Radioréticulation

Transformation du plastique par l'irradiation

BGS

IDEEN PLUS ENERGIE

BGS : Nous effectuons l'optimisation de vos produits sur trois sites.

La radioréticulation chez BGS

L'énergie à votre service

Le traitement des plastiques au moyen de rayonnements Béta ou Gamma de haute énergie représente l'alternative économique face aux polymères haute-performance coûteux. En tant que pionnier dans ce domaine, BGS Beta-Gamma-Service GmbH & Co. KG jouit d'une expérience de plus de 25 ans dans l'application industrielle des rayonnements Béta et Gamma. Nous sommes un partenaire très demandé lorsqu'il s'agit de relever de nouveaux défis, et ce, dans les secteurs les plus divers.

La réticulation par irradiation confère les propriétés thermiques, mécaniques et chimiques des plastiques haute-performance aux plastiques techniques et résines commerciales, et ce, sans intervenir dans le processus de production : la radioréticulation est effectuée après le formage du plastique, en tant que dernière étape de traitement de la chaîne de processus – avant la réception par l'utilisateur final. En vue de leur irradiation, les produits peuvent être livrés en tant que matériaux filiformes enroulés sur des tambours, en tant que matériaux en vrac dans des caisses grillagées, ou, dans le cas des pièces de moulage par injection, emballés dans des cartons.

La radioréticulation se distingue par sa grande sécurité de processus et sa reproductibilité, tout en faisant économiser des coûts d'investissement élevés aux exploitations de transformation des plastiques. Grâce à son savoir-faire de plusieurs décennies et ses installations d'irradiation ultra modernes, BGS est à même de fournir à chaque client la prestation optimale. Ce faisant, nous contribuons à l'amélioration, et donc à l'augmentation de la valeur ajoutée des produits en plastique – par exemple de par leur résistance accrue à la chaleur et à l'usure.

Pour la valorisation de vos produits à travers des rayonnements de haute énergie, faites confiance à une entreprise innovante à la qualité certifiée : BGS.

BGS – Votre partenaire, fort d'une longue expérience dans le domaine des traitements spéciaux des produits sensibles

Le service complet de BGS traduit nos efforts de proposer une « formule intégrale sans souci », toujours selon le cahier des charges suivant :

- Nous intégrons nos services à votre processus de production en économisant les coûts et les ressources : vous nous envoyez votre marchandise à irradier. Celle-ci arrive ensuite directement sur son lieu de destination définitif.
- Nous vous aidons dès la phase de conception, afin que vos produits soient le mieux possible adaptés en vue des traitements ultérieurs.
- Nous travaillons en collaboration avec des fournisseurs spéciaux afin d'élargir notre gamme de prestations, pour qu'elle soit au mieux adaptée à vos besoins spécifiques ou aux autres besoins logistiques.
- Notre qualité est documentée et vous fait bénéficier d'une sécurité certifiée.

Sommaire

Radioréticulation des matériaux **4**

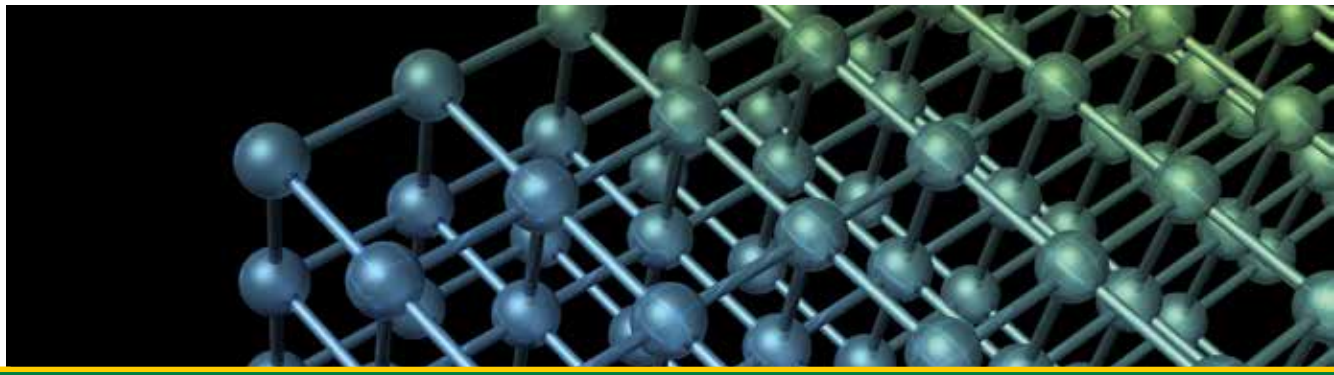
Modification des caractéristiques **6**

Amélioration des caractéristiques thermiques 6
Amélioration des caractéristiques mécaniques 8
Amélioration des caractéristiques tribologiques 10
Amélioration des caractéristiques chimiques 12

Applications **14**

Électricité 14
Câbles / fils 16
Automobile 18
Tubes / Tuyaux 20
Produits thermorétractables 22
Autres 23

Recyclage **25**



Radioréticulation des matériaux

Principe de fonctionnement

La radioréticulation repose sur l'action des rayonnements de haute énergie Béta et Gamma. Le plastique est exposé à un rayonnement Gamma ou Béta dont la dose a été définie avec précision, ce qui permet de gérer la réticulation des molécules du plastique de façon très précise. Les caractéristiques du matériau sont définies au préalable, puis atteintes grâce à l'irradiation ultra-précise.

Lors de la réticulation, le matériau absorbe l'énergie du rayonnement. Des liaisons chimiques se défont, des radicaux libres sont émis. Ces derniers interviennent dans l'étape suivante de la liaison moléculaire souhaitée. C'est ainsi que l'on obtient un « réseau » extrêmement résistant. La modification a lieu sur le produit en plastique fini. Il est même possible de faire varier le degré de réticulation à l'intérieur d'une pièce moulée. L'irradiation de matières premières est également possible.

Avantages de la radioréticulation :

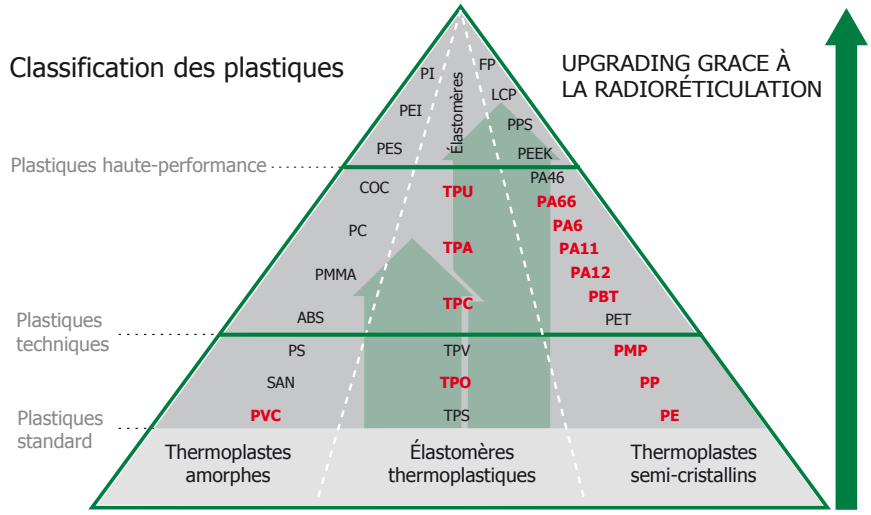
- Économie sur les coûts des matières premières, en renonçant aux coûteux plastiques hautes-performances
- Obtention de nouvelles caractéristiques, et donc de nouveaux domaines d'utilisation des matières premières
- Procédé reproductible avec précision
- Rapidité du procédé
- Minimisation des déchets de production

La radioréticulation est principalement destinée aux plastiques pour lesquels la réticulation chimique au moyen d'amorceurs producteurs de radicaux (par ex. peroxydes) est possible. Contrairement au procédé de réticulation chimique, la radioréticulation s'effectue à basse température. D'un point de vue quantitatif, la réticulation la plus importante est celle du polyéthylène (PE), du polyamide (PA), du Polybutylène téréphtalate (PBT) et du polychlorure de vinyle (PVC). La réticulation d'élastomères thermoplastiques (TPE) gagne de plus en plus d'importance, tandis que la radioréticulation du polypropylène (PP) est également possible.

Le mode d'action de la radioréticulation est comparable à celui de la vulcanisation du caoutchouc, utilisée depuis longtemps. En tant que procédé physique, l'irradiation présente l'avantage de produire déjà un effet à basse température, et de bénéficier de résultats exacts sans variations de qualité. À travers l'application de rayons Béta et Gamma précisément adaptés aux besoins, BGS contribue à optimiser les caractéristiques de matériau des plastiques, et ouvre de nouveaux horizons en ce qui concerne le champ d'applications des matières premières.

Étant donné que la réticulation se raccorde au processus de production en tant qu'étape finale chez le fabricant, la rapidité de processus optimale ne s'en trouve pas affectée. L'irradiation des pièces moulées finies effectuée en aval présente un autre avantage : les résidus de plastique, par exemple les carottes, peuvent être réacheminés sans problème vers le processus de production.

