

CAOUTCHOUCS 2014

Les élastomères silicones sont traités dans la partie produits minéraux, au chapitre [silicium](#).

Les élastomères fluorés sont traités dans la partie matériaux, au chapitre [polytetrafluoréthylène \(PTFE\) et résines fluorocarbonées](#).

MATIERES PREMIERES :

Caoutchouc naturel : il existe plus de 2000 espèces végétales laticifères mais le latex est quasi exclusivement extrait de l'hévéa (*hevea brasiliensis*), originaire de la forêt amazonienne. Le latex est une émulsion contenant de 60 à 80 % d'eau et de 20 à 40 % de caoutchouc naturel, constitué de cis-1,4 polyisoprène. Après récolte, il est traité à l'[ammoniac](#) afin de conserver son état colloïdal puis après séchage plus ou moins poussé, il est livré soit sous forme liquide, avec une teneur de 60 % de caoutchouc sec, soit sous forme solide en feuilles compactées dans des balles de 113 kg ou en granulés compactés dans des balles de 33 kg.

Caoutchoucs synthétiques : ils sont fabriqués à partir d'isobutylène, d'isoprène, de [styrène](#), de butadiène, d'acrylonitrile...

Histoire du caoutchouc en Europe : c'est en 1745 que Charles Marie de la Condamine rapporta d'un périple en Amazonie une masse brunâtre, collante, obtenue en incisant l'écorce d'un arbre que les indiens Tupi appelaient "cao-o-tchu" - le bois qui pleure - et que d'autres indiens appelaient "Hheve". Le caoutchouc naturel (le cis-polyisoprène) offre à l'homme des propriétés qu'il apprend à maîtriser et à améliorer :

- Nair et les propriétés de gommage (en anglais, caoutchouc = "rubber" de *to rub*, frotter).
- Macintosh et l'imperméabilisation.
- Goodyear et la vulcanisation.
- Dunlop et l'invention du pneu gonflable.

Devant la montée des prix du caoutchouc naturel, en 1906 Fritz Hofmann remporte le concours Bayer en synthétisant du polyisoprène, à partir du p-crésol extrait du goudron de [houille](#) ; en 1910 il améliore la synthèse en utilisant à la place de celui-ci le 2-3 diméthylbutadiène, bon marché et abondant ; en 1911 une production pilote commence à Elberfeld en Allemagne ; on fabrique les premiers pneus en caoutchouc méthyle en 1912.

En 1910, deux anglais, Strange et Matthews, déposent un brevet pour la polymérisation du butadiène en présence de [sodium](#) métal, mais ce caoutchouc est de piètre qualité. En 1916, est découvert à Elberfeld le procédé "4 étapes" (acétylène, aldol, alcool benzylique, butadiène) pour la fabrication du butadiène. Les recherches sur les adjuvants anti-vieillessement avancent de même durant ces années (pipéridine, amines aromatiques...).

Le 31 décembre 1924, Farbenfabriken vorm. Friedrich Bayer & Co. est dissoute et le 1^{er} janvier 1925 est créée l'IG Farben (BASF, Bayer, Hoechst, AGFA, Weiler Ter Meer, C.F., Griesheim Elektron). En 1926 les études sur le caoutchouc reprennent après la cessation due à la chute des prix

de 1919 et, en 1927, à Ludwigshaven et Leverkusen la méthode de polymérisation de Strange et Matthews est améliorée (emploi d'émulsifiants et de [savons](#)).

En 1928, la production de caoutchouc synthétique en émulsion aqueuse et l'utilisation du butadiène comme monomère font l'objet de brevets, de même qu'en 1929 la copolymérisation par Bock et Tschunkur du butadiène et du styrène qui livre ainsi le premier caoutchouc synthétique (SBR) comparable au naturel. La marque BUNA[®] est déposée (BUtadiène NAtrium). En 1930, le styrène est remplacé par l'acrylonitrile (premier caoutchouc nitrile BUNA[®] N). En 1937, la copolymérisation isobutène-isoprène est mise au point : le caoutchouc butyle voit le jour. Jusqu'au début des années 40, des progrès sont effectués dans la mise au point des antioxygènes, des catalyseurs...

L'Allemagne nazie développe sa production de SBR et édifie en 1944 le terrible complexe de Buna-Monowitz qui dépend du camp de concentration d'Auschwitz - ce complexe ne produira d'ailleurs jamais une once de caoutchouc. Dans les années 50, après le démantèlement de l'IG Farben en 12 firmes, la reprise de la production se fait lentement et en 1960 on met en évidence des propriétés du caoutchouc de polybutadiène à haute teneur en cis 1,4 polyisoprène.

