

**BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR****PLASTIQUES ET COMPOSITES****E5 : PRÉPARATION ET SUIVI DE LA  
PRODUCTION****Sous-épreuve :  
U51 - ÉVALUATION DES PRODUCTIONS**

Durée 2 heures

coefficient 2

***Aucune documentation autorisée*****Ce sujet comprend les documents suivants :**

Mise en situation	Pages 1/4, 2/4, 3/4 et 4/4
Texte du sujet	Pages 1/3, 2/3 et 3/3
Documents réponse	Documents R1, R2, R3, R4, R5 et R6

**REMARQUE :** les documents réponse R1, R2, R3, R4, R5 et R6, seront à rendre même non remplis, et agrafés avec les copies.

**CALCULATRICE AUTORISÉE**

*Sont autorisées toutes les calculatrices de poche, y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimantes.*

*Le candidat n'utilise qu'une seule machine sur la table. Toutefois, si celle-ci vient à connaître une défaillance, il peut la remplacer par une autre.*

*Afin de prévenir les risques de fraude, sont interdits les échanges de machines entre les candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices.*

## MISE EN SITUATION :

L'étude porte sur la fabrication d'un pare-choc avant d'un nouveau modèle de véhicule. Le problème traité porte sur le suivi de production ( matière avant et après transformation ).

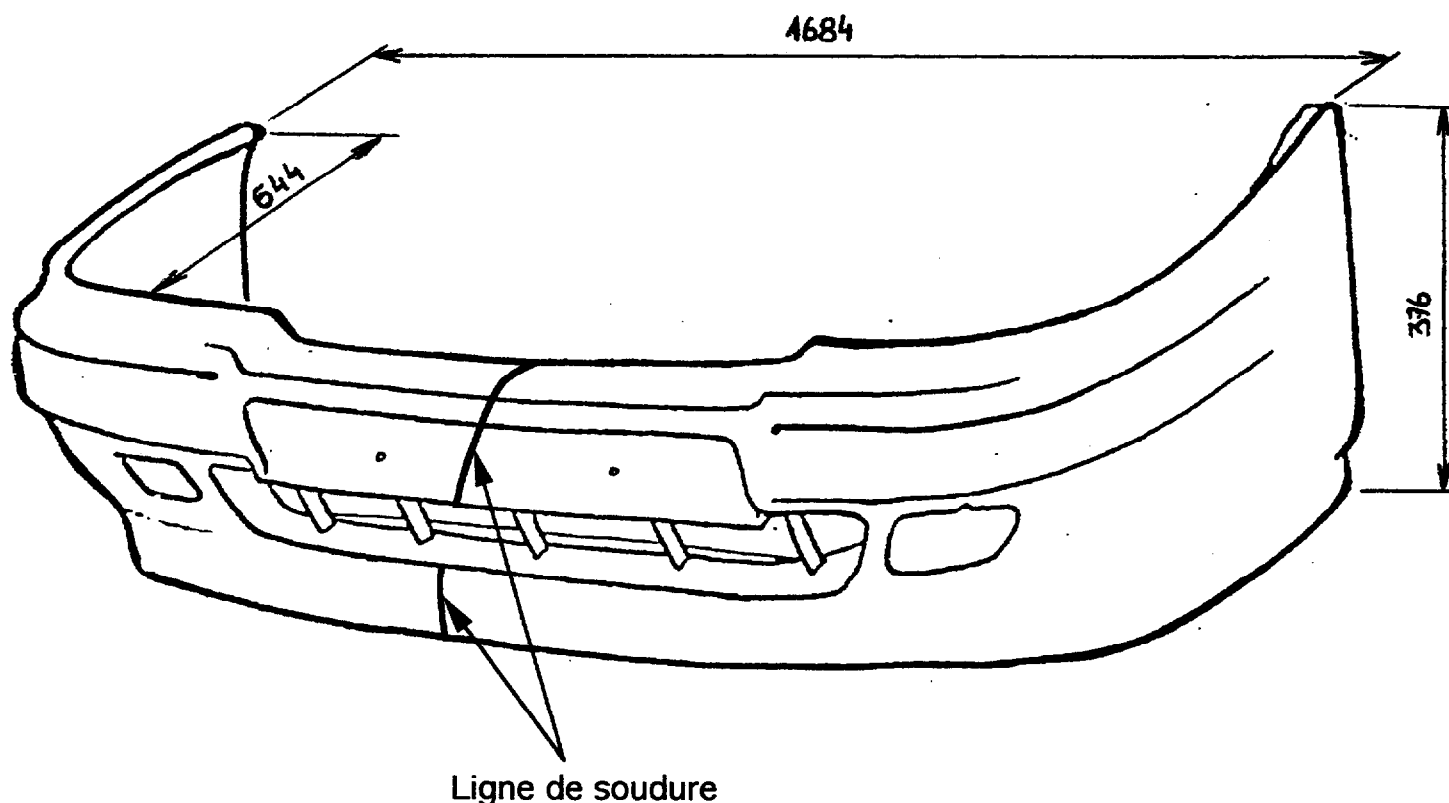
On ne s'intéresse qu'à la pièce moulée qui est la base du pare-choc.

