

POLYSTYRENE 2012

Les copolymères styréniques : styrène-butadiène (SBR), styrène-acrylonitrile (SAN), acrylonitrile-butadiène-styrène (ABS), acrylonitrile-styrène-acrylate (ASA)... sont traités au chapitre [caoutchoucs, élastomères et résines styréniques](#).

Matière première : [styrène](#).

FABRICATION INDUSTRIELLE :

On distingue trois types de polystyrènes : le polystyrène "cristal" (PS, non cristallin mais portant ce nom à cause de son aspect transparent), le polystyrène "choc" et le polystyrène expansé (PSE). Sans aucun ajout, le polystyrène est solide à 20°C et pâteux à 120°C, la fusion s'opérant entre 150°C et 170°C. Le polystyrène est généralement inflammable et combustible, la dégradation commençant dès 350°C et l'auto-inflammation vers 490°C. D'une densité réelle de 1,03 à 1,05, le polystyrène est soluble dans les hydrocarbures chlorés et aromatiques.

Historique :

La découverte du polystyrène remonte à 1839, mais son exploitation à grande échelle, en Allemagne et aux États-Unis, date des années 30, la première fabrication industrielle ayant eu lieu en 1933. Le premier procédé utilisé (suspension aqueuse) fonctionnait en "discontinu". Dès les années 40 apparaissent des procédés de polymérisation "en masse", continus ou discontinus. Le procédé "masse continu" triomphe dans les années 60, grâce notamment aux progrès technologiques permettant d'évacuer la chaleur produite par la polymérisation (environ 710 kJ/kg).

Le polystyrène expansé a été inventé en 1944 par Ray Mc Intire (1919-1996) alors qu'il travaillait pour Dow Chemical sur les [caoutchoucs](#) flexibles. Cette découverte fût le fruit du hasard : l'idée de départ était de copolymériser du styrène et de l'isobutène sous pression. Le styrène fut le seul à se polymériser et l'isobutène se vaporisa, s'immisçant dans la matrice du polymère. Commercialisé sous le nom de Syrofoam, ce matériau rigide de faible densité a d'abord été utilisé comme isolant thermique pour le bâtiment.

Procédés actuels :

Le polystyrène "cristal" (GPPS en anglais) :

Le procédé, mettant en œuvre une suspension aqueuse, est encore utilisé pour obtenir des masses molaires élevées : en milieu aqueux inerté au [diazote](#), en présence de plastifiant (fluidifiant, par exemple : huile minérale) et de catalyseur peroxydique (peroxyde de benzoyle et hydroperoxyde de tertiobutyle), le monomère, structuré sous forme de gouttelettes dans la suspension grâce à l'action d'un surfactant (polyalcool vinylique et [phosphate tricalcique](#)), polymérise sous forme de perles. A la fin, la polymérisation, en plusieurs étapes de 95°C à 120°C, atteint 99,95 %.

Le procédé masse continu consiste à effectuer la polymérisation - en plus du catalyseur et du plastifiant - en présence d'un diluant, l'[éthylbenzène](#) (0 à 15 % en masse, recyclé en fin de polymérisation), qui diminue la viscosité du milieu réactionnel et autorise un meilleur contrôle des températures (de 80°C à 170°C).

Le polystyrène est livré sous forme de billes de 0,2 à 0,3 mm de diamètre.

Le polystyrène "choc" (HIPS en anglais) :

Il est obtenu en ajoutant au milieu réactionnel de 2 % à 10 % de polybutadiène. Il possède une très bonne résistance aux chocs, mais il est non transparent. En présence de quantités plus importantes de butadiène, on obtient des copolymères styrène-butadiène (SBR), traités au chapitre [caoutchoucs, élastomères et résines styréniques](#).

Le polystyrène expansé (PSE) : il est constitué à 98 % d'air.

Il existe deux types de PSE : les polystyrènes expansés moulés (PSE-M) et les polystyrènes expansés extrudés (PSE-E).

