaire peut faire appel à un support en porte-à-faux, comme dans l'essai Izod (ISO 180), ou à une configuration de flexion sur 3 points d'appui comme dans l'essai Charpy (ISO 179), et sur éprouvettes entaillées ou non dans les deux cas.

La résistance au choc Izod et Charpy de différents grades Victrex sur éprouvettes entaillées et non entaillées est représentée dans les figures 10 et 11. Les matériaux Victrex non chargés sont extrêmement résilients et ne cassent pas dans l'essai Izod ou Charpy sans entaille. L'incorporation de charges au PEEK améliore la résilience sur les éprouvettes entaillées.

Figure 10 : Résistance au choc Izod de différents grades Victrex à 23°C

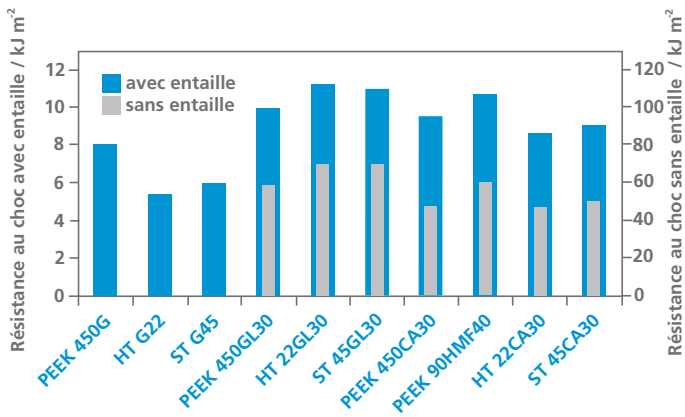
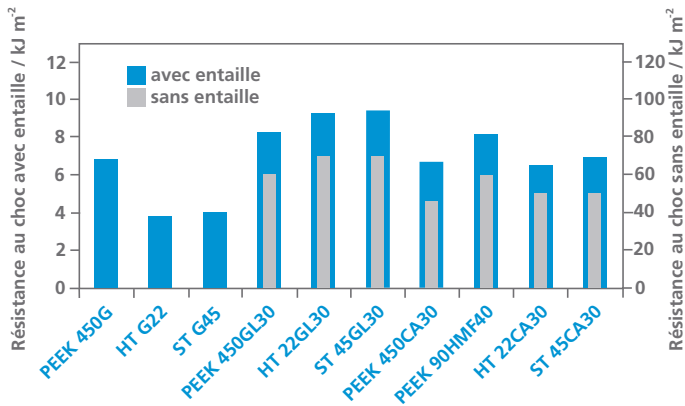


Figure 11 : Résistance au choc Charpy de différents grades Victrex à 23°C



Le polymère VICTREX® PEEK spécifié pour des enjoliveurs de roue utilisés dans un train d'atterrissage d'avion, résiste aux impacts des débris ambiants et aux environnements extrêmes.

PROPRIETES THERMIQUES

La figure 13 indique la plage de température de transition vitreuse (T_g) et de température de fusion cristalline (T_m) des polymères Victrex. Du fait de leur nature semi-cristalline, ces polymères conservent l'essentiel de leurs propriétés mécaniques au voisinage de leur température de fusion.

Comme l'indique la figure 12 pour différents grades Victrex, les propriétés de résistance au choc dépendent de la température. Sur une plage de -55°C à +120°C la résilience s'améliore lorsque la température augmente.

Figure 12 : Résistance au choc Charpy avec entaille de différents grades Victrex en fonction de la température

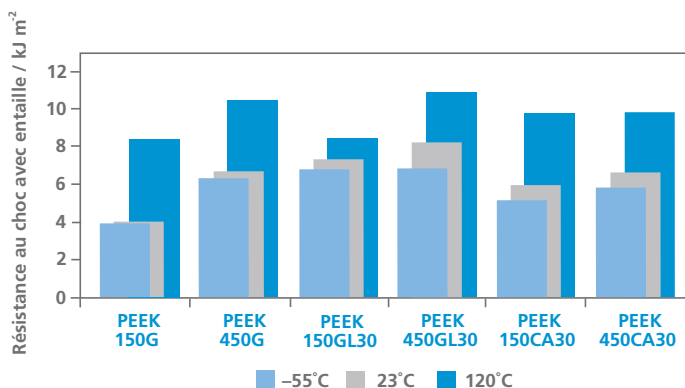
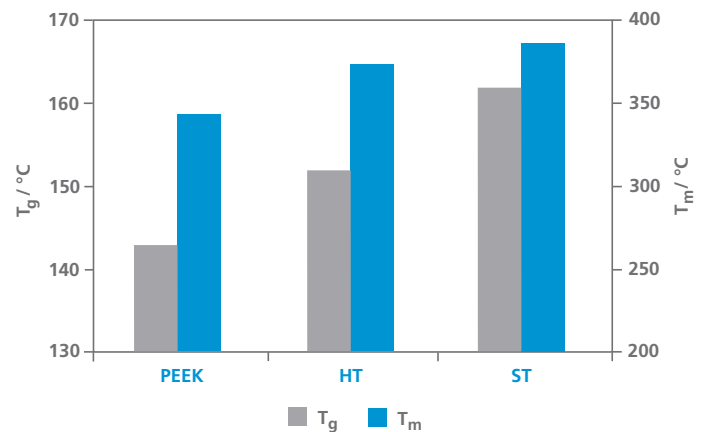


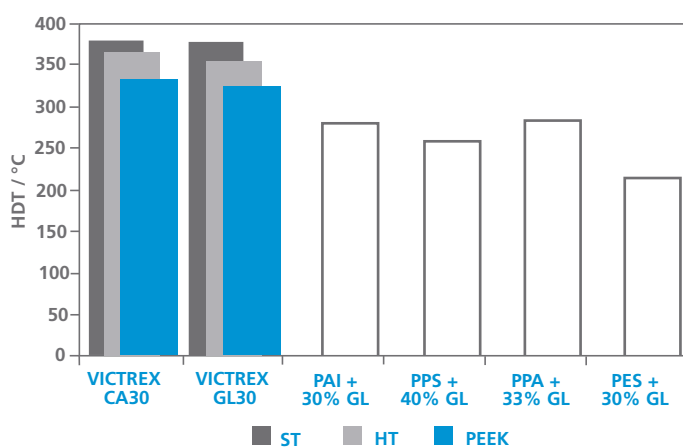
Figure 13 : Températures de transition vitreuse (T_g) et de fusion cristalline (T_m) des polymères Victrex, déterminées par calorimétrie DSC (ISO 11357)



TEMPERATURE DE DEFORMATION SOUS CHARGE

Le comportement thermique à court terme d'un polymère peut être caractérisé par sa température de déformation sous charge (HDT, ISO 75), déterminée en observant la déformation d'une éprouvette soumise à une température et une charge (1,8 MPa) constantes. Les matériaux Victrex présentent une excellente rigidité mécanique à température élevée et, par conséquent, des valeurs élevées de HDT par rapport à d'autres polymères à hautes performances.

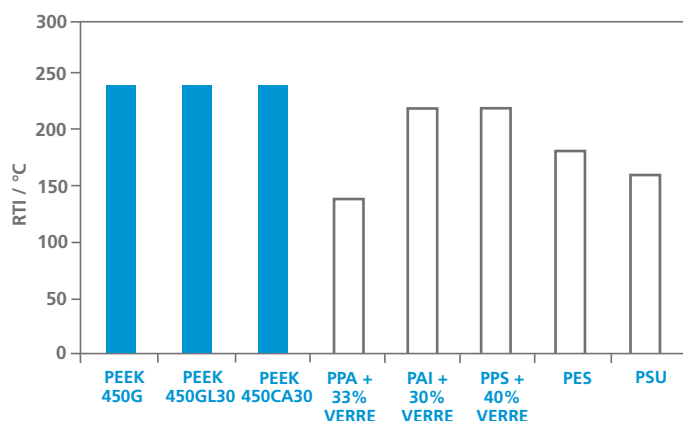
Figure 14 : Température de déformation sous charge (1,8 MPa) de matériaux Victrex et d'autres polymères à hautes performances



TEMPERATURE D'UTILISATION EN CONTINU

À hautes températures les polymères sont sujets à une dégradation irréversible de leurs propriétés sous l'action de la chaleur (oxydation). Ces effets peuvent être caractérisés par la mesure de l'indice thermique relatif (ou RTI) tel que défini par les Underwriters Laboratories (UL) selon la norme UL746B. Cet essai détermine la température à laquelle 50% d'une propriété donnée du matériau est conservée, par rapport à un matériau de référence de RTI connu (le RTI correspond généralement à une durée extrapolée comprise entre 60 000 et 100 000 heures). Les classements RTI obtenus par les UL comparant des matériaux Victrex à d'autres polymères à hautes performances sont représentés dans la figure 15.

Figure 15 : Indice thermique relatif (RTI) de plusieurs matériaux à hautes performances (basé sur des propriétés mécaniques sans choc)



VIEILLISSEMENT THERMIQUE

L'excellente conservation des propriétés mécaniques du PEEK non chargé à diverses températures de vieillissement dans l'air a été utilisée pour mesurer la résistance au vieillissement thermique. Les résultats sont présentés dans les figures 16 et 17. L'augmentation initiale de la résistance en traction qui s'observe dans la figure 16 résulte d'une augmentation de la cristallinité due à un phénomène de recuit. La perte de résistance ultérieure est due à la dégradation thermique.

Figure 16 : Conservation de la résistance en traction du PEEK non chargé en fonction du temps à température élevée

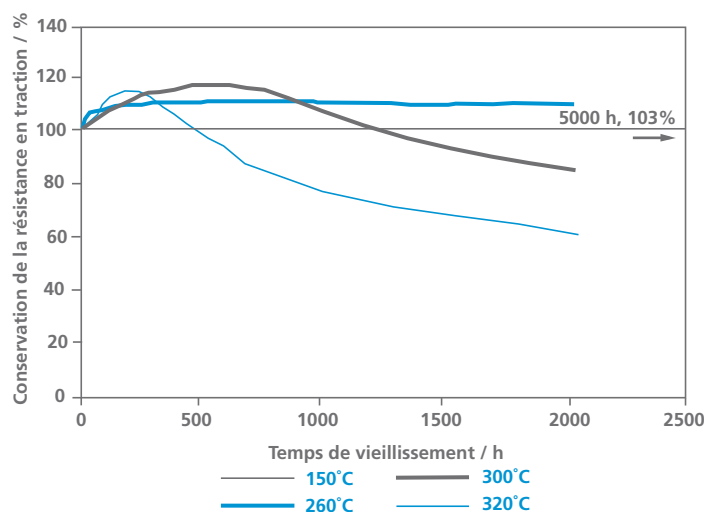
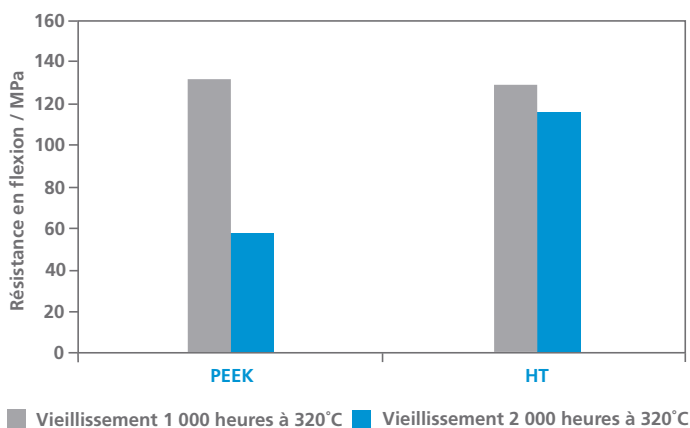