« Upgrading » grâce à la radioréticulation



Obtention d'un plastique de première classe à partir d'un plastique ordinaire

« L'Upgrading » des plastiques : grâce à la radioréticulation, les résines commerciales ou les plastiques techniques acquièrent les caractéristiques mécaniques, thermiques et chimiques des plastiques haute performance. Après la radioréticulation, les plastiques peuvent être utilisés dans des conditions auxquelles ils n'auraient pas résisté auparavant.

La radioréticulation a généralement lieu après le formage – le moulage par injection, extrusion ou par soufflage est réalisé comme à l'accoutumée par le fabricant, avec les matières premières habituelles. Ceci étant, il n'y a aucun coût qui serait engendré par l'achat de nouveaux outils ou de nouvelles machines. La radioréticulation s'effectue à température ambiante de la pièce ; il s'agit ici d'un procédé physique qui déclenche des réactions de réticulation dans le polymère, au moyen de radicaux.

Le spectre des caractéristiques pouvant être obtenues varie en fonction de chaque polymère de base. Pour certains plastiques, des intensificateurs de réticulation s'avèrent nécessaires. L'ajout d'auxiliaires de réticulation peut être effectué lors de la fabrication de granulés de plastique (Compound) ou bien directement avant le formage (par ex. mélanges-maîtres). Les additifs permettent ou améliorent la capacité de réticulation, et peuvent optimiser davantage le profil des caractéristiques du plastique. On utilise des auxiliaires de réticulation employés dans l'industrie du plastique et du caoutchouc.

En vue de l'évaluation des modifications de caractéristiques obtenues, BGS peut également entreprendre des contrôles spéciaux du plastique, après la phase d'irradiation.

Polymères radioréticulables

	Désignation	Aditif de réticulation oui	Aditif de réticulation non
Thermoplastes	Polyéthylène PE (LLDPE/LDPE/MDPE/HDPE/UHMWPE)		x
	Polypropylène PP (Homo-/Copolymère)	x	
	Polyamide PA (Polyamide 6/6.6/11/12)	x	
	Polytéréphtalate de butylène PBT	x	
	Fluorure de polyvinylidène PVDF	x	
	Éthylène tétraofluoroéthylène ETFE	x	
	Polychlorure de vinyle PVC (PVC souple uniquement)	x	
	Éthylène-acétate de vinyle EVA		x
	Polyéthylène chloré (PE-C)		x
Élastomères thermoplastiques	Copolymère bloc polyétherester (TPE-E)		x
	Copolymère bloc polyuréthane (TPE-U)	x	
	Polyéther bloc amide (TPE-A)		x
Elastomere	Caoutchouc styrène butadiène (SBR)	x	
	Caoutchouc silicone		x

Modifications des caractéristiques

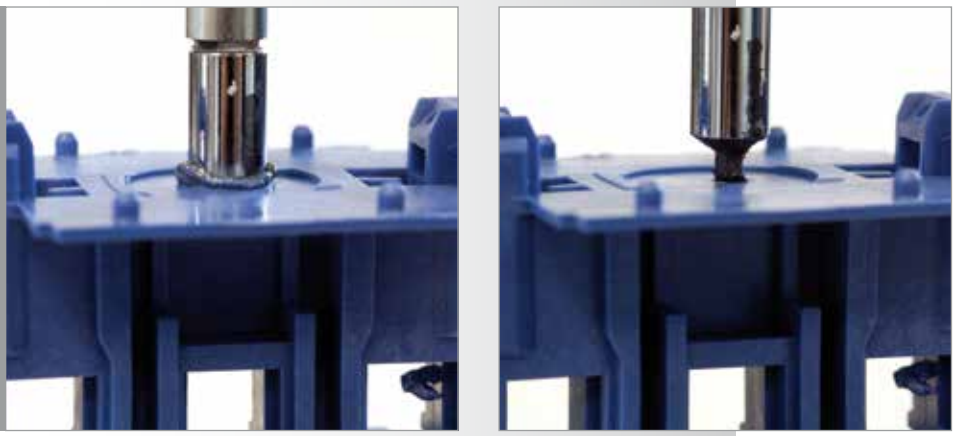
Amélioration des caractéristiques thermiques

Grâce à la radioréticulation, les matériaux thermoplastiques deviennent thermoélastiques. La réaction de réticulation crée un « réseau » qui empêche la fluidité du plastique – dans le cas de hautes températures, le matériau se comporte comme un élastomère. L'amélioration de la résistance à la température, ainsi que l'amélioration des valeurs mécaniques à température élevée constituent les caractéristiques essentielles de la radioréticulation.

Ceci étant, dans le cas de PA-6.6 non réticulé, les modules passent d'un niveau supérieur à la température de fusion de la cristallite à un niveau quasiment égal á zéro. En revanche, les modules considérablement plus élevés d'un plastique réticulé garantissent une résistance suffisamment importante, même à des températures supérieures à 350°C. Le coefficient de dilatation thermique se trouve également réduit. Un PA-6.6 réticulé présente un indice de température amélioré de l'ordre de 20°C (5 000 h ; 60 % de réduction d'allongement à la rupture).

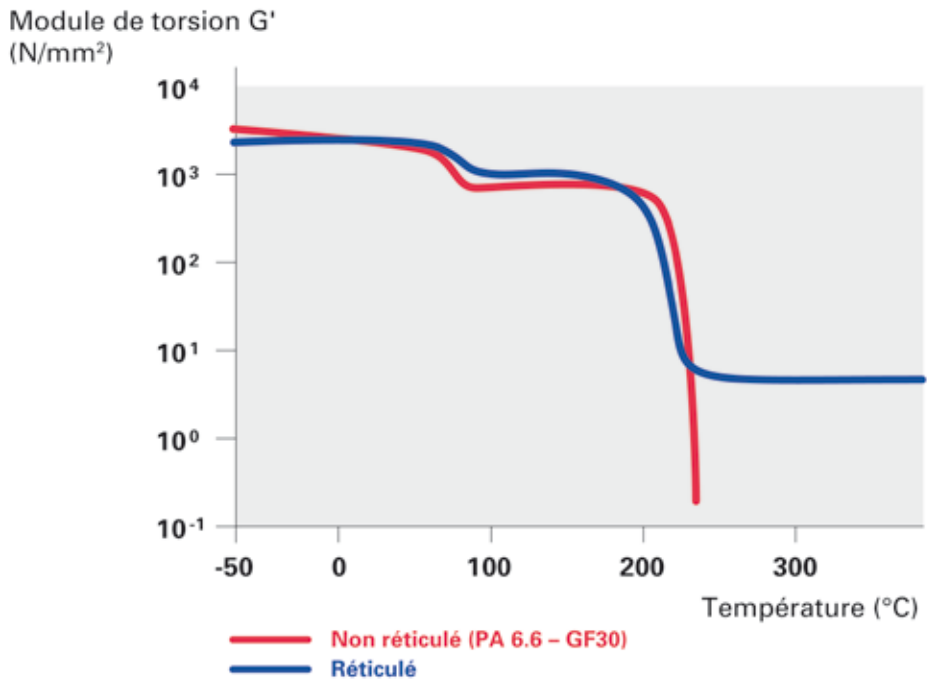
Amélioration des caractéristiques thermiques grâce à l'irradiation :

- Amélioration de la stabilité dimensionnelle à la chaleur
- Réglage ciblé de la dilatation thermique (Hot-Set / Hot-Module)
- Amélioration de la déformation rémanente à la compression / traction
- Augmentation de la résistance au filament
- Augmentation de la résistance au vieillissement

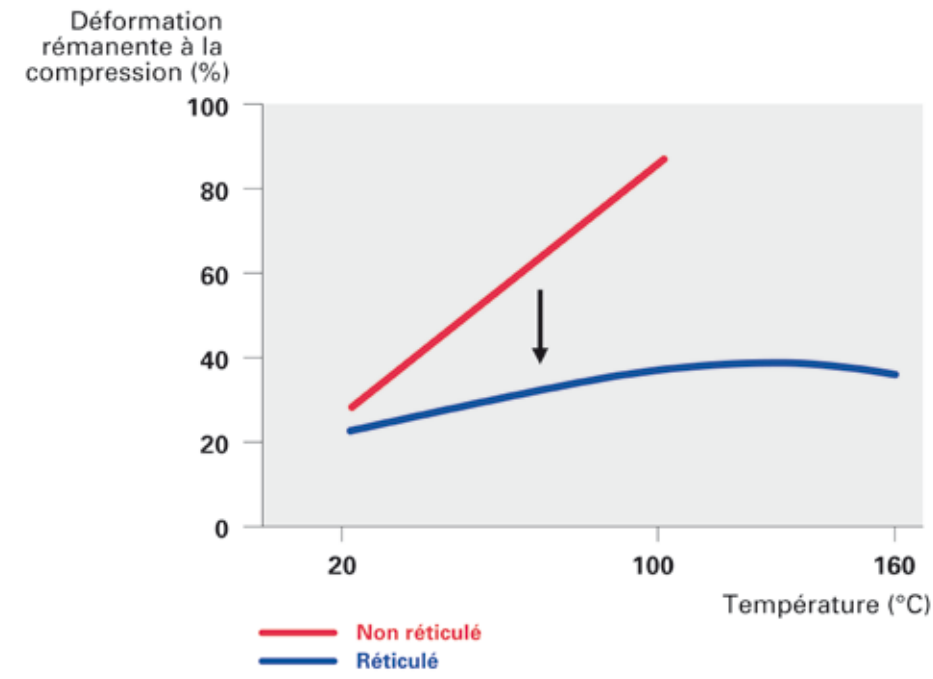


Contrôle de la stabilité dimensionnelle à la chaleur de composants réticulés, au moyen du test au fer à souder (à gauche : non réticulé, à droite : réticulé, Matériau : PA-6 GF30, Poids : 1 000 g, Température : 350°C).

