

## 1. Recensement des moyens de production.

### Pour la fabrication des couvercles

En fonction des données regroupées dans le dossier technique ressource : DT4 Extrait du dossier technique couvercle et DT11 Machines.

1.1 Déterminer sur le parc, la machine la plus adaptée pour la production des couvercles d'un point de vue économique (La presse avec la plus petite force de fermeture et compatible avec l'outillage). (Répondre sur feuille de copie).

**La force de verrouillage =  $40 * 19\ 000 * 1.1 = 836\ 00\ N = 836\ KN$**

**En remontant par rapport à la force de verrouillage  
La BILLON H 280-90 pas de commande d'air comprimé  
ENGEL VICTORY 110**

**Air comprimé ok**

**Fermeture ok 1100 KN**

**Epaisseur moule 350 mm (300-700) ok**

**Passage entre colonne largeur 315 (plateaux 740 x 470) bridage ok**

**Diamètre de la bague de centrage 125 mm ok**

**Volume injectable 30g 251 cm<sup>3</sup> ok**

**Pression d'injection 200 Mpa 40Mpa avec 50% de pertes de charge 80 Mpa ok**

**ENGEL VICTORY 110**

Pour des raisons organisationnelles le service méthode impose la production des couvercles sur la presse ENGEL 1100 KN. Celle-ci était initialement envisagée pour des critères de charge machine, indépendants de l'étude précédente, sur la DK 1250 KN.

1.2 Justifier ce choix en traçant sur le plan d'atelier (DR2 plan d'atelier), les flux relatifs à la production sur l'une ou l'autre machine (DK puis ENGEL).

**On diminue la longueur des flux**

**Matière première**

**Outillage**

**Mise en stockage**

1.3 Quel gain cela apporte-t-il en terme d'organisation. (Répondre sur feuille de copie).

**Moins de temps (gain en temps)**

**Moins de croisement de flux (accidents)**

En vous aidant des documents DT4 Extrait du dossier technique couvercle, DT7) fiche matière polypropylène, DT11 Machines, DT14 formulaire du temps de refroidissement et du diagramme PVT du polypropylène DR4

1.4 Pour la presse imposée (ENGEL 1100 KN), déterminer en justifiant vos choix et vos calculs, les pré-réglages suivants : (Répondre sur feuille de copie).

➤ Course de dosage

**Volume massique du pp à  $T_i\ 230^\circ C = MVR/MFR = 20/15 = 1.33\ cm^3/g$**

**Masse de la moulée 30 g**

**Volume de la moulée à  $230^\circ C = 30 * 1.33 = 40\ cm^3$**

**Plus le matelas 10% = 44 cm<sup>3</sup>**

**Diamètre de la vis = 40 mm  $S_v = 12.56\ cm^2$**

**Course de la vis =  $44/12.56 = 3.51\ cm = 35\ mm$**

➤ Température de réglage pour l'injection =  **$230^\circ C$  (MVR)**

- Pression de fermeture réglage minimum prévisible ( on donne 200 bars  
**hydrauliques = 1100 KN)**  
**Pression hydraulique =  $200 * 800 / 1100 = 145 \text{ bars}$**
- Temps de refroidissement restant après le maintien,  
**Temps de maintien = 4.5 s fiche de réglage**  
**Tref pièce =  $((2*2)/(0,118*3,14*3,14))*\ln((4/3,14)*(230-40)/(60-40))=$**   
**9,5 secondes**  
**Tps de refr machine = 5 secondes**

1.5 Complétez la fiche de réglage (DR1 ) avec vos résultats.

1.6 Sur le document (DR7 courbes de vitesse) choisissez le profil de vitesse d'injection à utiliser donnant, pour la pièce, un remplissage à une vitesse la plus constante possible.

1.7 Sur le document, DR7 justifiez votre choix et expliquez pourquoi on désire un tel remplissage.

**La forme courbe 1 : le diamètre augmentant le débit = vitesse \*section(r) d'où le débit qui augmente**

## 2 Evaluation de la production

Lors des premiers réglages de la production (bols + couvercles), le service qualité remarque que la fonction clipsage du couvercle sur le bol n'est pas suffisamment assurée.

Afin d'identifier le problème et de maîtriser l'assemblage du bol avec le couvercle dans la durée, il est décidé avant de modifier les réglages, d'entreprendre une analyse MSP.

Les tests de normalité donnent les résultats suivants :

	Normalité	Moyenne	Ecart type
<b>Bol</b>	Oui	173,91	0,019
<b>Couvercle</b>	Oui	173,2	0.022

<b>Spécifications</b>	Bol : 174 (0 : -0,2) Couvercle : 173 (+0,2 : 0)
-----------------------	--

2.1 A partir des résultats, complétez le graphique (document réponse DR5 ) en traçant pour chacune des pièces :

- Les tolérances
- La moyenne
- L'allure de la distribution

2.2 A partir de la lecture de ce graphique, expliquez d'où vient ce problème de clipsage. (Répondre sur feuille de copie).