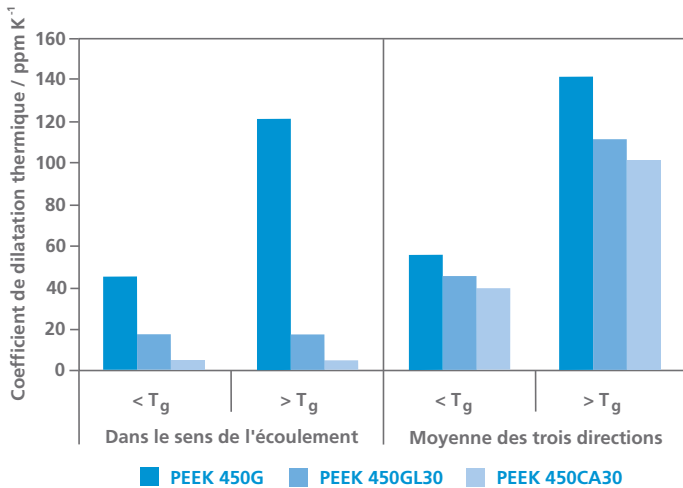
Figure 17 : Conservation de la résistance en flexion du PEEK et du HT non chargés après vieillissement à température élevée



COEFFICIENT DE DILATATION THERMIQUE LINEAIRE

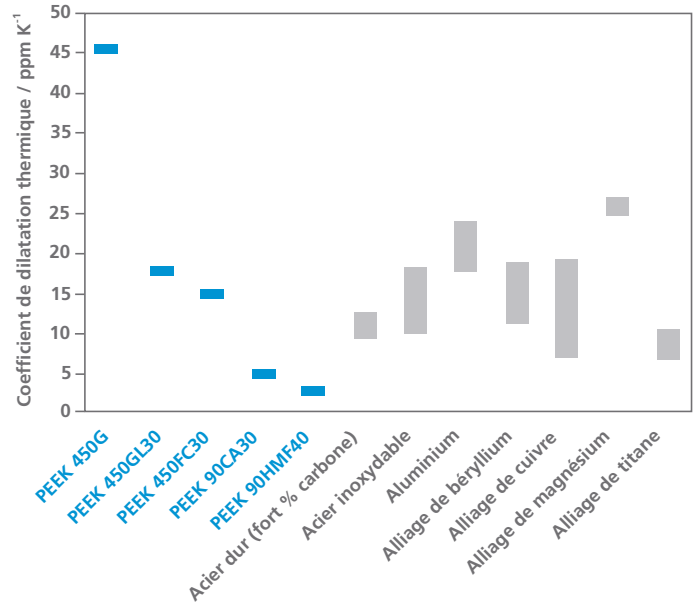
Le coefficient de dilatation thermique linéaire (ou CLTE) a été mesuré selon la norme ISO 11359. Les matériaux ont été étudiés dans les trois directions d'écoulement afin d'obtenir une caractérisation complète du comportement anisotrope des grades chargés. La figure 18 indique la variation du coefficient de dilatation dans le sens de l'écoulement et la variation moyenne dans les trois directions. Les grades non chargés comme le PEEK 450G sont quasiment isotropes et leur dilatation présente peu d'écart dans les trois directions. En revanche, les grades renforcés fibres de verre ou fibres de carbone sont anisotropes ; ils présentent une faible dilatation dans le sens de l'écoulement et une dilatation notablement plus marquée dans le sens transversal à l'écoulement. En outre, le coefficient de dilatation augmente significativement lorsque la température dépasse la T_g ; la différence est moins marquée pour les compounds, en particulier dans la direction de l'écoulement.

Figure 18 : Coefficient de dilatation thermique linéaire de différents grades Victrex en dessous et au dessus de la T_g



La figure 19 compare le coefficient de dilatation thermique de différents grades Victrex avec celui de divers métaux, en dessous de la T_g et dans le sens de l'écoulement.

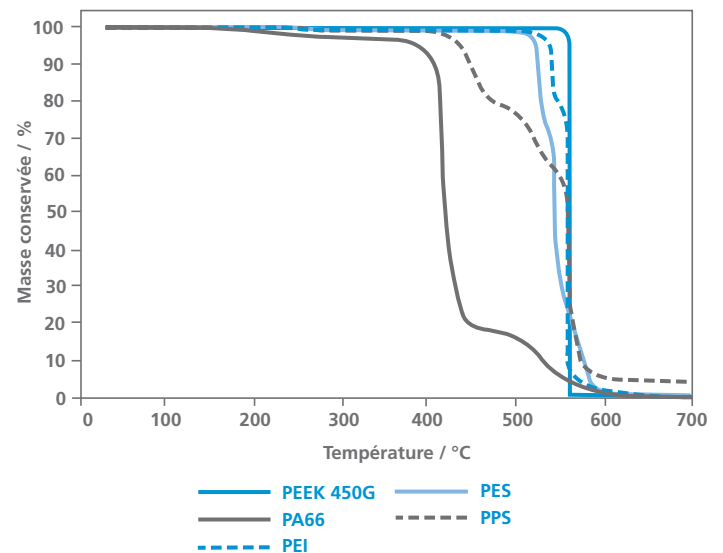
Figure 19 : Coefficient de dilatation thermique linéaire de différents grades Victrex et de divers métaux (dans le sens d'écoulement et en dessous de la T_g)



STABILITE THERMIQUE

La thermogravimétrie (ou ATG) permet de caractériser la stabilité thermique du PEEK dans l'air. Comme l'indique le tracé comparant le PEEK 450G à d'autres polymères à hautes performances dans la figure 20, la dégradation ne s'amorce qu'au-delà de 550°C, avec des niveaux de dégazage négligeables aux températures inférieures.

Figure 20 : Analyse thermogravimétrique (ATG) du PEEK et d'autres polymères à hautes performances

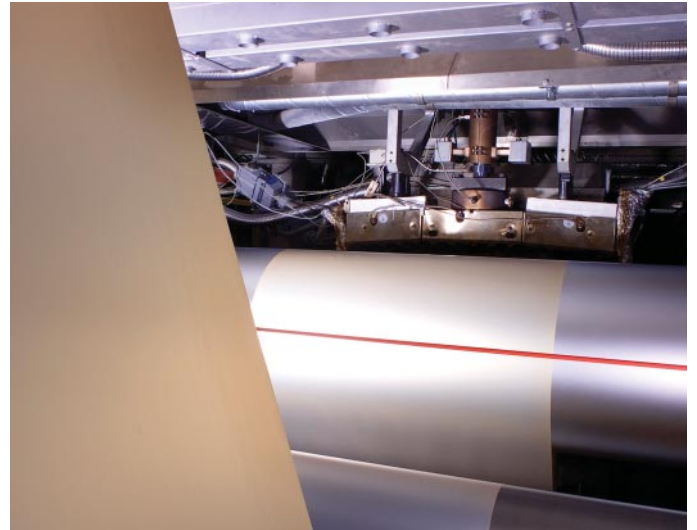


Le polymère VICTREX® PEEK a été retenu pour la fabrication d'une chemise de refroidissement, en raison de sa stabilité dimensionnelle, des faibles pertes en radiofréquences (RF) et de son aptitude à l'usage précis qui a permis de concevoir une nouvelle pièce monobloc.

RHEOLOGIE

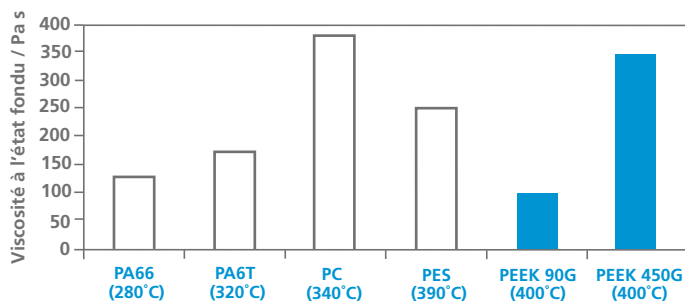
Comme pour la plupart des thermoplastiques, la viscosité à l'état fondu des matériaux Victrex dépend de la température et diminue avec le cisaillement. La comparaison des viscosités de plusieurs polymères à hautes performances à une vitesse de cisaillement de 1000/s est représentée dans la figure 21. Bien que la température de fusion du PEEK soit l'une des plus élevées, la viscosité du PEEK 450G se situe dans la plage de celle des polycarbonates.

La viscosité à l'état fondu dépend de la résine de base, de la nature et du taux de charges. Les matériaux à base de PEEK 450 sont plus visqueux que ceux à base de PEEK 150 et de PEEK 90. Comme l'illustre la figure 22, l'ajout de fibres de verre ou de carbone dans les polymères Victrex augmente la viscosité. Avec le PEEK 90G à haute fluidité comme résine de base, il est possible de réaliser des compounds chargés jusqu'à 60% en masse conservant une viscosité inférieure à celle des compounds chargés à 30% sur une base PEEK 450G de fluidité standard. La viscosité des grades lubrifiés avec 30% de charge est similaire à celle des autres produits à 30% de charge de la figure 22.



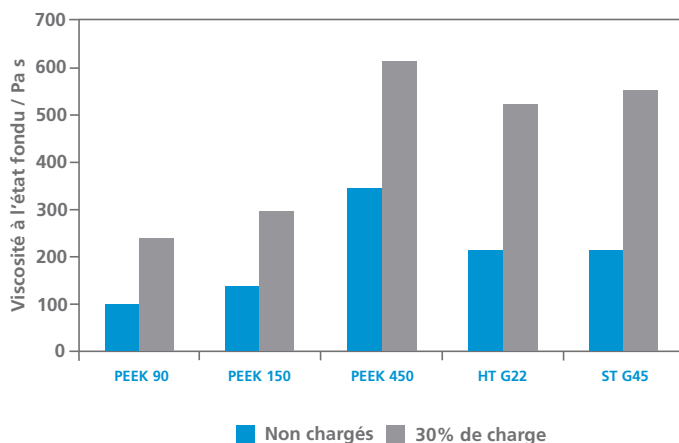
La rhéologie des polymères Victrex convient aussi bien au moulage par injection classique qu'aux procédés plus sensibles comme l'extrusion des films APTIV®.

Figure 21 : Viscosité à l'état fondu de divers thermoplastiques pour une vitesse de cisaillement de 1 000/s dans des conditions normales de mise en œuvre



Le polymère VICTREX® PEEK a remplacé l'acier dans des composants complexes d'instruments de dispersion utilisés dans le secteur médical.

Figure 22 : Viscosité à l'état fondu (1 000/s, 400°C) de différents grades Victrex (ST à 420°C)



PROPRIETES D'INFLAMMABILITE ET DE COMBUSTION

L'inflammabilité peut être définie comme la propension d'un matériau à brûler ; un matériau est dit inflammable lorsqu'il s'enflamme facilement et brûle rapidement.