Stabilité dimensionnelle à la chaleur de PA-6.6 réticulé par irradiation



Déformation rémanente à la compression de TPE réticulé par irradiation



Les avantages d'un élastomère thermoplastique réticulé sont particulièrement visibles dans le cas de températures élevées. Les Compounds TPE radioréticulables fournissent encore de bonnes valeurs de déformation à la compression même à 160°C, et présentent ainsi un profil de caractéristiques bien supérieur à celui des élastomères classiques. Ils sont idéaux en tant que matériau d'étanchéité pour les pièces fabriquées par moulage à injection à deux composants. La radioréticulation effectuée en aval améliore aussi bien les caractéristiques du TPE injecté que celles de la pièce moulée, dans le cas d'un matériau de boîtier approprié.

Modification des caractéristiques

Amélioration des caractéristiques mécaniques

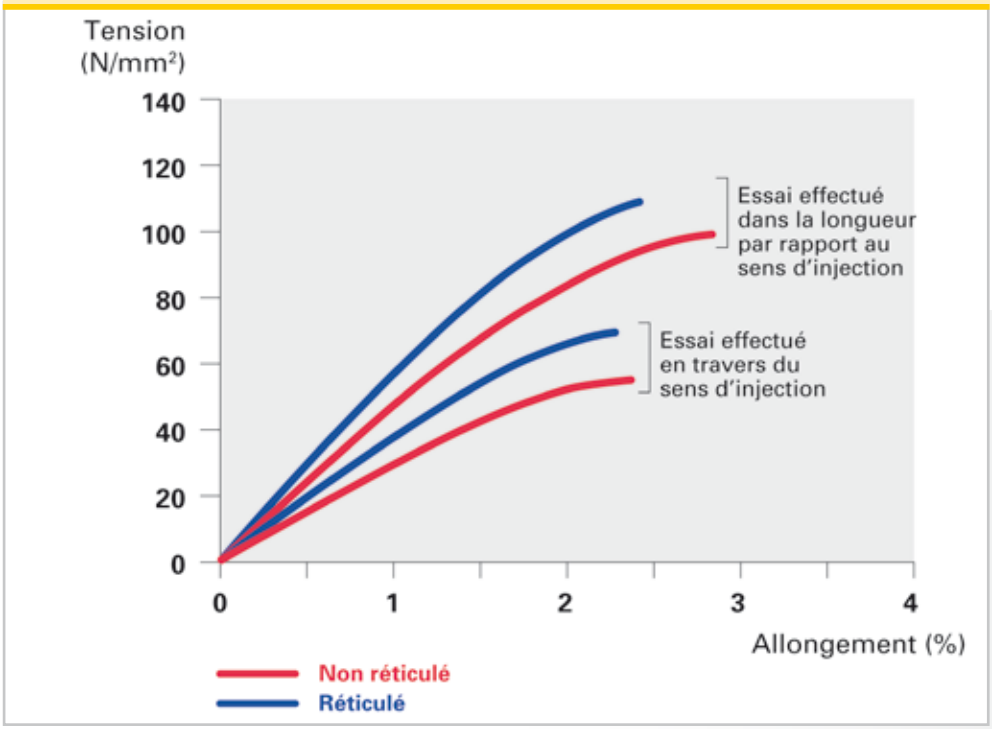
La radioréticulation améliore la résistance mécanique des plastiques renforcés, et ce, déjà à température ambiante. Ceci s'effectue surtout grâce au meilleur couplage des matières de charge à la matrice polymère, causé par une activation des interfaces.

La radioréticulation améliore également la résistance à la déchirure de la soudure sur les composants soudés par vibration, ainsi que la résistance d'adhérence entre des combinaisons de matériaux (par ex. polymère / polymère et polymère / métal).

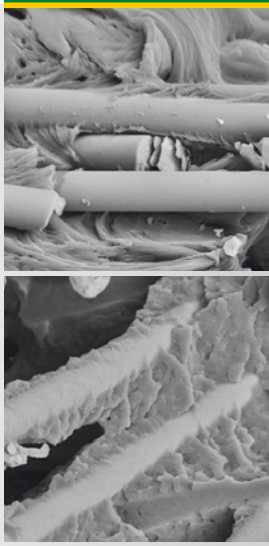
Amélioration des caractéristiques mécaniques grâce à l'irradiation :

- Montée des modules
- Réduction du fluage à froid (écoulement à froid)
- Amélioration de la résistance à la flexion
- Augmentation de la résistance à la déchirure de soudure
- Amélioration du comportement au fluage avec pression intérieure

Augmentation de la résistance du PA-6 GF 30

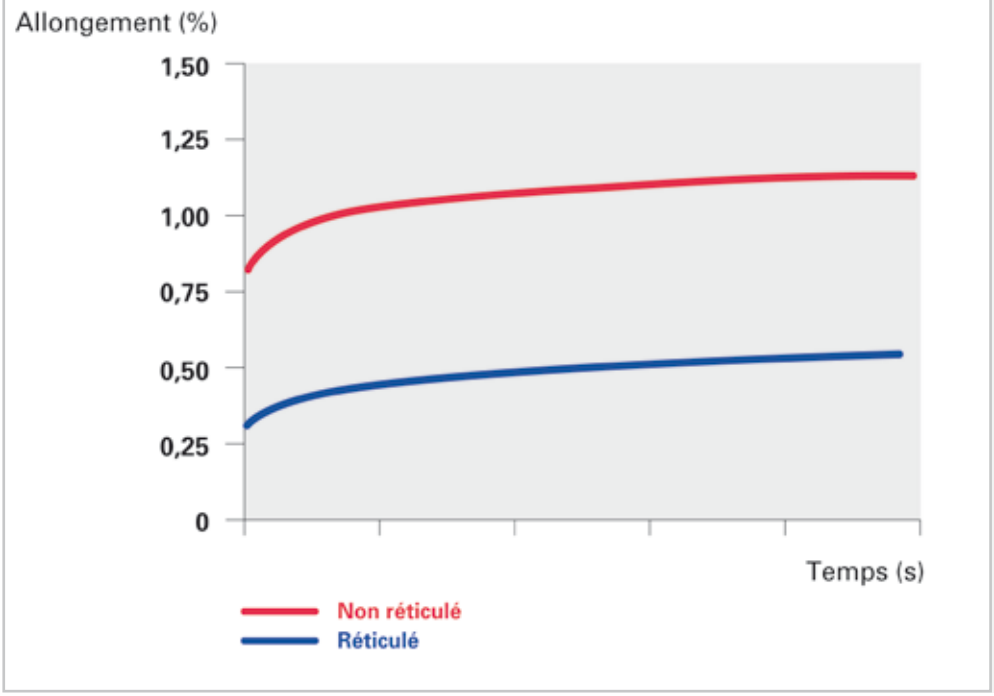


Dans le cas du polyamide renforcé de fibres de verre notamment, l'irradiation améliore considérablement le comportement mécanique. À température ambiante, les fibres de verre et la matrice polymère présentent déjà une meilleure adhérence, et confèrent au matériau une résistance significativement plus élevée. La raison : l'inter-réticulation des interfaces entre les couches de fibres de verres et la matrice plastique.



Augmentation de l'adhérence fibre / matrice et de la résistance, pour PA-6 GF 30 (en haut : non réticulé, en bas : réticulé).

Caractéristiques de fluage du PA-6 GF 30 à 100 °C et 15 N/mm²



En cas de charge mécanique des plastiques, ceux-ci tendent au fluage. La force de pré-tension, et donc la fonctionnalité du plastique, sont alors perdues. La radioréticulation réduit la tendance au fluage des plastiques. Ceci est particulièrement visible sur la courbe Allongement-temps du PA-6 GF 30 réticulé.

