



Acétal Homopolymère DuPont™ Delrin®

**COMMENT EXPLOITER AU MIEUX LES PROPRIÉTÉS
SUPÉRIEURES DE L'ACÉTAL HOMOPOLYMÈRE
DELIN® PAR RAPPORT A L'ACÉTAL COPOLYMÈRE**

GUIDE POUR LES INGENIEURS D'ETUDES

Résumé

La résine acétal homopolymère DuPont™ Delrin® – aussi appelée Delrin® POM-H – est l'une des plus cristallines parmi les thermoplastiques techniques actuellement disponibles. Le Delrin® est un matériau très versatile qui comble l'espace entre les plastiques et les métaux dans une grande variété d'applications techniques, et qui offre des propriétés uniques. Il est spécifié pour les applications soumises à de fortes charges mécaniques et pour les pièces de précision pour lesquelles la résistance, la rigidité, la stabilité et la fiabilité constituent des facteurs importants. Ses applications vont des engrenages, des composants de systèmes de ceinture de sécurité, de portes et de bandes transporteuses aux dispositifs de distribution de médicaments, fixations de skis et fermetures à glissière, en passant par de nombreuses autres applications pour une grande variété de produits et d'industries.

Par rapport aux acétals copolymères, l'homopolymère Delrin® associe une plus grande résistance à la fatigue et au fluage, une ténacité générale plus élevée, et un plus haut degré de rigidité et résistance à la traction, ce qui permet de concevoir des pièces plus fines et plus légères, d'où le potentiel de réduction du coût de production.

Cet article décrit en détail les différences entre l'homopolymère Delrin® et l'acétal copolymère, et explique comment exploiter au mieux les meilleures performances mécaniques de l'homopolymère Delrin® par rapport à celles de l'acétal copolymère afin d'en extraire la meilleure valeur pour tous les acteurs de la filière.



Sommaire

1. Introduction
2. Qu'est-ce qu'un polymère acétal ?
3. Propriétés clés de l'acétal homopolymère Delrin®
4. Comparaison détaillée des propriétés mécaniques
5. Quand utiliser l'acétal homopolymère Delrin® ?
6. Avantages des propriétés mécaniques pour le client
7. Comment exploiter les propriétés mécaniques supérieures de l'acétal homopolymère Delrin® par rapport à l'acétal copolymère ?
8. Étude de cas
9. Avantages pour tous les acteurs de la filière
10. Conclusion

1. Introduction

La nécessité de réduire les coûts et la consommation d'énergie grâce au remplacement du métal par des polymères techniques plus légers constitue une tendance désormais confirmée dans l'industrie automobile. Celle-ci se développe également de plus en plus pour les pièces mécaniques dans de nombreux autres secteurs industriels.

Le polymère acétal joue un rôle majeur dans la révolution des matériaux avancés de pointe. On l'utilise dans une grande variété d'applications pour l'automobile, la transformation alimentaire, les sciences de la vie, la sécurité et l'industrie manufacturière, pour ne citer que quelques exemples. Il existe différents types d'acétal présentant divers niveaux de performance. Les fournisseurs d'acétal offrent souvent des grades de copolymère « équivalents » pour remplacer un certain grade d'homopolymère, et il n'est pas toujours évident de savoir s'il faut choisir un acétal homopolymère plutôt qu'un acétal copolymère, ou vice-versa. Toutefois, il serait faux de penser que toutes les résines acétals sont identiques.

L'industrie des plastiques a évolué, tout comme **les besoins des différents acteurs** concernés :

- **L'ingénieur d'études** désire les meilleures propriétés possibles afin de conserver un bon facteur sécurité tout en recherchant une pièce légère et efficacement conçue. Il peut aussi avoir besoin d'une assistance pour valider sa conception.
- **Le mouleur** désire une résine la plus fluide possible.
- **Le responsable des approvisionnements** désire une matière première la moins chère possible, de qualité constante et, dans l'idéal, produite dans divers endroits du monde.
- **Le directeur d'usine** désire une productivité élevée et la possibilité d'accroître la production sans devoir investir dans de nouveaux équipements.
- **L'ingénieur de procédé** désire une assistance technique aussi bien lors du démarrage de la production que pour une amélioration continue.
- **Le client** désire généralement des pièces de haute qualité, fiables et durables, qui tiennent leurs promesses et minimisent le risque de rappels coûteux.

La sélection du matériau doit permettre de trouver un équilibre optimum entre les besoins de tous ces acteurs de la filière.

2. Qu'est-ce qu'un polymère acétal ?

L'acétal, aussi appelé POM (polyoxyméthylène), a été découvert en 1920, mais n'a commencé à être produit à grande échelle qu'en 1960, lorsque DuPont a ouvert la première unité de production commerciale au monde. Dans sa forme la plus simple, le POM est basé sur un motif élémentaire de CH_2O . Tandis que le procédé de production de l'acétal homopolymère DuPont™ Delrin® conduit à une chaîne linéaire de monomères CH_2O dont les extrémités sont de nature différente, d'autres fabricants d'acétal ajoutent un comonomère, parmi plusieurs possibles, qui apparaît sur la chaîne en moyenne tous les 70 à 100 motifs élémentaires (voir Fig. 1 : Structure moléculaire).

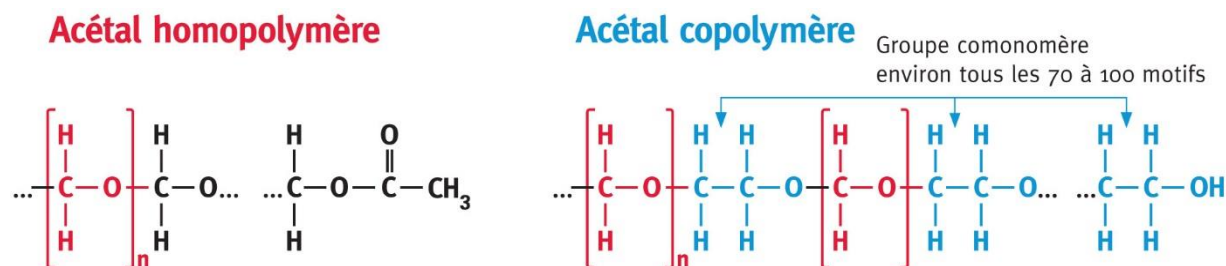


Figure 1 : Structure moléculaire des acétals.

En outre, la chimie typique de polymérisation d'un acétal copolymère produit à peu près 2 à 8 % en poids de chaînes cycliques de faible poids moléculaire (oligomères) qui, en général, ne jouent aucun rôle dans la structure et la fonctionnalité du matériau.

Les conséquences de cette différence moléculaire apparaissent dans la structure cristalline du polymère (Fig. 2). La pureté de la chaîne principale uniforme de l'homopolymère Delrin® se traduit par un empilement plus organisé des molécules en grands domaines cristallins au fur et à mesure de la solidification du polymère. En revanche, les unités comonomères ajoutées au copolymère introduisent un désordre, mettant fin localement à l'organisation cristalline, ce qui finit par limiter la dimension des domaines cristallins.