Depuis les recherches n'ont pas cessé de découvrir de nouveaux types de caoutchouc, d'adjuvants, d'agents gonflants, d'agents d'adhérence...

Les diverses familles d'élastomères : les élastomères sont des polymères présentant des propriétés élastiques après réticulation. Il en existe plus de 200 types qui peuvent être regroupés en une quinzaine de familles dont voici les principales.

Elastomères non styréniques :

Le caoutchouc naturel (NR : natural rubber) qui ne contient que du cis-1,4 polyisoprène.

Le polyisoprène synthétique (IR) est de composition proche de celle du caoutchouc naturel avec pour le plus employé (Ti-IR) 98,5 % de cis-1,4 polyisoprène, 1 % de trans-1,4 polyisoprène et 0,5 % de 3,4 polyisoprène.

Le caoutchouc butyl, est un copolymère d'isobutylène et d'isoprène (voir les formules ci-dessous). Sa dénomination est IIR (Isobutylene-Isoprene-Rubber). Un traitement complémentaire par du dibrome ou du dichlore donne des halobutyls (chlorobutyl ou bromobutyl).

Le PBR (PolyButadiène Rubber) est un polymère du 1,3 butadiène. C'est le deuxième élastomère le plus employé après le SBR.

Les NBR (Nitrile Butadiene Rubber) et HNBR (Nitrile Butadiene Rubber Hydrogéné).

Elastomères styréniques :

Le SBR (Styrene Butadiene Rubber), les SBC (blocs copolymères styréniques) famille à laquelle appartiennent le SBS (Styrène-Butadiène-Styrène), le SIS (Styrène-Isoprène-Styrène), les SEBS (blocs éthylènes-butylène) et les SEP (blocs éthylène-propylène). Ce sont les principaux caoutchoucs synthétiques utilisés, en 2010, ils représentaient 37 % des capacités mondiales de production.

Résines styréniques :

L'ABS (Acrylonitrile-Butadiène-Styrène) et le SAN (Styrène-Acrylonitrile).

Quelques formules :

FABRICATION INDUSTRIELLE :

IR : l'élaboration du polyisoprène le plus utilisé (Ti-IR) utilise un catalyseur Ziegler Natta, $TiCl_3$ / $Al(C_2H_5)_2Cl$ ou $TiCl_4$ / $Al(C_2H_5)_3$. Avant polymérisation, le mélange solvant, catalyseur et monomère d'isoprène doit être exempt d'impuretés, d'humidité et d'air, poisons du catalyseur. Lorsque la polymérisation a atteint le niveau désiré, un désactivateur du catalyseur est introduit ainsi qu'un antioxydant puis le solvant est éliminé à l'aide de vapeur d'eau.

Caoutchouc butyl : dans le procédé exploité, en France, à Notre Dame de Gravenchon (76) par [ExxonMobil Chemical](#), le solvant de copolymérisation entre l'isobutylène et l'isoprène est le chlorure de méthyle [CH₃Cl](#) et la réaction est catalysée par une solution de $AlCl_3$ dans ce même solvant. La polymérisation met en jeu 98 % d'isobutylène avec 2 % d'isoprène. La réaction est très exothermique et se fait à $-100^\circ C$. Après refroidissement, par détente de [propylène](#) et d'[éthylène](#), le solvant et les réactifs non consommés sont extraits par vaporisation et recyclés. Aux fines particules de caoutchouc qui ont précipité on rajoute de l'eau et des additifs nécessaires à la stabilisation de la suspension qui est ensuite purifiée, séchée et comprimée sous forme de balles de caoutchouc. L'isoprène est importé de Bâton-Rouge (Louisiane, Etats-Unis) et l'isobutylène provient, par une conduite de 35 km, de la coupe C4 d'un [vapocraqueur](#) d'ExxonMobil.

Pour obtenir les halobutyls, avant halogénéation, le butyl est dissous dans un solvant, hexane ou pentane, le monomère qui n'a pas réagi est enlevé et le dibrome liquide ou de dichlore gazeux sont introduits dans le solvant. Pour chaque mole d'halogène qui réagit, il y a formation d'une mole d'acide bromhydrique ou chlorhydrique qui nécessite la neutralisation de la solution à l'aide de soude. Le solvant est ensuite éliminé par traitement à la vapeur d'eau chaude avec ajout de stéarate de calcium afin de prévenir l'agglomération de l'élastomère.

Le caoutchouc butyl peut aussi être obtenu par décomposition du [MTBE](#) (méthyl tert-butyl éther).

PBR : la polymérisation du 1,3 butadiène ($CH_2=CH-CH=CH_2$) est réalisée, en général, en solution, à 20 % de monomère, le solvant étant l'hexane ou le cyclohexane. La réaction est catalysée par des complexes de métaux de transition (Nd, Ni ou Co) ou par le butyllithium.