Modification des caractéristiques

Amélioration des caractéristiques tribologiques

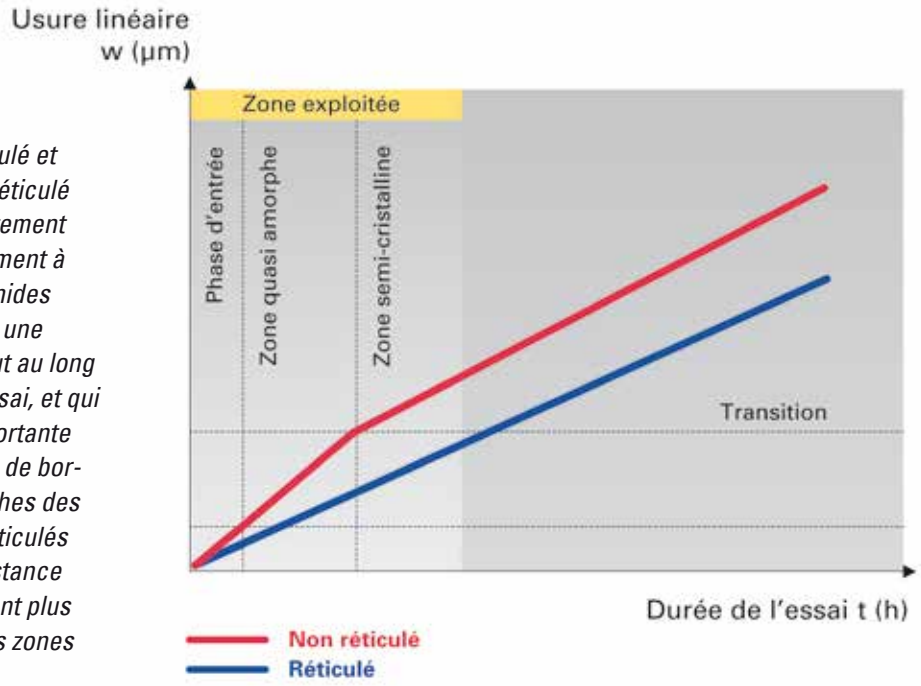
Pour les éléments de machine en plastique, le comportement à l'usure et au frottement représente un critère de choix essentiel. Étant donné les températures d'utilisation toujours plus élevées des paliers lisses et des roues dentées, la durée de vie se trouve réduite par le frottement et l'usure. En règle générale, les parties amorphes situées à la surface des pièces en plastique (du fait de la fabrication) présentent un comportement à l'usure défavorable. Or, les zones amorphes s'avèrent justement tout à fait appropriées à la radioréticulation, ce qui permet d'améliorer leur comportement à l'usure de façon spectaculaire. Dans le cas des polyamides par exemple, la radioréticulation permet d'augmenter la température d'utilisation continue de jusqu'à 100 °C et d'empêcher la fusion. Dans le cas des pièces réticulées en polyamide 6.6, on obtient des vitesses de glissement considérablement plus élevées, tout en bénéficiant d'un coefficient d'usure réduit.

Amélioration des caractéristiques tribologiques grâce à l'irradiation :

- Meilleure résistance à l'usure
- Meilleure résistance à la chaleur de frottement : aucune fusion de la surface de glissement
- Respect accru des tolérances
- Nombreuses possibilités de lubrification
- Capacité de charge mécanique plus élevée (moments / roues dentées transmis)

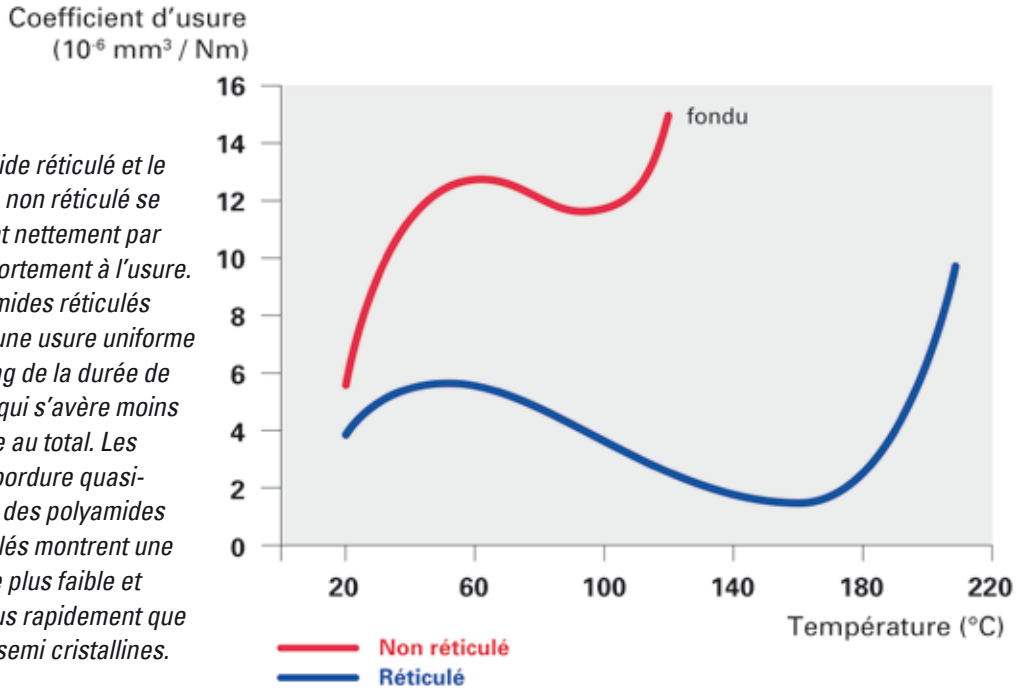
Usure linéaire des échantillons PA-6.6 en fonction de la durée d'essai

Le polyamide réticulé et le polyamide non réticulé se distinguent nettement par leur comportement à l'usure. Les polyamides réticulés montrent une usure uniforme tout au long de la durée de l'essai, et qui s'avère moins importante au total. Les zones de bordure quasi- amorphes des polyamides non réticulés montrent une résistance plus faible et s'usent plus rapidement que les zones semi cristallines.



Action de la température ambiante sur les coefficients d'usure de PA-6.6

Le polyamide réticulé et le polyamide non réticulé se distinguent nettement par leur comportement à l'usure. Les polyamides réticulés montrent une usure uniforme tout au long de la durée de l'essai, et qui s'avère moins importante au total. Les zones de bordure quasi-amorphes des polyamides non réticulés montrent une résistance plus faible et s'usent plus rapidement que les zones semi cristallines.



Modification des caractéristiques

Amélioration des caractéristiques chimiques

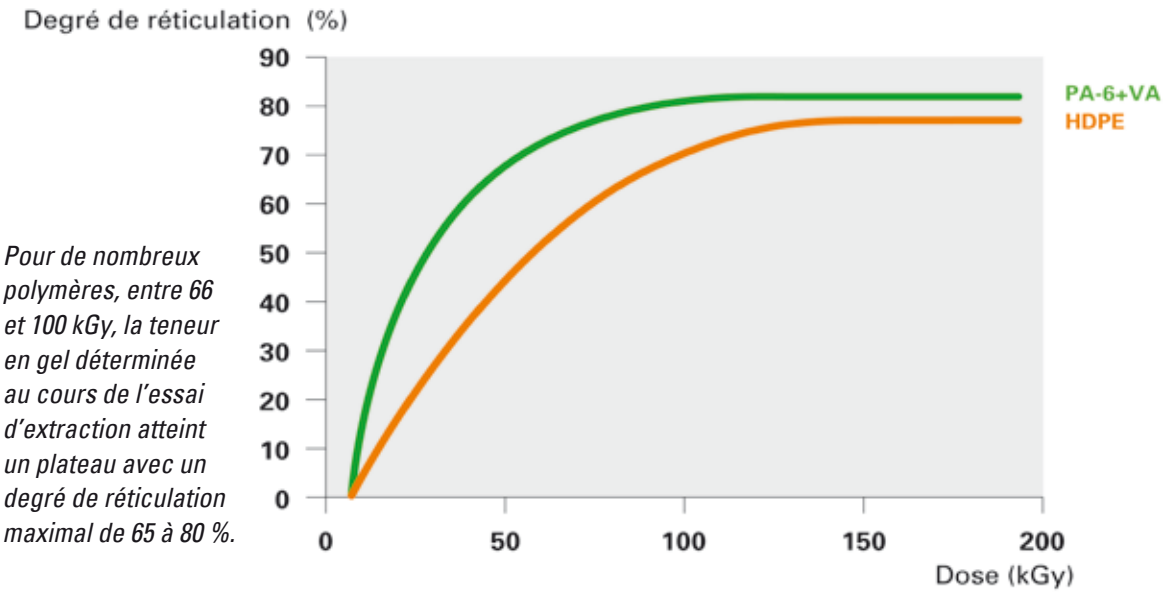
La réticulation des plastiques réduit considérablement la solubilité et le gonflement produits par les solvants. Ceci est par exemple utilisé afin de déterminer le degré de réticulation par l'essai d'extraction. La valeur Gel ainsi déterminée est directement corrélée au degré de réticulation : si le degré de réticulation augmente, le degré de gonflement chute en même temps.

De même, la radioréticulation améliore la résistance face aux fluides agressifs (par ex. liquide de freins) et face à l'hydrolyse. Ceci peut par exemple être constaté à travers l'amélioration de la résistance aux fissures de contraintes et la diminution significative de la réduction de la résistance après l'action de solvants.

