

## BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR

## PLASTURGIE

## U5 : INDUSTRIALISATION

**DOSSIER TECHNIQUE**

**Cette liasse comporte les documents suivants :**

<b>Documents techniques</b>	<b>Page</b>
Mise en situation – présentation du produit	DT1
Fiche matière de l'extrudeur (FSP)	DT2 à DT3
Fiche matière polypropylène (généralités)	DT4 à DT5
Fiches essais matière	DT6 à DT8
Formulaire rhéologie	DT8
Vérification de l'étirabilité du polypropylène	DT9
Estimation des paramètres de transformation	DT10 à DT14
Modèle de Wilson et utilisation des plans d'expérience	DT14

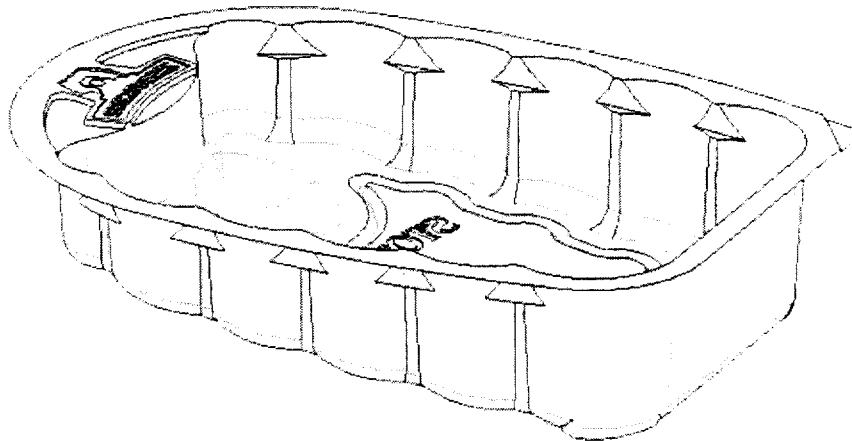
## Mise en situation

Une société alsacienne, spécialisée dans la fabrication de produits frais, contacte pour la fabrication de nouvelles barquettes de choucroute, la société PLASTOBREIZ spécialiste du thermoformage.

### FICHE SPECIFICATIONS PRODUIT

A-Produit :

- ◆ Intitulé du Produit : CHOUCROUTE BAR
- ◆ Quantité annuelle (estimée) : 400 000 pièces
- ◆ Volume par commande : 100 000 pièces
- ◆ Présentation : Produit operculé (recouvert d'un film) après remplissage
- ◆ Vue 3 D



- ◆ Aspect : Barquette la plus transparente possible. – Couleur naturelle.
- ◆ Dimensionnel pièce :

Longueur	Largeur	Profondeur
201,5 mm	141 mm	47 mm

- ◆ Conditions d'utilisation :
  - Plage de température 2° à 4°C pour la conservation du produit
  - Passage au micro-onde pour le réchauffage (T°C maxi estimée : 120°C)
  - Force maxi d'arrachage de l'opercule : 15 N pour 15 mm

La société PLASTOBREIZ contacte la société FSP, spécialisée dans la fabrication de feuilles multicouches extrudées pour l'alimentaire qui définira la matière première (nature, épaisseur...) et fournira les feuilles nécessaires à la production.

Les feuilles sont produites sur des coextrudeuses calandreuses. Les produits fabriqués peuvent contenir jusqu'à 5 couches de polymères différents.

Elle diffuse à ses clients des fiches techniques (doc DT1 à DT3) pour présenter sa gamme.

## Fiche matière F S P

### Feuille Multicouche Haute Barrière PP/EVOH/PP

#### Composition

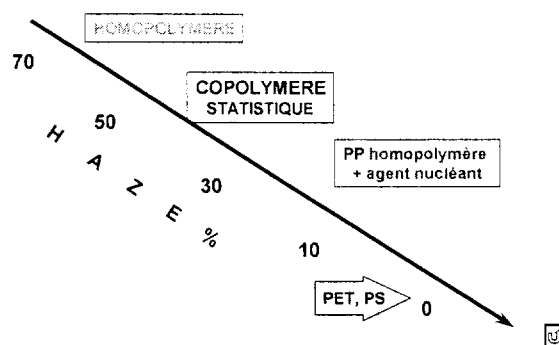
- Polypropylène (homopolymère nucléé ou non ou copolymère statistique)
- Adhésif (PP + anhydride maléique)
- EVOH (copolymère d'éthylène et d'alcool vinylique) : 2% mini
- Adhésif (PP + anhydride maléique)
- Polypropylène (homopolymère nucléé ou non ou copolymère statistique)

Les polypropylènes homopolymères résistent particulièrement bien aux hautes températures; les copolymères, quant à eux, sont plus transparents. Les homopolymères nucléés offrent le meilleur compromis transparence – résistance.