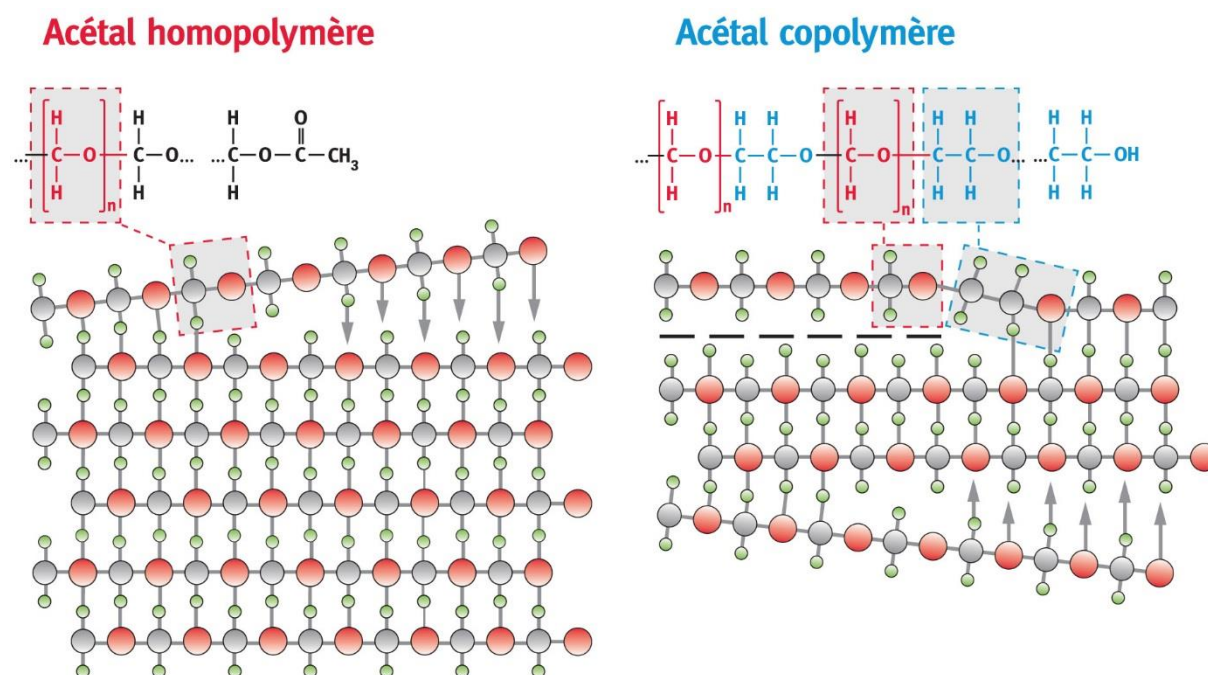
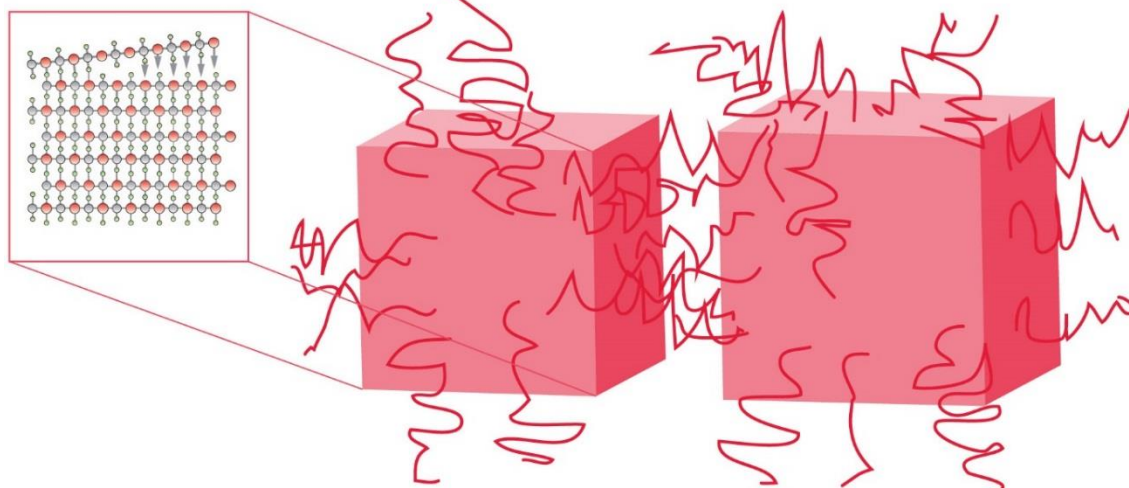


Figure 2 : Structure cristalline en 2D de l'homopolymère Delrin® et d'un acétal copolymère.

Un regard à plus grande échelle permet de voir toute la portée de ces enchaînements purement uniformes. Comme le montre le diagramme des domaines cristallins en 3D (Fig. 3), plus le domaine est grand, plus il émerge de brins enchevêtrés de chaque domaine. Ces enchevêtrements s'engagent selon un réseau plus vaste et plus complexe avec les domaines voisins, réduisant leur mobilité par rapport les uns aux autres. Cette structure hautement interpénétrée comportant de nombreux réseaux joue un rôle clé dans la supériorité des propriétés mécaniques de l'homopolymère Delrin®, provenant de sa chaîne principale uniforme, par rapport à l'acétal copolymère. Les oligomères cycliques sont indiqués en traits bleu gras. Ils ne peuvent pas participer à l'organisation cristalline de la molécule et peuvent même affecter la cristallisation et les propriétés mécaniques.

Acétal homopolymère



Acétal copolymère

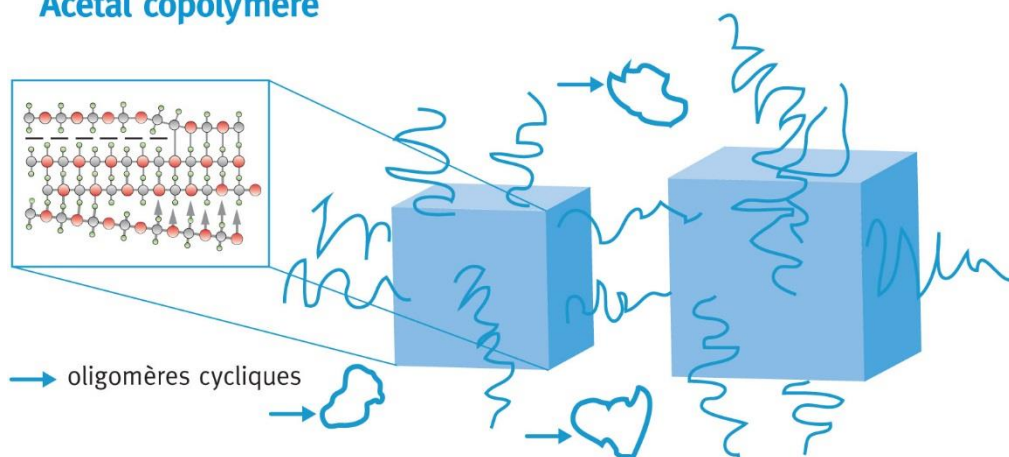


Figure 3 : Relation entre les domaines cristallins et les enchevêtrements en 3D. La chaîne principale uniforme de l'homopolymère Delrin® permet la formation de séquences plus grandes et comportant plus d'enchevêtrements, d'où un réseau plus serré et donc de meilleures propriétés mécaniques.