Amélioration des caractéristiques chimiques grâce à l'irradiation :

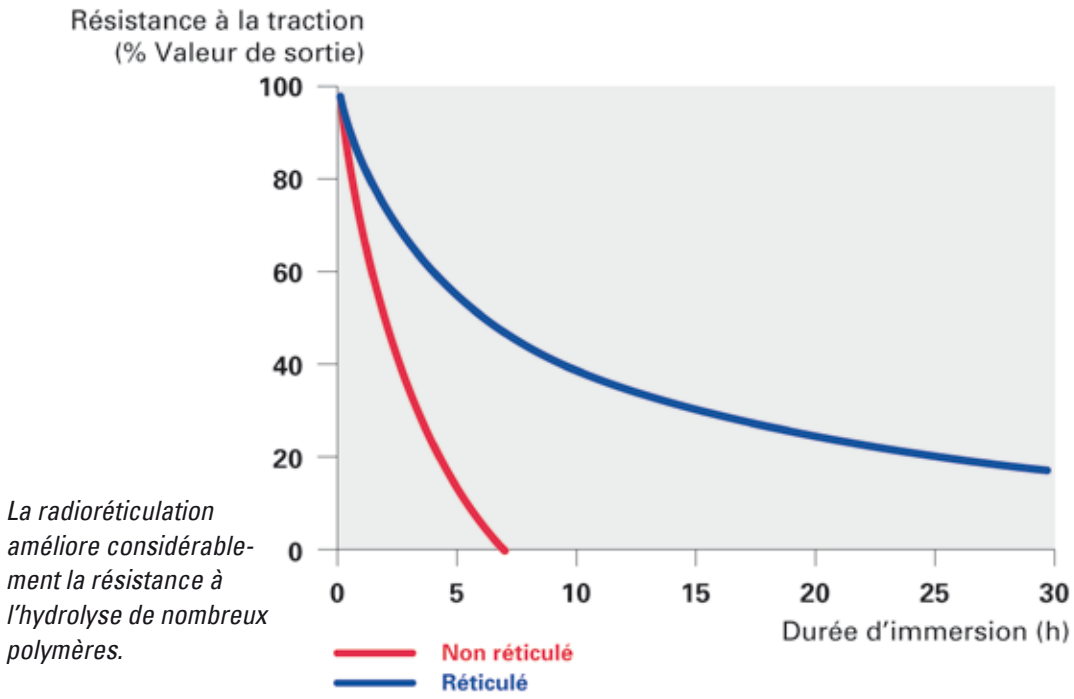
- Réduction de la solubilité
- Amélioration de la tenue au gonflement
- Augmentation de la résistance aux fissures de contrainte
- Augmentation de la résistance à l'hydrolyse et à l'huile

Teneur en gel (degré de réticulation) en tant que fonction de la dose



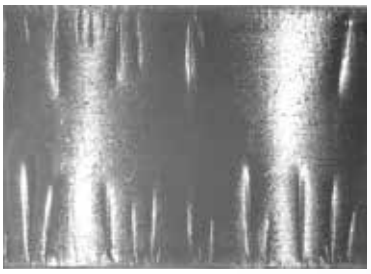
Pour de nombreux polymères, entre 66 et 100 kGy, la teneur en gel déterminée au cours de l'essai d'extraction atteint un plateau avec un degré de réticulation maximal de 65 à 80 %.

Résistance à l'hydrolyse du TPE-U dans de l'eau bouillante



La radioréticulation améliore considérablement la résistance à l'hydrolyse de nombreux polymères.

Résistance du PA aux fissures de contraintes



La réticulation améliore considérablement la résistance aux fissures de contraintes, ici dans le cas du PA-6. Après avoir été plongé dans une solution à 30% ($ZnCl_2$), l'échantillon non réticulé (à gauche) présente des fissures de contrainte importantes, contrairement à l'échantillon réticulé (à droite), qui n'en présente quasiment pas.

Applications

Électricité

Dans l'industrie électrique, les plastiques sont utilisés en raison de leurs bonnes propriétés d'isolation et de leurs possibilités de mise en forme quasiment illimitées. La miniaturisation progressive et les nouvelles technologies de production représentent des défis toujours plus importants en termes de résistance thermique et d'inflammabilité. Par exemple, les soudures sans plomb actuellement utilisées entraînent des pics de température supérieurs à 250°C, auxquels seuls les plastiques haute-performance tels que le LCP, PEEK, PES ou PEI peuvent résister. Ceux-ci s'avèrent toutefois très mauvais pour la métallisation.

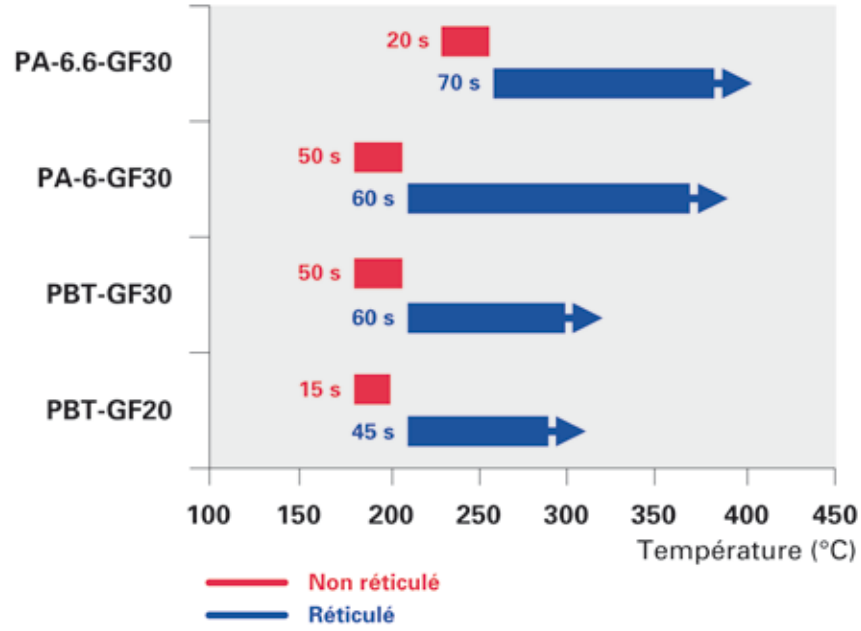
Grâce à la radioréticulation du PA ou du PBT, les limites d'utilisation thermiques peuvent être considérablement élargies à court terme, sans que les composants ne ramollissent ou ne fondent. En même temps, l'adhérence de la métallisation s'en trouve améliorée sur la surface du plastique.

Aujourd'hui, même les boîtiers des composants fonctionnels destinés aux contacteurs de puissance sont réalisés en PA radioréticulé plutôt qu'en duroplastes. En cas de survenue d'un court-circuit, les températures élevées dans l'arc électrique ne provoquent plus la fusion du plastique, tandis que les surfaces de contact ne se retrouvent plus collées. Parmi les autres effets positifs de la radioréticulation, on peut citer l'inflammabilité moindre dans le cas des fils incandescents (Hot Wire Ignition HWI selon UL-746A). Au vu de la directive UL-508, il est même possible de renoncer aux additifs anti-feu dans le plastique.

Amélioration des caractéristiques chimiques grâce à l'irradiation :

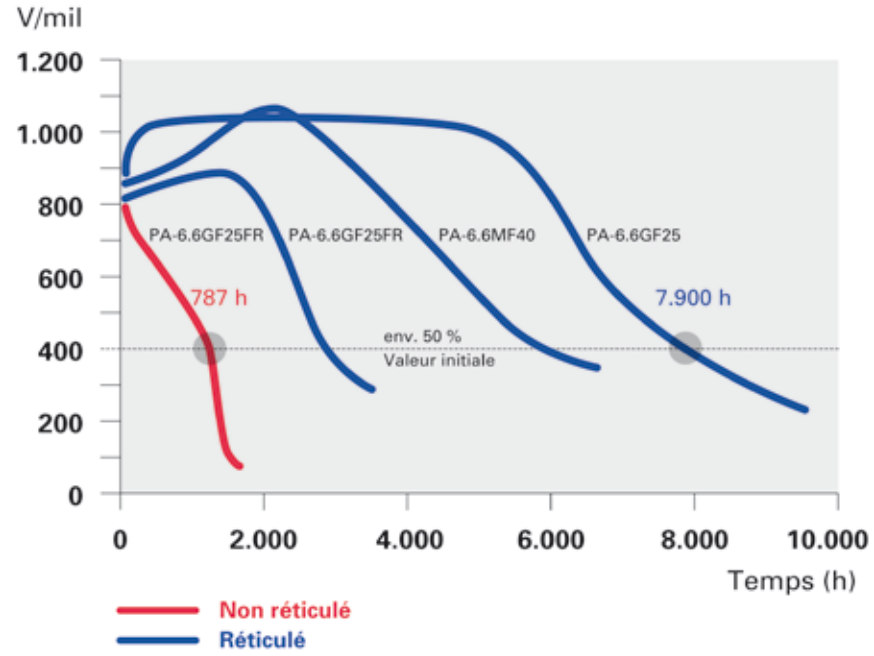
- Diminution de la solubilité
- Amélioration de la tenue au gonflement
- Augmentation de la résistance aux fissures de contrainte
- Amélioration de la résistance à l'hydrolyse et à l'huile

Élargissement des limites d'utilisation thermiques à court terme dans un bain de métal



La radioréticulation améliore considérablement la durée et le niveau des limites d'utilisation thermiques dans un bain de métal.

Comportement au vieillissement (Indice de température RTI) du PA-6.6



L'essai décrit le comportement au vieillissement d'un plastique, après un stockage à haute température. Après environ 800 heures, le PA-6.6 non réticulé présente encore plus de 50% de ses caractéristiques d'isolation électriques. Un polyamide radioréticulé atteint une durée de vie quasiment 10 fois supérieures.

Applications

Câbles / fils

Depuis des décennies, la radioréticulation permet aux plastiques utilisés dans l'isolation des câbles et des fils de satisfaire aux exigences élevées en termes de résistance thermique et chimique. Parmi les applications qui ont fait leurs preuves, on peut par exemple citer l'amélioration de la résistance aux perles de soudure pour les câbles et les fils électriques des véhicules, afin d'obtenir la résistance souhaitée à la déformation thermique, conformément aux catégories C et D (températures d'utilisation respectives jusqu'à 125°C et 150°C). Aujourd'hui, les câbles d'énergie sont radioréticulés avec succès, afin d'atteindre des profils de caractéristiques spécifiques.

