

# DOSSIER RÉPONSE

## Platine multi-supports sous capot moteur

### Sommaire

<b>A - Conception, Bureau d'études</b> .....	1
1) <u>Choix de la matière</u> .....	1
2) <u>Choix du type d'alimentation</u> .....	2
3) <u>Détermination du nombre d'empreintes</u> .....	3
<b>B - Préparation de la production</b> .....	4
1) <u>Vérification du taux de charges</u> .....	4
2) <u>Choix de la presse à injecter</u> .....	5
3) <u>Préréglages</u> .....	6
<b>C - Mise au point</b> .....	8
1) <u>Vérification du temps d'injection</u> .....	8
2) <u>Étude du temps de maintien</u> .....	9
3) <u>Étude de la courbe d'injection</u> .....	10
<b>D - Présérie</b> .....	11
1) <u>Essai DSC</u> .....	12
2) <u>Essai taux d'humidité</u> .....	13
<b>E - Production et suivi statistique</b> .....	14
1) <u>Choix de la grandeur mesurée</u> .....	14
2) <u>Test de normalité</u> .....	15
3) <u>Étude de capabilité</u> .....	15
4) <u>Établissement de la carte</u> .....	16
5) <u>Utilisation</u> .....	17
6) <u>Analyse</u> .....	17
<b>F - Optimisation</b> .....	18
1) <u>Étude de l'influence du taux de rebroyé sur les propriétés mécaniques</u> .....	18
2) <u>Essai de moulage</u> .....	19

Pour l'ensemble du sujet vos réponses doivent être justifiées par des arguments techniques.

## A - Conception, Bureau d'études

### 1) Choix de la matière

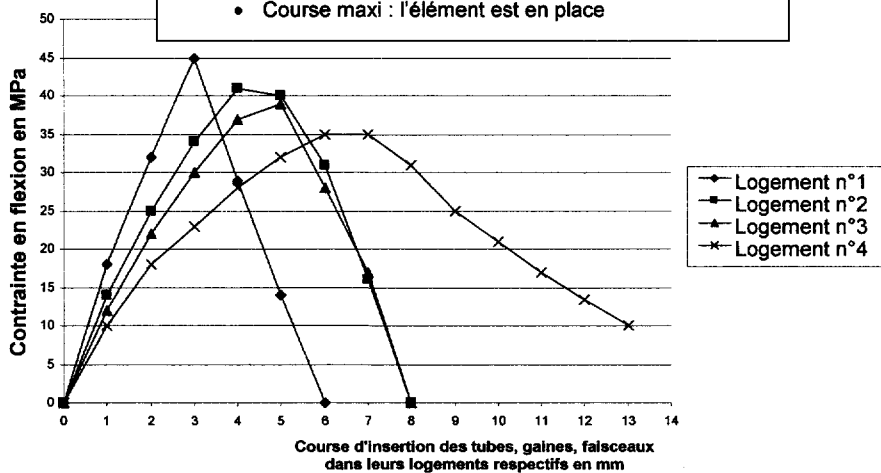
A partir du cahier des charges de la pièce DT 4 et de la documentation matière DT 7 donnez les éléments techniques permettant la validation du choix de la matière, en fonction :

a) des contraintes thermiques de la pièce en précisant des valeurs chiffrées.

b) des contraintes de flexion constatées sur la pièce par calcul de structure. A partir des courbes et du document DT 7, peut-on valider la matière ?

Contrainte exercée sur la platine multi-support lors de l'insertion des tubes, gaines, faisceaux; calculée par logiciel de simulation RDM

- Course = 0 : l'élément est hors de son logement
- Course maxi : l'élément est en place



## 2) Choix du type d'alimentation

Le bureau des méthodes désire que les pièces soient dégrappées automatiquement. Deux solutions sont proposées :

- soit un système de dégrappage automatique intégré à l'outillage ;
- soit une alimentation sans déchets de type canaux chauds.

a) En vous aidant du document ressources DT 6, décrivez précisément le risque encouru par un opérateur qui interviendrait dans un moule équipé d'un système de canaux chauds ouverts (sans obturateurs).

b) Quelle peut être l'influence de la fibre de verre sur le système d'alimentation par canaux chauds ?

c) Effectuez un choix entre les deux systèmes en tenant compte des critères de coût et de sécurité. Nommez le type d'alimentation choisi et faites en un schéma explicatif clair.