La matière première transformée est un copolymère PP-PE , afin d'augmenter la résilience du matériau ainsi que l'allongement à la rupture . En effet, un pare-choc est sujet à l'élongation lors d'un choc latéral.

D'autre part, pour un meilleur compromis rigidité-résistance au choc et pour une meilleure résistance à l'ensoleillement, le copolymère choisi est un copolymère bloc ou séquencé noté PP B.

Les pièces seront obtenues par injection à l'aide d'une presse 30000 kN. Les différents lots de matière se trouvent dans des silos de 10000 kg.

## PRESENTATION DU PRODUIT :



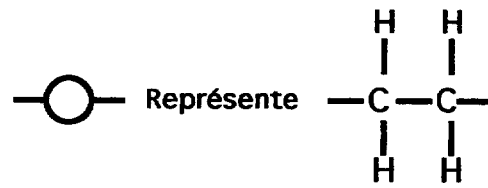
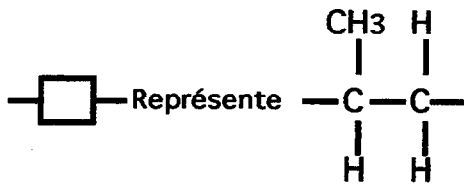
**PARE-CHOC AVANT**

Masse: 4220g avec la carotte

Production: 1200 pièces par jour

**Caractéristiques matières: (Données Fournisseur DSM)  
STAMYLAN P 86 MF 97****TABLEAU 1**

MFR ( 230°C ; 21.6N )	ISO R 1133	g/10min	4.7
MFR ( 230°C ; 50N )	ISO R 1133	g/10min	18
Résistance UV , 63°C	Méthode DSM	h	>3500
Module de flexion	ISO R178	MPa	1130
Essai de traction 50mm/mn			
- contrainte au seuil d'écoulement	ISO R527 (II)	MPa	25
- résistance à la rupture		MPa	58
- allongement à la rupture		%	>500
Choc IZOD entaillé , -40°C	ISO R180	kJ/m <sup>2</sup>	4.5
Choc IZOD entaillé , -20°C			6.8
Choc IZOD entaillé , 0°C			14
Choc IZOD entaillé , +23°C			>60
Choc CHARPY entaillé , -40°C	ISO R179	kJ/m <sup>2</sup>	
Choc CHARPY entaillé , -20°C			
Choc CHARPY entaillé , 0°C			
Choc CHARPY entaillé , +23°C			
HDT B	ISO R75	°C	80
Température Vicat 10N	ISO R306	°C	142
Dureté + 23°C , 50N	ISO R868	Shore D	66
Retrait	Méthode DSM	%	1.6
Densité	ISO 895	kg/m <sup>3</sup>	907



Polyéthylène PE



Polypropylène  
Homopolymère PP H



Polypropylène  
Copolymère  
Bloc ou séquencé PP B



Polypropylène  
Copolymère  
Statistique ou PP R



TABLEAU 2

PROPRIETES COMPAREES DE QUELQUES POLYMERES :				
Caractéristiques	PE	PP H	PP B	PP R
Résistance au choc Charpy avec entaille en traction à 23°C en kJ/m <sup>2</sup>	120 à 150	80	145	150
Module d'élasticité en flexion en MPa	200 à 800	1200 à 1700	1000 à 1400	500 à 900
Température de fusion en °C	110 à 130	160 à 170	160 à 170	135 à 145