La radioréticulation permet de bénéficier d'une grande flexibilité dans le choix des matières premières, ainsi que dans la fabrication et le montage des câbles. En une étape, il n'est pas seulement possible de réticuler des brins individuels isolés, mais aussi plusieurs brins toronnés ou des fils entièrement finis. Dans le cas où l'utilisation d'isolants de brins sensibles aux irradiations s'avère nécessaire, il est même possible de n'effectuer la réticulation que pour la gaine extérieure. Si vous le souhaitez, BGS se fera une joie de vous aider à déterminer la dose d'irradiation et le compound polymère utilisé, afin de trouver la solution optimale sur le plan des caractéristiques techniques et du coût financier. La radioréticulation s'avère ainsi une option compétitive face aux autres procédés de réticulation.

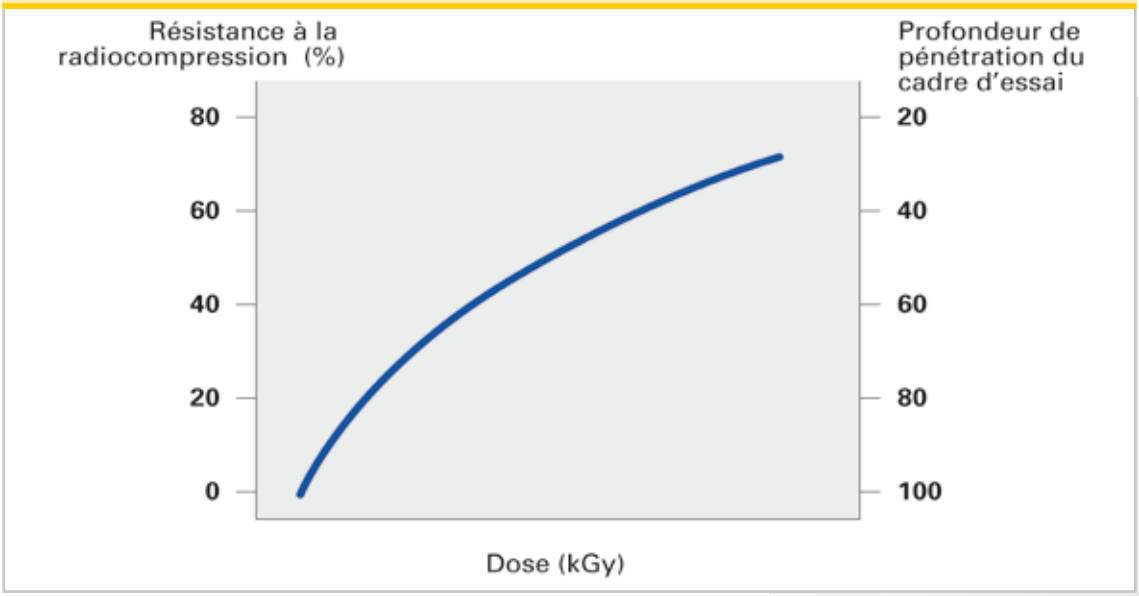
Les installations photovoltaïques constituent actuellement un domaine d'utilisation important des câbles radioréticulés. En effet, seuls les câbles radioréticulés sont réellement en mesure de satisfaire aux dispositions légales sur les températures d'utilisation continue et la résistance aux arcs électriques, tout en étant capables de satisfaire aux facteurs industriels, en résistant aux pluies acides, gaz d'échappement, à l'ozone, ou à d'autres substances chimiques. Contrairement à la réticulation chimique, la double gaine isolante habituellement nécessaire dans le cas des câbles photovoltaïques peut être radioréticulée en une seule étape.

Amélioration des caractéristiques grâce à l'irradiation :

- Limites d'utilisation thermiques plus élevées
- Résistance aux perles de soudure
- Augmentation de la résistance à la thermocompression
- Amélioration de la résistance à l'huile et aux produits chimiques
- Meilleure résistance à l'hydrolyse
- Meilleure résistance à la flexion
- Meilleures caractéristiques d'abrasion
- Meilleure résistance aux fissures de contrainte

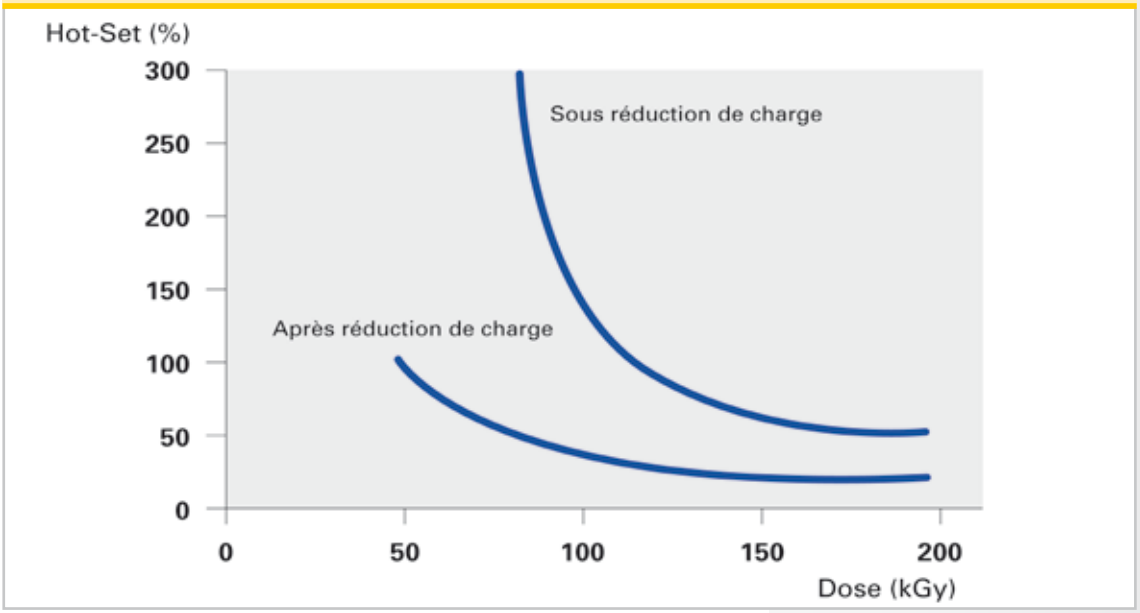
Face aux procédés chimiques, le processus physique de la radioréticulation offre une excellente sécurité de processus. Le procédé est parfaitement contrôlable et reproductible, et il n'existe aucune variation possible, comme c'est le cas pour la réticulation chimique. Parmi les avantages de la radioréticulation, on peut citer sa rapidité, qui est largement supérieure à celle des autres procédés.

Résistance à la thermocompression du polyuréthane thermoplastique radioréticulé (150 °C, 4 heures)



La résistance thermique des gaines de câble peut être considérablement améliorée grâce à la radioréticulation.

Gaine de câble en polyoléfine ignifugée sans halogène (200 °C, 15 Min., 20 N/cm²)



L'allongement souhaité sous une charge déterminée, à température élevée (valeur Hot Set), peut être paramétré de façon spécifique au matériau au moyen de l'intensité de l'irradiation.

Les composants automobiles radioréticulés satisfont aux exigences les plus sévères au regard de la résistance thermique et chimique, tout en présentant des caractéristiques à l'abrasion améliorées.

Applications

Automobile

Dans l'industrie automobile, l'utilisation des plastiques en tant que matières premières est toujours plus importante, afin de pouvoir réduire le poids et faire baisser la consommation de carburant. En même temps, les matériaux sont soumis à d'importantes contraintes thermiques, mécaniques et chimiques, par exemple dans le cas du compartiment moteur ou du tuyau d'échappement. Habituellement, le profil d'exigences ne peut être atteint qu'au moyen de l'utilisation de plastiques haute-performance coûteux et au traitement complexe. Ici, la radioréticulation s'avère la solution idéale, qui permet d'élargir le champ d'utilisation de matériaux déjà employés et plus économiques (par ex. le PA). Ceci permet d'économiser sur les coûts des matières premières, tout en limitant la diversité croissante des matières premières.

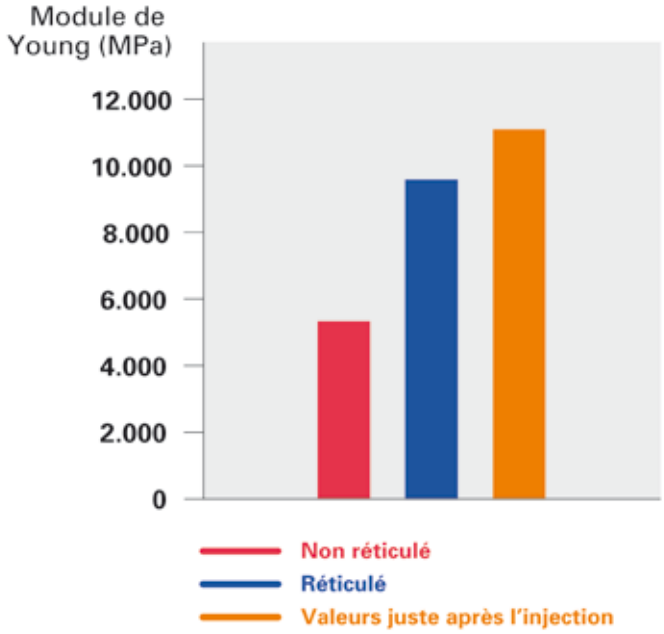
Dans le cas où les plastiques sont non seulement utilisés à des températures élevées, mais sont aussi soumis à des fluides agressifs ou à d'autres contraintes mécaniques élevées, la radioréticulation permet d'améliorer le comportement au vieillissement. Même les élastomères thermoplastiques, ainsi que les élastomères polyester -dont l'utilisation est souvent limitée par leur insatisfaisante déformation résiduelle à la compression- peuvent être optimisés grâce à la radioréticulation, de sorte à pouvoir remplir les exigences élevées dans le domaine de la construction automobile.