#### Transparence

Haze : trouble

Mesure du "Haze"  
Plus le haze est faible, plus la matière est transparente



#### Propriétés

Le polypropylène assure la barrière à la vapeur d'eau et une très bonne résistance aux hautes températures.

L'EVOH a pour fonction de donner au produit emballé la barrière aux gaz.

De plus, la feuille PP/EVOH/PP offre une bonne barrière aux arômes et une excellente résistance aux acides, huiles et graisses.

#### Applications

Ces propriétés font de la feuille PP/EVOH/PP FSP le matériau idéal pour emballer :

- Les produits à stériliser dans l'emballage (120°C)
- Les produits réchauffables au four micro-ondes
- Les produits sensibles à l'oxydation.

**Thermoformage**

La feuille PP/EVOH/PP nécessite des précautions particulières au thermoformage : plage de température contrôlée, préchauffage adapté de la feuille.

**Thermo-scellage**

Le niveau de tenue des opercules thermo-scellés sur les pièces est fonction du taux de polybutylène contenu dans la couche de polypropylène servant au scellage et au type de polypropylène utilisé (homopolymère ou copolymère).

En fonction des réglages souhaités des machines de scellage (pression et température), la société FSP ajuste ce taux pour répondre à toutes les demandes.

**Gamme d'extrusion**

Epaisseur : 250 à 1500  $\mu\text{m}$ .

Laize (largeur) : 150 à 1500 mm.

Diamètre mandrin : 76 ; 152 ; 200 mm.

Diamètre bobine : 1200 mm maximum.

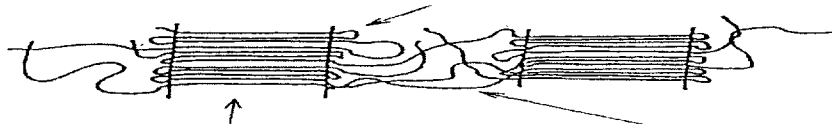
**Propriétés**

	Méthode	Unité	PP homo	PP copo statistique	PP homo Nucléé
Masse volumique	ISO 1183	$\text{g.cm}^{-3}$	0,90	0,90	0,91
Module traction	ISO 527-2	MPa	1500-1700	1000-1500	1300-1600
Contrainte à la rupture	ISO 527-2	MPa	20-40	25	20-40
Allongement rupture	ISO 527-3	%	150-300	150-300	150-300
T°C de fusion	ISO 11357	°C	162-166	145-152	162-166
Taux de cristallinité		%	75	60	70
Point Vicat	ISO 306 B	°C	154	130	154
% transparence		%	60	75	85
Transition vitreuse	ISO 11357	°C	+ 1	-5	+ 1
Prix au kg (valeur indicative)		€	0,8	0,9	1

## Polypropylène : généralités

### Cristallinité

- Le PP est un polymère semi cristallin à 2 phases :
  - Une phase cristalline (isotactique),
  - Et une phase amorphe (atactique)

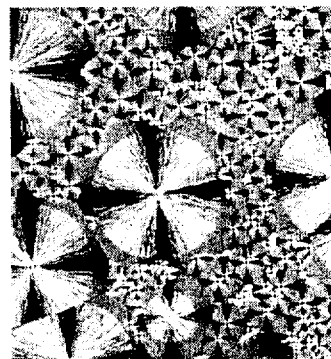
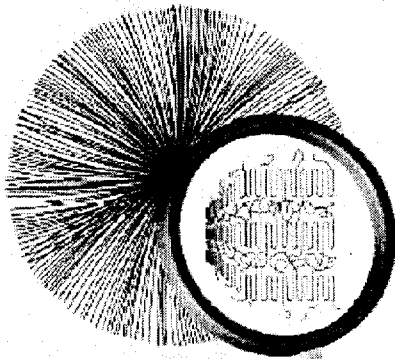


*Lamelle cristalline*

*Amorphe*

### Cristallinité

La lamelle cristalline se développe radialement à partir d'un germe de cristallisation

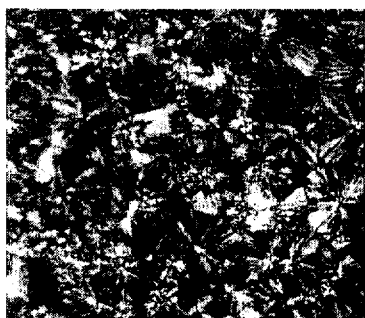


### Homo & Copolymère

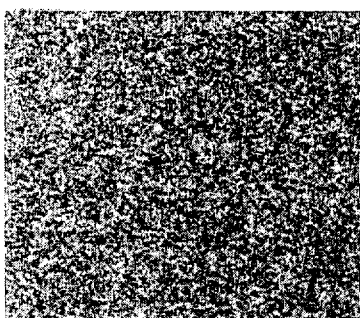
- **HOMOPOLYMERE (PPH)**  
 $A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A-A$   
 Un seul type de monomère
- **COPOLYMERE**
  - **COPOLYMERE STATISTIQUE (PPR)**  
 $A-A-A-B-A-A-A-A-B-A-A-A$   
 Introduction statistique d'une faible part de PE (B),  
 2 à 4%, dans la chaîne de polypropylène (A)
  - **COPOLYMERE BLOC ( PPB)**  
 $A-A-A-A-A-A-B-B-B-A-A-A-A$   
 2 blocs A : PP    B : PE

## Nucléation

La multiplication des germes de cristallisation, diminue la taille des sphérulites.