TABLEAU 3

CONTROLE RECEPTION MATIERE			
Caractéristiques	Unités	Exigences	Méthode d'essai
MFR (230°C; 2,16 kg )	g /10 min	4,7 + ou - 0,5	ISO R 1133
Dureté	Shore D	70 + ou - 5	ISO 868
Choc IZOD à 23°C Entaille =1mm	kJ/m <sup>2</sup>	> 60	ISO R 180
Choc IZOD à -20°C Entaillé	kJ/m <sup>2</sup>	> 7	ISO R 180
HDT	°C	> 70	ISO R 75 Be

TABLEAU 4

CONTROLE SUR PRODUIT FINI			
Caractéristiques	Unités	Valeurs	Méthode d'essai
Module d'élasticité en flexion à 23°C	MPa	1300 + ou - 300	ISO R 178
Contrainte à la flèche conventionnelle à 23°C	MPa	40 + ou - 10	ISO R 178
Choc par chute de masse sur pare-choc entier		Pas de rupture	Norme interne Hauteur =1m Masse = 6,4Kg

1. Afin de vérifier la régularité des lots de matière, le laboratoire effectue des essais de DSC (analyse calorimétrique différentielle), de MFR (indice de fluidité), de choc IZOD.

**1.1. Analyse calorimétrique différentielle:**

**(5points)**

Sur le document réponse R1, on vous demande

- de justifier que l'analyse obtenue est bien celle d'un copolymère PP-PE Bloc et non pas d'un copolymère statistique
- de donner la nature des pics 1 et 2 obtenus
- de déterminer les températures caractéristiques
- de calculer le taux de cristallinité du lot A
- de montrer l'intérêt de la connaissance de ces caractéristiques pour la régularité des lots en donnant l'influence d'une éventuelle dérive sur
  - .la structure du matériau
  - .le retrait
  - .la résistance du matériau.

**1.2. Indice de Fluidité:**

**(2,5points)**

Sur le document réponse R2, on vous demande

- de calculer l'indice de fluidité du lot A : MFR ( 230°C; 2,16 kg )
- de faire une conclusion en comparant avec les données du fournisseur et du cahier des charges.
- de montrer l'influence de la structure sur une éventuelle dérive du résultat obtenu et donc sur la qualité de la production.

**1.3. Essai de choc Izod:**

**(2,5points)**

Sur le document réponse R3, on vous demande

- de calculer les résiliences à -20°C et 23°C du lotA,
- de conclure en comparant avec les données du fournisseur et du cahier des charges.

2. Le contrôle des produits finis est effectué en Flexion sur des éprouvettes découpées dans le pare-choc (les autres contrôles étant conformes au cahier des charges).

Sur le document R4, on vous demande

- de calculer le module de flexion et la contrainte à la flèche conventionnelle du lot A
  - de faire une conclusion en comparant avec les données du cahier des charges.
- (2,5 points)*

### 3. PROBLEME DE PRODUCTION:

Lors du changement de lot, les contrôles réception matière du lot B ont donné des résultats conformes (MFR et DSC identiques). Les paramètres de moulage sont identiques à ceux du lot A. Les premières pièces produites ont montré une ligne de soudure trop importante et sont refusées pour résilience insuffisante. En effet, on observe une rupture lors de l'essai de choc par chute de masse (voir document mise en situation page 4/4) au niveau de cette ligne de soudure.

Le module de flexion obtenu sur des éprouvettes découpées dans le pare-choc indique une valeur  $E_b = 1500$  MPa.

#### 3.1. Comparer cette valeur

- avec les données du cahier des charges
  - avec celle obtenue pour le lot A
  - justifier la résilience insuffisante.
- (1 point)*

#### 3.2. Recherche de solutions

Pour approfondir une comparaison entre les 2 lots, un essai au rhéomètre capillaire est effectué sur les lots A et B.

la courbe obtenue pour le lot A figure sur le document R5.

3.2.1. Afin de comparer les 2 lots, compléter le tableau du document réponse R5 et construire la courbe de viscosité du lot B sur ce même document.