**3) Détermination du nombre d'empreintes.**

Afin de réduire les temps de fabrication, une étude de coût en fonction du nombre d'empreintes est pratiquée. Le projet prévoit de recycler en continu les carottes et canaux, de ce fait le coût matière est le même pour toutes les solutions et n'intervient donc pas dans les critères de comparaison. Les données suivantes ont été estimées par le mouliste et par le bureau des méthodes :

Remplissez le tableau ci-dessous :

- a) Déterminez la cadence horaire de production pour chaque solution outillage.
- b) Déduisez en le coût total (machine et outillage) par pièce pour la série prévue en DT 4.

	<b>Solution 1</b> Moule 2 empreintes	<b>Solution 2</b> Moule 4 empreintes	<b>Solution 3</b> Moule 6 empreintes	<b>Solution 4</b> Moule 8 empreintes
Étude moule et réalisation outillage	121 200 €	161 500 €	201 600 €	241 600 €
Taux horaire machine	35 €/h	40 €/h	45 €/h	50 €/h
Temps de cycle estimé	13 s			
a) Cadence de production (pièces/h)				
b) Coût total (machine + outillage) par pièce pour la série prévue				

c) Quelle solution choisissez-vous ?

## B - Préparation de la production

### 1) Vérification du taux de charges

Cette pièce technique répond à des caractéristiques précises en termes de module d'élasticité et de tenue en température. Celles-ci sont influencées par le taux de fibres de verre. Pour anticiper ce risque de non conformité, le taux de charges de chaque nouveau lot de matière est systématiquement mesuré conformément aux normes NF EN ISO 3451 dont quelques extraits choisis sont présentés en DT 8.

Les valeurs expérimentales des essais sont présentées dans l'ordre chronologique :

Mesure N°	$m_0$ (g)	$m_1$ (g)
1	2,0511	0,2012
2	2,0136	0,2592
3	2,1241	0,2853

#### Critère d'acceptation du lot :

Le nouveau lot est accepté si l'écart entre le résultat et la valeur attendue ne dépasse pas 5%

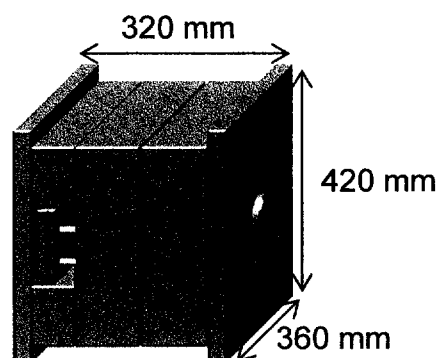
a) Déterminez les limites d'acceptation du lot.

b) Calculez le taux de fibre mesuré et analysez le résultat : le lot est-il accepté ?

**2) Choix de la presse à injecter.**

La solution outillage retenue finalement est un moule 4 empreintes alimenté classiquement par carotte et canaux.

Le moule a les dimensions suivantes :



a) À partir des données du logiciel de rhéologie, déterminez le volume de la moulée.

b) À partir des données du logiciel de rhéologie, estimez la force de verrouillage en kN. On considèrera que la pression de la matière dans les canaux d'alimentation nécessite une augmentation de la force de verrouillage de 20%

## c) Choix de la presse

Choisissez la presse la plus compatible avec votre production parmi celles qui sont disponibles sur votre îlot et dont les caractéristiques sont données en DT 12 et DT 13. Justifiez votre choix à l'aide de critères précis qui vous permettent de préférer tel matériel à tel autre.

**3) Préréglages**

On vous demande d'essayer l'outillage et de produire une présérie de pièces. Vous opérerez sur une presse réservée pour les essais et vous devez déterminer les valeurs de quelques paramètres de préréglage pour démarrer en sécurité et gagner du temps.