NBR : la polymérisation entre l'acrylonitrile (de 15 à 51 %) et le butadiène est réalisée en émulsion dans l'eau avec un émulsifiant (savon) et divers autres produits. La température de polymérisation donnera des polymères plus ou moins linéaires. A froid, de 5 à 15 °C, les branchements seront réduits, à chaud, de 30 à 40 °C, les branchements seront plus importants. Les NBR, insaturés peuvent être hydrogénés pour donner des HNBR. Dans ce cas, le NBR est dissous dans un solvant, un catalyseur à base de métal précieux est ajouté puis un traitement avec du dihydrogène gazeux donne du NBR hautement saturé ou HNBR.

SBR : la copolymérisation du butadiène et du [styrène](#) peut s'effectuer soit en solution, soit en émulsion. Même si les procédés en solution présentent quelques avantages (meilleur contrôle des conditions opératoires, consommation d'énergie plus faible et plus grande pureté du caoutchouc), c'est le procédé en émulsion qui est le plus répandu. L'émulsifiant, un savon d'acide gras ou d'acide

résinique, stabilise et homogénéise le milieu réactionnel. La copolymérisation est réalisée à froid (5°C) ou à chaud. Celle effectuée à froid est radicalaire et dure une dizaine d'heures. Exemple de composition, en masse, pour 75 kg de butadiène et 25 kg de styrène : eau : 180 kg, émulsifiant : 5 kg, dodécyl mercaptan : 200 g, hydroperoxyde de cumène : 170 g, EDTA : 60 g, sulfate de fer (II) : 17 g.

SBC : les SBC sont des copolymères dans lesquels les "blocs" sphéroïdes de polystyrène d'environ 30 nm de diamètre sont reliés entre eux par des tronçons élastomères constitués par les polydiènes choisis pour la copolymérisation, ce qui constitue deux phases distinctes dans le matériau.

Modifiable à chaud, cette constitution lui procure ses propriétés élastiques. Pour la copolymérisation, on peut utiliser deux techniques : soit une polymérisation anionique de "diblocs" styrène-diène suivie d'un couplage par un agent bromé en "triblocs" styrène-diène-styrène, soit une polymérisation par un initiateur anionique difonctionnel qui mène directement aux triblocs désirés.

ABS : leur production industrielle et leur première commercialisation par la société Uniroyal, remontent à 1948. Les ABS sont des matériaux amorphes qui comportent deux phases ; une phase continue constitue la matrice (copolymère de styrène/acrylonitrile SAN) et une phase discontinue constituée de nodules de polybutadiènes greffés de copolymères SAN. Cette structure biphasique et la taille des zones de caoutchouc (0,1 à 1 µm) contribue aux propriétés des ABS : résistance aux chocs, aspect de surface (brillance...) et résistance à la chaleur.

Il existe trois procédés de fabrication de l'ABS : la polymérisation en masse (Dow Chemical), la polymérisation masse-suspension (Monsanto) et le procédé le plus utilisé, la polymérisation par émulsion aqueuse. Celle-ci débute par la synthèse entre 40°C et 90°C d'un "latex d'élastomère" (polybutadiène ou copolymère butadiène-styrène ou copolymère butadiène-acrylonitrile). Celui-ci est ensuite greffé entre 50°C et 80°C en présence de styrène (ou d'alpha-méthylstyrène dans le cas de l'ABS dit "chaleur"), d'acrylonitrile et d'eau. Les tensioactifs utilisés sont des sels sodiques ou potassiques d'acides gras, des sulfonates ou des sulfates d'alcool polyoxyéthylénés, ou des tensioactifs non ioniques tels que des copolymères de l'[oxyde de propylène](#) et de l'[oxyde d'éthylène](#). Les catalyseurs utilisés sont des persulfates de sodium ou de potassium, des associations de type redox (par exemple un mélange d'hydroperoxyde organique et de glucose en présence de sels métalliques Fe²⁺ ou Cu²⁺). Parallèlement on synthétise un latex de résine SAN en présence de styrène, d'acrylonitrile, d'eau, de tensioactif entre 50°C et 80°C. Le greffage du latex d'élastomère a pour but de le rendre "compatible" avec ce latex de résine.

Lors de ces synthèses, les monomères qui n'ont pas réagi sont recyclés. Les deux latex sont ensuite mélangés dans des proportions définies par les propriétés recherchées. Le latex d'ABS ainsi formé est alors mis à flocculer à l'aide de CaCl₂, d'Al₂(SO₄)₃, de MgSO₄, d'acide acétique, sulfurique ou chlorhydrique vers 100°C, puis est séché. Il est alors prêt à recevoir les charges adéquates à son utilisation. L'introduction de méthacrylate de méthyle conduit à des ABS transparents.