*(2,5 points)*

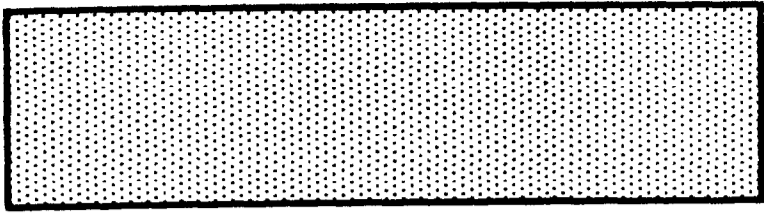
3.2.2. Borner la zone liée aux vitesses de cisaillement utilisées en injection et indiquer, parmi ces deux lots, celui dont la viscosité est la plus importante dans ces conditions de transformation. *(1 point)*

3.2.3. Sachant que la vitesse de cisaillement que subit la matière lors de l'essai de MFR est environ  $5 \text{ s}^{-1}$ , justifier à l'aide des courbes du document R5 les valeurs identiques de MFR obtenues pour les lots A et B. En déduire l'avantage de l'essai au rhéomètre capillaire par rapport au MFR. *(1 point).*

3.2.4. Expliquer l'apparition d'une ligne de soudure trop importante sur les pièces obtenues avec le lot B *(0,5 point).*

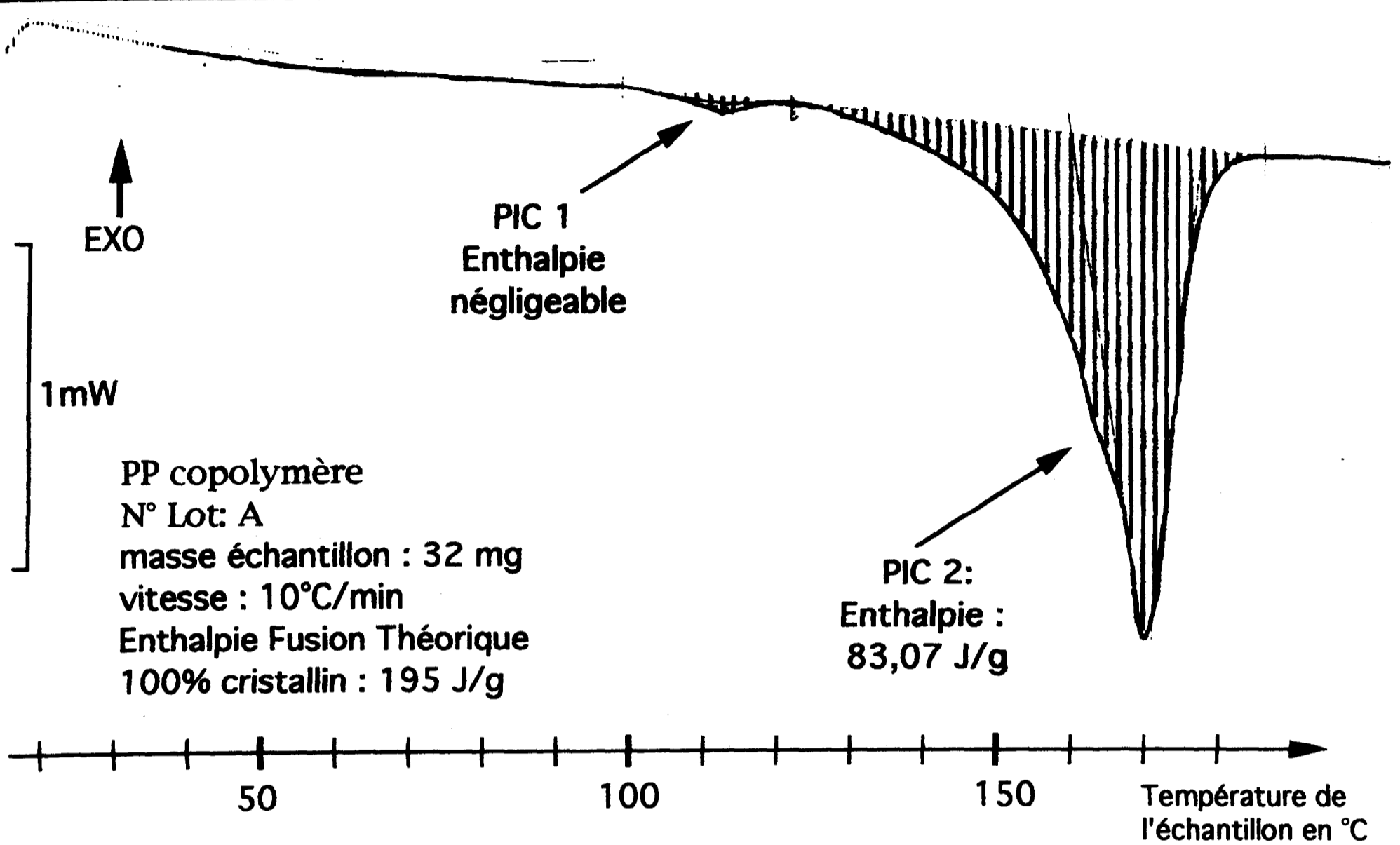
3.2.5. Proposer les 3 actions correctives les plus significatives afin d'atténuer cette ligne de soudure et donc d'améliorer la résilience des pare-chocs. Pour cela, cocher 3 cases sur le document réponse R6 *(1,5 point).*





