



LE CAOUTCHOUC DÉMYSTIFIÉ

Glossaire & guide pratique pour comprendre, spécifier et acheter des pièces en caoutchouc

www.elastomont.com

Sommaire

- 1. Les bases fondamentales
- 2. Matières et élastomères (choisir le bon « ingrédient »)
- 3. Propriétés physiques et mécaniques (lire une fiche technique)
- 4. Procédés de fabrication
- 5. Types de pièces courants
- 6. Défauts, qualité et contrôle
- 7. Étanchéité : statique vs dynamique
- 8. Analyse de défaillance
- 9. Tests de laboratoire et normes utiles
- 10. Checklist d'achat et cahier des charges (STAM)
- Glossaire alphabétique (A–Z)

Pourquoi ce document ?

Ce guide démystifie le vocabulaire technique utilisé lors de la conception, de l'achat et de la fabrication de pièces en caoutchouc. Il aide à lire une fiche technique, à choisir une matière selon l'environnement (huile, UV, chaleur, vapeur, chimie) et à rédiger un cahier des charges clair.

1. Les bases fondamentales

1.1 Qu'est-ce qu'un élastomère ?

Un caoutchouc (élastomère) est un matériau capable de grandes déformations réversibles. On le comprime, on l'étire, il revient (en grande partie) à sa forme initiale. Cette propriété provient de longues chaînes polymères et d'un réseau de liaisons formé pendant la cure.

1.2 Vulcanisation / cure (la « cuisson »)

La vulcanisation (ou cure) transforme une gomme en matériau durable. On crée des liaisons (ponts) entre chaînes polymères grâce à un système de cure (soufre, peroxyde, etc.) et de la chaleur. Le niveau de cure influence directement la dureté, la résistance, la compression set, l'odeur, et la stabilité dimensionnelle.

1.3 Caoutchouc naturel vs synthétique

- NR (naturel) : excellent en élasticité, résilience et résistance au déchirement, mais sensible aux UV/ozone.
- Synthétiques (EPDM, NBR, FKM, VMQ, etc.) : formulés pour mieux résister à l'huile, à la chaleur, à la chimie, aux intempéries et au vieillissement.

2. Matières et élastomères (choisir le bon « ingrédient »)

Les valeurs de température et de compatibilité sont indicatives. Elles varient selon la formulation, la dureté, le type de charge, le système de cure, et le fluide réel (composition, pression, additifs).

2.1 Tableau de sélection rapide

Matière	Forces	Limites	Température typique	Exemples d'usages
EPDM	Intempéries, UV/ozone, eau chaude, vapeur	Faible avec huiles/carburants	-40 à 120°C	joints extérieurs, eau/vapeur
NBR (Nitrile)	Huiles, graisses, carburants (selon grade)	Vieillessement UV/ozone; vapeur limitée	-30 à 100°C	hydraulique, joints toriques
FKM (Viton®)	Chaleur + chimie agressive + carburants	Coût élevé; flexibilité au froid limitée	-20 à 200°C	chimie, moteurs, carburants
VMQ (Silicone)	Très souple au froid, haute chaleur; inerte	Déchirement/abrasion plus faibles; coût	-60 à 200°C	alimentaire, médical, fours
CR (Néoprène)	Polyvalent; bonne tenue aux intempéries; tenue flamme selon grade	Moins bon que NBR en huiles; chimie modérée	-35 à 100°C	protections, amortissement
HNBR	NBR amélioré (chaleur/ozone)	Plus cher que NBR	-30 à 150°C	automobile, hydraulique exigeant
IIR (Butyle)	Très faible perméabilité aux gaz	Huiles limitées; collage spécifique	-40 à 120°C	chambres à air, pharma
PU/TPU	Abrasion très élevée; excellente résistance à la coupe	Hydrolyse possible selon chimie; rigidité plus élevée	-30 à 80°C	roues, racleurs, pièces d'usure

3. Propriétés physiques et mécaniques (lire une fiche technique)

3.1 Dureté (Shore A / Shore D)

La dureté Shore mesure la résistance à l'enfoncement. La plupart des élastomères sont en Shore A. Le Shore D sert pour des matériaux plus durs (certains polyuréthanes, plastiques).