On peut ensuite réaliser des alliages d'ABS et d'autres polymères (PVC, polycarbonate, polyamide, ...) pour atteindre certaines propriétés (résistance aux chocs, tenue à la chaleur, résistance à l'abrasion, fluidification pour la réalisation de films...).

PRODUCTIONS :

Caoutchouc naturel :

Production, en 2013, en milliers de tonnes. Monde : 11 966.

Thaïlande	3 863	Malaisie	826
Indonésie	3 107	Côte d'Ivoire	290
Viet Nam	949	Brésil	186
Inde	900	Myanmar	148
Chine	864	Nigéria	143

Source : FAO

Les exportations de la Thaïlande, ont été de près de 3 millions de t, en 2012. Dans ce pays, 95 % de la production est assurée par des exploitations familiales qui font ainsi vivre 10 % de la population du pays. La surface plantée était, en 2013, de 2,4 millions d'hectares.

Le groupe [Bridgestone](#) cultive 48 000 ha d'hévéas au Libéria et 24 000 ha en Indonésie, à Serbalawan, au Nord de Sumatra et Tanah Laut, au Sud de Kalimantan.

Le groupe [Michelin](#), possède au Brésil, une plantation d'hévéas, à Igrapiúna, dans l'état de Bahia, de 1 500 hectares et 2 usines de transformation (Igrapiúna avec 10 000 t/an et Sooretama, dans l'état d'Esperito Santo avec 20 000 t/an). En Afrique (Côte d'Ivoire, Ghana, Nigéria et Libéria), Michelin détient 20,97 % de la société [SIPH](#), 2^{ème} producteur africain, avec une production de 160 000 t/an pour 56 100 hectares de plantations. Par ailleurs, le groupe détient une participation minoritaire en Thaïlande avec 30 000 t/an et en Indonésie, au travers d'une joint venture, à 47 %, avec 80 000 t/an. Au total la production de caoutchouc sec est de 200 000 t/an.

Caoutchoucs synthétiques :

Productions, en 2014, en milliers de tonnes. Monde : 16 683, Union européenne : 3 755.

Répartition de la consommation en 2013 :

Chine	26 %	Corée du Sud	10 %
Union européenne	17 %	Russie	10 %
Etats-Unis	14 %	Taiïwan	4 %
Japon	11 %	Brésil	2 %

Source : IRSG

La production de l'Union européenne, est, en 2014, de 1,574 million de t de polyisoprène synthétique (IR) dont 877 335 t en Allemagne, 176 793 t en Italie, 174 508 t en Finlande, 107 744 t en France et de 2,181 millions de t d'autres caoutchoucs synthétiques dont 614 976 t en Allemagne, 518 410 t en France, 356 915 t en Italie, 173 000 t en République tchèque, 98 746 t au Royaume Uni, 83 906 t en Espagne.

Principaux producteurs :

[ExxonMobil Chemical](#) (Etats-Unis) produit du caoutchouc butyl (IIR) aux Etats-Unis, à Bayton, Texas et Baton Rouge, Louisiane, en France, à Notre Dame de Gravenchon, au Royaume Uni, à Fawley et au Japon, en association 50/50 avec [JSR](#) (Japan Synthetic Rubber Corporation) dans Japan Butyl Co., à Kawasaki avec 98 000 t/an d'IIR et à Kashima avec 80 000 t/an de caoutchouc butyl halogéné.

[Japan Synthetic Rubber](#) (JSR), produit au Japon, du SBR, à Yokkaichi avec 255 000 t/an, du PBR, à Chiba avec 72 000 t/an, de l'IR à Kashima avec 41 000 t/an, de l'ABS, à Yokkaichi avec 280 000 t/an.

[Lanxess](#) (Allemagne) produit :

- du Caoutchouc butyl (IIR) à Sarnia, Ontario, au Canada avec 140 000 t/an, Zwiwindrecht en Belgique avec 140 000 t/an et Singapour avec 100 000 t/an.
- du PBR, à Port Jérôme, en France, à Orange, Texas, aux Etats-Unis, Dormagen, en Allemagne, Cabo, au Brésil.
- du NBR, en France, à La Wantzenau (67), ainsi que du NBR carboxylé et, en Chine, à Nantong avec 30 000 t/an, dans une joint venture avec TSRC.

[Nizhnekamskneftekhim](#) (Russie) a produit, en 2010, à Nizhnekamsk, au Tatarstan, du polyisoprène (IR) avec 217 000 t, du caoutchouc butyl (IIR) avec 138 852 t, du PBR avec 142 000 t et des copolymères styréniques.