**CONTROLE RECEPTION MATIERE**  
**ANALYSE CALORIMETRIQUE DIFFERENTIELLE**

NF T 51 223

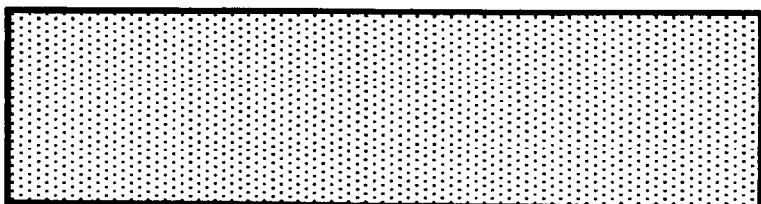


	Explication	Températures caractéristiques
PIC 1		
PIC 2		

Justification de la courbe correspondant à un copolymère PP-PE Bloc

Calcul du taux de cristallinité:

Intérêt de la connaissance de ces valeurs caractéristiques:



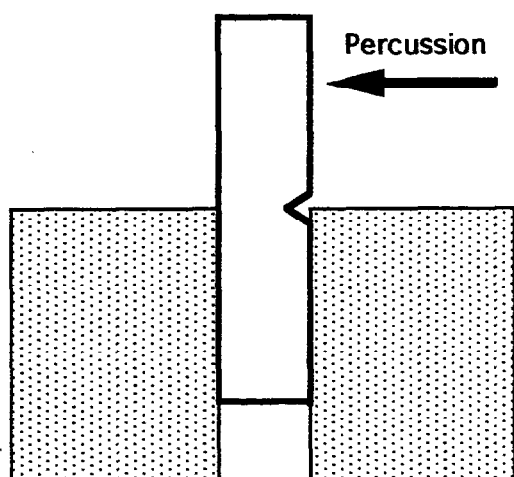
CONTROLE RECEPTION MATIERE Mesure de l'indice de fluidité (MFR)					Norme ISO R 1133			
CONDITIONS D'ESSAI				MATIERE				
Charge amovible : 2160 g Température d'essai : 230 ° C Intervalle de coupe t= 30 s				Nom: PP copolymère STAMYLAN P Fournisseur: DSM Référence : 86 MF 97 N° Lot: A				
extrudats	1	2	3	4	5	6	7	8
masse en g	0,241	0,239	0,238	0,243	0,240	0,236	0,244	0,239
Calcul du MFR en g/10min:								
MFR (       ;       ) =								
Conclusion:								
Influence de la structure:								

**CONTROLE RECEPTION MATIERE  
ESSAI DE CHOC IZOD**

**NORME  
ISO R 180**

Matière: Stamyran P  
Fournisseur: DSM  
Référence: 86 MF 97  
N° Lot: A

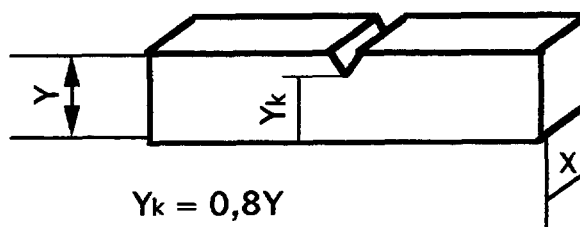
Eprouvettes injectées  
Entailles usinées  
Nombre d'éprouvettes par essai : 10



$$\text{Résilience} = \frac{\text{Energie absorbée}}{\text{Section sous entaille}}$$