Les matériaux Victrex sont intrinsèquement auto-extinguibles et lors de leur combustion ils dégagent très peu de gaz toxiques ou corrosifs par rapport à d'autres polymères. L'incorporation de charges (comme des fibres de verre ou de carbone) améliore encore la résistance naturelle des matériaux Victrex à la combustion.

INFLAMMABILITE

L'essai au fil incandescent (ou GWFI pour Glow Wire Flammability Index) selon la norme IEC 695-2-1 permet de caractériser la résistance d'un matériau à l'inflammation et son aptitude à l'auto-extinguibilité. A cet essai, le PEEK non chargé et ses compounds s'enflamment à 960°C mais s'éteignent spontanément lors du retrait du fil incandescent.

AUTO-EXTINGUIBILITE

La méthode de mesure de la résistance au feu la plus largement utilisée est celle de l'essai de combustion verticale UL94-V qui caractérise l'aptitude d'une matière plastique à s'éteindre spontanément après son inflammation ; il ne s'agit pas ici d'une mesure de l'inflammabilité. Le PEEK 450 non chargé atteint le classement UL94-V0 en 1,5 mm d'épaisseur. Les grades renforcés fibres de verre ou de carbone atteignent le classement UL94-V0 en 0,5 mm d'épaisseur sur une large plage de taux de charges.

DENSITE DES FUMEEES

La combustion des plastiques dégage de la fumée, généralement due à une combustion incomplète. La fumée réduit la visibilité et complique l'évacuation en cas d'incendie. Les niveaux de dégagement de fumée des matériaux Victrex sont plus de 95% inférieurs aux limites spécifiées dans les normes d'inflammabilité utilisées dans l'aviation (exemple : Boeing BSS 7238).

TOXICITE DES FUMEEES

La combustion des plastiques dégage plusieurs gaz toxiques, dont le gaz cyanhydrique (HCN), des gaz sulfureux (SO₂ et H₂S), des gaz nitreux (NO et NO₂) et du monoxyde de carbone (CO). Ces gaz peuvent être plus dangereux que le feu lui-même, car ils peuvent mettre les personnes dans l'incapacité de s'enfuir en cas d'incendie. Les gaz de combustion corrosifs, comme le gaz fluorhydrique (HF) et le gaz chlorhydrique (HCl) entraînent des dégâts irréversibles sur le matériel.

Les principaux produits de combustion des matériaux Victrex sont le dioxyde de carbone (CO₂) et le monoxyde de carbone (CO). La quantité de CO dégagée est inférieure à 5% des limites spécifiées dans les normes d'inflammabilité utilisées dans l'aviation (exemples : Boeing BSS 7239 et Airbus ATS-1000).

La toxicité est généralement exprimée sous forme d'une fraction de la quantité de gaz considérée comme mortelle pour l'être humain. Le tableau 2 indique les résultats d'essais réalisés en enceinte à fumées NIST, lesquels confirment que le seul gaz toxique dégagé en quantité significative est le monoxyde de carbone.



En remplaçant le métal dans des colliers de serrage pour l'aéronautique, le polymère VICTREX® PEEK a permis de réduire le poids et les temps de montage.

Table 2 : Analyse des gaz de combustion dans l'essai en enceinte à fumées NIST

	Essai sans flamme [ppm]		Essai avec flamme [ppm]		Concentration maximale admissible [ppm]	
	après 90 s	après 4 min	après 90 s	après 4 min	après 90 s	après 4 min
Monoxyde de carbone (CO)	Traces	1	30	100	3000	3500
Gaz chlorhydrique (HCl)	0	0	0	0	50	500
Gaz cyanhydrique (HCN)	0	0	0	0	100	150
Gaz sulfureux (H ₂ S, SO ₂)	0	0	0	0	50	100
Oxydes d'azote (NO _x)	0	0	0,5	1	50	100
Gaz fluorhydrique (HF)	0	0	0	0	50	50

PROPRIETES ELECTRIQUES

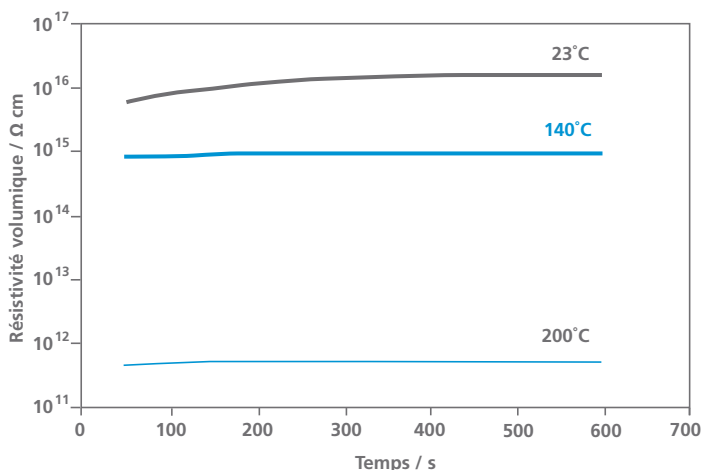
Les matériaux Victrex sont souvent utilisés comme isolants électriques en raison de leur remarquable résistance aux sollicitations thermiques, ambiantes et mécaniques.

RESISTIVITE VOLUMIQUE

La résistance volumique d'un matériau est définie comme la différence de potentiel [Volts] parallèlement au courant qui traverse le matériau divisée par l'intensité de courant [Ampères].

Comme pour tous les matériaux isolants, la température, l'humidité, la géométrie de l'objet et le temps peuvent être des facteurs importants de modification de la résistivité et doivent être pris en compte lors de la conception en fonction des conditions réelles d'utilisation. Ces effets sont représentés dans la figure 23, avec l'évolution de la résistivité volumique du PEEK 450G en fonction de la durée d'application du courant et de la température. Le grade HT montre une résistivité volumique similaire à celle du PEEK 450G dans les mêmes conditions.

Figure 23 : Résistivité volumique du PEEK 450G en fonction de la durée d'application du courant et de la température

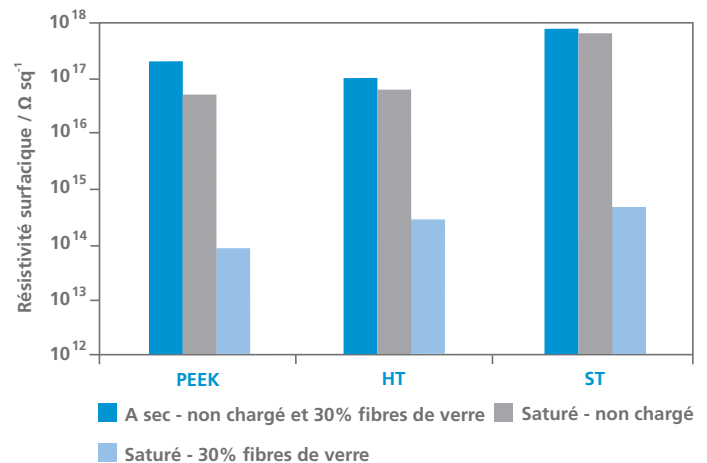


RESISTIVITE DE SURFACE

La résistance de surface d'un matériau est définie comme le quotient de la différence de potentiel entre deux électrodes formant un carré à la surface de l'éprouvette et de l'intensité du courant entre elles. La résistivité de surface des matériaux Victrex est généralement la même que celle d'autres polymères à hautes performances.

La résistivité de surface des matériaux Victrex testés selon la norme ESD S11.11 et l'influence de l'humidité sont représentées dans la figure 24. Dans tous les cas, la résistivité est réduite après immersion dans l'eau. Des variations plus importantes s'observent avec les compounds chargés, mais les PEEK, HT et ST restent isolants.

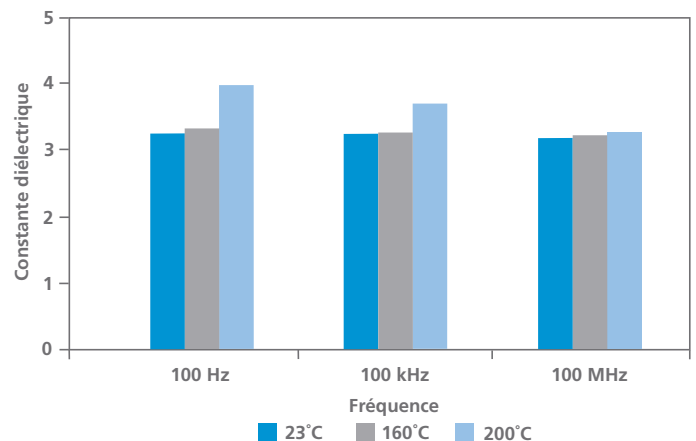
Figure 24 : Influence de la reprise d'humidité sur la résistivité de surface des matériaux Victrex



PROPRIETES DIELECTRIQUES

La constante diélectrique d'un matériau (ou permittivité relative) est le rapport de sa permittivité à celle du vide. Pour les polymères, la constante diélectrique dépend de la fréquence et de la température. La constante diélectrique du PEEK 450G en fonction de la température et de la fréquence est représentée dans la figure 25.

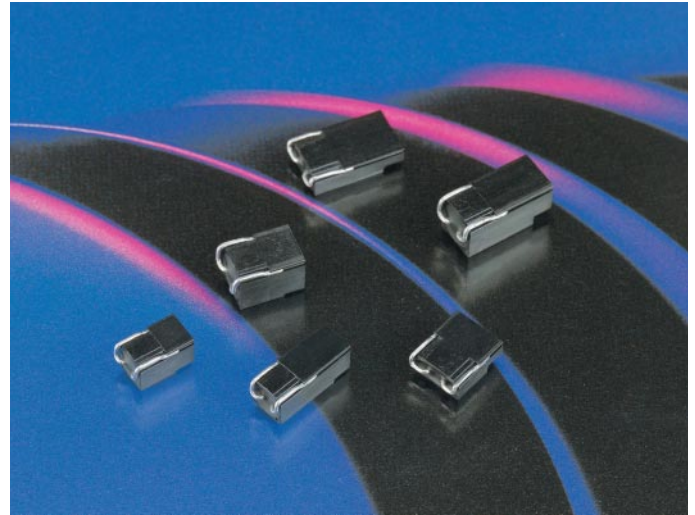
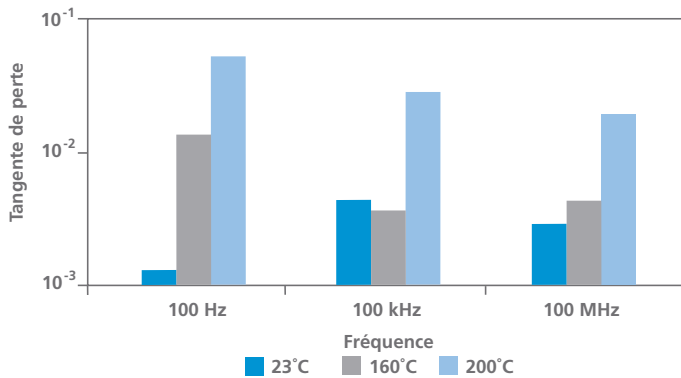
Figure 25 : Constante diélectrique du PEEK 450G entre 23°C et 200°C et à des fréquences de 100 Hz et 100 MHz



La tangente de perte (ou facteur de dissipation diélectrique) est définie comme le rapport de la perte de puissance dans un matériau par la puissance qui le traverse.