[Sibur](#) (Russie), produit, en Russie, à Togliatti avec 70 000 t/an d'IR, 48 000 t/an d'IIR, 60 000 t/an de PBR, à Voronezh avec 101 000 t/an de PBR, 30 000 t/an de SBR, à Krasnoyarsk, avec 74,99 % d'une joint venture avec Sinopec, 36 500 t/an de NBR.

[Sinopec](#) (Chine) possède en Chine, en 2014, une capacité de production de 1,24 million de t/an de caoutchoucs synthétiques dont 30 000 t/an de caoutchouc butyl (IIR), 460 000 t/an de SBR, 420 000 t/an de PBR, 270 000 t/an de SBS.

[Cenway](#) (Chine) produit à Zhejiang Jiaying Port, 65 000 t/an de caoutchouc butyl (IIR) qui devraient atteindre 150 000 t/an en 2016.

[Kumho Petrochemical](#) (Corée du Sud) produit :

- du PBR, avec 342 000 t/an, à Yeosu, en Corée du Sud,
- du NBR, avec 80 000 t/an et du HNBR, avec 10 000 t/an à Ulsan, en Corée du Sud,
- du SBR, avec 481 000 t/an à Ulsan,
- du SBS, avec 70 000 t/an à Yeosu,
- de l'ABS, avec 250 000 t/an à Ulsan.

[Zeon Corporation](#) (Japon) produit des NBR et HNBR, au Japon à Tokuyama, Takaoka, Kawasaki avec 64 500 t/an, aux Etats-Unis à Louisville, Kentucky, Hattiesburg, Mississippi et Bayport, Texas avec 20 000 t/an ainsi qu'au Royaume-Uni à Sully avec 15 000 t/an, des ESB et SSBR au Japon à Takuyama avec 135 000 t/an et à Singapour avec 35 000 t/an, de l'IR au Japon à Mizushima avec 40 000 t/an.

[Michelin](#) produit du SBR et divers autres caoutchoucs synthétiques à Bassens (33), en France, avec 200 000 t/an et à Louisville, Kentucky, aux Etats-Unis, avec 34 000 t/an.

[Goodyear](#) (Etats-Unis), produit de l'IR, du SBR et divers autres caoutchoucs synthétiques aux Etats-Unis, au Texas, à Beaumont et Houston.

[Bridgestone](#) (Japon) produit des caoutchoucs synthétiques au Etats-Unis à Lake Charles, en Louisiane, à Orange, au Texas et en Chine à Huizhou (50 000 t/an de SBR).

[Versalis](#), filiale du groupe italien ENI, produit du SBR en émulsion à Ravenne, en Italie, avec 120 000 t/an et à Hythe, au Royaume Uni, avec 75 000 t/an. Produit également du PBR, NBR, SBS, SIS, SEBS, ABS et SAN.

[Trinseo](#) (Allemagne), société issue, en 2010, du groupe [Dow Chemical](#), produit du SBR et du PBR à Schkopau, en Allemagne et de l'ABS et du SAN.

[Styrolution](#) (Allemagne) société du groupe Ineos produit de l'ABS, SAN, SBC et divers copolymères styréniques (n°2 mondial avec environ 3 millions de t d'ABS/an), en Allemagne à Ludwigshafen et Cologne, en Belgique à Anvers, en Corée du Sud à Ulsan, en Thaïlande à Map Ta Phut, en Inde à Vadodara, au Mexique à Altamira. Dans l'Union européenne, la part de Styrolution dans la production d'ABS est de 70 à 80 %, à côté de Trinseo, 20 à 30 % et Versalis, 5 à 10 %. Pour la production de SAN, dans l'Union européenne, la part de Styrolution est de 30 à 40 %, à côté de Styron, 20 à 30 %, Versalis, 20 à 30 %.

[Taiwan Synthetic Rubber Corp.](#) (TSRC), produit du SBR, du PBR, du NBR, du SBS, du SIS, avec un total de 584 000 t/an.

- Produit du SBR, à Kaohsiung, à Taiwan, avec 130 000 t/an et à Nantong, en Chine, avec une joint venture entre TSRC, 65,44 %, [Marubeni](#) (Japon), 22,56 % et Nantong Petrochemical Corp., 12 % possédant une capacité de production de 180 000 t/an. En Inde, une joint venture entre TSRC, 30 %, Indian Oil Corp, 50 % et Marubeni (Japon), 20 % a démarré une capacité de 120 000 t/an de SBR.