La presse qui vous est attribuée, est équipée d'une **vis de diamètre 35 mm**, et la **température du moule est réglée à 100°C**.

## a) Vitesse de rotation vis

À partir d'une **propriété de mise en œuvre** du tableau de données matière DT 7, calculez les valeurs maximales et minimales possibles de vitesse de rotation vis.

## b) Course de dosage

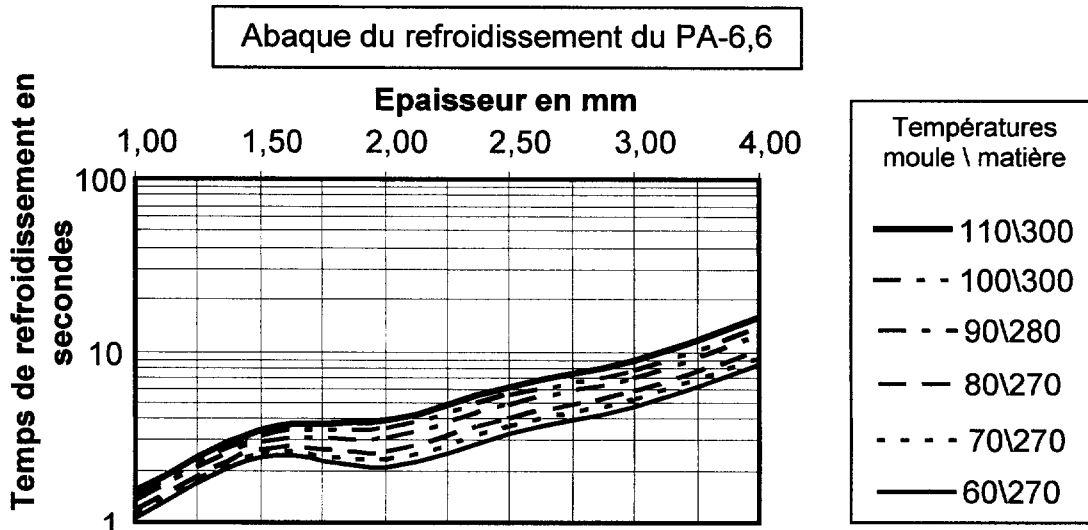
À l'aide des données matière en DT 7, des données rhéologiques en DT 9 et en prenant un matelas de 10 mm, calculez la course de dosage en mm.

c) Vitesse moyenne d'injection

Calculez la vitesse moyenne d'injection (vitesse moyenne de translation de la vis en cm/s) qui permette d'obtenir le temps d'injection théorique donné par la rhéologie en DT 9.

d) Temps de refroidissement

À l'aide de l'abaque ci-dessous et du dessin de définition en DT 2, estimez le temps de refroidissement





