

## POLYPROPYLENE 2014

**Matière première :** le [propylène](#). (voir ce chapitre)

### **FABRICATION INDUSTRIELLE :**

#### **Historique :**

Au début des années 50, Giulio Natta (prix Nobel en 1963 avec Karl Ziegler) découvre un catalyseur de la famille des catalyseurs dits de "Ziegler-Natta" (voir le chapitre [polyéthylène](#)) permettant de fournir un polypropylène isotactique (dans lequel tous les méthyles sont du même côté de la chaîne polyéthylénique c'est à dire où toutes les sous-unités ont la même configuration :  $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-$  etc...) caractérisé par une haute résistance mécanique, une inertie à l'agression chimique et des températures d'utilisation supérieures à 100°C.

La production industrielle de polypropylène a débuté, en 1957, en Italie, Allemagne et Etats-Unis.

Au milieu des années 70 ont été mis au point les premiers catalyseurs de type Ziegler-Natta superactifs à haute stéréosélectivité. Jusque là, la nécessité d'utiliser un solvant autre que le monomère propylène, solvant qu'il fallait recycler, le traitement des résidus et l'exclusion des sous-produits rendaient coûteuse la production.

Les catalyseurs métallocènes, fonctionnant en catalyse homogène, permettent d'obtenir une isotacticité de 99 % avec un rendement environ 100 fois supérieur à celui des meilleurs catalyseurs Ziegler-Natta. L'utilisation de ces catalyseurs est actuellement réduite mais est en forte augmentation.

#### **Principaux procédés :**

- Le procédé "Spheripol", exploité par [LyondellBasell](#). La polymérisation s'effectue en phase liquide, le monomère étant le solvant, dans des conditions douces (60 à 80°C). Le rendement du catalyseur, qui se présente sous la forme de grains sphériques en suspension, est de 35 000 kg de polypropylène par kg de catalyseur avec 98 % d'isotacticité. Il représente, en 2012, 35 % des capacités de production installées. Autres procédés de même type : "Hypol" de [Mitsui](#), le procédé d'[ExxonMobil](#).

- Le procédé "Unipol", exploité par [Dow Chemical](#). La polymérisation s'effectue en phase gazeuse. Le catalyseur supporté à haute activité utilisé, appelé "shac", avait été initialement mis au point pour la production de polyéthylène (PE-BDL et de PE-HD) (voir le chapitre "[polyéthylène](#)"). En 2012, 51 réacteurs, dans le monde, avec 17 % des capacités de production, utilisent ce procédé. Autres procédés de même type : "Novolen", exploité par [CB&I](#), "Spherizone" de [LyondellBasell](#), "Horizone" de [JPP](#), le procédé d'[Ineos](#).

- Un procédé hybride, "Borstar", est exploité par [Borealis](#).

#### **Les différents types de polypropylènes**

Les polypropylènes utilisés industriellement sont quasiment toujours isotactiques. Les propriétés du polymère atactique sont celles d'une cire et sont donc éloignées de celles, en général, souhaitées.

Les homopolymères représentent de 65 à 75 % de la production de polypropylène.

Les polymères à blocs (ICP : "Impact copolymer") avec une matrice de polypropylène et une dispersion de polyéthylène ou d'élastomères représentent de 20 à 30 % de la production de polypropylène. Ainsi une résistance au choc très élevée est obtenue en ajoutant de 20 à 40 % en masse d'élastomères, en vue d'une utilisation dans les pare-chocs des véhicules de tourisme.

Les copolymères (RCP : "Random copolymer"), avec l'éthylène (de 1,5 à 7 % en masse), représentent de 5 à 10 % de la production de polypropylène. Ils sont plus transparents, plus facilement thermoscellables et plus résistants aux chocs.

Les mélanges à base de polypropylène sont préparés avec des charges d'environ 40 % en masse de talc ou de carbonate de calcium. Des polypropylènes sont également renforcés par 20 à 30 % en masse de fibre de verre ou de mica.

## **PRODUCTIONS :**

En 2013, les capacités mondiales de production sont de 65 millions de t. Celles de la Chine sont de 12,8 millions de t, le pays restant importateur avec, en 2014, 4,85 millions de t.

En 2014, les capacités de production de l'Amérique du Nord sont de 8,6 millions de t.

