

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

SESSION 2014

Durée 5 heures Coefficient 6

Aucun document autorisé

Matériel autorisé :

L'usage de la calculatrice est autorisé.

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'imprimante. (Cirulaire n°99-186, du 16/11/1999).

Tout autre matériel est interdit

Documents fournis

Le sujet comporte 29 pages

Dés que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.

Dossier projet
Dossier technique

Page 1 à 17
Pages 18 à 29

Documents à rendre

Feuille(s) de copie(s)
Documents réponses : DR1 à DR6 pages 12 à 17

Les documents réponses DR seront agrafés dans l'ordre à l'intérieur d'une copie double juste en dessous de la partie à couper.

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC		SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	

Il est conseillé de faire une lecture complète du sujet
avant de commencer à traiter les questions

Les réponses demandées seront rédigées sur feuilles de copie ou sur les documents réponses
prévus à cet effet.

DOSSIER PROJET

Mise en situation : pages 2 à 3
Questionnement : pages 4 à 11
Documents réponses : pages 12 à 17 (DR1 à DR6)

Les différentes études de cette épreuve sont indépendantes.
Elles peuvent être traitées dans l'ordre de votre choix.

Répartition horaire conseillée :

Lecture du sujet	_____	0h30
Étude n°1	cahier des charges du moule du levier de réglage <u>6</u> _____	1h00
Étude n°2	optimisation de la fabrication du corps <u>1</u> _____	1h00
Étude n°3	optimisation de la production de l'axe de clapet <u>12</u> _____	0h40
Étude n°4	optimisation de la résistance de la membrane <u>13</u> _____	0h30
Étude n°5	conception du couvercle <u>16</u> pour la version NITROX _____	0h40
Étude n°6	choix matière du té d'échappement <u>28</u> pour la version NITROX _____	0h40

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 1/29

Détendeur de plongée BEUCHAT VRT30



Présentation du produit

Les détendeurs de plongée sous-marine sont des appareils mécaniques qui ont pour but de délivrer aux plongeurs, de l'air à la pression de respiration.



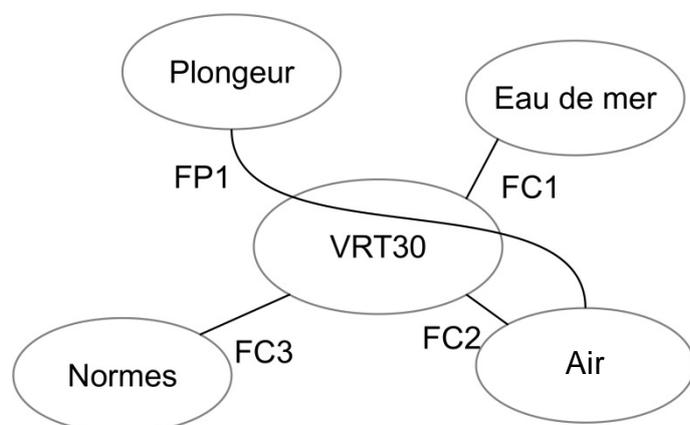
- L'air est stocké dans les bouteilles sous haute pression (180 à 200 bar).
- Un premier étage du détendeur est positionné directement en sortie des bouteilles. Il ramène la pression des bouteilles à une moyenne pression (8 à 10 bar).
- Le deuxième étage, raccordé au premier par un tuyau, est la partie que le plongeur met à la bouche. Il abaisse la moyenne pression à la pression de respiration.

Les études 1, 2, 3 et 4 portent sur l'optimisation du 2^{ème} étage du détendeur.

Les études 5 et 6 portent sur la création d'un nouveau détendeur « NITROX ».

Cette version NITROX permet l'utilisation d'air suroxygéné pour améliorer les conditions de plongée sous-marine.