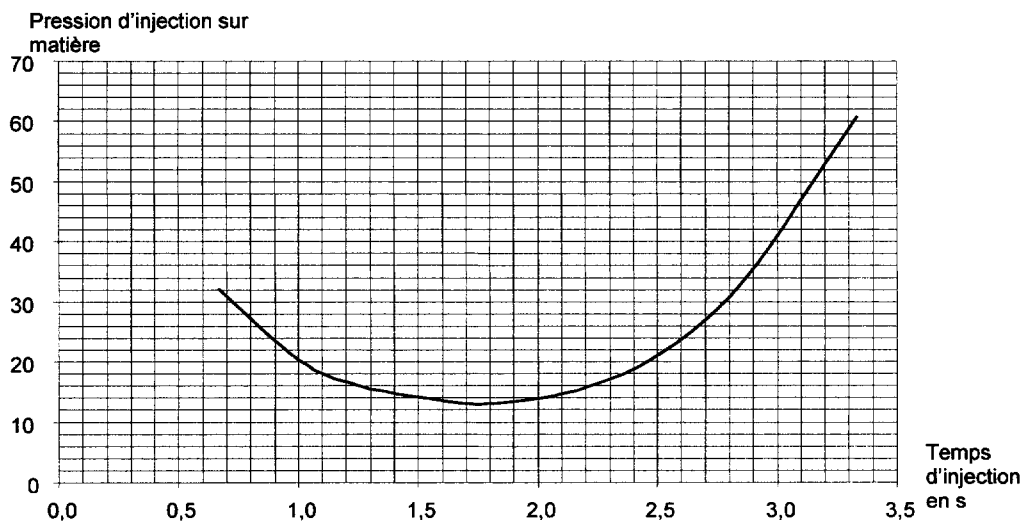
e) Estimation du temps de cycle

À l'aide des résultats précédents et des données rhéologiques, estimez la durée du cycle. Ce résultat est-il en accord avec le temps trouvé par le logiciel de rhéologie qui utilisait des réglages par défaut.

## C - Mise au point

### 1) Vérification du temps d'injection

La courbe suivante a été tracée en faisant varier la vitesse d'injection et en mesurant la pression d'injection :



a) Cette courbe vous paraît-elle cohérente ? Justifiez votre réponse.

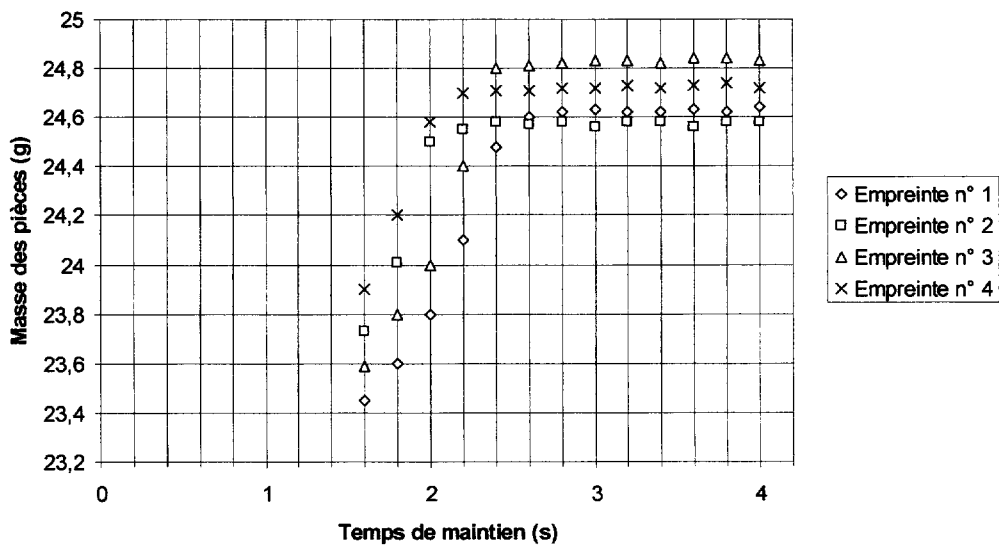
b) Quel est le temps d'injection mesuré optimal ? Justifiez votre réponse.

c) Ce temps est-il cohérent avec celui déterminé par le logiciel de rhéologie, sachant que le temps de réponse de la presse est estimé à environ 0,3s ?