En 2014, la production de l'Union européenne a été de 9,951 millions de t de polypropylène et de 2,112 millions de t de copolymères à base de polypropylène, avec, en milliers de t :

	Polypropylène	Copolymères		Polypropylène	Copolymères
Allemagne	2 222	250	Pays Bas	663	confidentiel
Belgique	1 927	566	Hongrie	283	0,3
France	1 517	30	Royaume Uni	235	185
Espagne	932	0	Italie	confidentiel	204

Source : Eurostat

**Producteurs** : en capacités de production prévues en 2016, sur un total de 76,81 millions de t, en milliers de t.

<u>LyondellBasell</u> (Pays-Bas)	6 520	<u>Sabic</u> (Arabie Saoudite)	3 460
<u>Sinopec Group</u> (Chine)	6 460	<u>ExxonMobil</u> (Etats-Unis)	2 790
<u>Petro China Group</u> (Chine)	4 610	<u>Reliance Industries</u> (Inde)	2 750
<u>Braskem Group</u> (Brésil)	4 030	<u>Total</u> (France)	2 720
<u>Borealis/Borouge</u> (Autriche)	3 720	<u>Formosa Plastic</u> (Taiwan)	2 270

Source : Tricon

LyondellBasell, possède, en 2014, des capacités de production de 7,75 millions de t dont 5,75 millions de t en Europe et 2 millions de t en Amérique (les capacités des joints ventres sont comptées à 100 %). Les unités de production sont situées en France, à Berre l'Etang (13) avec 250 000 t/an de capacité de production, en Italie, à Brindisi avec 400 000 t/an et Ferrara avec 180 000 t/an, en Allemagne, à Wesseling-Knapsack avec 630 000 t/an, en Espagne, à Tarragone avec 340 000 t/an, en Pologne, à Plock, avec 50 % de Basell Orlen, joint venture avec PKN Orlen et 400 000

t/an, au Royaume-Uni, à Carrington avec 210 000 t/an, aux Etats-Unis, à Bayport, au Texas, avec 250 000 t/an et Lake Charles, en Louisiane, avec 400 000 t/an, au Mexique, à Altamira dans la joint venture [Indelpro](#), avec [Alfa](#) et 590 000 t/an, en Argentine, à Ensenada avec 180 000 t/an, en Corée du Sud, à Yeosu avec 43 % de la joint venture [Poly Mirae](#) avec [Daelim](#) et 700 000 t/an, au Japon, à Oita avec 50 % de la joint venture [Sun Allomer](#) et 363 000 t/an, en Thaïlande, à Map Ta Phut avec 29 % de [HMC](#) et 750 000 t/an, en Australie, à Clyde avec 170 000 t/an et à Geelong avec 130 000 t/an, en Arabie Saoudite, à Jubail avec 25 % de la joint venture SPC avec [Tasnee](#) et 721 000 t/an et 21 % de la joint venture Al Waha avec [Sahara](#), avec 450 000 t/an.

La production de [Sinopec](#) a été, en 2014, de 6,3 millions de t.

Fin 2014, les capacités de production de [Petro China Group](#) sont de 4,14 millions de t.

[Braskem](#), a acquis, en 2011, les activités de [Dow Chemical](#) dans le polypropylène. Le groupe produit du polypropylène en Allemagne, à Wesseling avec 225 000 t/an et Schkopau avec 320 000 t/an, aux Etats-Unis, au Texas, à La Porte avec 330 000 t/an, Freeport avec 320 000 t/an et Seadrift avec 225 000 t/an, en Pennsylvanie, à Marcus Hook avec 350 000 t/an et en Virginie Occidentale, à Neal avec 240 000 t/an, au Brésil, à Paulinia et Mauá dans l'état de Sao Paulo avec 800 000 t/an, à Camaçari dans l'état de Bahia avec 125 000 t/an, à Duque de Caxias dans l'état de Rio de Janeiro avec 310 000 t/an et à Triunfo dans l'état du Rio Grande du Sud avec 740 000 t/an. En 2014, la production a été de 3,45 millions de t dont 1,6 million de t au Brésil.

[Borealis/Borouge](#), détenue à 64 % par International Petroleum Investment Company ([IPIC](#)) d'Abu Dhabi et 34 % par [OMV](#). Borealis a constitué, avec Abu Dhabi National Oil Company ([ADNOC](#)), une joint venture dénommée [Borouge](#). Produit du polypropylène en Autriche, à Schwechat avec 435 000 t/an de capacité de production, en Belgique, à Kallo avec 300 000 t/an et Beringen avec 385 000 t/an, en Allemagne, à Burghausen avec 580 000 t/an, en Finlande, à Porvoo avec 220 000 t/an, aux Emirats Arabes Unis, à Ruwais, avec la joint venture Borouge et 1 820 000 t/an.