La tangente de perte du PEEK 450G en fonction de la température est représentée dans la figure 26. Les résultats sont comparables à ceux d'autres matériaux à hautes performances.

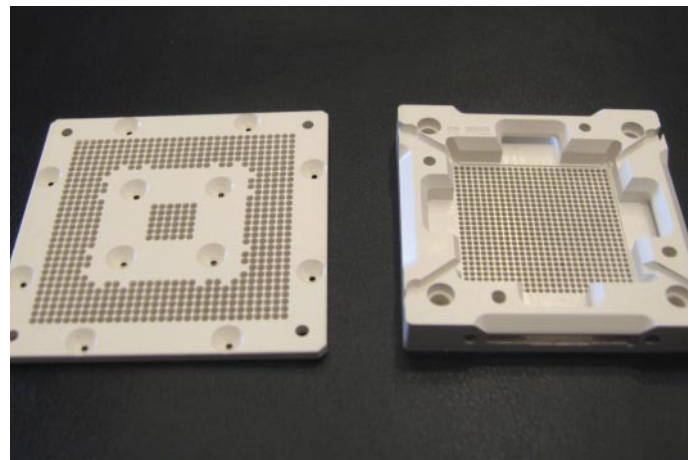
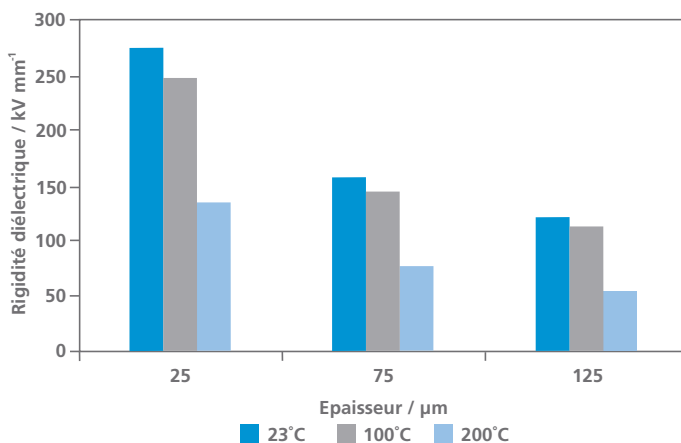
Figure 26 : Tangente de perte du PEEK 450G en fonction de la température entre 23°C et 200°C à des fréquences de 100 Hz à 100 MHz



Le polymère VICTREX® PEEK, utilisé pour des boîtiers de condensateurs électrolytiques, est conforme aux exigences des technologies de soudage sans plomb du secteur de l'électronique.

La rigidité diélectrique (ou résistance disruptive) désigne la tension nécessaire à produire un claquage électrique dans un matériau ; elle mesure l'aptitude d'un matériau à servir d'isolant. Outre le type de matériau, d'autres facteurs influent sur la rigidité diélectrique, dont l'épaisseur et la température de l'éprouvette. La figure 27 montre la relation entre la rigidité diélectrique, l'épaisseur et la température pour des films PEEK.

Figure 27 : Influence de l'épaisseur et de la température sur la rigidité diélectrique d'un film PEEK cristallin

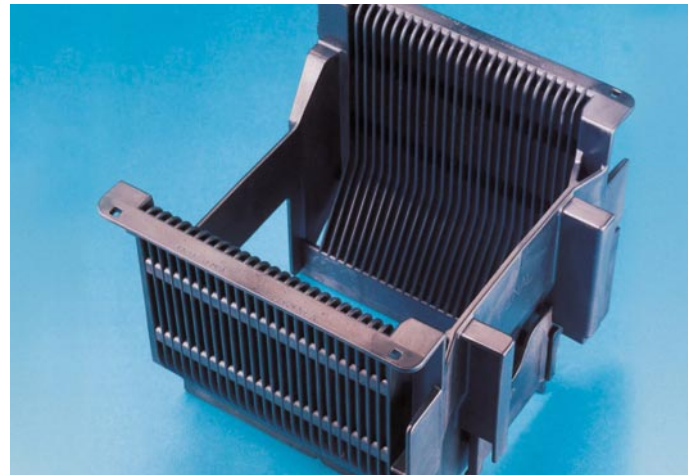
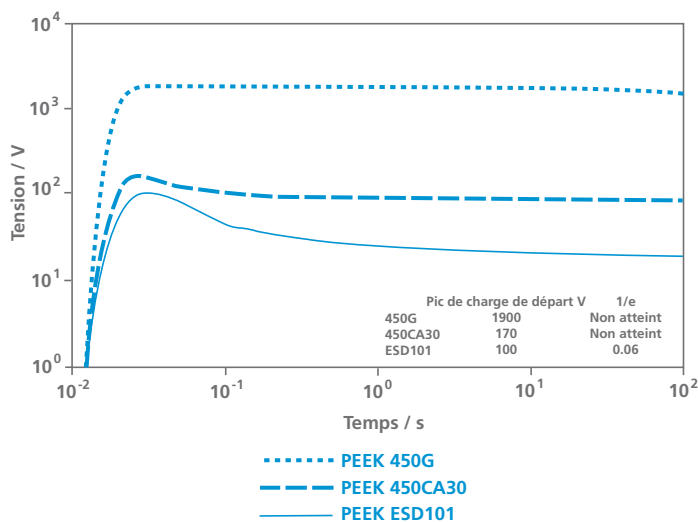


Le polymère VICTREX® PEEK permet aux socles de tests utilisés dans la fabrication des semi-conducteurs d'améliorer leurs performances grâce à une meilleure aptitude à l'usinage de précision avec peu de bavures et aux excellentes propriétés électriques, dont la conservation des propriétés diélectriques.

PROPRIETES DE DISSIPATION ELECTROSTATIQUE

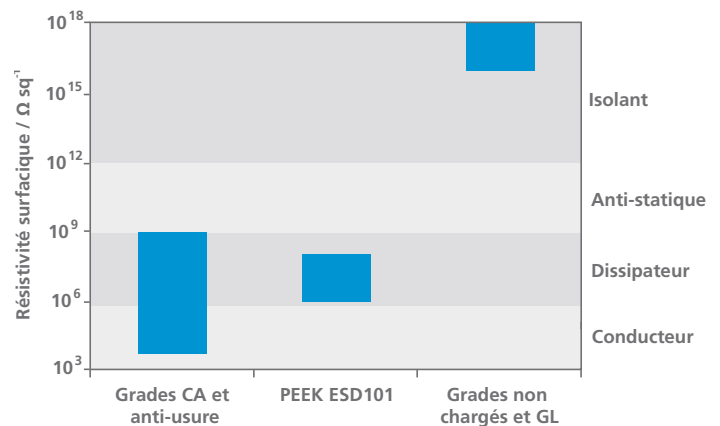
Le stockage de charges électrostatiques à la surface d'un matériau et les potentiels de surface qui en résultent sont un souci pour de nombreuses applications dans l'électronique. La réaction à une décharge corona de 9 kV de trois matériaux Victrex est représentée dans la figure 28. L'aptitude d'un matériau à travailler en ambiance triboélectrique est indiquée par la quantité de charge qui s'installe à la surface de ce matériau et du temps mis pour se dissiper. Les résultats montrent que le PEEK 450G se charge facilement et que la dissipation est lente. Le PEEK ESD101 est le matériau le moins susceptible de se charger et offre l'avantage d'une dissipation plus rapide [1/e se rapporte au nombre de secondes nécessaires au pic de charge de départ pour retomber par dissipation à 36,8% de sa valeur initiale].

Figure 28 : Caractéristiques de dissipation électrostatique (ESD) des PEEK 450G, 450CA30 et ESD101



Cassettes pour tranches de silicium ou wafers carriers fabriquées en polymère VICTREX® PEEK-ESD™ assurant une dissipation maîtrisée des charges électrostatiques et évitant leur accumulation qui est source de détérioration et de pollution des composants dues à l'attraction statique.

Figure 29 : Représentation schématique de la résistivité des matériaux Victrex



En termes de résistivité, le PEEK ESD101 est dissipateur. Il permet de maîtriser étroitement la résistance de surface sur la plage 10^6 et 10^9 .

Les autres matériaux Victrex ne permettent pas cette maîtrise étroite de la résistivité de surface et sont soit isolants, comme les grades non chargés ou renforcés fibres de verre, soit ils présentent des résistances de surface très variables dans la région conduction-dissipation comme dans le cas des matériaux renforcés fibres de carbone représentés dans la figure 29.



Utilisé dans les connecteurs et les capteurs, le polymère VICTREX® PEEK confère d'excellentes propriétés diélectriques sur une large plage de températures et de fréquences, associées à la stabilité dimensionnelle nécessaire au soudage sans plomb, à la résistance mécanique, à la résistance à l'usure et à la conformité RoHS.

PROPRIETES TRIBOLOGIQUES

La tribologie est l'étude des frottements et de ses effets. Elle prend en compte les interactions entre les surfaces en contact et en mouvement réciproques sous charge, leur conception, leur frottement, leur usure et leur lubrification.

Les matériaux Victrex sont utilisés dans les composants tribologiques en raison de leur remarquable résistance à l'usure dans des conditions de pression et de vitesse élevées.

FROTTEMENT ET USURE

L'usure est une perte progressive de matière de surfaces en mouvement réciproque. L'usure peut rendre une surface plus lisse ou plus rugueuse par divers processus, dont la fatigue superficielle, l'usure par abrasion et l'usure par adhérence. Dans ce scénario, plus le taux d'usure est faible, meilleure est la résistance à l'usure. Le taux d'usure est défini comme le taux de perte matière en hauteur dans des conditions de frottements données, mais il est souvent appelé taux d'usure spécifique ou facteur d'usure (taux d'usure / (pression x vitesse)).

Le taux d'usure étant fonction des conditions d'essai (pression et vitesse), il est essentiel de savoir s'il résulte d'un essai à haute vitesse et basse pression ou d'un essai à basse vitesse et haute pression.

Le frottement est la résistance au mouvement de glissement de deux surfaces l'une contre l'autre. Il s'agit d'une propriété sans dimension (μ) qui dépend de la vitesse, de la pression, de la température, de la lubrification, de la rugosité et de la nature des surfaces en contact.

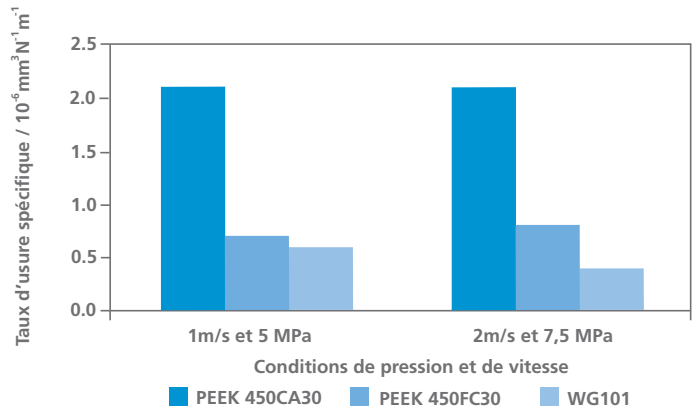
L'échauffement généré par le frottement augmente la température de l'élément, notamment s'il est difficile d'extraire la chaleur du système. Lorsque la température d'un matériau donné augmente au-delà de la T_g , son taux d'usure augmente significativement (le matériau se ramollit).