Les propriétés mécaniques offertes par les résines acétal peuvent être considérées comme résultant principalement des interactions entre les grands domaines cristallins et les enchevêtrements – un allongement sur n'importe quel axe va commencer par étirer/aligner les enchevêtrements sur cet axe avant que la chaîne polymérique ne puisse s'extraire des domaines cristallins. Le nombre d'enchevêtrements entre chaque paire de domaines adjacents augmentant, une contrainte plus importante sera requise (ce phénomène est similaire au fait que l'allongement simultané de deux bandes de caoutchouc demande une force inférieure à celle requise pour quatre bandes).

Des enchevêtrements plus nombreux peuvent également absorber davantage d'énergie lors d'un choc et contribuer à rendre à la structure sa forme initiale une fois l'énergie du choc absorbée. Si le réseau de domaines cristallins devient plus complexe, la mobilité des domaines les uns par rapport aux autres sera plus limitée. Si la mobilité est difficile, il devient plus difficile pour le domaine de se déplacer durant l'allongement, d'où un module d'élasticité plus élevé et une plus grande rigidité. Ce même phénomène de mobilité de plus en plus réduite peut contribuer à une plus grande résistance à la fatigue et au fluage, ainsi qu'à un meilleur retour élastique après une déformation en traction ou en flexion momentanée ou après une déformation rapide lors d'un choc, les domaines cristallins se relaxant pour reprendre leur configuration d'origine.

3. Propriétés clés de l'acétal homopolymère Delrin®

L'acétal Delrin® est un matériau plastique très versatile qui comble l'espace entre les plastiques et les métaux dans une grande variété d'applications techniques, et qui offre des propriétés uniques.

Le tableau ci-dessous indique la corrélation entre les propriétés du Delrin® et la performance fonctionnelle des pièces.

Propriétés et caractéristiques du Delrin®	Applications
Très dur et rigide, associant haute résistance mécanique et rigidité.	Le plus rigide, robuste et résistant à la fatigue des polymères techniques non renforcés, convient pour une grande variété de composants de hautes performances à longue durée de vie de service.
Faible fluage et faible absorption d'humidité.	Excellente stabilité dimensionnelle et longs cycles de vie utile.
Longue durée de vie en fatigue sous charges cycliques.	Pour des pièces résistantes à l'usure à longue durée de vie.
Haute résistance au choc même à basse température.	Résiste à des chocs répétés.
Haute déformation au seuil d'écoulement.	Bonnes capacités de retour élastique, idéal pour les connexions encliquetables.
Faible coefficient de frottement et lubrification intrinsèque assurant des propriétés anti-adhérentes.	Pour des pièces mobiles et coulissantes ne nécessitant pas de maintenance.
Conserve sa résistance à l'impact sur une large plage de température de -40°C à +90°C (pointes jusqu'à 120°C).	Ne se fragilise pas à basse température : convient pour les équipements de sports d'hiver.
Haute résistivité électrique et faibles propriétés statiques.	Pour applications électriques, applications dans du carburant associées et similaires.
Résistance à la corrosion avec une tolérance élevée à l'humidité, au pétrole, aux solvants et aux produits chimiques organiques à température ambiante.	Idéal pour de nombreux composants automobiles et de processus industriels.
Excellentes propriétés acoustiques.	Fournit des composants silencieux, par exemple pour des composants de portes.
Facilité de moulage.	Présente de meilleures vitesses d'écoulement que les acétals copolymères standards, avec des constances de performance pour des opérations de moulage de précision.
Surface lisse, brillante et esthétique.	Idéal pour des pièces visibles et les produits haut de gamme.
Se met facilement en œuvre sur des équipements conventionnels, sans requérir des compétences supplémentaires.	Investissement et formation réduits au minimum.
Très faible poids par rapport au métal.	Deux fois plus léger que l'aluminium et six fois plus que l'acier.
Recyclable.	En tant que thermoplastique, le Delrin® peut être recyclé selon les techniques de valorisation standards.
Exigences spécifiques en fonction de l'application.	DuPont offre une gamme sans égale de résines modifiées pour des applications spéciales et une performance plus élevée : grades à frottement ultra faible, antistatiques, stabilisés UV, renforcés par fibres, biocompatibilité, contact alimentaire, et à très faible émission de COV.

4. Comparaison détaillée des propriétés mécaniques

Le Delrin® peut être utilisé pour remplacer le métal afin d'obtenir une pièce résistante à la corrosion, plus légère et produite en une seule opération tout en éliminant de multiples étapes d'usinage.

Le Delrin® peut aussi remplacer les polyamides (nylons) lorsque des pièces plus fines et plus rigides, offrant une meilleure résistance à la fatigue et au fluage, sont requises. Plus important encore, le Delrin® n'est pas aussi sensible à l'humidité que les polyamides, d'où des propriétés mécaniques plus constantes et une meilleure stabilité dimensionnelle. Le Delrin® offre aussi de nombreux avantages par rapport au polypropylène et aux polyesters (polybutylène téréphtalate), dont une plus grande rigidité pour les pièces fines et une meilleure performance dans les environnements induisant des frottements et de l'usure. Par rapport aux plastiques techniques amorphes (ABS et polycarbonate), le Delrin® présente une meilleure résistance chimique, une plus grande rigidité et une meilleure performance dans les environnements de frottement et d'usure.

Les polymères acétals sont proposés dans diverses familles de poids moléculaire, selon le fabricant. L'homopolymère Delrin® est disponible dans des familles de poids moléculaire intitulées de 100 à 900, 100 correspondant au poids moléculaire le plus élevé. Ces familles sont présentées dans le tableau ci-dessous (Fig. 4), avec les tendances de propriétés générales corrélées avec le poids moléculaire.



Un poids moléculaire et une viscosité plus élevés augmentent la ténacité, la résistance au choc et l'allongement	Préfééré par les designers	Famille de fluidité	Indice fluidité à chaud (MFR)	Indice fluidité en volume (MVR)	Préfééré par les mouleurs	Une plus haute fluidité assure la facilité de remplissage des pièces à parois minces, une structure plus cristalline ainsi qu'une rigidité et une résistance plus élevées.
		100	2,4	2		
		300	7	6		
		500	15	13		
		900	25	21		

Figure 4 : Tendances de propriétés selon la famille de fluidité.