[Sabic](#), produit du polypropylène aux Pays Bas, à Geleen avec 940 000 t/an, en Allemagne, à Gelsenkirchen avec 530 000 t/an, en Arabie Saoudite, à Yanbu avec 50 % de Yanpet, joint venture avec [ExxonMobil](#) et 260 000 t/an et 51 % de Yansab et 400 000 t/an et à Jubail, 80 % de Saudi European Petrochemical Company (Ibn Zahr) et 640 000 t/an et 35 % de [Saudi Kayan](#) et 350 000 t/an, en Chine, à Tianjin avec une joint venture 50/50 avec Sinopec et 450 000 t/an.

[ExxonMobil](#), produit du polypropylène en France, à Notre-Dame de Gravenchon (76) avec 300 000 t/an, aux Etats-Unis, à Baton Rouge, en Louisiane avec 400 000 t/an et à Baytown, au Texas, avec 700 000 t/an, à Singapour, avec 900 000 t/an et en joint venture, avec 50 % de Yanpet avec [Sabic](#), à Yanbu, en Arabie Saoudite avec 200 000 t/an et à 25 %, en Chine, à Fujian avec 200 000 t/an.

[Reliance Industries](#) (Inde), a produit, en 2014-15, 2,7 millions de t de polypropylène, en Inde, à Jamnagar, Hazira, Nagothane et Vadodara.

[Total](#) Petrochemicals, produit du polypropylène en France, à Lavéra (13) avec 150 000 t/an et Gonfreville (76) avec 230 000 t/an, en Belgique, à Feluy avec 930 000 t/an, aux Etats-Unis, à La Porte, au Texas, avec 1,2 million de t/an, en Corée du Sud, à Daesan avec 50 % de la joint venture Samsung Total Petrochemical et 400 000 t/an.

[Ineos](#), produit du polypropylène avec des unités de production, en France, à Sarrable (57) avec 65 000 t/an et à Lavera (13) avec 150 000 t/an, en Belgique, à Lillo (Anvers) avec 90 000 t/an et Geel

avec 290 000 t/an, au Royaume Uni, à Grangemouth avec 285 000 t/an, aux Etats-Unis, au Texas à Alvin avec 440 000 t/an et La Porte avec 140 000 t/an et en Californie, à Carson avec 230 000 t/an.

### **SITUATION FRANÇAISE** : en 2014

La production est de 1 516 943 t de polypropylène et de 29 743 t de copolymères.

Les unités de production sont exploitées par :

- ExxonMobil, à Notre-Dame de Gravenchon (76) avec 300 000 t/an de capacité de production,
- LyondellBasell, à Berre l'Etang (13) avec 250 000 t/an de capacité de production,
- Ineos, à Sarrable (57) avec 90 000 t/an de capacités de production et à Lavera (13) avec 150 000 t/an,
- Polychim Industrie, (filiale du groupe belge Beaulieu) à Dunkerque (59) avec 230 000 t/an,
- Total, à Gonfreville (76) avec 230 000 t/an et à Lavéra (13) avec 150 000 t/an.

Commerce extérieur :

Polypropylène :

- Exportations : 526 459 t vers la Belgique à 28 %, l'Italie à 23 %, l'Allemagne à 14 %.
- Importations : 399 822 t d'Allemagne à 28 %, de Belgique à 26 %, d'Espagne à 20 %.

Copolymères à base de polypropylène :

- Exportations : 59 756 t vers la Belgique à 28 %, l'Allemagne à 23 %, les Etats-Unis à 14 %.
- Importations : 45 210 t de Belgique à 48 %, des Pays Bas à 17 %, des Etats-Unis à 10 %.

### **UTILISATIONS** :

**Consommation** : en 2013, dans le monde, 56,1 millions de t, répartition, en % :

Asie du Nord Est	39 %	Sous-continent indien	7 %
Europe de l'Ouest	13 %	Moyen Orient	7 %
Amérique du Nord	13 %	Amérique du Sud	5 %
Asie du Sud Est	8 %	Europe Centrale	3 %

Source : Tricon

En 2013, dans le monde, la consommation de polypropylène a représenté 26 % de la consommation totale de matières plastiques, celle-ci s'élevant à 299 millions de t. En Europe (UE + Norvège et Suisse), la part du polypropylène est, en 2013, de 18,9 %.