ESSAI « BLOCK-ON-RING »

L'essai « Block-on-Ring » selon la norme ASTM G137 permet de mesurer la résistance à l'usure des polymères dans des conditions de frottement à sec. Cette méthode est la plus adaptée pour mesurer des taux d'usure réguliers dans des conditions de charge et de vitesse élevées qui provoqueraient un sur-échauffement et une rupture prématurée par fusion avec un autre essai de type « rondelle de butée axiale » selon la norme ASTM D37802. Malgré les différences de configuration, les deux méthodes donnent des résultats de résistance à l'usure homogènes.

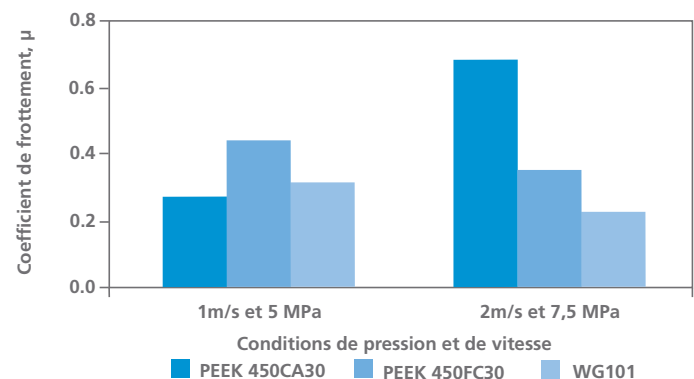
Comme le montre la figure 30 et l'essai « Block-on-Ring » sur une plage de pression-vitesse de 5 à 15 MPa.m/s, les grades lubrifiés présentent des taux d'usure notablement inférieurs à celui du PEEK 450CA30 pris comme référence.

Figure 30 : Taux d'usure spécifique de différents grades Victrex déterminé par la méthode « Block-on-Ring »



Il y a peu de différence au niveau du coefficient de frottement pour les conditions de pression-vitesse basses. Comme le montre la figure 31, le coefficient de frottement des compounds lubrifiés diminue à pression et vitesse élevées, mais augmente dans le cas du PEEK non lubrifié 450CA30.

Figure 31 : Coefficient de frottement de différents grades Victrex déterminé par la méthode « Block-on-Ring »



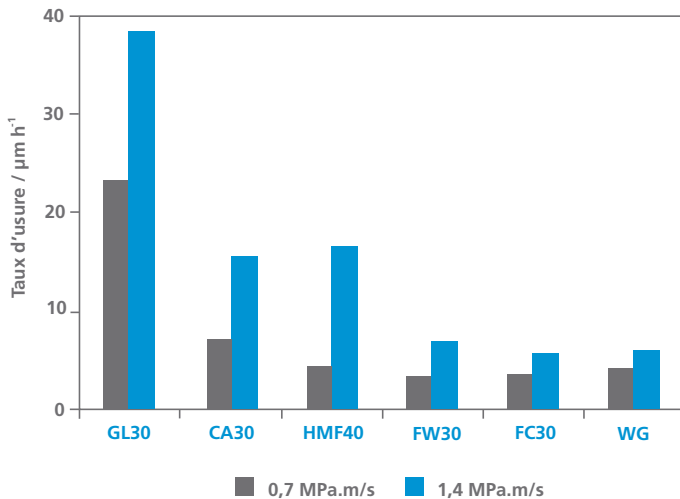
ESSAI « RONDELLE DE BUTEE AXIALE »

La méthode d'essai dite de « rondelle de butée axiale » selon la norme ASTM D3702 (taux d'usure et coefficient de frottement de matériaux en contact frottant auto-lubrifié) est couramment utilisée dans l'industrie automobile pour comparer et classer les polymères entre eux.

Des essais effectués à des vitesses de 1 à 4 m/s et avec des charges de 0,35 à 0,65 MPa (niveaux de PV de 0,35 à 2,6 MPa) montrent l'effet de la formulation sur le comportement à l'usure des différents grades Victrex (voir figure 32).

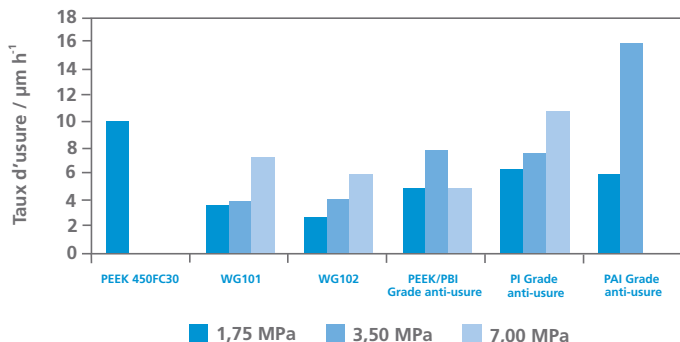
Les matériaux renforcés fibres de carbone (types CA et HMF) présentent des taux d'usure inférieurs à ceux des compounds renforcés fibres de verre (types GL). Les matériaux formulés avec des additifs anti-usure (types FC, FW et WG) sont ceux qui présentent les plus faibles taux d'usure dans les mêmes conditions.

Figure 32 : Taux d'usure moyen à faible PV de différents grades Victrex déterminé par la méthode « rondelle de butée axiale »



La figure 33 représente les résultats de compounds Victrex et d'autres polymères à hautes performances, testés dans un essai destructif selon la norme ASTM D3702 à des vitesses allant jusqu'à 6 m/s. D'après ces résultats, le comportement à l'usure des polymères Victrex WG est supérieur à celui des autres polymères à hautes performances qui sont généralement utilisés dans des conditions tribologiques sévères.

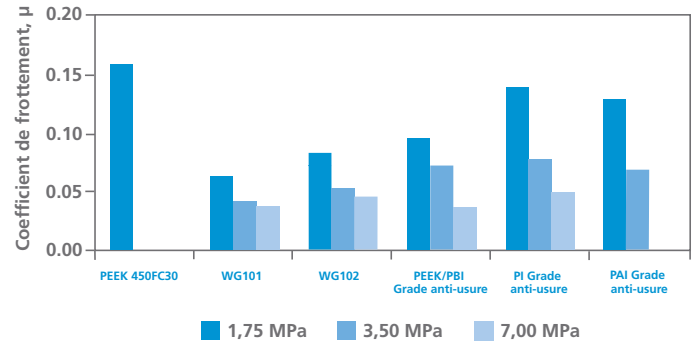
Figure 33 : Taux d'usure comparant différent grades Victrex à d'autres polymères à hautes performances, déterminé par la méthode « rondelle de butée axiale » à la vitesse de 1 m/s



*Le VICTREX PEEK 450FC30 a échoué à l'essai sous 1,75 MPa ; le grade anti-usure PAI a échoué à l'essai sous 7,00 MPa.

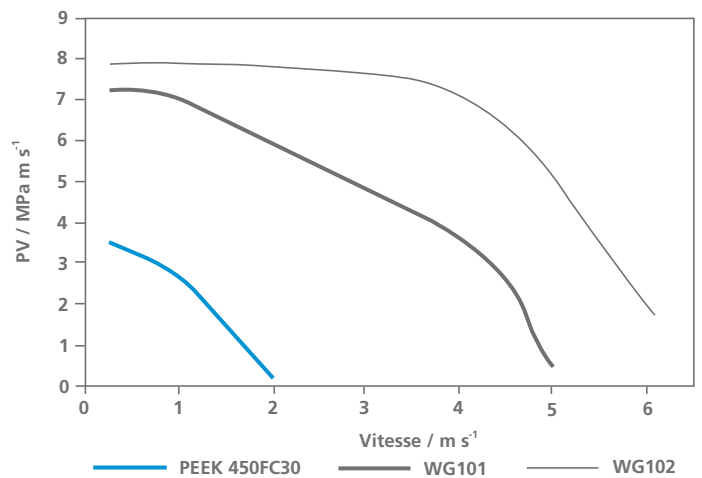
La figure 34 montre un coefficient de frottement des polymères Victrex WG inférieur à ceux d'autres polymères à hautes performances. A noter que le coefficient de frottement est quatre fois plus élevé que celui déterminé par la méthode « Block-on-Ring » (ASTM G137) évoquée plus haut.

Figure 34 : Coefficient de frottement comparant différents grades Victrex à d'autres matériaux à hautes performances, déterminé par la méthode « rondelle de butée axiale » à la vitesse de 1 m/s



La plage d'utilisation des compounds Victrex anti-usure, en fonction de l'essai ASTM D3702, est représentée à la figure 35. Il en résulte que les grades WG101 et WG102 peuvent travailler dans des conditions de vitesse et de PV notablement supérieures à celles du 450FC30. Le WG102 présente le meilleur comportement aux vitesses d'essai les plus élevées.

Figure 35 : Plage d'utilisation des grades Victrex anti-usure



PRESSION ET VITESSE LIMITES

Les matériaux utilisés dans les applications tribologiquement sensibles sont souvent classés en fonction de leur coefficient Pression x Vitesse limite (L_{pv}). Le L_{pv} est la condition maximale de vitesse-pression que peut supporter un matériau avant de subir une usure excessive, une fusion d'interface ou une fissuration. Dans des conditions critiques de frottement les matériaux peuvent subir une rupture due soit à la pression soit à la vitesse. Une rupture induite par la pression se produit lorsque la charge augmente jusqu'au point où l'échantillon présente une fissure de fatigue. Une rupture due à la vitesse se produit lorsque le déplacement relatif des surfaces est tel que l'échauffement thermique sur la face de contact du matériau augmente le taux d'usure de façon brutale.

Dans l'automobile, les essais de résistance à l'usure portent sur des applications devant être soumises à des charges élevées à vitesse relativement faible (comme les rondelles de butée axiale) ou à des vitesses élevées sous charge relativement faible (comme les joints dynamiques). Pour un même coefficient PV, les rondelles de butée doivent supporter des charges plus élevées que les joints dynamiques, mais tournent moins vite.

Des essais ont été effectués selon la norme ASTM D3702 avec une rondelle de butée axiale de forme modifiée afin d'obtenir des données de L_{pv} à vitesse élevée sous faible charge et à faible vitesse sous charge élevée.

A faible vitesse sous charge élevée, tous les matériaux testés ont franchi avec succès le seuil de 20 MPa et 0,7 m/s. Les grades lubrifiés spéciaux (WG101 et WG102) montrent des coefficients de frottements et des températures à la surface de contact notablement inférieurs à ceux des grades de frottement standards (150FW30 et 450FC30).