Ces tendances sont présentées plus en détail Figure 5. Le poids moléculaire élevé du Delrin® 100P fournit des caractéristiques de ténacité considérablement plus élevées tout en n'entraînant qu'une faible diminution des caractéristiques de résistance/rigidité. En général, le concepteur préférera travailler avec des matériaux offrant le plus haut poids moléculaire car ceux-ci fournissent habituellement la meilleure combinaison de propriétés, tandis que le mouleur préférera des matériaux offrant le plus faible poids moléculaire, dont la plus grande fluidité assure un bon remplissage du moule et un plus bel aspect de surface. Ainsi, un bon équilibre devra être trouvé lors de la sélection du matériau.

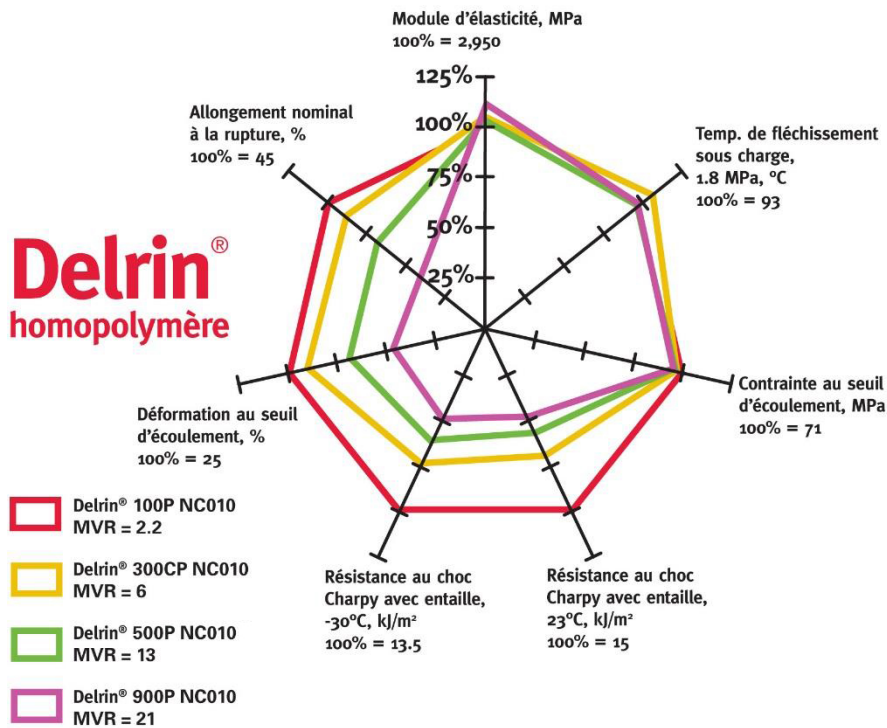


Figure 5 : Comparaison détaillée des propriétés des grades d'homopolymère Delrin® en fonction de leur indice d'écoulement.

La Figure 6 ci-dessous compare l'offre standard de la ligne de produits Delrin® 500P et les offres d'acétals copolymères standards. L'homopolymère Delrin® offre de meilleures caractéristiques non seulement en matière de résistance et de rigidité, mais également de ténacité, telles que résistance au choc et déformation, tout en présentant un bien meilleur écoulement, d'où une plus grande facilité de moulage.

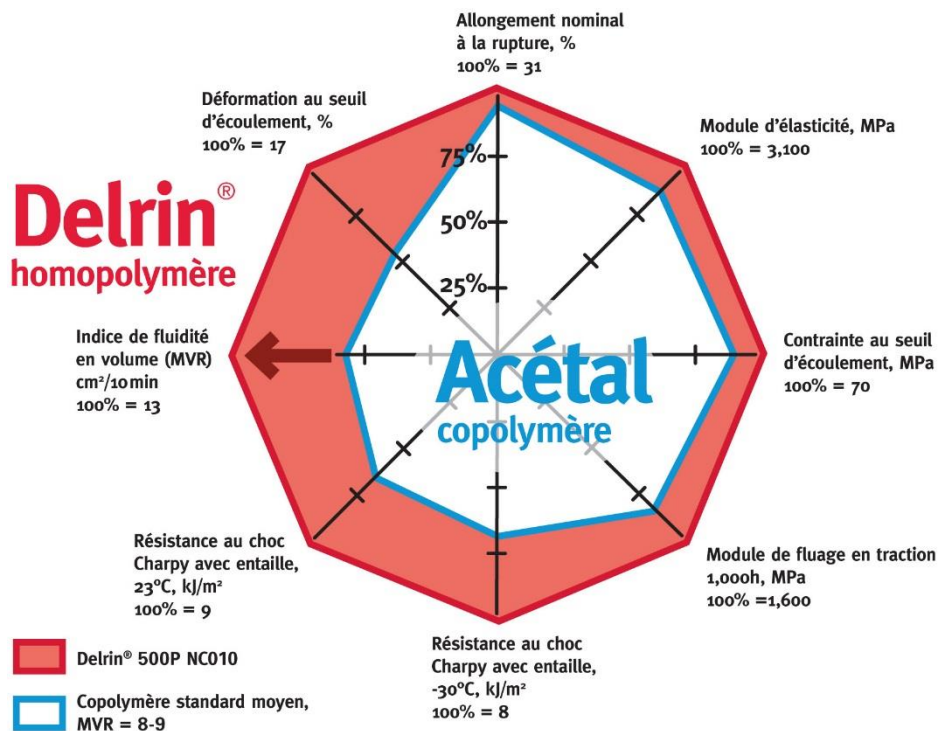


Figure 6 : Comparaison de l'homopolymère Delrin® 500P et d'un acétal copolymère standard.

La différence de performance mécanique est nettement accrue quand on compare l'acétal copolymère « de hautes performances », à haut poids moléculaire, à la résine homopolymère Delrin® 300CP de poids moléculaire moyen à élevé (Fig. 7). Le rapport entre les bien meilleures performances mécaniques du Delrin® et son poids moléculaire permet d'obtenir un équilibre optimum entre les besoins du concepteur et ceux du mouleur.