**Utilisations** : les principaux secteurs d'utilisation sont, en 2013, les suivants, en % de la consommation totale.

Emballages	30,5 %	Appareils ménagers	10,2 %
Electricité, électronique	13,6 %	Automobile	9,4 %
Equipements	12,8 %	Construction	5,1 %

Source : Global Data

L'injection représente la principale forme d'utilisation (2/3) suivie par les fibres et les films.

Le polypropylène se retrouve dans de nombreux produits. Il est présent dans les tapis et les fibres textiles, sous forme de films dans les [emballages](#), et surtout sous forme moulée, dans l'électroménager et les ustensiles ménagers par exemple la vaisselle pour four à micro-ondes, dans les jouets, les bagages, le mobilier de jardin...

Il est également utilisé pour la fabrication de tissus d'ameublement, de vêtements professionnels jetables (combinaisons de peinture, charlottes, masques chirurgicaux, etc.), de sacs tissés à haute résistance, de géotextiles et de géomembranes ; on le trouve aussi sous forme de fibres dans les cordages, les moquettes, le gazon artificiel. Des pailles à boire sont également fabriquées en polypropylène.

En longueur nominale de 6 à 18 mm, la fibre de polypropylène est un adjuvant dans les bétons pour diminuer le retrait plastique, les fissurations et les lézardes. Les fibres ne remplacent pas le renforcement structurel traditionnel en acier ou les procédés habituels de bonne prise du ciment, mais il est très souvent possible de remplacer les treillis par ces fibres.

Plusieurs pays ont émis des billets en polypropylène, dont l'Australie, le Mexique et Israël.

Pour gagner du poids tout en renforçant la rigidité, il peut être moulé comme du carton ondulé ; on parle alors de polypropylène alvéolaire (PPA). Il peut aussi avoir une structure en nid d'abeille.

#### - Emballages

Il est notamment très fortement utilisé dans le domaine de l'emballage pharmaceutique (car il ne favorise pas la croissance des bactéries à sa surface). Les films, généralement biorientés, sont utilisés dans l'emballage de produits alimentaires divers (pâtes, biscuits,...). Le polypropylène est aussi beaucoup utilisé dans les emballages alimentaires pour sa résistance à la graisse (exemple : emballages de beurre) et son aspect brillant. Ils présentent par ailleurs l'avantage d'être rétractables à chaud.

#### - Automobile

C'est le premier des plastiques utilisés dans ce secteur devant le polyuréthane, le [PVC](#) et le [polyéthylène](#). De 15 à 20 % plus léger que les autres plastiques, le polypropylène apporte un gain de poids à la fabrication d'automobiles. On retrouve par exemple l'utilisation de ce matériau au niveau du hayon de la classe A de Mercedes, première utilisation sur un véhicule de grande série, permettant ainsi de gagner plusieurs kilogrammes sur l'ensemble de cette fonction intégrant les feux arrière, le moteur d'essuie-glace et le système de verrouillage du coffre. Sont concernés également de façon courante les planches de bord, vides-poche, portes-carte, enveloppes de batteries et surtout pare-chocs. Dans ce secteur, est utilisé le polypropylène à blocs (ICP : "Impact copolymer"). Pour pouvoir être efficaces et pouvoir redistribuer les déchets retraités, les filières de recyclage ne peuvent fonctionner qu'avec un nombre limité de types de plastique. On peut ainsi saluer l'effort des principaux constructeurs automobiles qui ont effectué un grand pas dans ce sens et notamment l'initiative de Renault qui a réalisé avec sa Mégane 2 une voiture 100 % polypropylène au niveau des plastiques utilisés.

#### RECYCLAGE :

- Le polypropylène est composé de molécules de propylène, très facilement recyclable par rapport à d'autres matières plastiques comme le PVC. Ainsi avec 1 tonne de plastiques recyclés on peut

économiser jusqu'à 700 kg de pétrole brut. De plus, sa combustion ne dégage que de l'eau et du dioxyde de carbone.

- Un logo permet de reconnaître les plastiques recyclables, il s'agit du ruban de Möbius en forme de triangle avec un chiffre à l'intérieur indiquant le type du plastique. Pour le polypropylène, aussi abrégé PP, on trouve ce logo avec le chiffre 5.