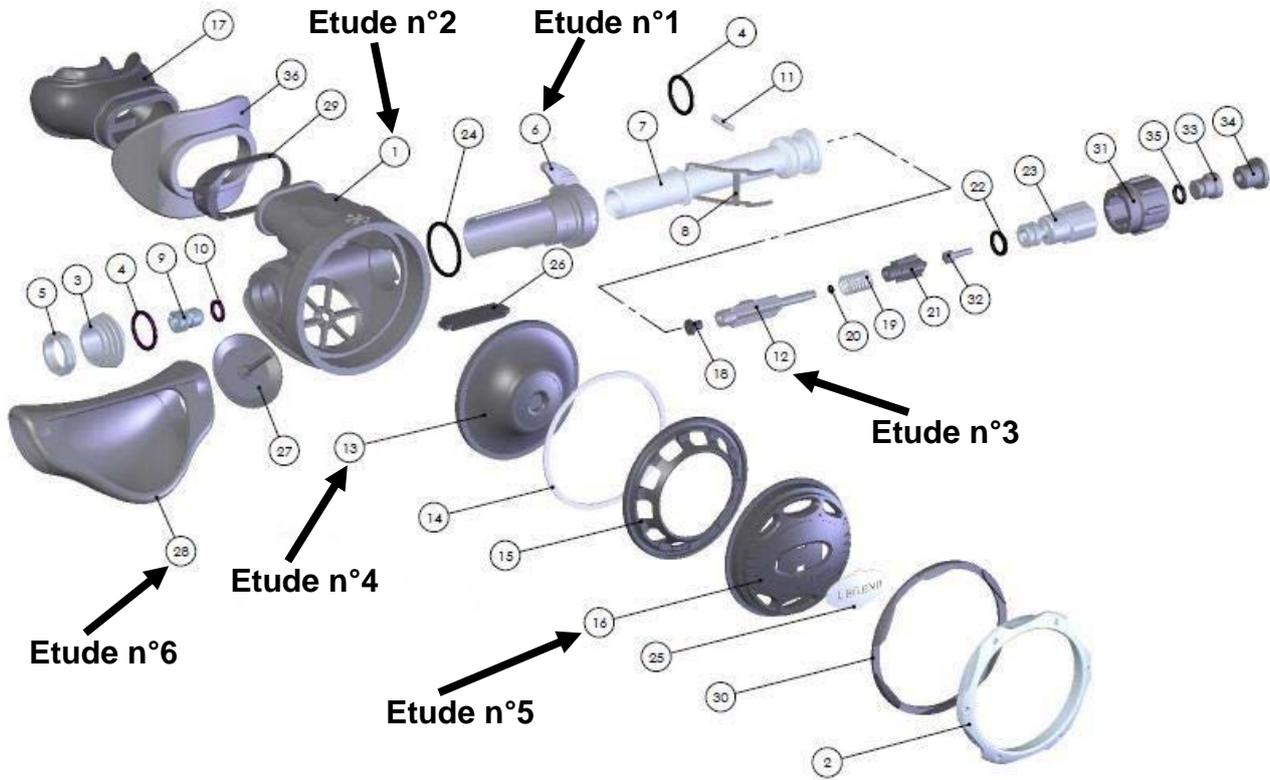
Analyse fonctionnelle du 2^{ème} étage du détendeur



FP1	ADAPTER la pression de l'air comprimé à moyenne pression à la respiration du plongeur.
FC1	Être étanche à l'eau de mer.
FC2	Être chimiquement résistant à l'air comprimé.
FC3	Respecter les normes en vigueur.

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 2/29

Vue d'ensemble :



Nomenclature

12	Axe de clapet	24	Joint torique	36	Défecteur
11	Goupille	23	Entretoise d'entrée	35	Joint torique
10	Joint torique	22	Joint torique	34	Entretoise
9	Clapet	21	Support de clapet	33	Presse étoupe
8	Levier	20	Joint torique	32	Clapet
7	Entretoise	19	Ressort de clapet	31	Écrou d'entrée
6	Levier de réglage	18	Joint de clapet	30	Joint de couvercle
5	Presse étoupe	17	Embouchure	29	Joint d'embouchure
4	Joint torique	16	Couvercle	28	Té d'échappement
3	Presse étoupe	15	Joint ressort	27	Membrane
2	Écrou de fermeture	14	Joint	26	Cloison
1	Corps	13	Membrane	25	Identifiant
N°	Désignation	N°	Désignation	N°	Désignation

Les pièces en caractères gras seront l'objet des différentes études.

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 3/29

Étude n° 1 : cahier des charges du moule du levier de réglage 6

Pour améliorer le confort de plongée et réduire la consommation d'air, le bureau d'études a mis au point un réglage supplémentaire du débit d'air dans le deuxième étage du détendeur (voir la vue d'ensemble en éclaté page 3/29).