Le PSE-M est obtenu à partir d'un polystyrène "expansible" qui n'est rien d'autre qu'un polystyrène cristal auquel on a ajouté, en cours de polymérisation, un agent d'expansion, le pentane, dont la température d'ébullition, à la pression atmosphérique, est de 35°C. Une pré-expansion est opérée à la vapeur d'eau puis une période de stabilisation permet aux perles de PS pré-expansées de perdre leur excédent d'eau. Enfin, dans un moule, on les expande et on les moule à la vapeur.

Le PSE-E est quant à lui obtenu lors de l'extrusion (mise en forme à la chaleur) par injection sous pression d'un gaz (les HCFC ont été remplacés par le pentane) dans le polymère cristal fondu.

L'utilisation des catalyseurs métallocènes a par ailleurs permis l'élaboration d'un PS syndiotactique permettant des applications techniques. Le SPS, plastique technique, est doté d'une résistance thermique accrue (point de fusion = 270°C) et d'une résistance chimique élevée. Il trouve des applications dans l'électronique, les équipements électriques et l'automobile.

PRODUCTIONS : en 2012, en milliers de t.

	Polystyrène	Polystyrène expansé
Monde	10 000	6 300
Union européenne	1 979	1 596
Etats-Unis	2 076	399
Japon	589	112
Allemagne	368	534
France	441	139

Sources : American Chemistry Council, The Japan Plastics Industry Federation et Eurostat

La production russe de polystyrène expansé est, en 2012, de 89 790 t réalisée à 75 % par le groupe [Sibur](#).

Principaux producteurs :

Polystyrène : capacités annuelles, en 2010, en milliers de tonnes. Monde : 15 millions de t.

Styrolution (Allemagne) en 2012	1 980	Sinopec (Chine)	500
Total (France) en 2012	1 595	PS Japan (Japon)	500
Styron (Etas-Unis)	1 000	Versalis (ENI, Italie)	500
Americas Styrenics (Etats-Unis)	800	Formosa Plastics (Taiwan)	400
Chi Mei (Taiwan)	700	LG Chem (Corée du	300

[BASF](#) et [Ineos](#) ont regroupé, en octobre 2011, leurs activités dans le polystyrène "cristal" et "choc", hors polystyrène expansé, dans une joint venture : [Styrolution](#) qui possède des usines de fabrication de polystyrène à Anvers (Belgique) avec 475 000 t/an, Wingles (France) avec 180 000 t/an, Trelleborg (Suède) avec 80 000 t/an, Ulsan (Corée du Sud) avec 250 000 t/an, Dahej (Inde) avec 78 000 t/an, Altamira (Mexique) avec 175 000 t/an et aux Etats-Unis à Channahan avec 399 000 t/an, Decatur avec 193 000 t/an et Indian Orchard avec 150 000 t/an.

[Total](#), possède des capacités de production de 507 000 t/an en Europe avec des usines à Feluy (160 000 t/an), en Belgique, Gonfreville (160 000 t/an) et Carling (215 000 t/an), en France, El Prat (70 000 t/an), en Espagne, de 760 000 t/an aux Etats-Unis, à Carville, en Louisiane et de 308 000 t/an, en Asie, à Singapour, avec 95 000 t/an et en Chine, à Foshan (Guangzhou) avec 200 000 t/an et Ningbo (Shanghai) avec 200 000 t/an, en construction.

[Americas Styrenics](#) est une joint venture entre Styron et Chevron Phillips.

Polystyrène expansé : en 2012, en milliers de t de capacités de production. Monde : 8,87 millions de t.

Loyal Group (Chine)	1 480	Taita Chemical (Taiwan)	280
Wuxi Xingda Group (Chine)	800	Ming Dih Group (Taiwan)	160
BASF (Allemagne)	774	Jiangyin Nijiaxiang (Chine)	120
Ineos Styrenics (Suisse)	350	Synthos (Pologne)	80

Source : Merchant Research Consulting et sites des sociétés

Les usines de [Loyal Group](#), en Chine, sont situées à Dongguan avec 440 000 t/an, Jiangyin avec 400 000 t/an, Tianjin avec 320 000 t/an, Ningbo avec 180 000 t/an et Kaohsiung avec 140 000 t/an.

[BASF](#) produit du polystyrène expansé à Ludwigshafen (Allemagne), Anvers (Belgique), Ulsan (Corée du Sud) et Nanjing (Chine).