Parmi les autres possibilités d'applications, on peut mentionner les joints élastomères, qui sont fabriqués depuis peu par moulage à injection bi-composants avant d'être radioréticulés. Sous réserve d'une combinaison appropriée des matériaux, il est possible d'effectuer la réticulation du boîtier et des joints TPE injectés au cours d'une seule et même étape.

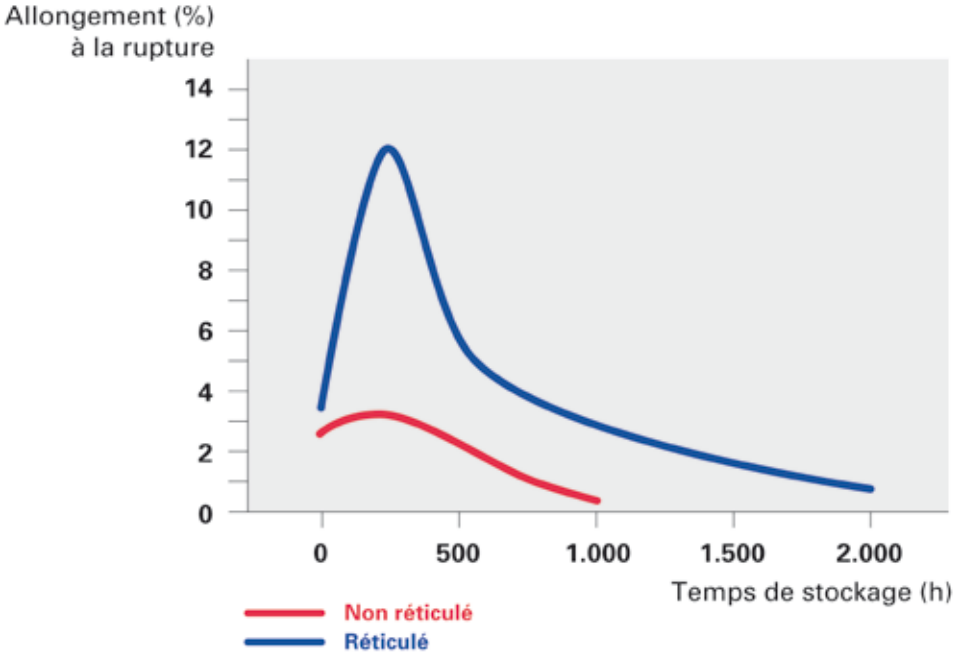
Amélioration des caractéristiques grâce à l'irradiation :

- Amélioration des caractéristiques de fluage et de résistance
- Meilleure résistance à la déformation et moindre dilatation thermique
- Amélioration de la résistance au vieillissement
- Réduction du gonflement, et meilleure résistance aux fissures de contrainte
- Amélioration de la déformation résiduelle à la compression
- Meilleure résistance à l'abrasion et moindre indice de glissement
- Pression de rupture plus élevée
- Amélioration de la résistance de la ligne de soudure

Vieillissement à long terme du PA-6.6 GF 30, à 200°C sur 1 000 heures



Stockage de liquide de refroidissement à 130 °C (glycol / eau 50:50), PA-6.6 GF 30



Dans le domaine de la construction automobile, les composants sont souvent confrontés à des températures élevées et à des fluides agressifs. Ceux-ci réduisent le champ d'utilisation de nombreux matériaux. La radioréticulation permet ici d'améliorer considérablement la résistance à long terme.

Le matériau le plus utilisé pour la fabrication de tuyaux est le PE. En revanche, les tuyaux ou les tubes qui doivent satisfaire aux exigences les plus élevées en termes de résistance thermique et de résistance à la pression de rupture sont fabriqués en PA-11 radioréticulable.

Applications

Tubes / Tuyaux

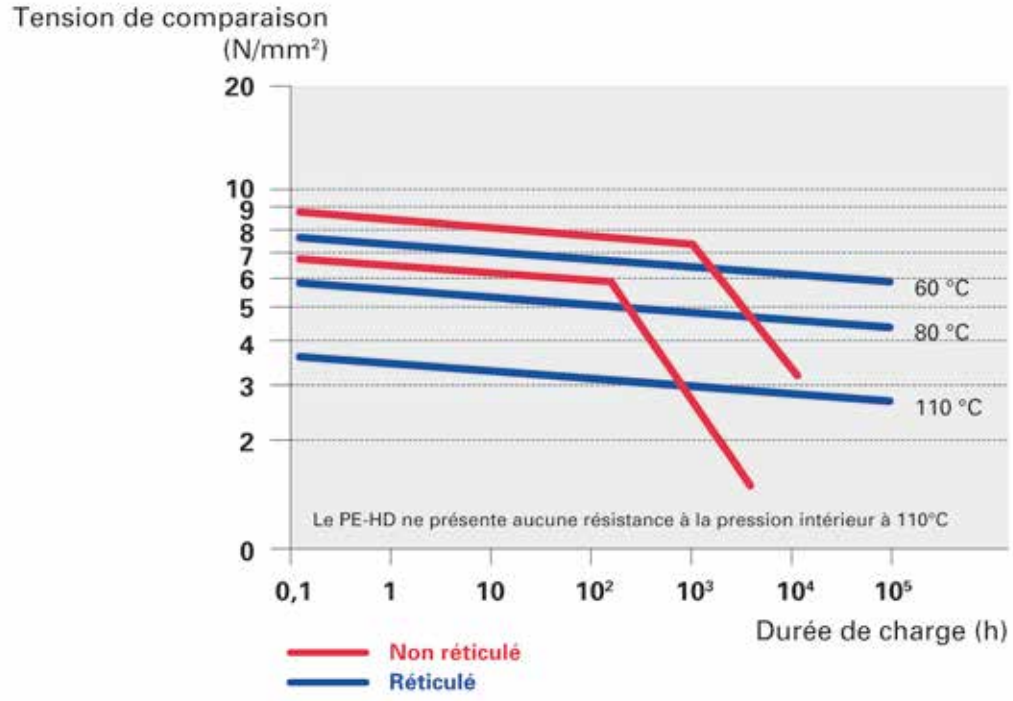
Depuis plusieurs dizaines d'années, les tubes en plastique HDPE sont soumis à la radioréticulation afin de garantir leurs caractéristiques d'utilisation sur une très longue période. L'amélioration du comportement au fluage est particulièrement importante dans le cas de températures élevées et de pression intérieure. À travers le monde, plusieurs millions de kilomètres de tubes radioréticulés – appelés Tubes PE Xc – déjà installés depuis plus de 30 ans viennent prouver leur fiabilité, à travers leur utilisation quotidienne dans des conditions critiques. Contrairement aux tubes PE-Xa et PE-Xb réticulés de façon chimique, les tubes PE-Xc radioréticulés ne présentent aucun risque lié aux résidus issus des produits chimiques de réticulation. En outre, la radioréticulation physique offre une sécurité de processus extrêmement élevée, et des vitesses de production considérablement plus importantes que dans le cas des procédés de réticulation chimique.

Amélioration des caractéristiques grâce à l'irradiation :

- Amélioration des résistances à long terme à des températures élevées
- Amélioration du fluage à froid
- Amélioration de la résistance aux produits chimiques
- Réduction de la propagation des fissures
- Stabilité à la pression plus élevée
- Réticulation de la couche extérieure et intérieure au cours d'une étape, même pour les tubes composite-métal
- Réticulation possible dans toutes les couleurs
- Amélioration de la résistance à la flexion
- Augmentation de la résistance aux perles de soudure

Les tuyaux ondulés présentent une meilleure résistance et de meilleures caractéristiques d'utilisation à long terme, face aux températures élevées. Ceci est important en vue de leur utilisation en tant que gaines de protection de câbles, par exemple.

Comportement au fluage du HDPE au cours d'un essai de fluage avec pression intérieure



Matériaux filiformes enroulés sur des tambours :

- Tubes PE et composite-métal
- Diamètre du tube : 5 à 90 mm max.
- Diamètre du tambour : 3,20 m
- Largeur max. du tambour : 2,60 m

Matériaux en barres :

- Tubes PE et composite-métal
- Longueur max. : 12 m
- Diamètre max. du tube : 600 mm
- Épaisseur max. de paroi : 20 mm

Les produits thermorétractables sont utilisés dans l'isolation électrique et pour l'étanchéité des câbles et des pipelines. Grâce à la radioréticulation, ils conservent leur mémoire de forme.