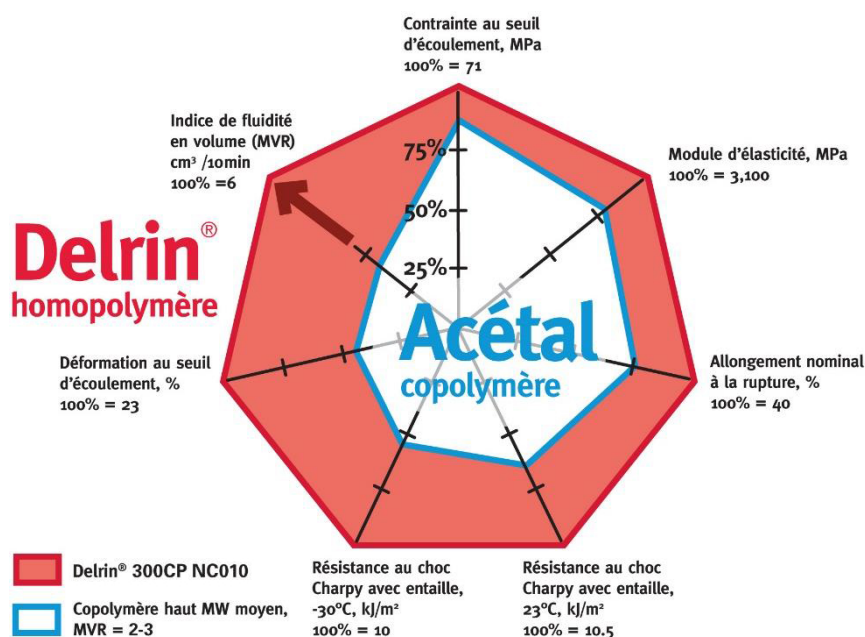


Figure 7 : Comparaison de l'homopolymère Delrin® 300CP et d'un acétal copolymère standard de haut poids moléculaire.

La différence augmente encore quand on compare des résines offrant le même poids moléculaire élevé. Le graphique ci-dessous (Fig. 8) comparant un copolymère de poids moléculaire élevé et Delrin® 100P, le produit phare de la marque Delrin®, montre bien en quoi l'homopolymère Delrin® constitue sans conteste le numéro 1 des acétals. Avec des caractéristiques de ténacité généralement deux fois plus élevées que pour l'acétal copolymère, alliées à une résistance et une rigidité plus importantes, l'homopolymère Delrin® peut fournir les marges de sécurité requises pour les pièces critiques.

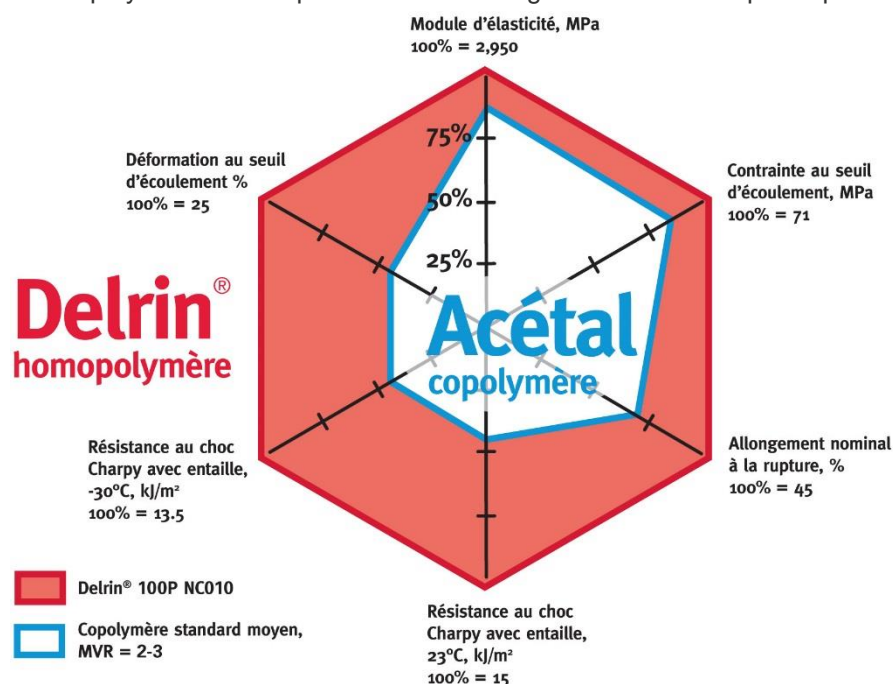


Figure 8 : Comparaison de l'homopolymère 100P et d'un acétal copolymère standard de haut poids moléculaire.

La ténacité inhérente des grades d'homopolymère Delrin® non modifiés est dans bien des cas nettement plus élevée que celle des grades de copolymère modifiés choc.

La Figure 9 montre la différence entre l'homopolymère Delrin® 100P, non modifié choc, et un acétal copolymère modifié par un renforcement estimé à environ 20 %. La plus grande rigidité intrinsèque est encore plus marquée, et l'ajout d'un renforcement n'améliore que très peu la résistance au choc à basse température de l'acétal copolymère. En d'autres termes, de nombreux grades d'acétal copolymère modifiés choc sont plus fragiles à basse température que l'acétal homopolymère standard Delrin® 100P.

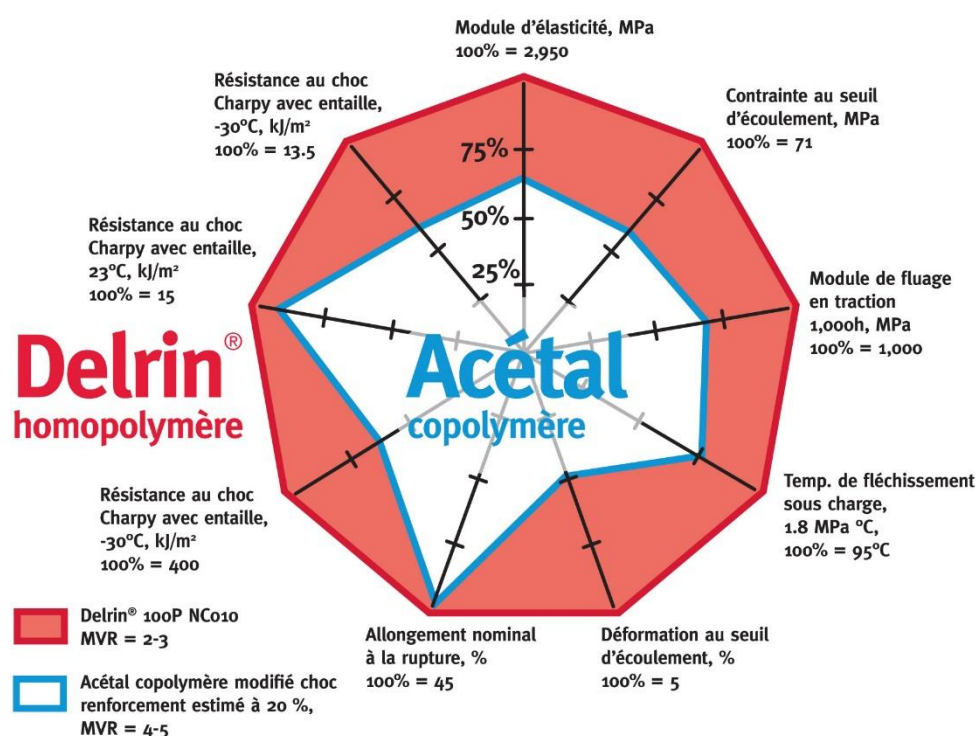


Figure 9 : Comparaison de l'homopolymère Delrin® 100P et de grades d'acétal copolymère renforcés par une charge pouvant atteindre 20 %.