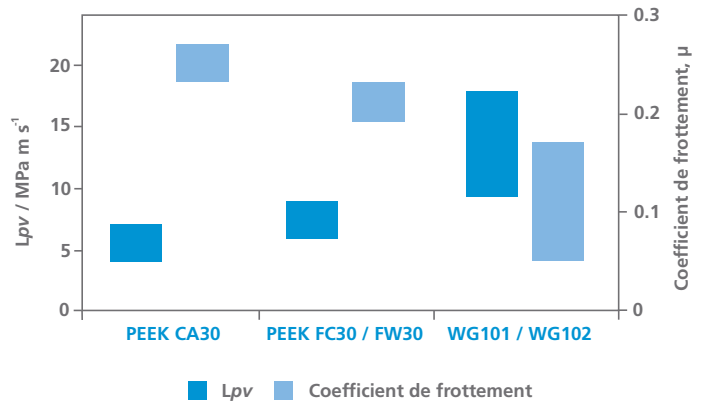
A vitesse élevée sous faible charge (figure 36), les compounds se répartissent en trois catégories de performance (avec le même classement que dans l'essai « Block-on-Ring » des figures 30 et 31). Toutes les éprouvettes ont échoué dès lors que la température de la surface de contact dépassait 300°C environ.

Les grades renforcés fibres de carbone sans additif lubrifiant (450CA30 et HT 22CA30) présentent un faible L_{pv} (inférieur à 7 MPa.m/s) et un coefficient de frottement élevé (environ 0,25).

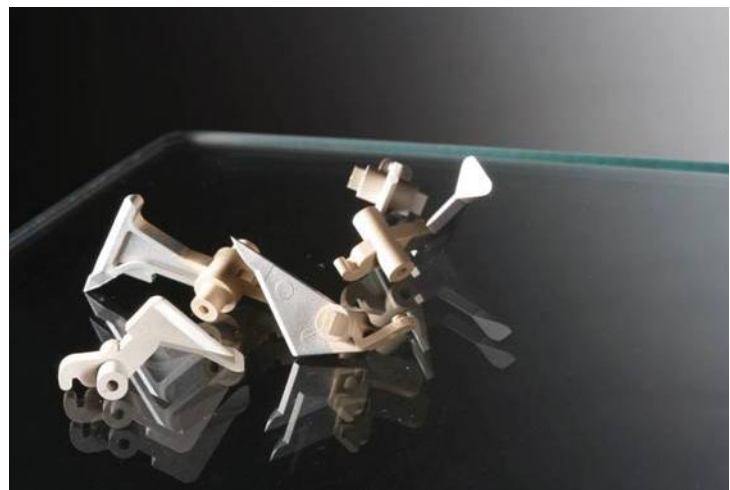
Les grades frottement standards (150FW30 et 450FC30) présentent un L_{pv} plus élevé (6-9 MPa.m/s) et un coefficient de frottement plus faible (environ 0,20).

Quant aux grades lubrifiés spéciaux (WG101 et WG102), ils présentent un L_{pv} notablement amélioré (10 à 18 MPa.m/s) et un coefficient de frottement nettement plus faible (0,05 à 0,15). Le WG102 résiste même au-delà de la combinaison maximale de charge/vitesse de l'essai.

Figure 36 : L_{pv} et coefficient de frottement à vitesse élevée sous faible charge de différents grades Victrex



Le polymère VICTREX® PEEK est utilisé à la place de l'acier dans des engrenages de modules d'arbre d'équilibrage.



Pour supprimer une étape de fabrication secondaire et assurer les performances thermiques et tribologiques requises, le polymère VICTREX® PEEK remplace un métal revêtu d'un polymère fluoré dans la réalisation d'une lame de découpe pour imprimante.



Choisi pour sa résistance à l'abrasion et son aptitude à supporter les températures élevées de la stérilisation, le polymère VICTREX® PEEK remplace l'acier inoxydable dans des valves et boisseaux équipant des machines d'embouteillage.



Exploitant la résistance du PEEK aux produits chimiques et sa faible perméabilité aux gaz, le polymère VICTREX® PEEK est utilisé pour le chemisage de tubes anti-usure utilisés dans l'industrie du pétrole et du gaz.

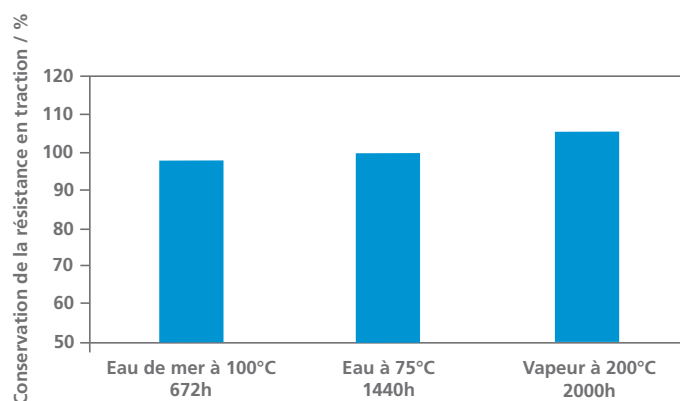
RESISTANCE A L'ENVIRONNEMENT

Les polymères Victrex présentent une excellente résistance aux conditions d'utilisation les plus extrêmes même à température élevée. Par conséquent, ils peuvent être utilisés pour réaliser des composants destinés à travailler en ambiance très agressive comme les applications pétrolières et gazières ou exposés à une stérilisation répétée à la vapeur comme les applications médicales.

RESISTANCE À L'HYDROLYSE

Une exposition prolongée à l'eau, l'eau de mer ou à la vapeur n'attaque pas les polymères Victrex ; ils constituent donc un choix idéal pour des applications comme les instruments médicaux, les matériels sous-marins et les composants de robinetterie.

Figure 37 : Conservation de la résistance en traction du PEEK en fonction du temps, dans l'eau à 75°C, dans l'eau de mer à 100°C et sous pression de vapeur de 14 bars à 200°C



PERMEABILITE AUX GAZ ET AUX LIQUIDES

Le PEEK constitue une barrière efficace aux liquides et aux gaz. La perméabilité du polymère PEEK aux fluides et aux gaz est largement inférieure à celles d'autres polymères d'usage courant. Bien que l'élévation de la température amplifie les mouvements des chaînes moléculaires, la perméabilité aux gaz reste presque constante même au-delà de la température de transition vitreuse. En outre, l'élévation de pression n'exerce qu'un effet négligeable. Par exemple, une élévation de pression de 100 n'entraîne qu'une augmentation de 10 du taux de perméabilité. Le très faible niveau d'absorption de divers liquides et gaz dans le PEEK, associé à son module élevé le rend insensible aux effets d'une décompression rapide de gaz (RGD).

Table 3 : Taux de perméabilité d'un film PEEK semi-cristallin de 100µm à divers gaz courants.

Gaz	Taux de perméation cm ³ m ⁻² jour ⁻¹
Dioxyde de carbone	420
Hélium	1600
Hydrogène	1400
Méthane	8
Azote	15
Oxygène	76
Vapeur d'eau	4

Des études approfondies de la perméabilité de tubes en PEEK à des gaz comme l'hydrogène sulfureux (H₂S) démontrent que les propriétés barrières du PEEK sont supérieures à celles d'autres polymères à hautes performances (voir tableau 4).

Table 4 : Perméabilité comparant le PEEK à d'autres polymères à hautes performances

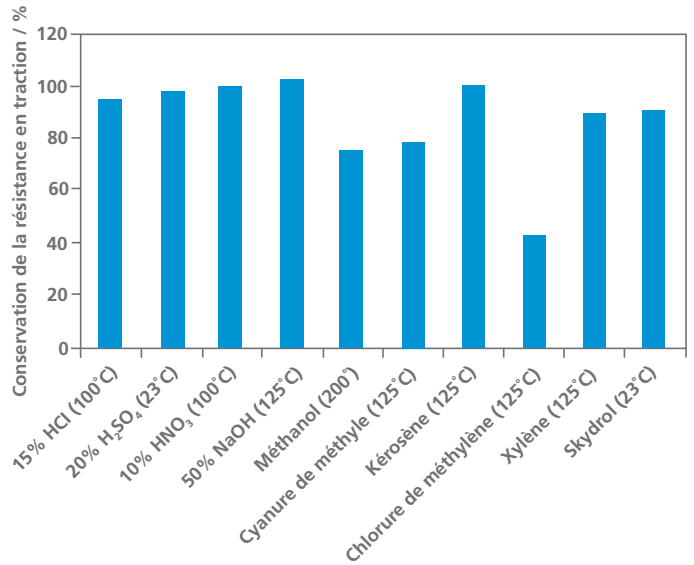
Matériau	Température (°C)	Coefficient de perméabilité Q (cm ² s ⁻¹ atm ⁻¹)	Coefficient de diffusion D (cm ² s ⁻¹)
PEEK	155	6,2 x 10 ⁻⁹	6,5 x 10 ⁻⁸
PEEK	110	1,2 x 10 ⁻⁹	1,3 x 10 ⁻⁸
PVDF	100	1,3 x 10 ⁻⁶	Non disponible
PA 11	100	6,6 x 10 ⁻⁷	0,8 x 10 ⁻⁶

RESISTANCE CHIMIQUE

Le VICTREX PEEK est largement considéré comme très résistant à un grand nombre de produits chimiques sur une large plage de température, capable de conserver l'essentiel de ses excellentes propriétés mécaniques, généralement avec peu de gonflement ou de décoloration. Comme exemple de l'étendue de cette résistance chimique, la figure 38 montre le taux de conservation de la résistance en traction du PEEK 450G après 28 jours d'immersion dans divers produits chimiques à diverses températures.

Les tableaux mis à jour de résistance aux produits chimiques peuvent être téléchargés sur notre site internet www.victrex.com

Figure 38 : Conservation de la résistance en traction du PEEK 450G après 4 semaines d'immersion dans divers produits chimiques

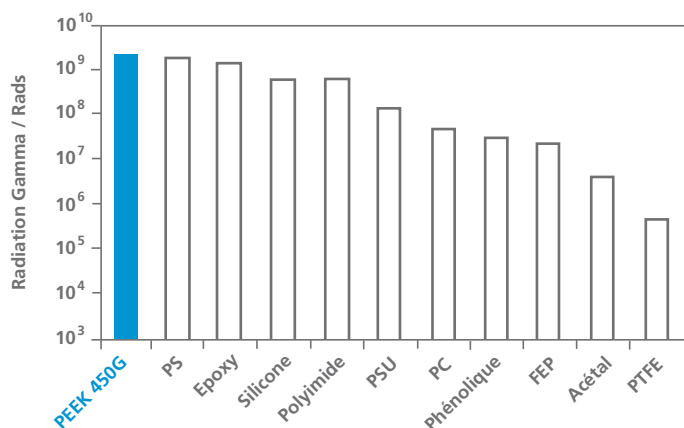


Utilisation du polymère VICTREX® PEEK dans la technologie de membrane PEEK-SEP brevetée pour l'épuration du gaz naturel, la réduction des COV et le filtrage des solvants agressifs dans des applications de séparation exigeantes.

RESISTANCE AUX RADIATIONS

Les matériaux thermoplastiques soumis à des radiations électromagnétiques ou à base de particules ionisantes peuvent se fragiliser. La structure chimique énergétiquement stable des matériaux Victrex permet de fabriquer des pièces capables de supporter des doses élevées de rayonnement. Dans l'histogramme représenté en figure 39 comparant le PEEK 450G avec d'autres polymères à hautes performances, la dose de radiations enregistrée correspond au point où s'observe une légère diminution des propriétés de flexion. Les résultats montrent que les matériaux Victrex résistent mieux aux effets du rayonnement gamma que d'autres polymères à hautes performances.