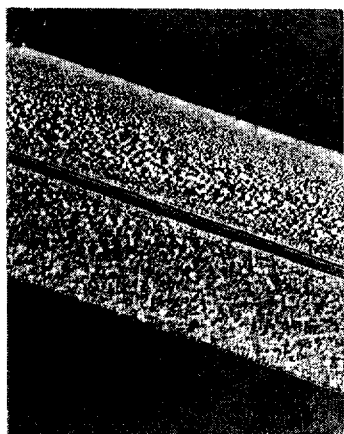


Homopolymère



Homopolymère nucléé

## Coupes microscopiques de films multicouches



Homopolymère



Homopolymère nucléé

## Applications

### Les homopolymères (PPH)

- ☞ Bonne résistance mécanique
- ☞ Haute transparence si nucléé
- ☞ Meilleure résistance à haute température
- ☞ Transition vitreuse : (0°C)

### Les copolymères statistiques (PPR)

- ☞ Bonne transparence
- ☞ Transition vitreuse (-5°C)

### Les copolymères block (PPB)

- ☞ Transition vitreuse (-30°C)
- ☞ Le plus opaque
- ☞ Le meilleur compromis rigidité / résistance aux chocs.

	PPH	PPH n	PPR	PPB
T <sub>v</sub>	1°C	1°C	-5°C	-30°C
T fusion	165°C	165°C	145°C	165°C
Retrait	+++	+++	+	++
Choc à froid	+	+	++	+++
Transparence	++	++++	+++	+

**Essais du complexe PP/EVOH/PP**

Client : PLASTOBREIZ

**Essai 1** Epaisseur de la feuille

Spécification :  $700 \mu\text{m} \pm 25 \mu\text{m}$

Valeurs mini mesurées pendant la fabrication :  $690 \mu\text{m}$

Valeurs maxi mesurées pendant la fabrication :  $720 \mu\text{m}$

**Essai 2** Test d'adhésion

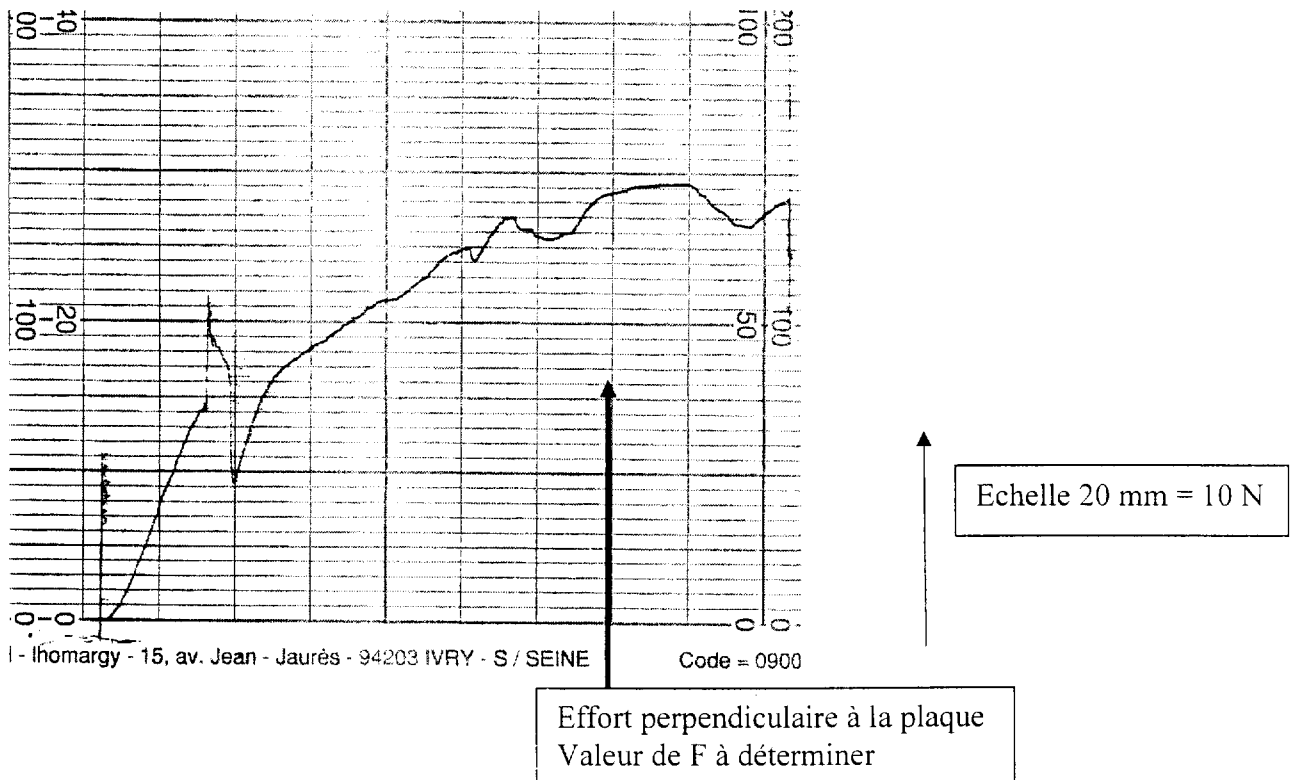
Conditions d'essai :