- Produit du PBR, à Kaohsiung, à Taiwan, avec 60 000 t/an, à Tambol, en Thaïlande, dans une joint venture entre TSRC, 13 %, [UBE Industries](#) (Japon), 74 % et [Marubeni](#) (Japon), 13 %, avec 72 000 t/an, à Nantong, en Chine, dans une joint venture entre TSRC, 55 %, [UBE Industries](#), 25 %, [Marubeni](#), 20 %, avec 72 000 t/an. Un projet de production de NBR, à Nantong, Chine, par une joint venture 50/50 avec Lanxess devrait voir le jour avec 30 000 t/an.

- Produit du SBS et du SIS avec l'acquisition, en avril 2011, de la société Dexco qui possède aux Etats-Unis, à Plaquemine, en Louisiane, des capacités de production de 32 000 t/an de SIS et 30 000 t/an de SBS. A Nantong, en Chine, possède une ligne de production de SIS de 25 000 t/an et de SEBS de 70 000 t/an.

[Dynasol](#) (Espagne) joint venture 50/50 du groupe espagnol [Repsol](#) avec le groupe mexicain [Kuo](#), produit 115 000 t/an de caoutchouc synthétique SBR dont 55 000 t au Mexique et 69 000 t/an de dérivés styréniques, SBS et SEBS, dans les usines de Santander, en Espagne, Altamira, au Mexique et Liaoning, en Chine, joint venture entre Dynasol et le groupe chinois Xing'an, où une usine de 100 000 t/an de SBR est en construction.

[Chi Mei](#) (Taïwan), produit du SBR, PBR, HBR, ABS (2,1 millions de t/an) et SAN.

[Sabic](#) (Arabie Saoudite), produit de l'ABS et du SAN, à Al-Jubail en Arabie Saoudite.

SITUATION FRANCAISE : en 2014.

La production est de 107 744 t de caoutchouc IR et de 518 410 t d'autres caoutchoucs synthétiques.

Exportations :

- Caoutchouc naturel : 31 404 t vers l'Espagne pour 42 %, l'Italie : 30 %, l'Allemagne : 21 %.

- IR : 21 t vers l'Allemagne pour 38 %, l'Indonésie : 33 %, le Maroc : 14 %.

- IIR : données confidentielles.

- IIR halogénés : 1 809 t vers l'Allemagne pour 32 %, l'Italie : 30 %, la Belgique : 14 %.

- SBR : 158 761 t vers l'Espagne pour 18 %, la Pologne : 12 %, la Chine : 12 %, l'Allemagne : 11 %, la Corée du Sud : 8 %.

- SBS : 46 869 t vers les Pays Bas pour 32 %, les Etats-Unis : 27 %, l'Allemagne : 15 %.

- PBR : 78 441 t vers les Etats-Unis pour 15 %, la Belgique : 9 %, l'Allemagne : 8 %, l'Italie : 7 %.
- NBR : 1 689 t vers l'Allemagne pour 75 %, l'Afrique du Sud : 5 %, la Slovénie : 5 %.
- ABS : 6 742 t vers l'Italie pour 27 %, l'Allemagne : 18 %, la Belgique : 13 %.
- SAN : 342 t vers la Tunisie pour 58 %, l'Italie : 16 %, l'Allemagne : 11 %.

Importations :

- Caoutchouc naturel : 150 458 t d'Indonésie à 36 %, de Thaïlande : 21 %, de Malaisie : 13 %, de Côte d'Ivoire : 8 %.
- IR : 6 594 t de Russie à 44 %, de Belgique à 21 %, d'Italie à 10 %.
- IIR : 3 108 t du Canada à 54 %, d'Allemagne à 28 %.
- IIR halogénés : 15 470 t de Belgique pour 70 %, du Royaume Uni : 9 %, de Russie : 9 %, d'Allemagne : 7 %.
- SBR : 120 818 t d'Allemagne à 48 %, de Belgique : 13 %, des Etats-Unis : 9 %, de République Tchèque : 7 %, des Pays Bas : 6 %.
- SBS : 25 686 t d'Espagne à 21 %, de Corée du Sud : 17 %, des Pays Bas : 16 %, d'Italie : 13 %.
- PBR : 42 983 t d'Allemagne à 34 %, de Pologne : 18 %, des Etats-Unis : 9 %, de République tchèque : 8 %.
- NBR : 76 t d'Allemagne à 57 %, du Japon : 17 %, d'Italie : 13 %.
- ABS : 32 054 t d'Allemagne à 19 %, de Belgique : 16 %, de Corée du Sud : 16 %, des Pays Bas : 16 %, d'Espagne : 11 %.
- SAN : 5 924 t des Pays Bas à 48 %, d'Allemagne : 34 %.

Producteurs de caoutchoucs synthétiques :

[ExxonMobil Chemical](#) produit du caoutchouc butyl (IIR) à Notre Dame de Gravenchon.

[Michelin](#) produit du SBR et du PBR, 200 000 t/an, à Bassens (33).

