

## POLYSTYRENE 2014

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 polymériser et l'isobutène se vaporisa, s'immiscant dans la matrice du polymère. Commercialisé sous le nom de Styrofoam, 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 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 2014, en milliers de t.

	Polystyrène	Polystyrène expansé
Monde	17 500	
Union européenne	1 892	1 342
Etats-Unis et Canada	2 023	433
Japon	616	116
Allemagne	224 en 2013	281
France	488	139

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

En 2014, les capacités de production de polystyrène, sont de 7,661 millions de t/an en Asie, dont 2,3 millions de t/an en Chine et 818 000 t/an au Japon, 2,736 millions de t/an en Amérique du Nord, 2,262 millions de t/an en Europe.

**Principaux producteurs :**

Polystyrène : capacités annuelles, en 2014, en milliers de tonnes.

<a href="#">Ineos Styrolution</a> (Allemagne)	1 980	<a href="#">Sinopec</a> (Chine)	650
<a href="#">Total</a> (France)	1 805	<a href="#">PS Japan</a> (Japon)	500
<a href="#">Trinseo</a> (Etats-Unis)	1 580	<a href="#">Versalis</a> (ENI, Italie)	500
<a href="#">Americas Styrenics</a> (Etats-Unis)	800	<a href="#">Formosa Plastics</a> (Taiwan)	320

<a href="#">Chi Mei</a> (Taiwan)	700	<a href="#">LG Chem</a> (Corée du Sud)	300
----------------------------------	-----	--	-----

Source : Rapports des sociétés

[BASF](#) et [Ineos](#) ont regroupé, en octobre 2011, leurs activités dans le polystyrène "cristal" et "choc", hors polystyrène expansé, dans une joint venture, Styrolution. En novembre 2014, Ineos a acquis la part de BASF et Styrolution est devenu [Ineos Styrolution](#), en janvier 2016. Possède des usines de fabrication de polystyrène à Anvers, en Belgique avec 475 000 t/an, Wingles, en France avec 180 000 t/an, Ulsan, en Corée du Sud avec 250 000 t/an, Dahej, en Inde avec 78 000 t/an, Altamira, au Mexique avec 175 000 t/an et aux Etats-Unis, à Channahan avec 399 000 t/an et Decatur avec 193 000 t/an.

[Total](#), possède des capacités de production de 597 000 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 700 000 t/an aux Etats-Unis, à Carville, en Louisiane et en Chine, à Foshan (Guangzhou) avec 200 000 t/an et Ningbo (Shanghai) avec 200 000 t/an.

[Trinseo](#) (ex Styron), société issue de Dow Chemical, produit du polystyrène "cristal" et "choc" aux Etats-Unis à Midland, dans le Michigan, en Allemagne à Schkopau, en Belgique à Tessengerlo, aux Pays Bas à Terneuzen, à Merak en Indonésie et à Tsing Yi à Hong Kong, ainsi qu'au travers de 50 % d'Americas Styrenics. En prenant en compte la part de Trinseo dans Americas Styrenics, les capacités de production de Trinseo sont de 1,580 million de t/an.

[Americas Styrenics](#) est une joint venture entre Trinseo et Chevron Phillips. Les unités de production sont situées, aux Etats-Unis, à Allyn's Point, dans le Connecticut, avec 73 000 t/an, Hanging Rock, avec 85 000 t/an et Marietta, avec 360 000 t/an, dans l'Ohio, Joliet, dans l'Illinois, avec 125 000 t/an et Torrance, en Californie, avec 115 000 t/an ainsi qu'en Colombie, à Cartagena.

Polystyrène expansé : en 2014, en milliers de t de capacités de production.

<a href="#">Loyal Group</a> (Chine)	1 980	<a href="#">Taita Chemical</a> (Taiwan)	280
<a href="#">Wuxi Xingda Group</a> (Chine)	800	<a href="#">Ming Dih Group</a> (Taiwan)	160
<a href="#">BASF</a> (Allemagne)	540	<a href="#">Jiangyin Nijiexiang</a> (Chine)	120
<a href="#">Ineos Styrenics</a> (Suisse)	350	<a href="#">Synthos</a> (Pologne)	80

Source : Sites des sociétés

Les usines de [Loyal Group](#), en Chine, sont situées à Dongguan avec 450 000 t/an, Jiangyin avec 450 000 t/an, Tianjin avec 390 000 t/an, Ningbo avec 280 000 t/an, Karamay avec 120 000 t/an, Panjin avec 160 000 t/an et Kaohsiung avec 130 000 t/an.

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

[Ineos Styrenics](#) produit 350 000 t/an de polystyrène expansé, aux Pays Bas, à Breda 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/an, 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 2014**

### **Production :**

- PS : 487 545 t.
- PSE : 138 589 t.

### **Exportations :**

- PS : 251 181 t vers l'Allemagne à 22 %, le Royaume Uni à 12 %, l'Italie à 12 %, la Belgique à 9 %, l'Autriche à 7 %.
- PSE : 127 166 t vers la Turquie à 17 %, l'Italie à 15 %, l'Allemagne à 12 %, le Royaume Uni à 8 %.

### **Importations :**

- PS : 90 946 t de Belgique pour 40 %, d'Italie pour 17 %, d'Espagne pour 14 %.
- PSE : 96 048 t de Belgique pour 33 %, d'Allemagne pour 28 %, des Pays Bas pour 18 %, d'Autriche pour 10 %.

### **Producteurs :**

[Total](#) exploite des usines à Gonfreville (76) avec 160 000 t/an et Carling (57) avec 215 000 t/an, devant être porté à 257 000 t/an en 2016. Le styrène utilisé à Carling provient, par train, de l'usine de Gonfreville.

[Ineos 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.

[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 2014, le polystyrène et le polystyrène expansé représentent 7,0 % 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, en 2014	57 %
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 :

<b>Polystyrène, en 2010</b>	Monde	Europe	Amérique du Nord	Asie
Emballages	37 %, en 2014	48 %	61 %, en 2014	18 %
Applications électriques		15 %	21 %	49 %
Construction	7,7 %			
<b>Polystyrène expansé, en 2014</b>				
Construction	62 %			
Emballages	33 %			

Source : IHS, 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.