Plage	Sensation	Exemples
20–40 A	très souple	amortisseurs souples, joints mousse
50–70 A	standard	joints, silentblocs, pièces générales
80–95 A	très ferme	roues, racleurs, anti-extrusion

3.2 Traction, allongement, module

- Résistance à la traction (Tensile Strength) : force maximale avant rupture (MPa ou PSI).
- Allongement à la rupture (Elongation at Break) : % d'étirement avant rupture.

- Module 100% / 300% : contrainte requise pour atteindre 100% (x2) ou 300% (x4) d'allongement. C'est un indicateur de raideur à l'étirement (différent de la dureté).

3.3 Déformation, mémoire et pertes d'énergie

- Déformation rémanente à la compression (Compression Set) : % de déformation restant après compression + temps + température. Plus c'est bas, mieux c'est pour l'étanchéité.
- Fluage (Creep) : déformation progressive sous charge constante.
- Hystérésis : énergie dissipée en chaleur lors des cycles de déformation (utile pour amortir, défavorable si échauffement).

3.4 Propriétés d'usage

- Résistance à l'abrasion : capacité à résister à l'usure par frottement.
- Résistance à la coupe / entaille : capacité à éviter les amorces de rupture.
- Gonflement (Swell) : variation de volume au contact d'un fluide.
- Densité (Specific Gravity) : utile pour estimer le poids, le rendement matière et le coût par pièce.
- Perméabilité : passage de gaz à travers la matière (important en pression).

3.5 Propriétés avancées (applications exigeantes)

- TR10 : température à laquelle un échantillon pré-étiré récupère 10% de sa rétraction.
- Transition vitreuse (Tg) : zone où la matière devient rigide/cassante.
- Rigidité diélectrique : performance isolante.
- Résilience (rebond) : restitution d'énergie, liée à l'amortissement.

4. Procédés de fabrication

- Moulage par injection : matière chauffée puis injectée sous pression; idéal pour grandes séries et géométries complexes.
- Moulage par compression : charge placée dans un moule, pression et cuisson; économique pour petites/moyennes séries.
- Moulage par transfert : intermédiaire entre compression et injection; utile pour inserts et certaines géométries.
- Extrusion : profil continu via filière; tubes, joints, cordons.
- Post-cuisson (Post-cure) : cuisson additionnelle hors moule pour stabiliser/améliorer certaines propriétés.
- Ébavurage : retrait des bavures (manuel, mécanique ou cryogénique).

5. Types de pièces courants

- Joint torique (O-ring) : étanchéité simple.
- Joint à lèvres (Lip seal / SPI) : étanchéité dynamique sur arbre/axe.
- X-ring (Quad-ring) : section en X; réduit le vrillage, double ligne d'étanchéité.
- Silentbloc : caoutchouc (souvent avec métal) pour amortir vibrations et chocs.
- Passe-fil (Grommet) : protège un câble au passage d'une tôle.
- Soufflet : protection d'un mécanisme mobile.
- Bague anti-extrusion (Back-up ring) : anneau dur limitant l'extrusion sous pression.
- Profil extrudé : joint de porte, bande d'usure, lèvres, bourrelet, cordon.

6. Défauts, qualité et contrôle

6.1 Défauts fréquents

- Porosité (voids) : bulles/vides internes; fragilise et peut fuir.
- Brûlures (burn marks / effet diesel) : zones noircies; souvent lié à l'air piégé et à la ventilation du moule.
- Bavure (flash) : excès au plan de joint.
- Manque de matière (short shot / non-fill) : pièce incomplète.
- Lignes de soudure (knit lines) : fronts d'écoulement qui se rejoignent; parfois point de faiblesse.
- Cloques (blistering) : bulles en surface; volatils ou air piégé.
- Retassures (sink marks) : creux localisés liés au retrait.
- Délaminage : séparation en couches; mélange/pollution/cure inadéquate.
- Ressuage (bloom) : migration d'additifs en surface; acceptable ou non selon l'exigence (collage/peinture).

6.2 Sous-cure / sur-cure

- Sous-cure : résistance faible, odeur élevée, déformation rapide.
 - Sur-cure : matière plus dure et parfois plus fragile, fissuration accélérée.
- Le réglage s'appuie idéalement sur des données rhéométriques (courbe de cure, T90).

7. Étanchéité : statique vs dynamique

Un joint statique ne bouge pas : priorité à la compatibilité chimique et au compression set. Un joint dynamique bouge : priorité au frottement, à l'échauffement, à l'usure et aux tolérances de montage.

