



Comment fabriquer des pneus à partir d'un arbre ?

La vulcanisation

L'Histoire industrielle



1842

Th. Handcock
dépose le brevet
de vulcanisation



1854

H. Hutchinson
fabrique les 1^{res} bottes
en caoutchouc



1888

JB. Dunlop
dépose le 1^{er} brevet
de fabrication
de pneumatiques



1892

les frères Michelin
présentent les premiers
pneus démontables

Il y a cinq siècles, les conquistadors découvraient en Amérique du Sud une substance au caractère sacré secrétée par certains arbres. Les Amérindiens la moulaient et, après séchage à la fumée, s'en servaient comme balle ou toiles enduites. D'ailleurs, les jeux comme « le juego de pelota » sont les ancêtres de la pelote basque ou même du foot-ball.

Cette substance, le latex, est un liquide laiteux qui coule d'une saignée dans l'écorce de l'arbre Hévéa appelé « cahatchu » ou « arbre qui pleure ». Il ne sera identifié qu'au XVIII^e siècle par des naturalistes et chimistes français et anglais qui l'importeront en extrême orient. Ce latex est composé de 2/3 d'eau et de 1/3 d'un solide blanc élastomère qui peut s'allonger sous une forte traction. Séché, il devient élastique mais casse en dessous de 5 °C et se ramollit au-dessus de 35 °C. Avant d'en faire du caoutchouc il faut donc le transformer.

Ce n'est qu'au XIX^e et XX^e siècles que l'on comprit comment traiter ce polymère dont le motif $-(CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2)-$ se répète sous forme de chaînes très longues. C'est **Charles Goodyear** en 1842 qui trouva par hasard la solution. Après avoir racheté à Nathaniel Hayward le droit d'imprégner le latex avec du soufre, il laisse tomber par maladresse le mélange sur un four. Après l'avoir détaché, il s'aperçoit que le produit ainsi traité garde son élasticité et sa forme quelle que soit la température. Il vient de trouver la vulcanisation et d'inventer le caoutchouc. C'est plus tard que les chimistes comprendront que les atomes de soufre font des liaisons C-S-S-C entre les chaînes $-(CH_2-C(CH_3)=CH-CH_2)_n-$ et donnent au latex une structure tridimensionnelle stable en lui préservant ses propriétés élastiques. Du point de vue industriel, on ajoute au soufre un activateur ZnO, des catalyseurs et de l'acide stéarique. Pour améliorer ses caractéristiques, on y adjoint aussi des charges comme du noir de carbone ou de la silice ultrafine.

Actuellement, la consommation mondiale de caoutchouc est de l'ordre de 22 millions de tonnes dont 9 de caoutchouc naturel. Presque 70 % est consacré à la fabrication des pneus.

Le caoutchouc synthétique est apparu en 1910 en Allemagne et en 1941 aux États-Unis suite aux « économies de guerre » (ces derniers n'avaient plus accès aux ressources des plantations d'hévéas en extrême Orient). À partir du charbon et du pétrole, en passant par l'éthylène, on obtient par divers procédés, plus ou moins complexes, de l'isoprène. Sa polymérisation en présence de catalyseur Ziegler-Natta conduit au polyisoprène.

L'anecdote



Charles Goodyear : Un chercheur peu doué pour la finance

Né en 1800, il ouvre une quincaillerie en 1824 mais fait faillite en 1829. Il s'intéresse alors au caoutchouc et invente une valve de gilet de sauvetage pour la Roxburg India rubber. En essayant de stabiliser le caoutchouc, il incommodé ses voisins par les mauvaises odeurs et déménage alors à New York.

Il y fabrique des sacs pour la poste qui hélas fondent au soleil ! Ruiné, il trouve le procédé au soufre en 1839, mais se retrouve en prison pour dettes. En 1842, il met au point le procédé industriel de chauffage à la vapeur du caoutchouc et fonde une usine de fils. Il retourne cependant à ses recherches et invente plusieurs accessoires. Comme il a tardé à déposer le brevet de fabrication, c'est Thomas Handcock qui s'en empare. Dès lors, Charles Goodyear passera le plus clair de son temps en procès coûteux. Il meurt ruiné en 1860.

LA VULCANISATION

La découverte du latex

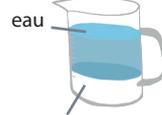
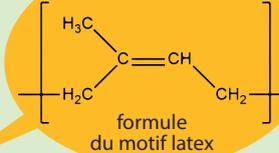
XV^e



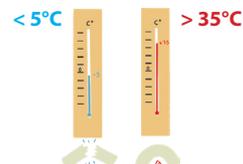
Hévéa ou « arbre qui pleure »

Récolte du latex issu de l'arbre Hévéa

latex



caoutchouc naturel (solide blanc élastomère)



cassant élastique

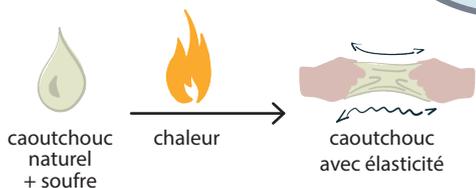
Composants du latex

Particularités du latex

Structure tridimensionnelle du caoutchouc

— chaînes du polymère (latex) $-(\text{CH}_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CH}_2)_n-$
 ponts de soufre C-S-S-C

Conditions de transformation du latex



XIX^e

La découverte du caoutchouc



Charles Goodyear dans sa cuisine

L'industrialisation du caoutchouc

XX^e



Le « MAGIC BOOSTER » pour la production mondiale

activateur ZnO
 catalyseurs
 acide stéarique
 noir de carbone ou silice ultrafine
 caoutchouc naturel + soufre

Production mondiale du caoutchouc: 22 millions de tonnes



XXI^e Aujourd'hui



développe le recyclage des pneus



assure la protection de l'environnement

Programme de recherches BIOPROOF