Applications

Produits thermorétractables

La technologie thermorétractable représente un champ d'application important des polyoléfines radioréticulées, par exemple pour l'industrie électrique et la construction de pipelines. Parmi les produits thermorétractables caractéristiques, l'on trouve les tuyaux, les films et les pièces moulées. Lors de la production des produits thermorétractables, on ajoute aux substances semi cristallines une mémoire de forme, en effectuant une réticulation ciblée sur certains emplacements. La mémoire de forme résulte du fait que la radioréticulation est principalement effectuée dans les zones amorphes. Ainsi, lorsqu'un produit ainsi réticulé se dilate sous l'effet de la chaleur, cette forme peut être temporairement stabilisée par le refroidissement à la température de fusion des cristallites. Lorsque l'utilisateur réchauffe à nouveau le produit au-delà de la température de fusion des cristallites, le produit retrouve sa forme initiale (forme au moment de la réticulation).

Ce sont les emplacements de réticulation créés par radioréticulation qui sont responsables des forces de retour qui interviennent lors d'un réchauffement.

Autres applications

En principe, les modifications apportées par l'irradiation, telles que la réticulation, la ramification (greffe) ou la réduction du poids moléculaire, peuvent également être utilisées pour les matières premières polymères. Parmi les applications, on peut par exemple citer la réduction ciblée du poids moléculaire dans le cas des (co)polymères éthylènes, ou l'introduction de ramifications en chaînes longues afin d'obtenir des viscosités de traitement ou des résistances à la fusion plus élevées.

La réduction des chaînes polymères irradiées est également utilisée dans le cas des polypropylènes. Ce type de PP modifié agit en tant que moyen de nucléation, et accélère la cristallisation du PP non renforcé, s'il est ajouté à des dosages de 2 à 3 %.

Dans le cas des pièces moulées aux parois épaisses notamment, l'ajout de granulés PP irradiés permet de réduire considérablement les temps de refroidissement et les temps de cycle. En outre, l'on obtient une structure semi cristalline extrêmement fine, ce qui entraîne d'autres améliorations de caractéristiques : par exemple, une meilleure résistance à la température, une meilleure rigidité et une meilleure résistance aux chocs, ou encore une réduction du fluage.

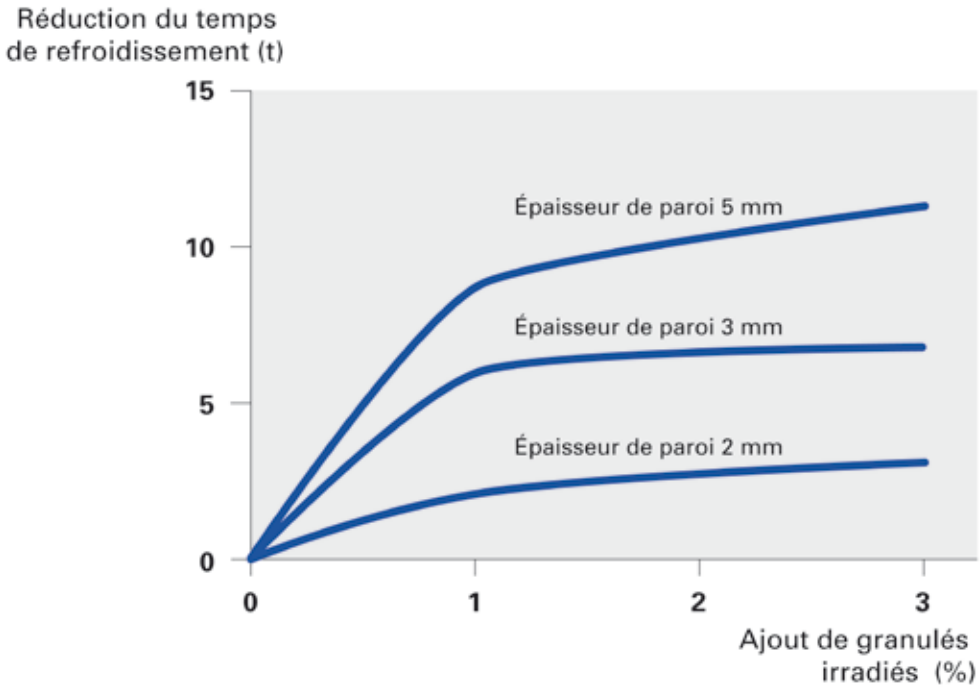
Le PTFE peut être décomposé par irradiation, et être ensuite utilisé en tant qu'additif dans diverses applications techniques, en vue d'améliorer le comportement au glissement.

Améliorations des caractéristiques grâce à l'irradiation :

- Selon la structure polymère, modification des caractéristiques rhéologiques (par ex. viscosité de fusion, résistance à la fusion)
- Meilleure aptitude au façonnage
- Fabrication de poudres PTFE
- Destruction des microorganismes (radiostérilisation)

L'irradiation permet de réduire le poids moléculaire du plastique, ce qui réduit également les caractéristiques mécaniques. Cet atout peut être utilisé de façon très avantageuse, par exemple pour les ampoules en plastique en PP : grâce à l'irradiation, leur point de rupture est tellement fragile que la pointe peut être cassée sans faire d'éclats.

Réduction du temps de refroidissement en fonction de l'ajout de granulés PP irradiés



L'irradiation permet d'optimiser les caractéristiques de traitement de nombreuses substances polymères. Selon la structure moléculaire, de nouvelles liaisons se forment, ou bien des liaisons existantes se défont. C'est ainsi que l'on obtient de nouvelles caractéristiques, ou des additifs d'un grand intérêt.

Recyclage

Les composants radioréticulés sont extrêmement résistants, et peuvent donc être utilisés sur de très longues périodes. Lorsque l'une des parties en plastique de grande longévité atteint la fin de sa durée d'utilisation, il existe, comme dans le cas des plastiques en général, trois possibilités de traitement : le recyclage mécanique (physique), le recyclage chimique, ou le recyclage énergétique (thermique).

Dans le cas du recyclage mécanique, l'on obtient de nouveaux composants plastiques à partir des matières premières secondaires. Si, avant la réticulation, les résidus de production sont de même nature et de même type (carottes ou pièces rebutées), il est possible de les recycler en vue de leur utilisation initiale. Le recyclage mécanique fonctionne également en présence d'additifs de réticulation (« regranulat »).

Les plastiques réticulés peuvent être broyés et être à nouveau mélangés – dans une certaine limite - à des matières premières primaires en tant que regranulats. La proportion de regranulats ajoutée varie en fonction du matériau et du degré de réticulation, et doit être vérifiée au cas par cas.

Dans le cas où le recyclage mécanique ne s'avère pas judicieux ou n'est pas possible, les composants radioréticulés peuvent subir sans problème un recyclage chimique ou énergétique.

Mentions légales

BGS Beta-Gamma-Service
GmbH & Co. KG
Fritz-Kotz-Str. 16
51674 Wiehl

Téléphone : +49 2261 7899-0
Fax : +49 2261 7899-45
E-mail : info@bgs.eu
www.bgs.eu

Siège basé à Wiehl,
Bureau d'immatriculation à Cologne HRA 16938
N° d'id. TVA. : DE 122 533 721

Société complémentaire :
BGS Beteiligungs GmbH

Siège basé à Wiehl,
Bureau d'immatriculation à Cologne HRB 38648

Gérant :
Dr. Andreas Ostrowicki

Rédaction et mise en pages :
MediaCompany
Agentur für Kommunikation GmbH,
Bonn

Crédits photos :
www.fotolia.de : titre p. 3, 4, 5, 6 en haut, p. 7, 8, 13 en haut et à droite, p. 14 en bas, p. 15, 16 en bas, p. 18 en bas, p. 19, 21 à droite, p. 22, 23 en haut, p. 25

BGS :
p. 2, 9, 10 en haut, p. 12, 13 en bas
p. 21 en bas à droite, p. 23 en bas

BGS/imago :
p. 10 en bas, p. 4 en haut, p.16 en haut,
p. 18 en haut, p. 20, 24

BGS/Stefan Kiefer :
p. 6 en bas, p. 21 en bas à gauche

LKT Institut Technologique des Polymères
Université d'Erlangen-Nuremberg :
p. 7, 9, 11, 15 en haut et p. 9, 11, 13 en bas

Picture Alliance :
p. 17

Comstock Images :
p. 10, 11

Centrale de Wiehl
BGS Beta-Gamma-Service
GmbH & Co. KG
Fritz-Kotz-Straße 16
D-51674 Wiehl
Téléphone : +49 2261 78 99-0
Fax : + 49 2261 78 99-45

Site de Bruchsal
BGS Beta-Gamma-Service
GmbH & Co. KG
John-Deere-Straße 3
D-76646 Bruchsal
Téléphone : + 49 7251 786-0
Fax : +49 7251 786-33

Site de Saal
BGS Beta-Gamma-Service
GmbH & Co. KG
Industriestraße 9
D-93342 Saal an der Donau
Téléphone : +49 9441 1777-0
Fax : + 49 9411 1777-44

Représentation France
Téléphone: +33 (0)4.82.31.98.88
Mobile: +33 (0)6.25.56.54.15

Représentation République Tchèque
Téléphone : +420 518 324 510
Fax : +420 518 324 510