**Le problème de clipsage provient de la valeur de la moyenne du couvercle = valeur haute de la spécification. Alors que l'écart est restreint.**

### 3 Mise au point

On décide, pour éliminer le défaut, d'optimiser la phase de maintien du couvercle, pour lequel, l'évolution des cotes sera plus facile à obtenir.

**3.1 Expliquer pourquoi il sera plus facile de faire évoluer les cotes d'une pièce en polypropylène plutôt que d'une pièce en polycarbonate. (Répondre sur feuille de copie).**

**La matière étant semi cristalline sa plage de retrait est plus grande que celle du Pc qui est amorphe**

En vous référant aux données déjà fournies sur la fiche de réglage du couvercle (DR1 fiche de réglage), et au dossier technique du couvercle DT4

**3.2 Tracer sur la PVT DR4 le cycle d'injection (remplissage, commutation, maintien, refroidissement) du réglage initiale.**

**Proposer et tracer sur le même document PVT DR4) d'une autre couleur un maintien différent permettant de réduire la cote de 173 du couvercle.**

**3.3 Expliquez votre choix (répondre sur DR4 )**

**En augmentant la pression de maintien on diminue le retrait de la pièce car on a mis plus de matière dans le moule.**

**Un plan d'expérience est mis en œuvre afin de vérifier :**

- Que les hypothèses avancées sont bonnes (optimisation du maintien)
- Que d'autres paramètres n'ont pas une influence plus importante sur la cote.
- De déterminer la valeur du réglage à modifier.

On décide d'étudier 4 facteurs à deux niveaux. La table L8 ( $2^7$ ) est choisie. Les facteurs étudiés sont les suivants.

	Niveau 1	Niveau 2
<b>A: Température outillage</b>	40°C	50°C
<b>B: Température matière</b>	240°C	250°C
<b>C: Temps de maintien</b>	3,5s	5,5s
<b>D: Pression de maintien</b>	20MPa	60 MPa

Le plan choisi (plan fractionnaire de Taguchi) donne les résultats suivants: (Toutes les interactions sont négligées).

	A	B	C	D	5	6	7	Réponses
1	1	1	1	1	1	1	1	173,2
2	1	1	1	2	2	2	2	173,1
3	1	2	2	1	1	2	2	172,8
4	1	2	2	2	2	1	1	173,66
5	2	1	2	1	2	1	2	173,3
6	2	1	2	2	1	2	1	173,16
7	2	2	1	1	2	2	1	173,02
8	2	2	1	2	1	1	2	173,2

3.4 Complétez le tableau (DR6) et le graphique des effets moyens.

3.5 Enumérez les facteurs les plus influents. (Répondre sur feuille de copie).

*La pression de maintien et le temps de maintien*

3.6 L'étude est-elle en corrélation avec les analyses précédentes ? Justifiez (Répondre sur feuille de copie).

*Oui car c'est la pression de maintien qui intervient le plus sur la maîtrise de la cote*

#### 4 Analyse de l'implantation de l'îlot

Le produit doit être livré monté.

les bols étant produits sur la presse ARBURG 1500 KN, les couvercles sur la presse ENGEL 1100 KN.

Il est décidé que le montage se fera sur l'aire de production par un opérateur dédié sur les deux machines.

En fonction des périphériques disponibles (DT 15 ) et de vos calculs précédents,

**En fonction des temps de cycle (DT3 et DT4) faut-il prévoir un stock tampon entre les deux machines. (répondre sur feuille de copie)**

**4.1 Proposez une organisation de l'aire de production sur le document réponse (DR3)**

N.B : Vous dessinerez les silhouettes en respectant les proportions et en indiquant le nom des matériels que vous avez retenu.

#### 5 Planification de la production.

La livraison est prévue le mercredi semaine 24. La fin de fabrication, le mardi 13h00 semaine 24.

Afin d'éviter le stockage trop long de pièces montées, le planning de production est prévu au plus tard. (Le temps de montage des 2 pièces se fait en temps masqué et n'est pas comptabilisé)

En fonction des données de production (temps d'ouverture DT1), du temps de cycle et des rebuts (DT3 et DT4).