Ce nouveau système comporte un levier de réglage 6 qui sera produit par injection. On vous demande de réaliser le cahier des charges technique pour réaliser l'outillage de ce levier.

Le bureau d'études envisage plusieurs solutions. Un sous-traitant propose une première étude. Les signatures du procédé sur la pièce sont présentées sur le document technique DT1 page 19/29 (directions de démoulage, lignes de joint, position du seuil d'injection, trace d'éjection). Le bureau d'études vous demande d'étudier une deuxième solution.

Question 1.1 : répondre sur le document réponse DR1 page 12/29, proposer une deuxième solution de moulage en respectant la direction de démoulage principal imposé (DDP sur DR1) :

- Dessiner les directions de démoulage auxiliaires (DDA) ;
- Tracer les lignes de joint externes en rouge, internes en bleu et auxiliaires en vert ;
- Positionner le seuil d'injection pour un moule à carotte froide en multi-empreintes ;
- Dessiner les traces d'éjection.

Question 1.2 : répondre sur feuille de copie.

Choisir parmi les deux solutions, la plus pertinente. Justifier votre réponse en tenant compte des critères suivants :

- Remplissage de l'empreinte ;
- Démoulage de la pièce en partie fixe ;
- Éjection de la pièce ;
- Nombre de tiroirs.

Dans les solutions envisagées, le bureau d'études propose aussi une solution d'injection à canaux chauds. On vous demande de calculer le seuil de rentabilité de cette technologie et de choisir la solution la plus rentable.

L'outilier prévoit un coût de 20 000 € pour le moule à canaux chauds contre 15 000 € pour un moule à carotte froide (avec déchet).

Question 1.3 : répondre sur feuille de copie et sur le DR2 page 13/29.

A partir des données économiques DT2 page 20/29, calculer sur feuille de copie, pour la solution « canaux chauds », les différents coûts (matière, mains d'œuvre et machine) arrondis à 10 € près, les reporter dans le tableau sur le DR2 page 13/29.

En déduire le coût total pour la production de 50 000 pièces.

Question 1.4 : répondre sur le DR2 page 13/29.

Sur le « graphe du coût total » du DR2 page 13/29, tracer la courbe du coût de production en fonction du nombre de pièces pour la solution « canaux chauds ».

Question 1.5 : répondre sur feuille de copie.

Estimer graphiquement le seuil de rentabilité pour la solution « canaux chauds ».

Quelle est la solution la plus rentable pour le volume de production prévu sur les 5 ans ?

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 4/29

Étude n° 2 : optimisation de la fabrication du corps 1

Le corps 1 est réalisé en injection. Le service qualité relève un taux de rebut élevé. Un plan de qualité est alors mis en place.

On vous demande d'étudier les différentes causes pour réduire le taux de rebut.

2.1 Analyse des causes de rebut

Question 2.1 : répondre sur le DR3 page 14/29.

À partir des données récoltées par le service qualité DT2 page 20/29, compléter le tableau et tracer le graphe de Pareto sur le DR3 page 14/29.

En déduire les causes principales qui génèrent 80 % de rebut.

2.2 Optimisation du défaut : « Brûlures au seuil d'injection »

Pour le défaut de brûlures au seuil d'injection, on soupçonne un taux de cisaillement trop important. On vous demande d'étudier ce critère pour en déduire des actions correctives.

Le taux de cisaillement est calculé par la formule suivante :

$$\dot{\gamma} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot r^3}$$

$\dot{\gamma}$: taux de cisaillement en s^{-1}

Q : débit d'injection en $mm^3 \cdot s^{-1}$

r : rayon du seuil d'injection en mm

La fiche matière préconise un taux de cisaillement maxi de $45\,000\ s^{-1}$.

Autres données :

- Diamètre du seuil = 1,6 mm
- Débit d'injection = $40\,000\ mm^3 \cdot s^{-1}$

Question 2.2.1 : répondre sur feuille de copie.

Dans les conditions actuelles d'injection, calculer le taux de cisaillement de la matière au passage du seuil. Conclure.

Question 2.2.2 : répondre sur feuille de copie.

Proposer 2 actions correctives pour pallier à ce problème. Justifier vos propositions.