Outre les tests standards indiqués ci-dessus, le Delrin® 500P surpasse l'acétal copolymère standard selon un facteur de cinq en matière de résistance à la fatigue en flexion interne, tandis que le Delrin® 100P surpasse l'acétal copolymère HMW selon un facteur de dix. Encore plus significatif, les grades nucléés Delrin® 111DP et 311DP surpassent les résines acétals copolymères équivalentes selon un ordre de grandeur de presque trois, comme indiqué ci-contre.

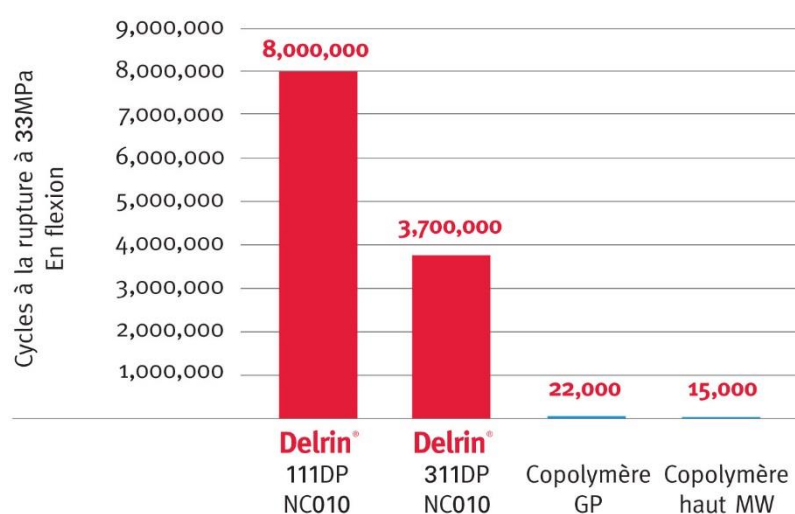


Figure 10 : Comparaison de la résistance à la fatigue en flexion sous une charge de 33 MPa de différents grades d'homopolymère Delrin® et de grades standards d'acétal copolymère.

5. Quand utiliser l'acétal homopolymère Delrin® ?

Il est recommandé d'utiliser le Delrin® quand la pièce sera soumise à :

- une charge cyclique.
- une charge lourde et constante sur de longues périodes de temps ou des chocs importants en permanence, des chocs répétés, ou des chocs à basse température (jusqu'à -40 °C).
- des mouvements de glissement en va-et-vient ou en rotation sur du métal ou un autre plastique.
- des environnements humides lorsque la stabilité dimensionnelle et la rétention des propriétés sont importantes.

ou quand :

- une réduction de poids est capitale pour l'application.
- une lubrification doit être évitée.
- on désire une résistance et une rigidité élevées sans renforcement par des fibres de verre (par exemple quand on souhaite une répartition de charge entre les dents du pignon afin de conférer à l'engrenage une plus longue durée de vie).
- une plus grande résistance chimique (par rapport aux autres plastiques techniques) aux solvants industriels, lubrifiants, produits phytosanitaires, carburants, acides et bases faibles est requise.

Ne pas utiliser le Delrin® si la pièce est destinée à servir dans :

- des environnements fortement basiques (pH >9) ou fortement acides (pH <4).
- des environnements comportant des solutions chlorées ou de chlorure de zinc.
- des carburants agressifs à caractère acide.
- des expositions prolongées sous charge à des températures >90°C.
- une immersion prolongée dans l'eau chaude (>60°C).
- des applications de plomberie derrière les murs (par principe).
- des applications exigeant un indice d'inflammabilité supérieur à HB.



6. Avantages des propriétés mécaniques pour le client

Le tableau ci-dessous indique comment la supériorité des propriétés de l'acétal homopolymère Delrin® par rapport aux acétals copolymères typiquement décrits dans les fiches techniques peuvent se traduire par des améliorations concrètes de la pièce.

AVANTAGES DE L'ACÉTAL HOMOPOLYMÈRE DELRIN® PAR RAPPORT À L'ACÉTAL COPOLYMÈRE	
Propriétés de l'homopolymère Delrin®	Avantages pour le client
Déformation et contrainte au seuil d'écoulement plus élevées.	Meilleure mémoire de forme après déformation. Utile pour les encliquetages/boucles et simplicité d'assemblage.
Module d'élasticité plus élevé.	La plus grande rigidité permet de concevoir des pièces à parois plus fines, d'où une réduction du coût en matière première.
Plus grande fluidité à propriétés mécaniques équivalentes	Meilleur remplissage des empreintes à parois minces. Utile pour concevoir efficacement des pièces à parois minces.
Bien plus grande résistance au choc Charpy avec entaille, même à basse température.	Les pièces sont plus résistantes à la fracture et peuvent absorber considérablement plus d'énergie. Utile pour les engrenages de moteur qui changent de direction ou s'arrêtent brusquement, et pour les composants mécaniques/mobiles des environnements réfrigérés.
Meilleur allongement à la rupture.	Contribue à la ténacité générale de la pièce. Permet une déformation au-delà de la limite élastique sans défaillance de la pièce. Utile pour les encliquetages et les boucles.
Plus grande résistance au fluage.	Conserve mieux sa forme générale pendant de longues expositions à des charges. Conserve un meilleur ajustement dans les applications d'encliquetage. Conserve mieux ses dimensions dans les applications à ressort.
Bien plus grande résistance à la fatigue.	Plus durable pour des applications à cycle élevé telles que roulements à billes.

7. Comment exploiter les propriétés mécaniques supérieures de l'acétal homopolymère Delrin® par rapport à l'acétal copolymère ?

Remplacement de l'acétal copolymère par l'homopolymère Delrin® :

Si l'acétal copolymère est déjà utilisé pour la pièce d'un composant, il peut être possible de lui substituer directement l'homopolymère Delrin® afin de résoudre des problèmes de mise en œuvre ou de performance sans avoir à apporter de coûteuses modifications à l'outillage. L'utilisation du Delrin® peut être envisagée dans les cas suivants :

- **En service, la pièce moulée en acétal copolymère casse à un rythme inacceptable** – il existe très probablement un grade d'homopolymère Delrin® possédant de meilleures propriétés mécaniques qui permettront à la pièce de durer plus longtemps, très vraisemblablement avec l'avantage supplémentaire d'un meilleur écoulement.
- **La résine acétal copolymère ne parvient pas à remplir l'empreinte pour une performance optimale** – il existe vraisemblablement un grade d'homopolymère Delrin® dont la plus grande fluidité et les meilleures propriétés mécaniques assureront une pièce bien remplie et plus performante.

- **Une pièce moulée dans un acétal copolymère modifié choc n'est plus performante à basse température** – il existe peut-être une résine homopolymère Delrin® non modifiée ou légèrement renforcée possédant la résistance au choc requise à température ambiante et à basse température, ainsi qu'une rigidité/résistance plus élevée, pour assurer une meilleure performance sous toutes les températures.
- **Une pièce moulée dans un acétal copolymère modifié choc n'est pas assez rigide pour conserver sa forme sous des conditions de fluage ou pour rester performante dans des situations de fatigue cyclique** – il existe peut-être une résine homopolymère Delrin® non modifiée ou légèrement renforcée dont la plus grande rigidité permettra à la pièce de conserver sa forme sous charge à des températures plus élevées et de résister à la fatigue dans des situations de charges cycliques, tout en fournissant la résistance au choc requise pour l'application.