$$X = 10 \text{ mm}$$

$$Y = 4 \text{ mm}$$



$$Y_k = 0,8Y$$

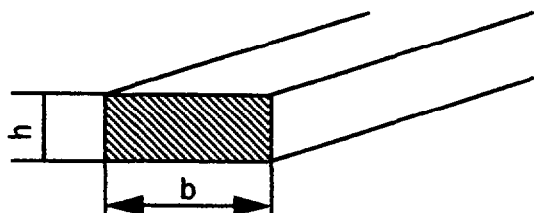
Température essai  $T = -20^\circ\text{C}$   
Energie moyenne absorbée  $W = 0,290 \text{ J}$   
Calcul de la résilience  $Re$   
(à  $1 \text{ kJ/m}^2$  près)

Température essai  $T = 23^\circ\text{C}$   
Energie moyenne absorbée  $W = 2,27 \text{ J}$   
Calcul de la résilience  $Re$   
(à  $1 \text{ kJ/m}^2$  près)

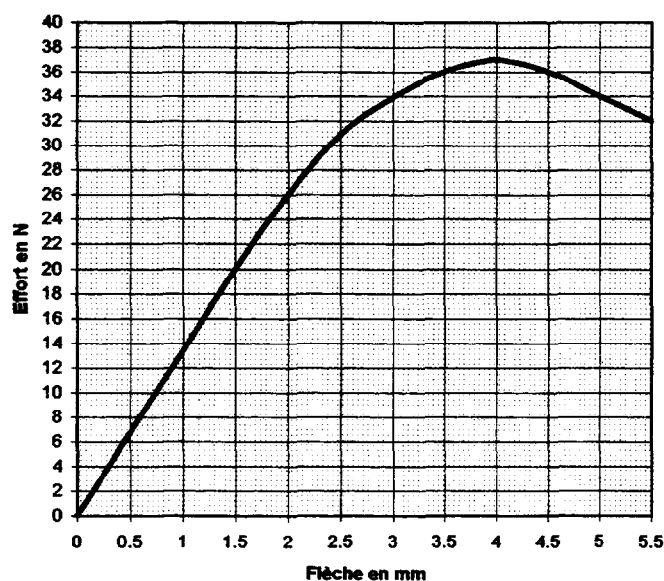
**Conclusion**

**CONTROLE SUR PRODUIT FINI  
ESSAI DE FLEXION**

Norme  
**ISO R 178**

**EPROUVETTE****MATIERE**

Nom: PP copolymère Stamyran P  
N° Lot: A  
Eprouvette découpée dans le  
pare-choc