**5.1 Déterminez sur copie, le jour de début de production prévisible :**

Du bol

Vous montrerez tous vos calculs. **(Répondre sur feuille de copie).**

Nombre de bol à produire =  $50\,000 / 0.93 = 53\,764$  bols

Temps de cycle = 20 secondes

Temps de production =  $20 * 53\,764 / 3600 = 298.69$  heures

12 jours 10 h 42 min

	temps de production	temps cumulé deprod
jeudi	21,69	21,69
vendredi	24	45,69
samedi	24	69,69
dimanche	24	93,69
lundi	24	117,69
mardi	24	141,69
mercredi	24	165,69
jeudi	24	189,69
vendredi	24	213,69
samedi	24	237,69
dimanche	24	261,69
lundi	24	285,69
mardi	13	298,69

Début semaine 22 jeudi à 2h18min  
- 4h pour létuvage  
Début semaine 22 mercredi à 10h18min

## 6 Matière

### Le polypropylène

Le couvercle doit être transparent extrait du dossier technique couvercle (DT).

**6.1 Justifiez, le choix d'un PP nucléé pour cette pièce. (Répondre sur feuille de copie).**

**Le PP nucléé à un HAZE % qui diminue donc sa transparence est améliorée**

**6.2 Comment la nucléation améliore-t-elle cette propriété ? (DT7). (Répondre sur feuille de copie).**

**En diminuant la taille de cristaux de PP**

### Le polycarbonate

Afin de garantir que le produit pourra résister jusque 120°C (fonction FC5 du cdcf), on décide sur les premiers bols produits lors de la pré-série, de vérifier la température de fléchissement sous charge de la matière (HDT), d'après la méthode 1,8 Mpa, Eprouvette mis à plat, en découpant des éprouvettes sur le fond de la pièce.

Les éprouvettes ainsi découpées, ont les dimensions suivantes :

Longueur : 70 mm (longueur entre appuis, 50 mm)  
Largeur : 10 mm  
Epaisseur : 2 mm

En vous inspirant des extraits de la norme NF.EN.ISO 75 (DT12 extrait des la norme) et de la fiche matière du polycarbonate (DT8 fiche matière PC),

**6.3 Déterminer (Répondre sur feuille de copie).**

- La force à appliquer sur l'éprouvette  
 $F = (2 \cdot 1.8 \cdot 10 \cdot 2^2) / (3 \cdot 50) = 0.96 \text{ N}$
- La valeur à vérifier. **125°C**
- Quelle remarque proposez vous pour la conclusion du procès verbal d'essai ?

(Vous montrerez vos calculs et justifierez votre réponse.)

**Essai effectué sur des éprouvettes non normalisées.**

## 7 Assurer la sécurité des personnes et du matériel.

### Changement des raccords : Sécurité des personnes

Les raccords actuellement montés sur le moule (DT6) de bols sont des raccords STAUBLI de référence : RPL 08. 1151 (DT13 doc Staubli )

Afin de garantir la sécurité des opérateurs, il est décidé de changer ces raccords et les remplacer par des raccords à obturation.

**7.1 Expliquer pourquoi il est important de changer de raccord sur un outillage destiné au moulage du polycarbonate. (Répondre sur feuille de copie).**

***La température de régulation est de 80°C risque de brûlure***

**7.2 Déterminer à l'aide du document (DT13 doc Staubli ) les références des nouveaux raccords à commander. (Répondre sur feuille de copie). RMI 06.1151/JV ¼ G diamètre A**

**7.3 Pouvez-vous proposer une amélioration supplémentaire pour la sécurité des personnels associés à ces raccords à obturation sur le moule.**

***Mettre en place un thermorégulateur avec la fonction vidange du moule  
Prévoir des raccords à obturation sur le moule.***

### Sécurité du matériel

Lors de la production l'entreprise se trouve en arrêt. Le temps d'ouverture de l'entreprise ne permet pas de produire la totalité des pièces en une seule fois. Il faut donc prévoir des procédures d'arrêt pour le polycarbonate.

**7.4 Afin de se préparer cette éventualité et en vous référant au document du producteur (DT9 arrêt PC), vous préparerez un mode opératoire, à destination des régisseurs, la succession des opérations à réaliser pour :**

Titre : Un arrêt de production de deux jours.

Niveau de l'intervenant : Régisseur

<b>Référence</b>	<b>Opérations</b>
<b>1</b>	<b><i>Vider la trémie.</i></b>
<b>2</b>	<b><i>La machine étant à la température de transformation du polycarbonate, introduire dans la trémie 0.5 kg de polystyrène pour de matière injections.</i></b>
<b>3</b>	<b><i>Purger le polystyrène jusqu'à ce que l'extrudât commence à présenter un gonflement significatif.</i></b>
<b>4</b>	<b><i>Régler à 200 °C -240 °C la température de tous les éléments chauffants.</i></b>
<b>5</b>	<b><i>Poursuivre la purge jusqu'à ce que la température à l'état fondu tombe en dessous de 260 °C et que l'extrudât soit clair</i></b>
<b>6</b>	<b><i>Arrêter la machine</i></b>

(Répondre sur feuille de copie).