[Lanxess](#) produit du NBR à La Wantzenau (67) et du PBR et du SBR à Port Jérôme (76).

Industrie de transformation du caoutchouc :

La production de l'industrie de transformation du caoutchouc a été, de 780 000 t dont 450 000 t dans des pneumatiques (soit 58 millions de pneus à 60 % pour les véhicules de tourisme, 23 % les poids lourds, 16 % les véhicules agricoles et de génie civil) et 330 000 dans des caoutchoucs industriels.

Producteurs de pneumatiques, en nombre d'usines.

Michelin	12	Bridgestone	1
Goodyear-Dunlop	4	Continental	1

Source : ETRMA

Les importations de pneus ont été de 70 millions d'unités, les exportations de 46 millions d'unités.

Producteurs de caoutchoucs industriels, d'après le chiffre d'affaires 2013, en millions d'euros.

Hutchinson SNC	1 400	Freudenberg	120
Cooper Standard France	260	Aptar / Stelmi	100
Trelleborg Industries	130	Trelleborg Modyn	50

West Pharmaceutical	120	Scapa France	60

Source : SNCP

UTILISATIONS :

Consommations : la consommation mondiale a été, au total, en 2014, de 28,9 millions de t.

Caoutchouc naturel : en 2014, en milliers de t. Monde : 12 159. Répartition de la consommation en 2013 :

Chine	37 %	Etats-Unis	8 %
Union européenne	9 %	Inde	6 %
Inde	9 %		

Source : IRSG

Caoutchoucs synthétiques : en 2014, en milliers de t. Monde : 16 757. Répartition de la consommation en 2013 :

Chine	35 %	Japon	6 %
Union européenne	16 %	Inde	3 %
Etats-Unis	11 %		

Source IRSG

Pays transformateurs de caoutchouc, en 2013. Monde : 27,5 millions de t, Union européenne : 3.4 millions de t. En milliers de t :

Chine	9 600	Japon	1 700
Etats-Unis	2 600	Inde	1 400

Source : IRSG

Utilisations diverses :

Formulation : sauf pour les utilisations du caoutchouc naturel pour l'élaboration de gants ou de préservatifs, pour être utilisés, les élastomères doivent être formulés à l'aide de nombreux ajouts, la proportion en poids, de polymère étant comprise entre 20 et 40 %. Les ajouts sont les suivants :

- charge, par exemple de noir de carbone qui joue également un rôle de pigment, de stabilisant, de renforcement des propriétés mécaniques,
- plastifiants,
- agents vulcanisants : soufre, peroxydes organiques,
- accélérateurs de vulcanisation,
- additifs divers pour faciliter la mise en oeuvre, protéger du dioxygène, de l'ozone, de la chaleur, des rayonnements UV...

Exemple d'ajouts à 100 kg de SBR : 50 kg de noir de carbone comme renforcement, 15 kg d'huile comme plastifiant, 1,5 kg de soufre, 1,5 kg de sulfénamide, 500 g de thiurame, 500 g d'oxyde de

zinc, 200 g d'acide stéarique, comme agents de vulcanisation, 200 g d'antioxygène, 200 g d'antiozone.

Par types de caoutchouc :

Caoutchouc butyl : ils sont particulièrement imperméables à l'air et en conséquence, 80 % de la production va à la confection de chambres à air et de vessies de vulcanisation des pneumatiques. Le reste va à l'étanchéité, l'amortissement (automobile), la santé (bouchons pharmaceutiques) et l'alimentaire (chewing-gum). Les halobutyls, chloré ou bromé, possèdent les mêmes propriétés d'imperméabilité à l'air mais de plus ils sont facilement covulcanisables avec le caoutchouc naturel et les SBR qui constituent le corps des pneumatiques. Ainsi leur principale utilisation est dans les pneus "sans chambres" où ils assurent l'étanchéité.

PBR : utilisé à plus de 70 % dans les pneumatiques, pour la bande de roulement et les flancs, à 25 % comme modificateur du polystyrène et des ABS où il entre à environ 7 %. Employé également, 20 000 t/an, dans le cœur des balles de golf.

NBR et HNBR : particulièrement résistants à la chaleur, aux huiles, à l'essence et aux produits chimiques, ils sont utilisés dans le transport de ces fluides (tuyaux...). L'hydrogénation accroît la résistance à la chaleur et à l'action de l'ozone.

SBR : 70 % du SBR va aux pneumatiques et le reste aux semelles, talons, matelas, articles de sport, tuyaux, tapis, courroies, joints, colles...

Latex styrène-butadiène carboxylés : 70 % vont au couchage du papier et 30 % aux liants pour envers de tapis.

SBC : ils sont souvent utilisés pour modifier les propriétés d'autres polymères.