Sélection du Delrin® pour une nouvelle pièce :

Si un acétal copolymère est envisagé pour une nouvelle pièce, il est possible d'obtenir un certain nombre d'avantages en étudiant les propriétés de la pièces essentielles à sa qualité, en concevant spécifiquement selon les propriétés mécaniques supérieures de l'acétal homopolymère Delrin® et en se focalisant sur la diminution d'épaisseur des parois :

- **Utilisation d'une résine plus fluide** – par rapport à l'acétal copolymère, l'homopolymère Delrin® possède un plus haut degré de résistance/rigidité, tenue à la fatigue et ténacité pour tous les indices d'écoulement analogues, ce qui permet de passer d'un acétal copolymère peu fluide à un homopolymère Delrin® plus fluide tout en conservant les propriétés de la pièce et garantissant un bon remplissage même des pièces difficiles à remplir.
- **Meilleure résistance au choc** – L'homopolymère Delrin® possède par nature une résistance au choc de base considérablement plus élevée (50 % à 200 %) que le copolymère. Même en tenant compte de parois plus minces, la ténacité générale peut être accrue.
- **Pièce plus légère** – Après avoir réduit l'épaisseur des parois afin de conserver la flexibilité/rigidité requise pour assurer la performance voulue, puis validé et optimisé le design avec les spécialistes de DuPont, la pièce pourrait se révéler substantiellement plus légère qu'avec le copolymère.
- **Productivité plus élevée, cycle d'injection plus court** – provenant essentiellement d'un temps de maintien en pression plus court puisque les parois de la pièce sont moins épaisses. La plus grande rapidité d'écoulement peut aussi engendrer un temps d'injection plus court, réduisant encore la durée du cycle.

Ces avantages peuvent être encore accrus si **un copolymère modifié choc avait été envisagé au départ et si celui-ci peut être remplacé par un homopolymère Delrin® non modifié**. La ténacité intrinsèque des grades d'homopolymère Delrin® non modifiés, associée à une rigidité substantiellement plus élevée, offrira la possibilité de réduire l'épaisseur des parois de la pièce, tout en conservant les propriétés requises. Compte tenu du coût plus élevé des grades de copolymère modifiés choc, la moins grande consommation de résine avec l'homopolymère Delrin® peut à elle seule engendrer une économie considérable.

8. Étude de cas : remplacement de l'acétal copolymère modifié choc par Delrin® 300TE

Un important client d'homopolymère Delrin® envisageait d'utiliser un acétal copolymère modifié choc pour la prochaine génération d'une pièce de composant, car on lui offrait une remise qui plaçait l'acétal copolymère au même prix que le Delrin®. La pièce en question avait comme propriété essentielle à la qualité une force ressort de 180N. La conception en copolymère exigeait 8,8 g pour obtenir cette propriété. DuPont offrit une assistance au niveau de la conception afin de montrer comment, en utilisant le Delrin®, cette pièce pouvait assurer cette propriété critique avec seulement 7 g de résine. L'équipe de conception s'est axée sur la réduction de l'épaisseur des parois de toute la pièce, éliminant les nervures et réduisant la section centrale plus épaisse. La réduction de poids ainsi obtenue, de 21 %, s'accompagnait d'un temps de cycle 11 % plus rapide, engendrant une économie de 12 % sur le coût total par pièce par rapport à l'alternative copolymère.

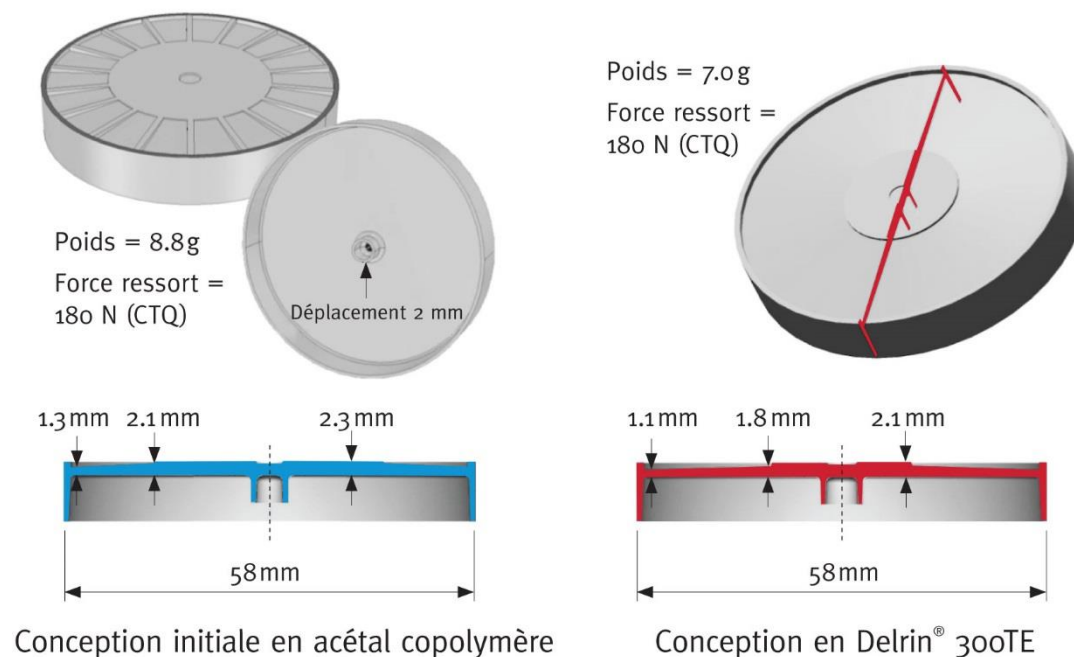


Figure 11 : La conception initiale en acétal copolymère et la conception optimisée en acétal homopolymère Delrin®.

9. Avantages pour tous les acteurs de la filière

Sélectionner l'acétal homopolymère Delrin® pour des applications exigeantes sur le plan mécanique ou de haute précision engendre des avantages pour tous les acteurs de la filière :

- **Ingénieurs d'études : liberté de conception, utilisation efficace de la résine et performance accrue**

Avec le Delrin®, l'ingénieur d'études a la possibilité de travailler avec un matériau versatile qui associe une haute ténacité et une résistance élevée permettant de conserver le facteur sécurité adéquat pour l'application et, avec le soutien dispensé par DuPont, peut assurer une utilisation de résine réduite au strict minimum. Outre des rendements plus élevés et une plus grande rapidité de production, les avantages techniques du Delrin® peuvent, dans certains cas, permettre l'intégration de composants discrets, d'où un moins grand nombre d'opérations d'assemblage, une complexité moindre et une plus grande fiabilité.