## 8 Plan de contrôle - Qualification des intervenants

Le contrôle se fait sur les cotes d'enclipsage couvercle et bol à l'aide d'un pied à coulisse. Pour éviter les erreurs de mesure, des gabarits ont été préparés afin de positionner les pièces et l'instrument de mesure, toujours de manière identique. (DT16 : gamme de contrôle du dossier de fabrication bol.).

Pour faire face à l'augmentation de la production, des intérimaires seront recrutés.

**8.1 Vous devez, en vous inspirant du document de contrôle à votre disposition (DT16 Gamme de contrôle), rédiger sur le document de contrôle des couvercles (DR 8) à destination de ces intérimaires :**

- Une procédure de contrôle pour les couvercles,
  - la cote à contrôler est la cote de 173 (voir plan pièce DT4 ),
  - le gabarit utilisé pour la mesure des couvercles est le gabarit référencé « A » sur les photos.

**8.2 Vous préparez à destination des ressources humaines, les compétences techniques qui vous semblent indispensables pour le recrutement de ces opérateurs intérimaires. (Donnez 3 réponses sur feuille de copie).**

Lecture du pied à coulisse

Remplissage d'un tableau de contrôle

Savoir lire et écrire

Etre capable de suivre des instructions sur une procédure.

**Document réponse : Fiche de réglage. DR1**

### Fiche de réglage

Zone à compléter

TEMPERATURES FOURREAU (°C)					
BUSETTE	NEZ	Z3	Z2	Z1	TREMIÉ
230	230	225	220	210	80

**Zone à compléter**

**1.1 DOSAGE**  
 Sens du recul :

COURSE (mm) 35 mm

ROTATION VIS (tr/min) 50

CONTREPRESSION (BARS HYDRAULIQUES) 2

**1.6 DECOMPRESSION MATIERE**

TYPE	AVANT DOSAGE	APRES DOSAGE
COURSE (mm)	0	3

**1.2 INJECTION**  
 Sens avance vis :

POSITION (mm)

VITESSE VIS (mm/s)

**1.3 MAINTIEN**  
 Chronologie :

TEMPS (s)	4, 5	0	0	0	0
PRESSION BARS en Bout de vis	400	0	0	0	0

**1.7 REGULATION OUTILLAGE**

Mobile (°C)	Fixe (°C)
30	30

**Zone à compléter**

**1.4 COMMUTATION**

COURSE (%)	0%
Temps (s)	0
PRESSION (BARS) Relevée par le capteur dans le moule	400