7.1 Termes clés

- Taux de compression (squeeze) : % d'écrasement du joint une fois monté.
- Stick-slip (broutement) : alternance collage/glissement; vibration et bruit.
- Jeu (gap) : clairance entre pièces métalliques; critique en pression.
- Bague anti-extrusion : limite l'extrusion du joint dans le jeu.
- Coefficient de friction : influence la consommation, l'échauffement et l'usure.

8. Analyse de défaillance

- Compression set : joint aplati, perte d'appui, fuite.
- Extrusion dans le jeu (gap extrusion) : franges du côté opposé à la pression; jeu trop grand ou matière trop molle.
- Vrillage/spirale (spiral failure) : torsion d'un O-ring en va-et-vient; déchirure en spirale.
- Décompression rapide des gaz (RGD) : fissures internes et éclatement après chute de pression.
- Attaque chimique / gonflement : ramollissement, craquelures, perte de dimensions.
- Vieillessement ozone/UV : craquelures en surface, surtout en traction.

9. Tests de laboratoire et normes utiles

- ISO 3302 : tolérances dimensionnelles des pièces moulées en caoutchouc.
- ASTM D2000 : classification des composés (systèmes de désignation) – très utilisé en industrie.
- FTIR : identification de la famille d'élastomère.
- TGA : estimation des fractions (polymère, huile, noir de carbone, cendres).
- Vieillessement accéléré (UV/ozone/chaleur) : stabilité et craquelures.
- Tests d'abrasion : comparaison d'usure.
- Tests d'adhérence (peel / lap shear) : pièces caoutchouc-métal.

10. Checklist d'achat et cahier des charges (STAM)

Avant de demander un prix ou de valider une matière, clarifiez le besoin. Cette checklist réduit fortement les erreurs de spécification.

Élément	Questions à définir
S – Sollicitations	Compression, traction, abrasion, chocs, fréquence de cycles, vitesse, charge
T – Température	Température continue, pics, froid extrême, gradients thermiques, proximité d'une source chaude
A – Ambiance	Eau/vapeur, huile, carburant, solvant, acide/base, poussières abrasives, UV/ozone, gaz sous pression
M – Mémoire / durée de vie	Étanchéité critique, durée visée, maintenance possible, contraintes de stockage

10.1 Cahier des charges (modèle)

Pièce : _____ (dessin / 3D / échantillon)

Quantité (lot / annuel) : _____

Matière souhaitée (ou contraintes) : _____

Dureté : _____ Shore A (tolérance : \pm _____)

Tolérances dimensionnelles : ISO 3302 classe _____ (ou spécifier)

Environnement : _____ (fluide, concentration, température, pression)

Application : statique / dynamique (rotation / translation) – vitesse : _____

Exigences clés : compression set max _____ %, abrasion _____, couleur _____, finition _____

Contrôle qualité / certificats : _____ (rapport de test, traçabilité lot)

Emballage / marquage : _____

Glossaire alphabétique (A–Z)

Accélérateur : Additif qui accélère la vulcanisation (réduit le temps de cure).

Adhérence : Capacité à coller à un substrat (métal, tissu, autre élastomère) selon le système de collage.

Agent de démoulage : Produit appliqué au moule pour faciliter le démoulage et limiter l'adhésion.

Anti-ozonant / Anti-oxydant : Additifs qui ralentissent le vieillissement (ozone, oxygène, chaleur).

ASTM D2000 : Système de classification des composés d'élastomères très utilisé en industrie.

Back-up ring (bague anti-extrusion) : Anneau dur qui empêche un joint d'être poussé dans un jeu sous pression.

Batch / lot : Identification de production permettant la traçabilité matière et process.

Bloom (ressuage) : Migration d'additifs/cire en surface; acceptable ou non selon exigences de collage/peinture.

Brûlure (burn mark) : Marque noire liée à l'air piégé et comprimé (effet diesel) ou à une ventilation insuffisante.

Carbon black (noir de carbone) : Charge renforçante; augmente abrasion/traction et protège des UV.

Coefficient de friction : Indicateur de frottement; influence usure, échauffement et effort en dynamique.

Compression set : Déformation résiduelle après compression + temps + température; clé pour l'étanchéité.

Contre-dépouille (undercut) : Géométrie empêchant le démoulage direct; nécessite outillage adapté.

Creep (fluage) : Déformation lente sous charge constante.