**2) Étude du temps de maintien**

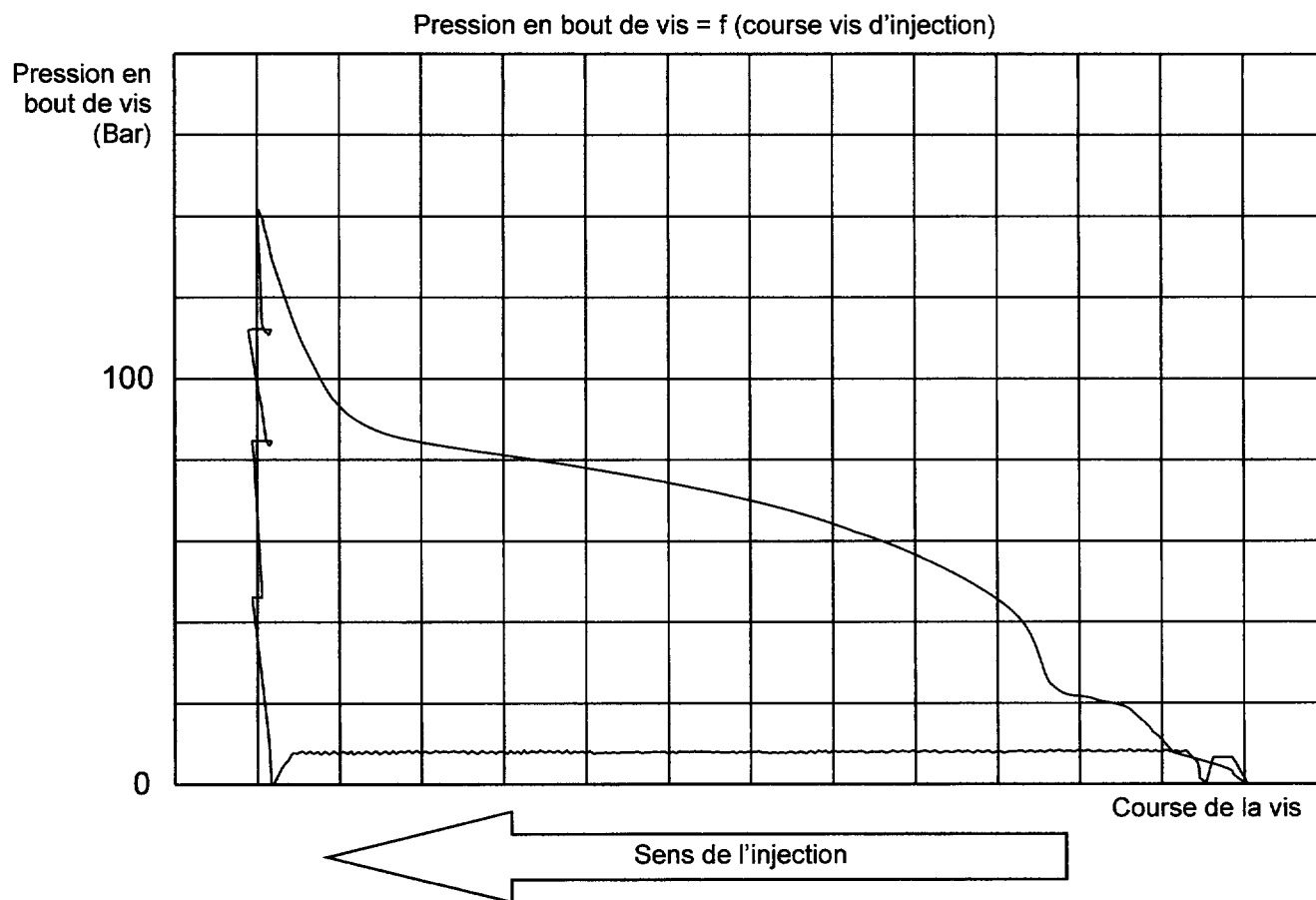
Les mesures suivantes de masse des pièces ont été faites en faisant décroître le temps de maintien. Analysez les courbes obtenues, déterminez et justifiez le temps de maintien optimal.

**Etude du temps de maintien**



**3) Étude de la courbe d'injection**

On trace la courbe d'injection pour valider la mise au point. La courbe suivante a été enregistrée après la stabilisation du procédé.



Validez-vous la mise au point à l'aide de la courbe ? Indiquez les différents points ou phases qui vous aident à cette validation et expliquez pourquoi. Vous pouvez vous aider des prévisions rhéologiques en DT 9 à 11.

## **D - Présérie**

La présérie fabriquée a été immédiatement livrée au client afin qu'il valide les fonctions de la pièce. Ce dernier après une série d'essai refuse les pièces et retourne le lot à cause d'un problème de casse des logements de clipsage des tuyaux lors de l'insertion et du démontage de ceux-ci dans les logements prévus.

Une analyse du défaut est réalisée conjointement par les techniciens de la production et ceux du service qualité.