**1.8 FERMETURE**

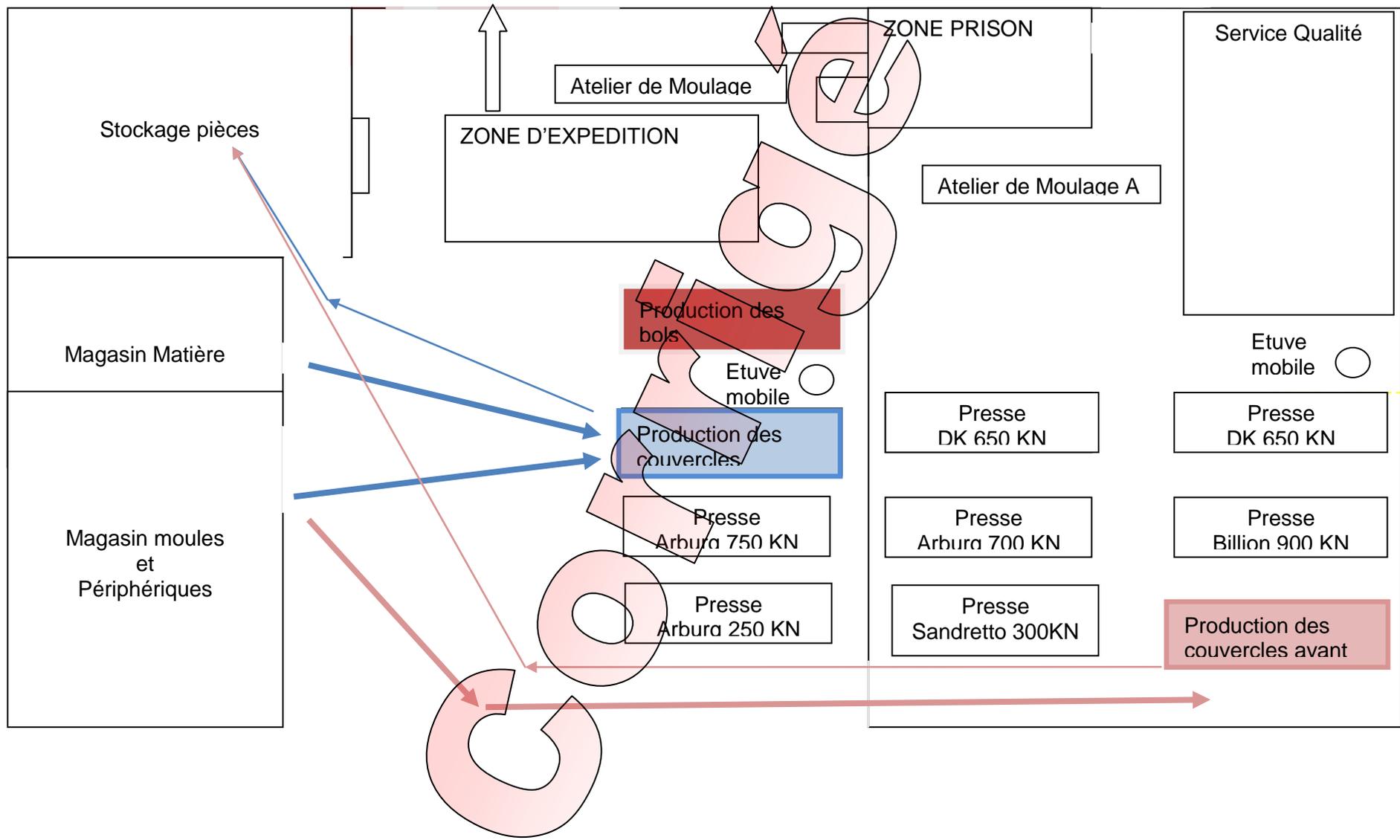
Pression (BARS HYDRAULIQUES)	140 à 150
------------------------------	-----------

**1.5 REFROIDISSEMENT SANS PRESSION**

Temps (s)	4 à 6s tolérée
-----------	----------------

**Zone à compléter**

**Document réponse : Plan des ateliers de moulage. DR2**

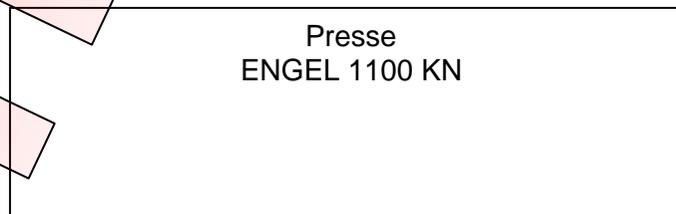
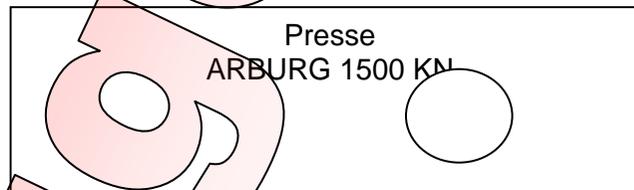