ABS : 35 % de la production est consommée par l'industrie automobile (conurrencé par le PP), 17 % par l'électroménager, 8 % par les télécommunications et 6 % par l'électronique grand public.

Il y a en moyenne 9 à 10 kg d'ABS par automobile produite actuellement en Europe. On le trouve dans les tableaux de bord (aspect mat, résistance à la chaleur), dans les grilles de radiateur (résistance à la chaleur et aux chocs), éléments du système de chauffage, poignées de portes, les grilles de calandre éventuellement chromées, les rétroviseurs, les boîtiers de phares arrières...

On trouve de l'ABS dans les réfrigérateurs (pièces frontales), les machines à coudre, aspirateurs, robots de cuisine... On le trouve aussi dans des appareils tels que les tondeuses, les perceuses, ponceuses, meuleuses (rigidité, tenue à la chaleur, couleur). Les boîtiers d'ordinateur, les claviers, les souris, les machines à calculer sont en ABS, en particulier pour les propriétés de résistance à la rayure et pour l'aspect.

Ses propriétés d'incassabilité et d'inaltérabilité en font un matériau de choix pour l'industrie du jouet de qualité. On le retrouve aussi dans l'industrie des accessoires de sport (skis, bateaux, casques de sport, feuilles extrudées pour planches à voiles...).

Il tend enfin à remplacer le PVC pour la fabrication des cartes à puces (moulage de la cavité facilité) et s'impose dans les domaines où l'aspect et l'esthétique sont importants (emballages des cosmétiques...).

Par types d'utilisation :

Pneumatiques :

70 % de la production de caoutchouc naturel est destinée à la fabrication de pneumatiques. Par exemple, pour le groupe Michelin qui consomme 10 % de la production mondiale de caoutchouc naturel, la surface plantée en hévéas correspond à 750 000 ha.

Un pneumatique pour véhicule de tourisme contient 5 % de caoutchouc naturel, pour un poids lourd, 50 %, pour un engin agricole ou de travaux publics, 95 %, pour un avion, 100 %.

Dans l'Union européenne, en 2013, la production de pneumatiques a été de 4,67 millions de t. Producteurs, classés selon leur chiffre d'affaires 2013, en millions de \$.

Bridgestone (Japon)	21 573	Hancock (Corée du Sud)	4 947
Michelin (France)	19 842	Sumitomo (Japon)	4 840
Goodyear (Etats-Unis)	14 216	Zhongce (Chine)	3 566
Continental (Allemagne)	9 583	Yokohama (Japon)	3 423
Pirelli (Italie)	6 116	Maxxis (Taiwan)	3 237

Source : SNCP

Récupération des pneumatiques en fin de vie :

En 2012, dans l'Union européenne, 3,4 millions de t de pneumatiques ont été en fin de vie. Après exportation, réutilisation ou rechapage, il reste 2,6 millions de t qui ont été à 96 % récupérés pour les matériaux contenus (1,34 million de t) ou pour l'énergie générée lors de leur combustion (1,26 million de t). Les matériaux qui ont été récupérés ont été réutilisés à 80 % dans la fabrication de matériaux en caoutchouc, 18 % dans le génie civil, le reste dans la protection de quai, la fabrication de tapis, dans les fonderies. Les pneumatiques brûlés l'ont été à 92 % dans des cimenteries (1 t de pneumatiques fournit autant d'énergie qu'une tonne de charbon ou 750 kg de fuel).

A côté de la récupération annuelle, le stock historique est, dans l'Union européenne, estimé à 5,5 millions de t.

En France, la société [Aliapur](#), gère environ 75 % des pneus usagés. En 2014, elle a collecté 314 505 t de pneus soit plus de 41,5 millions de pneus de tourisme. 274 899 t ont été valorisées et destinées à 53,8 % à la production d'énergie, à 29,6 % à la récupération de matière, 16,6 % au rechapage.

Caoutchoucs industriels :

Dans l'Union européenne, en 2013, la production de caoutchouc industriels a été de 2,6 millions de t. Les exportations de 373 000 t, les importations de 701 000 t. Productions des principaux pays de l'Union européenne, en milliers de t.

Allemagne	785	Italie	223
France	330	Espagne	172

Source : ETRMA

Producteurs mondiaux, classés selon leur chiffre d'affaires 2013, en millions de \$.

Continental (Allemagne)	4,6	NOK (Japon)	3,2
Hutchinson (France)	4,3	Cooper Standard Auto (Etats-Unis)	3,1
Freudenberg (Allemagne)	3,9	Tokai Rubber (Japon)	3,0
Bridgestone (Japon)	3,3	Pinafore Holdings (Royaume Uni)	2,9

Source : ETRMA