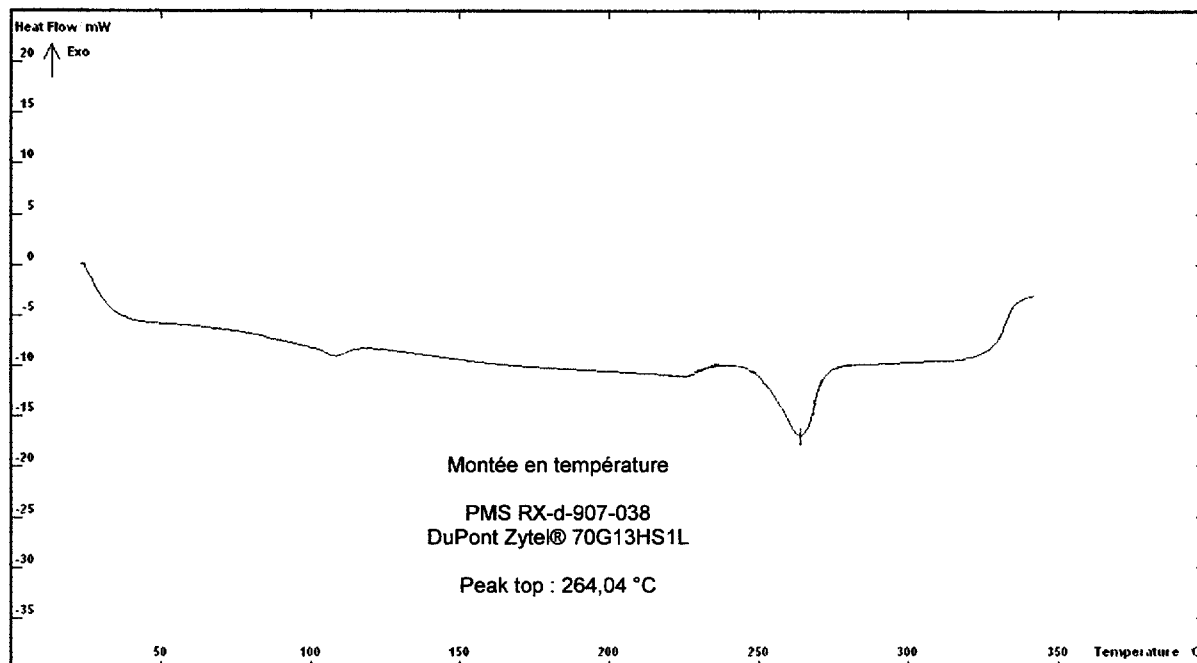
Deux hypothèses de l'origine du défaut sont retenues :

- Mauvaises conditions de mise en œuvre ;
- Reprise d'humidité des pièces insuffisante.

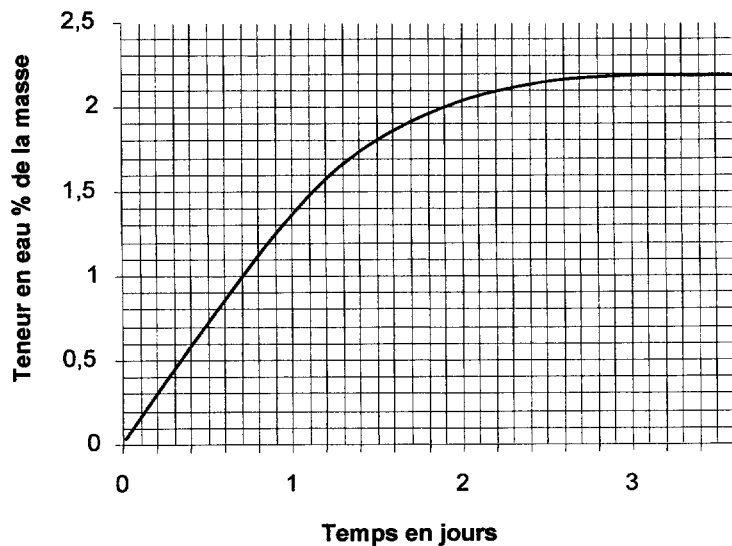
Un laboratoire indépendant est chargé d'effectuer les essais. Vous devez exploiter les résultats des essais et conclure.