**Document réponse : Implantation du poste de travail. DR3**

**Implantation du poste de travail**

Le correcteur prendra en compte pour sa notation

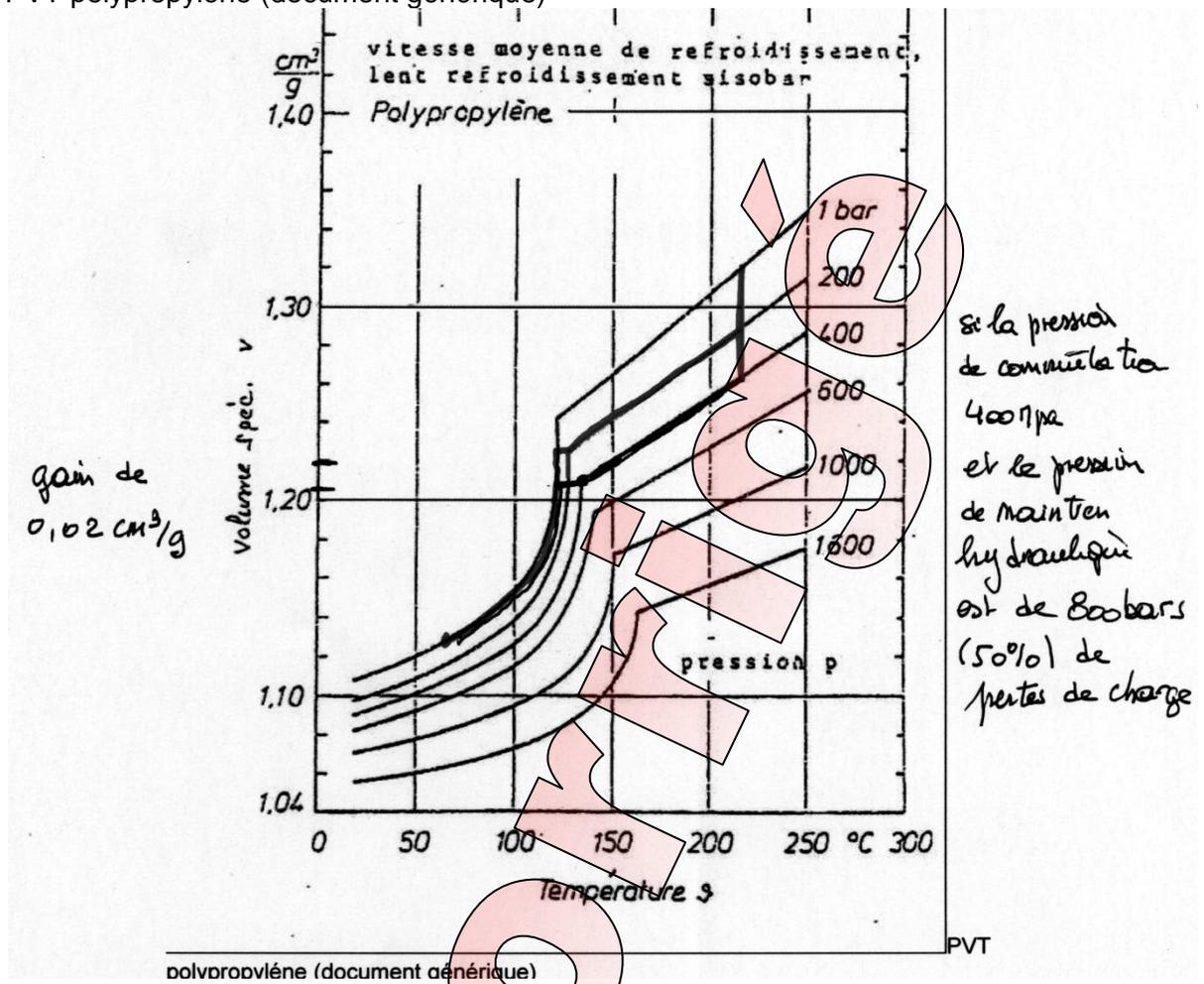
la cohérence de l'implantation.



Copyright

**Document réponse : Courbes PVT du polypropylène. DR4**

PVT polypropylène (document générique)



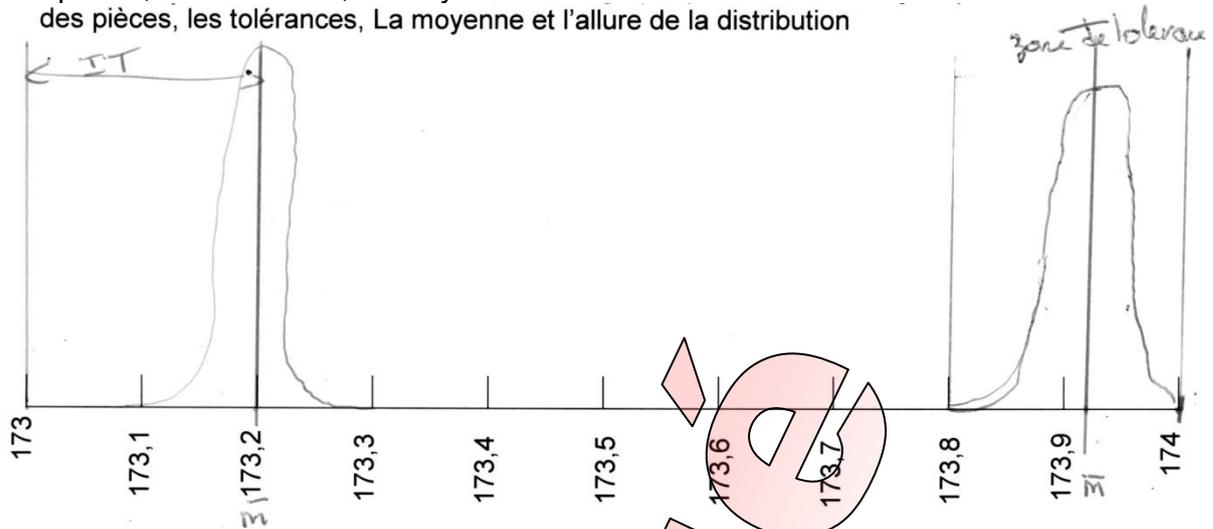
3-4 : Expliquez votre choix

**En augmentant la pression de maintien on diminue le retrait de la pièce car on met plus de matière dans le moule.**

Corrigé

**Document réponse : Graphiques. DR5**

Question 3.1 partir des résultats complétez le graphique suivant en traçant pour chacune des pièces, les tolérances, La moyenne et l'allure de la distribution des pièces, les tolérances, La moyenne et l'allure de la distribution