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 5/29

2.3 Optimisation du défaut : « Diamètre de portée de joint trop grand »

Pour le défaut « diamètre de portée de joint trop grand », le rapport du service qualité conclut que ce défaut entraîne la majorité des fuites du joint, car le diamètre de la portée du joint est hors tolérance.

La cote fonctionnelle définie par le constructeur de joint est de $\varnothing 19,95^{\pm 0,05}$.

Suite à cette analyse, on effectue un prélèvement de 50 pièces consécutives. Ces pièces sont stockées puis mesurées après 48 h pour tenir compte du retrait total. Le document technique DT4 page 22/29 contient un extrait de la norme ISO EN NF 294-4 relative aux retraits.

L'étude de capabilité est alors réalisée par la méthode de la droite de Henry, elle est présentée sur le document technique DT3 page 21/29. Les tolérances (T_s et T_i) sont représentées en trait pointillé fort sur le graphe de Henry.

Question 2.3.1 : répondre sur feuille de copie.

À partir de l'étude de capabilité DT3 page 21/29, estimer graphiquement la moyenne, calculer les indices de capabilité C_m et C_{mk} et estimer graphiquement le taux de rebut. Conclure.

Pour faire évoluer la moyenne de l'échantillon, on décide d'agir sur le retrait des pièces en modifiant la température du moule.

Actuellement, le moule est régulé à 40 °C.

La dimension du moule pour la cote concernée est de 20,264 mm.

Question 2.3.2 : répondre sur feuille de copie.

Quelle doit être la moyenne de l'échantillon (cible optimale) qui permet de minimiser le taux de rebut.

Question 2.3.3 : répondre sur feuille de copie.

À partir des données ci-dessus, calculer le retrait total en pourcentage qui permet d'atteindre la cible optimale. (Voir DT4 page 22/29 : Extrait de la norme NF EN ISO 294-4)

Question 2.3.4 : répondre sur feuille de copie.

À partir des courbes de retrait données par le fabricant matière en DT4 page 22/29, déterminer la température du moule qui permet d'obtenir le retrait total recherché.

Question 2.3.5 : répondre sur feuille de copie.

Quels seront les effets de ce réglage sur la production. Conclure.

Pour optimiser le temps de contrôle et éviter le délai de 48 h pour la mesure des pièces, on se propose de calculer les cotes mini et maxi acceptables « sortie presse » avant que le post-retrait n'ait eu lieu.

Question 2.3.6 : répondre sur feuille de copie.

D'après les données du fabricant matière en DT4 page 22/29 déterminer les cotes mini et maxi « sortie de presse » pour le contrôle.

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 6/29

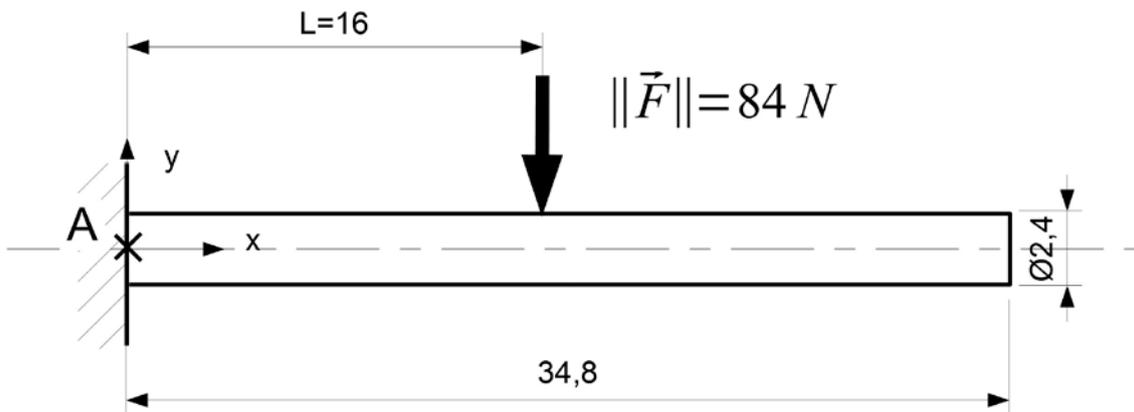
Étude 3 : Optimisation de la production de l'axe de clapet 12

L'entreprise désire réduire les coûts de production en optimisant le rendement de la production. Il s'avère que d'après l'historique des arrêts machine, la production du clapet 12 est souvent interrompue pour cause de maintenance moule. Le problème récurrent est la rupture de la broche qui moule l'intérieur de la pièce.