**1) Essai D.S.C.**

Afin de valider les conditions de mise en œuvre, cette courbe de D.S.C. a été effectuée selon la norme NF EN ISO 11 357.



À partir de la courbe de montée en température effectuée sur un morceau de pièce, validez-vous les conditions de mise en œuvre ?

**2) Essai taux d'humidité****Teneur en eau**

Teneur en eau 23°C / 50% RH  
RH : humidité relative de l'air

**a) Analyse**

Les documents de suivi montrent que la présérie rejetée a été fabriquée en matinée, et qu'elle a été essayée chez le client l'après midi même de la production. Cela peut-il expliquer le problème de non qualité rencontré ?

**b) Adaptation du conditionnement**

Les pièces sont conditionnées dans des sacs plastiques étanches, puis dans des cartons, 200 pièces par sac, un sac par carton. Afin de forcer la reprise d'humidité une quantité d'eau doit être versée dans le sac avant son scellage puis le carton est gardé dans un stock tampon le temps que la reprise d'eau soit effective.

- Définissez la quantité d'eau en ml à ajouter à chaque sac.

- Définissez le temps de stockage tampon nécessaire à 23°C.

**E - Production et suivi statistique**

Mise en place de la maîtrise statistique du procédé MSP (SPC en anglais).

**1) Choix de la grandeur mesurée**

L'entreprise décide de contrôler un des 4 emplacements de maintien des gaines ou durits, le plus délicat à obtenir est le logement N°4 qui reçoit le tuyau de diamètre 10 à 13 mm. La cote contrôlée est la distance entre les lèvres qui est de  $6,5 \pm 0,2$ .

Justifiez le choix de cette cote.

Choisissez l'instrument de contrôle que l'on doit utiliser parmi ceux proposés en DT 15.

## 2) Test de normalité

Après stabilisation du procédé, on prélève de 30 pièces consécutives de l'empreinte n° 2 (car c'est celle qui produit le plus de variations dimensionnelles) et on mesure l'écartement de la lèvre. Les résultats nous donnent une répartition normale. Peut-on envisager de mettre en place un suivi M.S.P. ? Justifiez votre réponse.

## 3) Étude de capabilité

On effectue un tirage de 30 pièces consécutives.

La valeur de la moyenne des mesures sur cet échantillon est :  $m_0 = 6,452$

La valeur de l'écart type des mesures de cet échantillon est :  $S_0 = 0,022$

$$C_m = \frac{I_T}{6.S_0} \quad C_{mk} = \text{Min} \left( \frac{T_s - m_0}{3.S_0}, \frac{m_0 - T_i}{3.S_0} \right)$$

Avec  $I_T$  : intervalle de tolérance,  $T_s$  : tolérance supérieure,  $T_i$  : tolérance inférieure,  $m_0$  : moyenne,  $S_0$  : écart type.

À partir des données précédentes, effectuer le calcul des capabilités  $C_m$  et  $C_{mk}$ .

Conclure sur les aptitudes de la machine en termes de centrage et de dispersion.





**5) Utilisation**

Terminez de remplir la carte. Le procédé est-il sous contrôle ?

**6) Analyse**

Commentez les points remarquables et leurs implications dans le procédé.