Figure 39 : Dose de radiation gamma oxydante à partir de laquelle on observe une légère détérioration des propriétés mécaniques en flexion



PROPRIETES DE DEGAZAGE

Les matériaux Victrex sont intrinsèquement purs et ne renferment que de très faibles quantités de composés organiques volatils à faible masse moléculaire. Les résultats obtenus selon la norme ASTM E595 sont présentés dans le tableau 5. Les matériaux Victrex ont été portés à 125°C pendant 24 heures sous un vide de 5.10⁻⁵ Torr. Toutes les valeurs sont exprimées en pourcentage par rapport à la masse initiale de l'échantillon. La norme ASTM E595 spécifie une perte totale de masse admissible de 1% et une teneur en COV admissible de 0,1%.

Table 5 : Caractéristiques de dégazage de différents grades Victrex

PEEK	%TML	%CVCM	%WVR
450G	0,26	0,00	0,12
450GL30	0,20	0,00	0,08
450CA30	0,33	0,00	0,12

Total Masse Loss (TML) – est la masse totale de matière qui dégaze d'un échantillon maintenu à une température spécifique pendant une durée donnée.

Collected Volatile Condensable Material (CVCM) – est la quantité de matière résultant du dégazage d'un échantillon, qui est condensée et collectée pour une température et une durée donnée.

Water Vapor Regained (WVR) – est la masse d'eau absorbée par un échantillon après conditionnement à 23°C et 50% d'humidité relative pendant 24 heures.



La stabilité dimensionnelle et la pureté du polymère VICTREX® PEEK sont optimales pour les composants de conteneur FOUP (Front Opening Unified Pod) en contact avec les tranches de silicium ou Wafers.

HOMOLOGATIONS ET SPECIFICATIONS

Les matériaux Victrex sont utilisés dans un large éventail d'applications, notamment dans le domaine de l'aéronautique, de l'automobile, de l'agro-alimentaire, et de l'énergie, pour lesquels une homologation de la part de l'utilisateur final est nécessaire pour confirmer la conformité du produit fini avec ses propres normes ou avec une norme sectorielle internationale. La conformité aux spécifications de grands noms de l'industrie, dont Airbus, Boeing, Daimler, Bosch et les forces armées américaines, est établie. Quelques homologations majeures dont bénéficient les matériaux Victrex sont indiquées dans le tableau 6.

Table 6 : Résumé des homologations mondiales des matériaux Victrex

CONTACT AVEC L'EAU

WRAS - (BS 6920)	Les VICTREX PEEK 450G, 450GL30, 450CA30 et 450FC30 sont conformes aux exigences de la norme BS 6920 du WRAS (Water Regulations Advisory Scheme) relative aux effets sur la qualité de l'eau des matériaux non métalliques et à la fabrication de composants de robinetterie utilisés en contact avec de l'eau froide ou chaude à usage domestique jusqu'à 85°C.
DVGW - (W270)	Les VICTREX PEEK non chargés, GL30, CA30 et FC30 sont conformes à la norme W270 de la DVGW (association allemande du gaz et de l'eau) relative à la prolifération microbienne sur les matériaux destinés à entrer en contact avec l'eau potable - essais et évaluation.

CONTACT ALIMENTAIRE

2002/72/EC	Les produits VICTREX PEEK et VICTREX HT non chargés et un certain nombre de leur compounds sont conformes aux règles de la directive de la Commission Européenne (CE) 10/2011 et de ses amendements jusqu'au règlement 1282/2011 y compris, respectivement dans leur version portant sur les matériaux et articles destinés à entrer en contact avec les aliments. Contactez votre représentant local pour avoir les dernières informations.
FDA 21 CFR 177.2415	Les VICTREX PEEK non chargés, 903 noir non chargé, GLxx, GLxx noir, FE20, FW30 et VICTREX HT non chargé sont conformes aux exigences de composition du règlement FDA 21 CFR 177.2415 sur les plastiques pour contact alimentaire de la Food and Drug Administration (FDA) des Etats-Unis.
Norme sanitaire 3A	Tous les grades de viscosité de VICTREX PEEK non chargés, les films extrudés APTIV 1000 et 2000 et les poudres VICOTE 700 satisfont les exigences de la norme 3A pour les plastiques à utilisation répétée.

INFLAMMABILITE

UL94	Les polymères VICTREX PAEK et leurs compounds sont conformes aux exigences générales de la norme d'inflammabilité UL 94-V (Underwriters Laboratory). Des informations détaillées par grade sont disponibles sur demande à Victrex plc ou sur le site internet des UL sous la référence QMFZ2.E161131.
-------------	---

ENVIRONNEMENT

ISO 9001:2008	Le système de gestion de Victrex Manufacturing Ltd a été évalué et certifié ISO 9001:2008 pour la conception, la fabrication et la vente des polycétones à hautes performances.
REACH	Les polymères Victrex ne sont pas soumis à l'obligation d'inscription selon la réglementation REACH. Les monomères utilisés pour fabriquer le polymère ont fait l'objet d'une inscription préliminaire en conformité avec les exigences REACH. Dans la mesure de nos connaissances actuelles, la teneur en SVHC (substances très préoccupantes) des produits Victrex est de 0,1% en masse. Nous avons pour politique de contrôler tous nos fournisseurs pour vérifier que nous ne livrons aucun matériau dont la teneur en substances très préoccupantes serait > 0,1% en masse.
RoHS	Les VICTREX PEEK, VICTREX HT, VICTREX ST et leurs compounds sont conformes aux exigences de la directive 2002/95/CE (du 27 janvier 2003) dite RoHS (restriction de l'utilisation de certaines substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques).
Véhicules en fin de vie	Les VICTREX PEEK, VICTREX HT, VICTREX ST et leurs compounds sont conformes aux exigences de la directive 2000/53/CE sur les véhicules et les véhicules hors d'usage, ainsi que sur leurs composants et leurs matériaux.
DEEE	Les matériaux Victrex, dans le cadre de la directive RoHS, sont conformes aux exigences de la directive 2002-96-CE sur les DEEE (déchets d'équipements électriques et électroniques).
Homologation FM 4910	Le VICTREX PEEK non chargé est conforme aux exigences de la norme nationale américaine régissant le protocole d'essai d'inflammabilité des matériaux pour salle blanche, ANSI/FM 4910. La norme FM 4910 a été mise au point en réponse aux besoins de l'industrie des semi-conducteurs pour des matériaux résistants au feu.
Agrément MITI	Le VICTREX PEEK est agréé par le MITI (Ministère du commerce et de l'industrie Japonais).
Politique environnementale	Victrex applique une politique environnementale très rigoureuse et est titulaire d'un permis d'exercer (réf. BU5640IA) émis et contrôlé par l'Agence britannique pour l'environnement. Nous possédons également un système de gestion de l'environnement, contrôlé dans le cadre de notre certification ISO 9001:2008.

Dans le cadre de sa recherche permanente de nouvelles applications pour ses produits à base de PAEK, Victrex Polymer Solutions accroît régulièrement le nombre d'homologations et d'agréments de spécifications pour ses produits.

Veuillez contacter l'établissement Victrex de votre région ou nous interroger via notre site internet www.victrex.com

FICHES TECHNIQUES DES PRODUITS

	Conditions	Méthode d'essai	Unités	Non chargés				
				PEEK 90G	PEEK 150G/151G	PEEK 381G	PEEK 450G	PEEK 650G
Propriétés mécaniques								
Résistance en traction	Limite élastique, 23°C	ISO 527	MPa	110	110	100	100	95
	Rupture, 23°C							
	Rupture, 125°C							
	Rupture, 175°C							
	Rupture, 275°C							
Allongement en traction	23°C	ISO 527	%	15	25	40	45	45
Module de traction	23°C	ISO 527	GPa	3.7	3.7	3.7	3.7	3.5
Résistance en flexion	23°C	ISO 178	MPa	180	175	170	165	155
	125°C							
	175°C							
	275°C							
Module de flexion	23°C	ISO 178	GPa	4.3	4.3	4.2	4.1	4.0
Résistance en compression	23°C	ISO 604	MPa	130	130	125	125	120
	120°C							
	200°C							
	250°C							
Résistance au Choc Charpy	Avec entaille, 23°C	ISO 179/1eA	kJ/m ²	4.0	4.0	6.0	7.0	8.0
	Sans entaille, 23°C	ISO 179/1U						
Résistance au Choc Izod	Avec entaille, 23°C	ISO 180/A	kJ/m ²	4.5	5.0	6.5	7.5	9.5
	Sans entaille, 23°C	ISO 180/U						
Propriétés thermiques								
Point de fusion		ISO 3146	°C	343	343	343	343	343
Transition vitreuse (T _g)	Valeur de départ	ISO 3146	°C	143	143	143	143	143
Coefficient de dilatation thermique	Sens de l'écoulement et <T _g	ISO 11359	ppm/K	45	45	45	45	45
	Moyenne des 3 directions et <T _g							
	Sens de l'écoulement et >T _g							
	Moyenne des 3 directions et >T _g							
Température de déformation sous charge	1.8MPa	ISO 75A-f	°C	156	156	152	152	152
Conductivité thermique	23°C	ISO 22007-4	W/m.K	0.29	0.29	0.29	0.29	0.29
Indice Thermique Relatif RTI	Electrique	UL 746B	°C				260	260
	Mécanique sans choc							
	Mécanique avec choc							
							240	240
							180	180
Rhéologie								
Viscosité à l'état fondu	400°C	ISO 11443	Pa.s	90	130	300	350	500
	420°C							
Autres propriétés								
Densité	23°C	ISO 1183	g/cm ³	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30
Propriétés électriques								
Rigidité diélectrique	Epaisseur 2.5mm	IEC 60243-1	kV/mm	16	16	16	16	20
Courant de cheminement	23°C	IEC 60112	V	150	150	150	150	150
Tangente de l'angle de pertes	23°C, 1MHz	IEC 60250	n/a	0.004	0.004	0.004	0.003	0.005
Constante diélectrique	23°C, 1kHz	IEC 60250	n/a	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
Résistivité volumique	23°C	IEC 60093	Ωcm	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶
Conditions de mise en œuvre recommandées								
Température du cylindre	Trémie – buse		°C	350-365	350-365	350-370	355-375	375-395
Température de moule recommandée (max 250°C)			°C	160-200	160-200	170-200	170-200	170-200
Température de buse utilisée pour l'écoulement spiralé et le retrait au moulage			°C	365	365	370	375	395
Température d'outillage utilisée pour l'écoulement spiralé et le retrait au moulage			°C	160	160	170	180	180
Test d'écoulement spiralé	1mm épaisseur de paroi	Vicat	mm	245	220	130	110	125
	3mm épaisseur de paroi							
Retrait au moulage	Sens longitudinal à l'écoulement	ISO 294-4	%	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8
	Sens transversal à l'écoulement							
				1.3	1.3	1.3	1.3	1.3