[Ineos Styrenics](#) produit du polystyrène expansé, à Breda (Pays Bas) et en France, à Wingles (62) et Ribecourt (60).

RECYCLAGE :

Les déchets de polystyrène expansé représentent 5,8 millions de t/an dont 1,8 million de t, en Chine. Dans les pays nordiques, le taux de recyclage est de 72 %. En Chine, il est de 30 %.

Avant recyclage, les emballages en PSE sont compactés afin de diminuer leur volume.

En 2012, aux Etats-Unis, 42 500 t de PSE ont été recyclées dont 16 700 t proviennent de produits consommés et 25 800 t de chutes de fabrication.

En France, en 2011, le recyclage des emballages en PSE a porté sur 13 000 t soit un taux de recyclage de 32,5 %.

Aux Etats-Unis, les tasses à café jetables utilisées par la chaîne Starbucks contiennent 10 % de PSE recyclé.

SITUATION FRANÇAISE : en 2012

Production :

- PS : 441 099 t.
- PSE : 138 965 t.

Exportations :

- PS : 245 023 t vers l'Allemagne à 30 %, l'Italie à 14 %, la Belgique à 8 %, les Pays Bas à 7 %.
- PSE : 132 245 t vers l'Italie à 18 %, la Turquie à 16 %, l'Allemagne à 12 %, le Royaume Uni à 7 %.

Importations :

- PS : 104 014 t d'Allemagne pour 29 %, de Belgique pour 24 %, d'Espagne pour 15 %, d'Italie pour 14 %.
- PSE : 113 601 t d'Allemagne pour 37 %, de Belgique pour 31 %, des Pays Bas pour 14 %, d'Autriche pour 9 %.

Producteurs :

[Total](#) exploite des usines à Gonfreville (76) avec 160 000 t/an et Carling (57) avec 215 000 t/an. Le styrène utilisé à Carling provient, par train, de l'usine de Gonfreville.

[Styrolution](#) possède une usine de fabrication de polystyrène à Wingles (62), avec une capacité de production de 180 000 t/an. Le styrène est acheminé par canaux, dans des barges.

[Ineos Styrenics](#) produit du polystyrène expansé, à Wingles (62) et Ribecourt (60) avec 90 000 t/an dans chaque unité de production.

UTILISATIONS :

Dans l'Union européenne, plus la Norvège et la Suisse, en 2012, le polystyrène et le polystyrène expansé représentent 7,4 % de la consommation de matières plastiques.

Consommation :

En 2010, la consommation mondiale de polystyrène (tous types confondus) était de 14,9 millions de tonnes, dont, en 2012, 6,3 millions de t de polyéthylène expansé, avec la répartition suivante :

	Polystyrène expansé
Chine	46,4 %
Allemagne	7,3 %
Corée du Sud	5,4 %
Etats-Unis	4,1 %
Taiwan	3,2 %
Russie	2,5 %

Source : Merchant Research Consulting

En France, en 2011, la consommation d'emballages en PSE a été de 40 000 t, dont 19 000 d'emballages ménagers et 21 000 t d'emballages industriels.

Répartition des utilisations par secteur : en 2010

Polystyrène	Monde	Europe	Amérique du	Asie
-------------	-------	--------	-------------	------

			Nord	
Emballages	41,5 %	48 %	48 %	18 %
Applications électriques		15 %	21 %	49 %
Construction	7,7 %			
Polystyrène expansé				
Emballages	47,9 %			
Construction	47,8 %			

Source : Nexant

Le polystyrène est employé pour la fabrication de nombreux objets du quotidien : vaisselle jetable, emballages alimentaires, jouets (briques de LEGO), meubles de jardin, réfrigérateurs, aspirateurs, équipements de salles de bain...

Le polystyrène expansé est employé pour la protection de nombreux appareillages : réfrigérateurs, écrans de télévision, ordinateurs... Il est également employé dans des emballages et récipients alimentaires. Bon isolant thermique, il est utilisé dans l'isolation thermique des bâtiments mais aussi pour élaborer des tasses à café jetables, avec une consommation, aux Etats-Unis, de 25 milliards d'unités par an.