## F - Optimisation

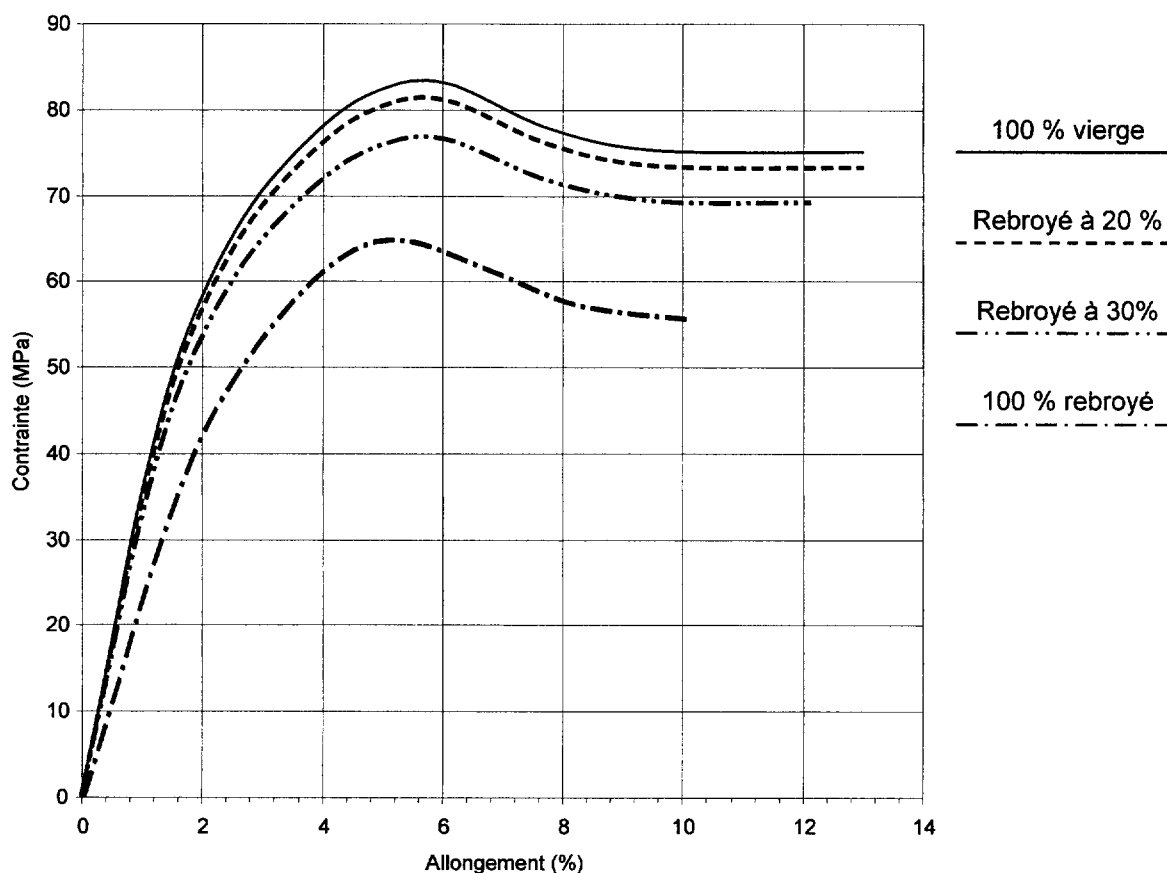
On se pose la question de la proportion maximale de matière rebroyée que l'on pourrait utiliser et de son incidence sur le produit fini.

Ceci permettrait de recycler certains déchets de l'atelier comme des pièces non conformes injectées avec ce type de polyamide chargé, ou bien comme des carottes et canaux de productions nécessitant absolument 100% de matière vierge de cette matière.

On vous demande donc de réaliser une étude et des essais.

### 1) Étude de l'influence du taux de rebroyé sur les propriétés mécaniques

Courbe de traction  
DuPont Zytel® 70G13HS1L NC010 Nylon 66, 13% Glass Fiber  
50% RH ISO 527



Une série d'essais de traction est réalisée pour différents taux de rebroyé. On s'assure conformément à la norme ISO 527 que la reprise d'eau dans de l'air à 50% d'humidité relative à 23°C a bien eu lieu.

a) Dans un premier temps, on désire recycler les déchets (carottes et canaux) en continu sur le poste de production par broyage et réintroduction dans la matière vierge. Calculez le taux de matière rebroyée dans le produit fini. On vous rappelle que le volume de la carotte et des canaux vaut  $12,15 \text{ cm}^3$ .

b) Ce taux est-il compatible avec les données matières DT 7 ?

c) À partir des courbes de la page précédente, que préconisez-vous quant à l'utilisation de matière rebroyée pour ce produit et dans quelle quantité ?

## 2) Essai de moulage

Une série de pièces est produite avec une matière rebroyée à 30% pour réaliser des essais de montage. Le régleur signale l'apparition de légères bavures.

Pouvez-vous expliquer ce phénomène ?