**Courbe de Flexion****FORMULES**

$h = 2 \text{ mm}$   
 $b = 10 \text{ mm}$   
Distance entre appuis  $D = 15h$

Module de flexion

$$E_b = \frac{D^3 \cdot F}{4 \cdot b \cdot h^3 \cdot Y}$$

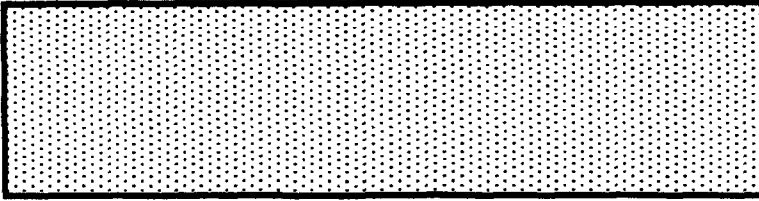
Contrainte de flexion

$$\sigma = \frac{3 \cdot F \cdot D}{2 \cdot b \cdot h^2}$$

**Calcul du module d'élasticité  
en flexion  $E_b$**

**Calcul de la contrainte à  
la flèche conventionnelle  
( $Y_c = 1,5h$ )**

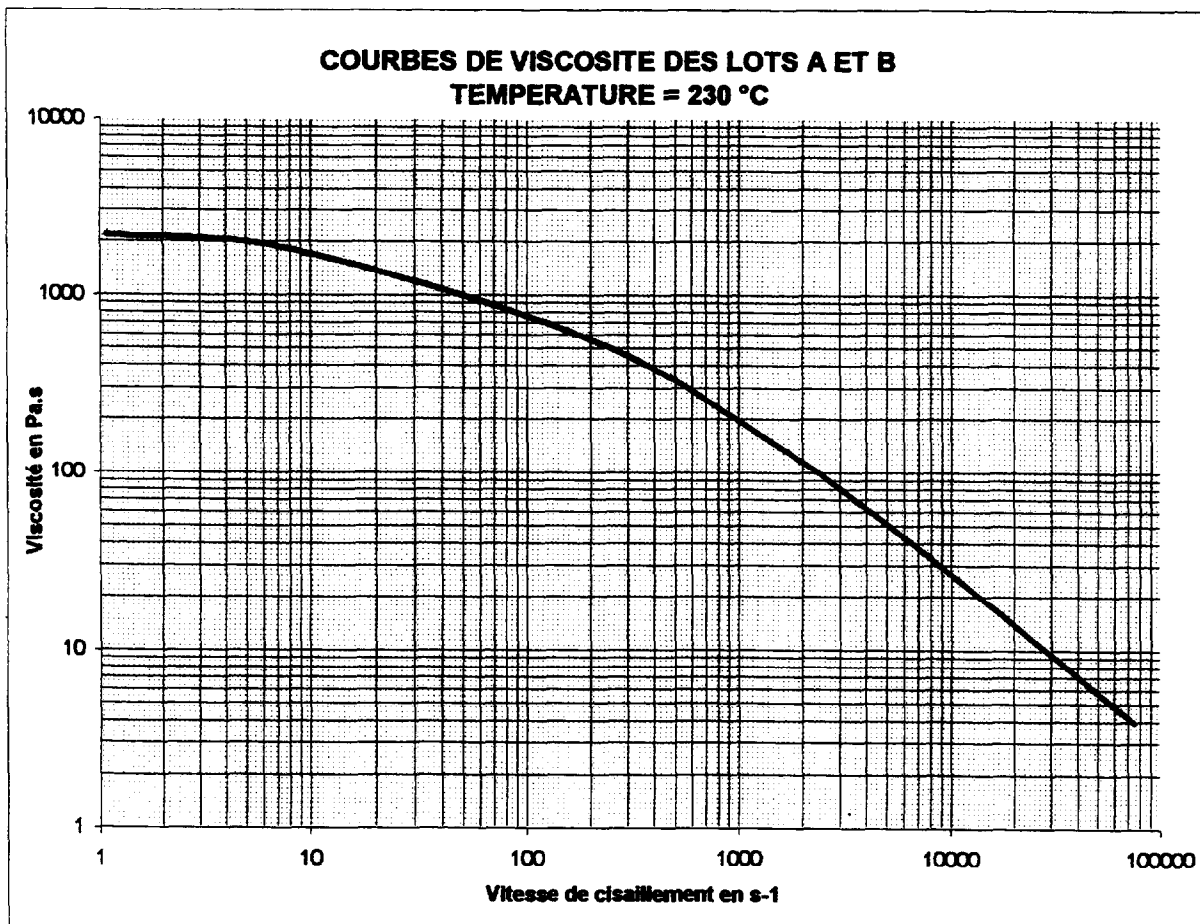
**Conclusion**

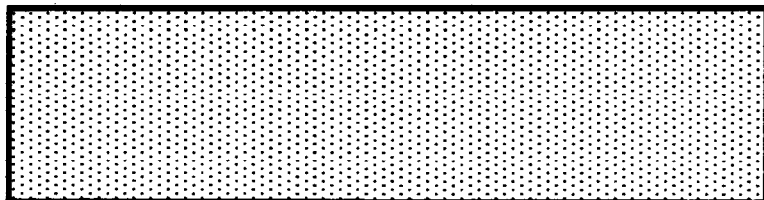


### LOT B

Vitesse de cisaillement $\dot{\gamma}$ en $s^{-1}$	5	10	40	200	900	8000	50000
Contrainte tangentielle $\tau$ en kPa	10	20	60	180	360	800	1000
Viscosité $\eta$ en Pa.s							

Rappel  $\eta = \frac{\tau}{\dot{\gamma}}$





EXTRAIT FICHE DE REGLAGE		
PARAMETRES	Diminution	Augmentation
TEMPERATURE MATIERE		
PRESSION D' INJECTION		
PRESSION DE MAINTIEN		
TEMPS DE MAINTIEN		
VITESSE D'INJECTION		
POINT DE COMMUTATION		
TEMPERATURE DU MOULE		
FORCE DE VERROUILLAGE		
TEMPS DE REFROIDISSEMENT		