Eprouvette : largeur 15 mm

Essai de délaminage (séparation des couches PP / EVOH)

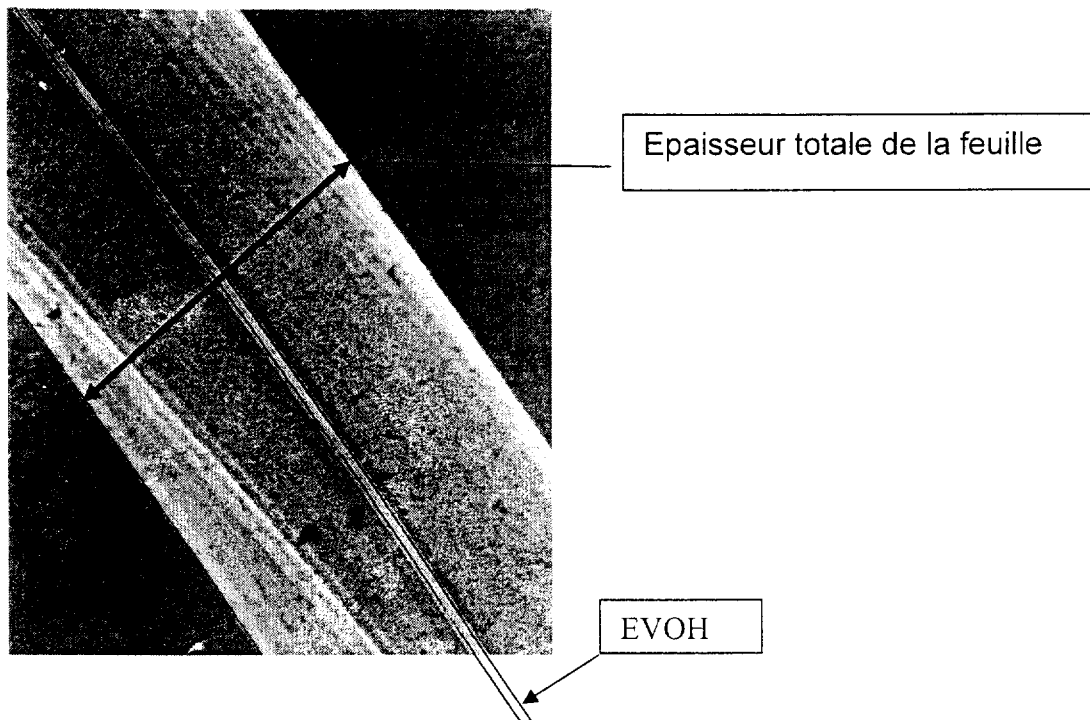
Mesure de la valeur lorsque l'arrachement est perpendiculaire à l'éprouvette (voir flèche).

Valeur min : 7 N



**Essai 3** Mesure du pourcentage d'EVOH

Structure du complexe  
 Coupe microtomique dans l'épaisseur  
 Spécification :  $2 \% < \text{EVOH} < 3,5\%$   
**Mesure : microscopie**




---

**Essai 4** Retrait à chaud

Conditions d'essai :  
 Eprouvette : feuille 100,4 mm – sens d'extrusion  
 101,2 mm – sens transversal à l'extrusion.

Chauffage : 160 °C  
 Condition : Sur lit de Kaolin

Spécification :  
 1,6 % < retrait < 1,8 % sens d'extrusion  
 1,3 % < retrait < 1,5 % sens transversal à l'extrusion

Mesure de l'éprouvette après essai :

Dans le sens d'extrusion : 98,7 mm  
 Dans le sens transversal à l'extrusion : 99,84 mm