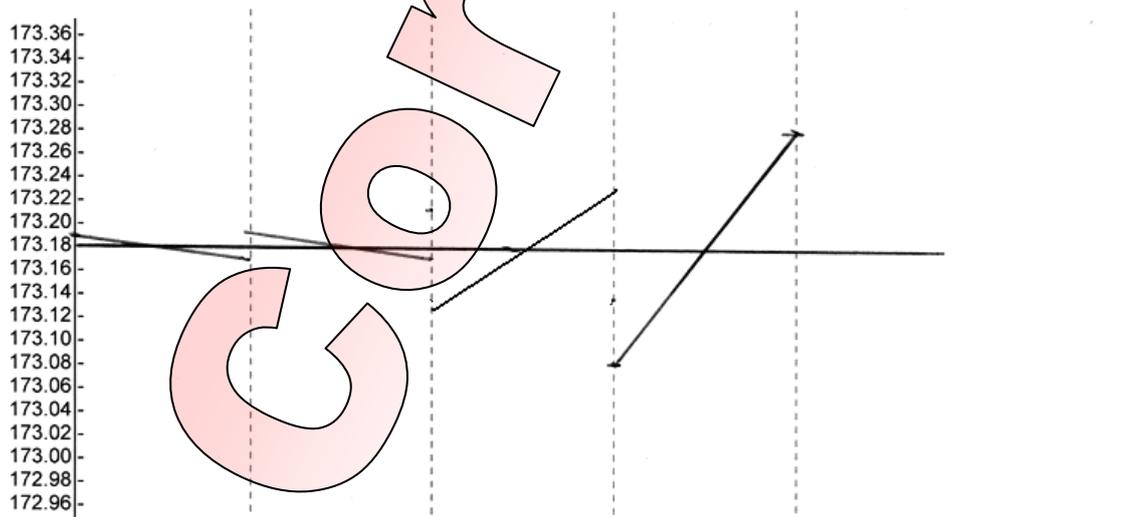


**Document réponse : Plan d'expériences. DR6**

Tableau des effets à compléter.  
Moyenne générale :

	Facteur A	Facteur B	Facteur C	Facteur D
Niveau 1	+0,01	+ 0.01	-0.05	-0.1
Niveau 2	-0,01	-0.01	+0.05	+0.1