Pour encore plus d'adaptabilité, il existe aussi des résines Delrin® prêtes à l'emploi qui sont modifiées pour une performance accrue : nucléées pour la stabilité dimensionnelle et la facilité de mise en œuvre, modifiées choc pour les systèmes et autres applications de sécurité, lubrifiées pour faible frottement/faible usure, stabilisées UV pour les intérieurs automobiles, détectables pour les bandes transporteuses dans l'industrie alimentaire, agréées contact alimentaire pour les bandes transporteuses et autres applications, grades de spécialité pour les dispositifs médicaux, et colorées.

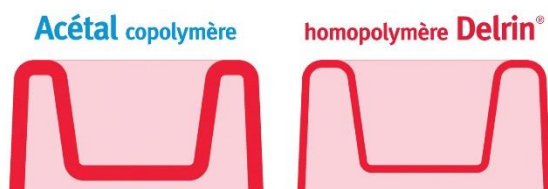


Figure 12 : Les propriétés mécaniques supérieures de l'homopolymère Delrin® peuvent permettre des parois moins épaisses qu'avec un acétal copolymère, tout en conservant les mêmes capacités physiques de la pièce.

- **Mouleurs : plus grande facilité de mise en œuvre**

Le mouleur peut obtenir un remplissage optimal, même avec des parois minces, car l'homopolymère Delrin® permet, même les grades les plus fluides, d'obtenir de meilleures propriétés mécaniques que l'acétal copolymère.

- **Responsables des approvisionnements : coûts réduits et disponibilité immédiate**

Le responsable des approvisionnements peut atteindre un coût total d'achat de résine acétal en dessous du budget. Grâce à la réduction de la quantité de matière utilisée et des temps de cycle, l'homopolymère Delrin® permet souvent de considérablement abaisser le coût unitaire.

Avec plus de 80 grades mondiaux, des spécifications de production harmonisées à l'échelle mondiale et de multiples sites de production, l'approvisionnement en résines Delrin® est simple et fiable, avec une qualité constante d'un lot à l'autre.



Figure 13 : Le Delrin® offre la possibilité d'utiliser moins de matière et de réduire les temps de cycle de moulage.

- **Directeurs d'usine : rendements plus élevés, production plus rapide**

Le directeur d'usine peut compter sur de meilleurs taux de production et des conceptions optimisées. Les temps de cycle plus rapides résultant de l'optimisation de l'épaisseur des parois peuvent se traduire par un rendement plus élevé, permettant d'augmenter la production sans avoir à investir dans un outillage supplémentaire.

- **Ingénieurs de procédé : assistance technique**

L'ingénieur de procédé peut bénéficier de l'assistance technique des experts de DuPont en matière de mise en œuvre du Delrin® aussi bien au démarrage de la production, que pour une amélioration continue.

- **Client : une pièce finie de qualité, fiable et performante**

Le client peut fabriquer des pièces de haute qualité légères mais fiables, offrant les marges de sécurité adéquates, préservant ainsi la réputation de sa marque.

10. Conclusion

Sélectionner le thermoplastique acétal le plus approprié a des répercussion sur la conception et la performance de la pièce, sur la quantité de matière utilisée, le temps de cycle de moulage et le coût de production de la pièce. La différence entre l'homopolymère Delrin® et les acétals copolymères n'est pas forcément visible au premier abord.

Les deux matières offrent une bonne performance. Toutefois, pour la plupart des applications, une pièce en homopolymère Delrin® délivrera presque toujours de meilleurs résultats sur le plan de la performance mécanique : le Delrin® est plus résistant à la fatigue, au fluage et au choc, et il est plus rigide et plus robuste que l'acétal copolymère.

Les propriétés mécaniques supérieures de l'homopolymère Delrin® engendrent de nombreux avantages pour tous les acteurs de la filière :

- Pièces plus performantes
- Pièces plus minces et plus légères (moins de matière utilisée)
- Conception optimisée de la pièce
- Moindre consommation de matière
- Cycles de moulage plus rapides
- Possibilité de réduire le coût total de la pièce.

Le choix du polymère le plus approprié pour une application industrielle doit s'appuyer sur une évaluation technique du matériau concerné, tant à court terme qu'à long terme, suivie d'essais complets in-situ dans l'environnement dans lequel la pièce sera utilisée.

L'Ovale DuPont, DuPont™ et Delrin® sont des marques ou marques déposées de E.I. du Pont de Nemours and Company ou de ses filiales.
Copyright © DuPont 2015. Tous droits réservés.

Consultez notre site Delrin.dupont.com

Contacts DuPont selon les régions :

Amérique du nord
+1-302-999-4592

Amérique latine
+0800 17 17 15

Europe, Moyen-Orient et Afrique
+41 22 717 51 11

Grande Chine
+86-400-8851-888

Japon
+81-3-5521-8600

ASEAN
+65 6586 3688

Les informations contenues dans le présent document correspondent aux connaissances de DuPont sur ce sujet à sa date de publication. Elles sont susceptibles d'être modifiées au fur et à mesure de l'évolution de ses connaissances et de l'expérience acquise. Les données fournies correspondent aux propriétés normales du matériau en question et ne concernent que lui seul ; sauf indication contraire, elles pourraient ne pas être valides si ce matériau est utilisé avec d'autres matières, des additifs ou des pigments ou dans certains procédés.

Les données fournies dans le présent document ne doivent pas servir pour établir des limites de spécification ni être utilisées seules comme base de conception : elles ne sauraient en aucun cas se substituer aux essais requis pour déterminer par vous-même si ce produit convient à l'application à laquelle vous le destinez. Ne connaissant pas les conditions d'utilisation et d'élimination spécifiques à chaque utilisateur final, DuPont ne garantit pas de résultats favorables, ne donne aucune garantie, expresse ou implicite, et n'assume aucune responsabilité quant à l'usage des présentes informations. Ces informations sont données et acceptées par l'acheteur à ses propres risques. Elles sont destinées à être utilisées, à leur seul risque et à leur seule discrétion, par des personnes possédant les compétences techniques requises en la matière. Ces informations ne sauraient être interprétées comme une licence d'exploitation, ni comme une incitation à enfreindre un quelconque brevet.

ATTENTION : ne pas utiliser les produits de DuPont dans les applications médicales impliquant une implantation dans le corps humain ou un contact avec les tissus ou fluides internes du corps, sauf si le matériau a été fourni par du Pont dans le cadre d'un contrat écrit conforme à la politique de DuPont concernant les applications médicales, et reconnaissant expressément l'usage auquel il est destiné. Pour de plus amples informations, veuillez contacter votre représentant DuPont. Vous pouvez aussi solliciter un exemplaire de la Politique de DuPont concernant les applications médicales (H-50103) et l'Avertissement de DuPont concernant les applications médicales (H-50102-5).

(01/16) Référence DLE-A11205-00-A0116