Caractéristiques des matériaux											
Matériau		Renforcé fibres de verre						Renforcé fibres de carbone			
HT	ST	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK	HT	ST	PEEK	PEEK	PEEK	PEEK
G22	G45	90GL30	150GL30	450GL30	650GL30	22GL30	45GL30	90CA30	150CA30	450CA30	650CA30
115	115										
		190	190	180	170	200	200	260	260	260	250
		130	125	115	95	125	130	180	150	160	150
		80	75	60	50	75	80	110	95	85	85
		45	45	35	30	55	50	65	55	50	50
20	20	2.3	2.5	2.7	2.9	2.8	2.5	1.3	1.5	1.7	2.2
3.7	4.3	12.0	12.0	11.8	11.5	12.0	12.0	27	26	25	24
185	180	290	280	270	260	300	270	360	360	380	370
110	110	230	230	190	170	210	180	250	250	250	250
32	36	115	115	80	75	120	120	120	120	120	120
16	21	75	75	50	45	85	70	60	60	60	60
4.2	4.1	12.0	11.5	11.3	10.0	11.0	11.0	24	23	23	22
140	145	250	250	250	190	290	290	300	300	300	280
90	90	160	160	160	120	180	190	200	200	200	180
30	35	55	55	55	35	75	75	70	70	70	60
						50	50				
3.8	4.0	7.5	7.5	8.0	12.0	9.0	9.5	6.0	6.0	7.0	10.5
Pas de rupture	Pas de rupture	45	55	55	70	70	70	45	45	45	60
5.0	6.0	8.5	9.0	10.5	12	11	11	7.0	7.5	10	12
Pas de rupture	Pas de rupture	40	55	60	65	70	60	40	40	50	60
373	387	343	343	343	343	373	387	343	343	343	343
152	162	143	143	143	143	152	162	143	143	143	143
45	45	20	20	18	18	20	21	5	5	5	6
55	55	45	45	45	45	45	40	40	40	40	50
75	105	20	20	18	22	25	23	5	6	6	6
130	125	110	110	110	120	110	100	90	100	100	135
163	172	335	335	328	320	360	380	342	339	336	333
0.29	0.29	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.95	0.95	0.95	0.95
			240	240							
			240	240					240	240	
			220	220					200	200	
190		220	280	560	750	500		260	320	675	
	220				620		550				650
1.30	1.30	1.52	1.52	1.51	1.51	1.53	1.53	1.40	1.40	1.40	1.40
17	21	17	17	20	20	16	19				
150	150	150	150	150		150	150				
0.005	0.004	0.004	0.004	0.005	0.004	0.005	0.004				
3.2	3.0	3.3	3.3	3.2	3.5	3.2	3.3				
10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ¹⁶	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵
375-395	375-395	355-370	360-380	360-385	385-405	375-395	385-410	360-380	365-385	375-395	390-415
190-215	200-220	170-200	170-200	180-200	180-200	190-215	200-220	170-200	180-210	180-210	180-210
395	395	370	380	385	405	395	410	380	385	395	415
200	200	180	180	190	190	200	210	190	200	200	200
200	160	185	150	85	90	105	100	130	140	75	80
	680			410	450		440			330	375
1.0	1.1	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
1.2	1.2	0.9	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5

				Grades de frottements				Grades spéciaux		
HT 22CA30	ST 45CA30	PEEK 90HMF20	PEEK 90HMF40	PEEK 150FC30	PEEK 450FC30	PEEK 150FW30	PEEK 450FE20	WG101	WG102	PEEK ESD101
260	270	280	330	150	140	180	78	180	190	120
170	180	190	220	100	95	115		125	130	75
110	120	120	145	65	55			85	85	
70	70	80	85	35	35			55	55	
1.6	1.7	1.9	1.2	2.0	2.2	1.8	25	1.9	1.9	1.5
26	25	22	45	12.5	12.5	15	2.9	19	19	11.5
370	380	400	480	220	230	270	125	280	290	190
240	290	290	350	160	160	170	70	220	220	135
170	190	180	220	80	80	105	18	140	145	65
90	100	100	120	45	45	65	13	70	75	35
23	23	20	37	11.5	11.5	14.5	3.2	17	17	10.5
300	310	270	310	170	170	210	105	220	250	170
210	210	200	250	110	110	155	65	160	175	115
95	95	90	120			60		65	80	45
65	65							45	55	
6.5	7.0	7.5	8.0	4.0	5.0	5.0	6.0	5.0	5.0	2.5
45	50	60	60	30	35	35	Pas de rupture	35	35	17
9	10.0	9.5	10.5	5.0	6.5	5.0	7.5	6.0	6.0	3.5
45	50	60	60	30	35	35	Pas de rupture	35	35	25
373	387	343	343	343	343	343	343	343	373	343
152	162	143	143	143	143	143	143	143	152	143
5	10	5.5	3.0	12	15	9	40	9	9	25
35	40	40	35	45	45	45	60	35	35	40
5	13	3.0	1.0	15	20	9	120	10	10	70
90	95	100	80	110	115	110	140	90	90	125
368	383	347	349	315	315	>300	150	343	367	258
0.95	0.95	1.0	2.0	0.87	0.87			1.3	1.3	
				240	240					
				180	180					
550		200	330	290	550	260	340	350	600	275
	560									
1.41	1.41	1.37	1.45	1.45	1.45	1.43	1.40	1.44	1.44	1.65
							21			
							0.004			
							2.8			
10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁵	10 ⁸	10 ¹⁰	10 ⁷	10 ¹⁵	10 ⁶	10 ⁷	10 ⁸
380-405	390-415	365-385	365-385	360-380	365-385	365-385	355-375	370-390	390-410	365-385
190-215	200-230	180-200	190-200	170-200	170-200	170-200	170-200	180-210	190-215	180-220
405	415	385	380	380	385	385	375	390	410	385
200	210	190	190	180	200	180	180	200	190	180
80	90	180	100	130	80	165	130	135	85	140
	410				380				360	
0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	0.3	0.1	1.2	0.0	0.1	0.4
0.7	0.7	0.6	0.4	0.7	0.7	0.6	1.7	0.5	0.6	0.5



SIÈGE SOCIAL

Victrex plc
Victrex Technology Centre
Hillhouse International
Thornton Cleveleys
Lancashire FY5 4QD
United Kingdom
Phone +44 (0)1253 897700
Fax +44 (0)1253 897701
Email victrexplc@victrex.com

EUROPE

Victrex Europa GmbH
Langgasse 16
65719 Hofheim/Ts.
Germany
Phone +49 (0)6192 96490
Fax +49 (0)6192 964948
Email eurossales@victrex.com

AMÉRIQUES

Victrex USA, Inc.
300 Conshohocken State Road
Suite 120
West Conshohocken, PA 19428
USA
Phone +1 (0) 800-VICTREX
Phone +1 (0) 484-342-6001
Fax +1 (0) 484-342-6002
Email americas@victrex.com

ASIE / PACIFIQUE

Victrex High-Performance
Materials (Shanghai) Co Ltd
Part B Building G
1688 Zhuanxing Road
Xinzhuang Industry Park
Shanghai 201108
China
Phone +86 (0)21 6113 6900
Fax +86 (0)21 6113 6901
Email scsales@victrex.com

JAPON

Victrex Japan Inc.
Japan Technology Center
Mita Kokusai Building Annex
4-28 Mita 1-chome
Minato-ku
Tokyo 108-0073
Japan
Phone +81 (0)3 5427 4650
Fax +81 (0)3 5427 4651
Email japansales@victrex.com

www.victrex.com



LES INFORMATIONS CONTENUES DANS CETTE BROCHURE SONT FOURNIES PAR VICTREX PLC EN TOUTE BONNE FOI ET DÉCRIVENT DE MANIÈRE DÉTAILLÉE LES CARACTÉRISTIQUES TYPIQUES ET/OU LES UTILISATIONS CLASSIQUES DU OU DES PRODUITS. TOUTEFOIS, IL EST DE LA RESPONSABILITÉ DU CLIENT DE TESTER COMPLÈTEMENT LE PRODUIT DANS SON UTILISATION SPÉCIFIQUE AFIN DE DÉTERMINER SON COMPORTEMENT, SON EFFICACITÉ ET LA SÉCURITÉ POUR CHAQUE PRODUIT FINI, SYSTÈME OU AUTRE APPLICATION. LES SUGGESTIONS D'UTILISATION NE POURRONT EN AUCUN CAS ÊTRE CONSIDÉRÉES COMME UNE INCITATION À LA VIOLATION D'UN BREVET. LES INFORMATIONS ET LES DONNÉES CONTENUES DANS CETTE BROCHURE SONT FOURNIES PAR VICTREX PLC EN TOUTE BONNE FOI ET JUGÉES FIABLES. LA MENTION D'UN PRODUIT DANS CETTE DOCUMENTATION NE GARANTIE PAS SA DISPONIBILITÉ. DANS LE CADRE DE SON PROGRAMME CONTINU DE DÉVELOPPEMENT DE SES PRODUITS, VICTREX PLC SE RÉSERVE LE DROIT DE MODIFIER LES PRODUITS, LEURS CARACTÉRISTIQUES OU LEUR CONDITIONNEMENT. VICTREX® EST UNE MARQUE DÉPOSÉE DE VICTREX MANUFACTURING LIMITED. VICTREX PIPES® EST UNE MARQUE PROTÉGÉE DE VICTREX MANUFACTURING LIMITED. PEEK-ESD™, HT™, ST™ ET WG™ SONT DES MARQUES PROTÉGÉES DE VICTREX PLC. VICOTE® ET APTIV™ SONT DES MARQUES DÉPOSÉES DE VICTREX PLC.

VICTREX PLC NE DONNE AUCUNE GARANTIE, EXPRESSE OU IMPLICITE, DONT NOTAMMENT AUCUNE GARANTIE D'APTITUDE À UNE UTILISATION DONNÉE, D'ABSENCE DE VIOLATION DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE, DONT NOTAMMENT L'ABSENCE DE VIOLATION DE BREVETS, LAQUELLE EST EXPRESSEMENT DÉCLINÉE, QU'ELLE SOIT EXPRESSE, IMPLICITE, DE FAIT OU DE DROIT. EN OUTRE, VICTREX PLC NE DONNE AUCUNE GARANTIE À VOS CLIENTS OU VOS REPRÉSENTANTS ET N'A HABILITÉ QUICUNQUE À EXPRIMER OU GARANTIR QUOI QUE CE SOIT AUTRE QUE CE QUI PRÉCÈDE. EN AUCUN CAS LA RESPONSABILITÉ DE VICTREX PLC NE POURRA ÊTRE ENGAGÉE EN CAS DE DOMMAGE À CARACTÈRE GÉNÉRAL, INDIRECT, SPÉCIAL, CONSÉCUTIF, PUNITIF, ACCESSOIRE OU SIMILAIRE, DONT NOTAMMENT LES DOMMAGES TOUCHANT L'ACTIVITÉ PROFESSIONNELLE, LA PERTE D'EXPLOITATION OU LA PERTE D'ÉCONOMIES, QUAND BIEN MÊME VICTREX AURAIT ÊTRE AVERTIE DE LA POSSIBILITÉ DE TELS DOMMAGES ET QUELLE QUE SOIT LA FORME D'ACTION.