Graphique des effets à compléter



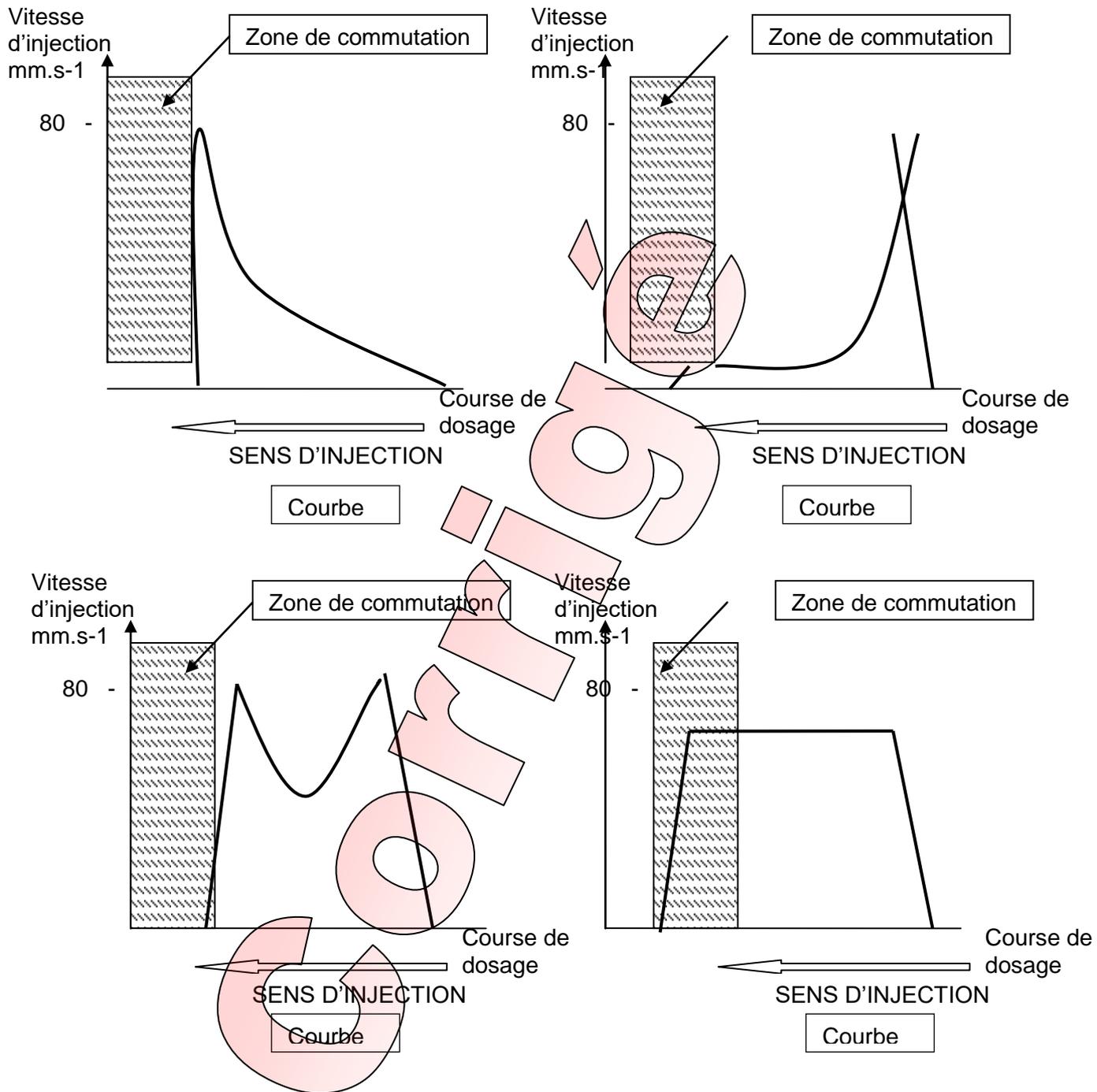
A T<sub>antilles</sub> 240°C  
40°C

B 250°C Pmax  
50°C T<sub>inj</sub>

C 3,55  
60MPa

D 5,55  
60MPa T<sub>man</sub>

**Document réponse : Courbes de vitesse. DR7**



1-6 Choisissez le profil de vitesse d'injection à utiliser et donnant, pour la pièce, un remplissage à une vitesse la plus constante possible.

**Courbe 1**

1- 7 Justifiez votre choix et expliquez pourquoi on désire un tel remplissage.

**Permet une vitesse constante du front matière  
Pas de flux matière pendant le maintien**

**Document réponse : Gamme de contrôle du couvercle : DR8**

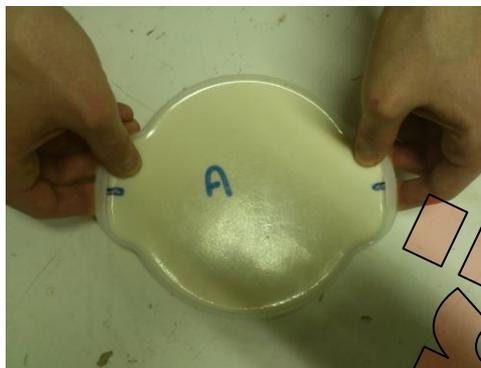
Matériels :

Porte pièce : gabarit A  
Pied à coulisse (réf SBB)

- 

**Etapes 1 Mise en place de la pièce à mesurer**

- Poser le couvercle I en respectant l'empreinte dans le gabarit  
A puis exercer une pression sur le bol pour qu'il ne bouge pas de son empreinte lors de sa mesure.

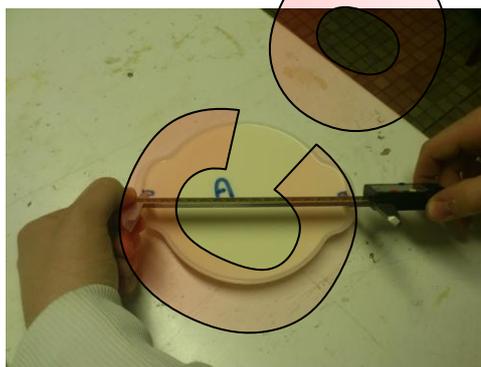


- Gabarit A permettant le centrage du couvercle.

- Marque pour le positionnement du pied à

- Empreinte du marquage alimentaire.

Prendre les cotes avec le pied à coulisse (réf : SBB).



- Ouvrir le pied a coulisse au maximum puis le fermer en **l'alignant** sur la marque jusqu'à entrer en buté sur le couvercle

Lire la côte obtenue et l'inscrire sur la carte contrôle.