Cure / vulcanisation : Réaction de réticulation formant le réseau de l'élastomère.

Densité (specific gravity) : Rapport de masse volumique; utile pour calcul de poids et rendement matière.

Dépouille (draft) : Angle facilitant le démoulage.

Délaminage : Séparation en couches; mélange/cure/contamination/adhérence insuffisante.

Duromètre : Instrument de mesure de dureté Shore.

Ébavurage : Retrait des bavures (flash) après moulage.

Évent (vent) : Micro-rainure du moule permettant à l'air de s'échapper; évite brûlures/vides.

Extrusion : Procédé de fabrication de profils continus via une filière.

FKM : Élastomère haute performance (souvent Viton®) pour chaleur et chimie agressive.

Flash (bavure) : Excès fin au plan de joint de la pièce moulée.

Flow line : Marque de surface liée à l'écoulement; à distinguer d'une ligne de soudure structurante.

FTIR : Analyse infrarouge pour identifier la famille d'élastomère.

Gonflement (swell) : Variation de volume après absorption d'un fluide.

Green strength : Résistance de la gomme avant cure; influence manipulation et process.

Grillage (scorch) : Début de cure trop tôt avant remplissage complet; cause de défauts et pertes.

Grommet (passe-fil) : Anneau/insert caoutchouc dans une tôle pour protéger un câble.

HNBR : NBR hydrogéné, meilleure tenue chaleur/ozone que le NBR standard.

Hystérésis : Perte d'énergie en chaleur lors de cycles de déformation.

Insert : Pièce (souvent métallique) placée dans le moule; le caoutchouc cuit autour (surmoulage).

ISO 3302 : Norme de tolérances dimensionnelles pour pièces moulées en caoutchouc.

Joint à lèvres (lip seal / SPI) : Joint dynamique sur arbre/axe; forme en lèvres flexible.

Knit line (ligne de soudure) : Zone où deux fronts d'écoulement se rejoignent; peut être un point de faiblesse.

Mooney : Mesure de viscosité/consistance d'une gomme avant cure.

Module 100% / 300% : Contrainte nécessaire pour atteindre 100% / 300% d'allongement.

MOQ : Quantité minimale de commande liée aux coûts de mise en route.

NBR : Élastomère résistant aux huiles et graisses (nitrile).

Non-fill / short shot : Pièce incomplète; manque de matière ou remplissage insuffisant.

O-ring (joint torique) : Anneau d'étanchéité courant pour applications statiques/dynamiques.

Parting line (plan de joint) : Ligne visible où les demi-moules se rejoignent.

Peel strength : Résistance au pelage (adhérence), utile en caoutchouc-métal.

Peroxyde (cure peroxyde) : Système de cure alternatif au soufre; utilisé selon exigences thermiques/chimiques.

Porosité : Présence de vides/bulles; fragilise et peut provoquer des fuites.

Post-cure : Cuisson additionnelle hors moule pour stabiliser/améliorer certaines propriétés.

Primer : Couche d'accrochage pour collage caoutchouc-métal (selon système).

Rhéomètre / courbe de cure : Mesure l'évolution de la cure; base pour des temps comme T90.

RGD (décompression rapide des gaz) : Dégradation interne après chute de pression (microfissures/éclatement).

Résilience (rebond) : Capacité à restituer l'énergie; liée à l'amortissement et à l'échauffement.

Retassure (sink mark) : Creux localisé lié au retrait interne.

Shore A : Échelle de dureté principale pour les caoutchoucs.

Silentbloc : Pièce caoutchouc (souvent avec métal) destinée à absorber vibrations/chocs.

Soufre (cure soufre) : Système de cure courant; dépend de l'accélération et du réseau visé.

T90 : Temps associé à ~90% de la cure sur la courbe rhéométrique; base fréquente du cycle.

Tack : Caractère collant de la gomme avant cure; influence calandrage et assemblage.

Tear strength : Résistance au déchirement; capacité à empêcher l'agrandissement d'une entaille.

TGA : Analyse thermogravimétrique: estimation de fractions (polymère, huile, noir, cendres).

TR10 : Température de rétraction 10% après étirement; indicateur de comportement au froid.

Tg (transition vitreuse) : Zone où la matière devient rigide/cassante.

VMQ : Silicone, très souple au froid et stable à haute température.

X-ring (quad-ring) : Joint à section en X, réduit le vrillage et améliore la stabilité en dynamique.