Les techniciens supposent que ces ruptures sont dues à un déséquilibre de pression (ΔP) de part et d'autre de la broche lors de la phase de remplissage : une analyse rhéologique est alors réalisée, elle est présentée en DT5 page 23/29.

3.1 Vérification de la cause supposée

On vous demande de vérifier si ce déséquilibre de pression est la cause de rupture de la broche. Pour cela, on modélise la broche comme une poutre encastrée suivant le schéma suivant :



- \vec{F} : la résultante des efforts dus au déséquilibre de pression et donc proportionnelle à ΔP .
- L : la position du seuil par rapport au point d'ancrage de la broche. Cette cote définit le point d'application de la résultante.

L'acier utilisé a les caractéristiques suivantes :

- limite à la rupture de 950 MPa ;
- module d'élasticité de 205 000 MPa.

Formules :

$$M_{f_{Gz}} = F \cdot L \quad ; \quad \sigma_{max} = \frac{M_{f_{Gz}}}{\left(\frac{I_{Gz}}{v}\right)} \quad ; \quad I_{Gz} = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$$

$M_{f_{Gz}}$: moment de flexion au centre de la section considérée, exprimé en N.mm

σ_{max} : contrainte normale maximale dans la section considérée, exprimée en MPa

I_{Gz} : moment quadratique de la section considérée, exprimé en mm^4

v : distance entre la fibre neutre et la fibre la plus éloignée. Ici $v = d/2$, le rayon de la broche, exprimé en mm

d : diamètre de la broche, exprimé en mm

Question 3.1 : répondre sur feuille de copie.

Calculer la contrainte normale maximale au point A. Conclure.

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 7/29

3.2 Choix de la position du seuil

Pour remédier à ce problème, le bureau d'études souhaite modifier la position du seuil d'injection. Les facteurs influents sont la longueur L et le déséquilibre de pression ΔP .

La solution retenue devra minimiser le déséquilibre de la pression tout en restant réalisable par une simple modification du moule.

Question 3.2 : répondre sur feuille de copie.

D'après les différentes analyses rhéologiques présentées en DT6 page 24/29, choisir la solution optimale pour la position du seuil d'injection.

Présenter un comparatif des solutions sous forme d'un tableau faisant apparaître les facteurs influents.

Étude 4 : optimisation de la résistance de la membrane 13

La membrane 13 est présentée sur le document DT7 page 25/29.

Cette pièce en silicone BLUESIL 360 U est obtenue par injection RIM, ce procédé est décrit dans le DT8 page 26/29.

Son rôle est primordial dans la fonction principale du détendeur, le fonctionnement du système en dépend.

Pour améliorer la fiabilité du produit, le service qualité décide alors d'optimiser la résistance des membranes. Il met en place un plan d'expérience sur l'effet des paramètres de moulage sur **la résistance à la rupture** après vieillissement des membranes.

Les paramètres influents retenus par le groupe de travail sont :

- la température de l'outillage ;
- le type de catalyseur ;
- la pression de moulage.

Tous les paramètres sont à deux niveaux, la table L4 (méthode Taguchi) est retenue. On suppose qu'il n'y a pas d'interaction. Un seul échantillon est mesuré par configuration.

Niveau des paramètres ou facteurs :

	Paramètres	Niveau 1	Niveau 2
A	T° de l'outillage	115 °C	150 °C
B	type de catalyseur	peroxyde	diméthyl
C	pression de moulage	20 MPa	50 MPa

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 8/29

Résultats des essais obtenus :

Essai	Niveaux des facteurs			Y (MPa)
	A	B	C	
1	1	1	1	8,5
2	1	2	2	11,0
3	2	1	2	9,5
4	2	2	1	10,2
Moyenne des effets \bar{Y}				9,8

Y (résistance à la rupture) est la réponse à la configuration choisie, exprimée en MPa.

Question 4.1 : répondre sur DR4 page 15/29.
Compléter le tableau des effets du paramètre A.

Question 4.2 : répondre sur DR4 page 15/29.
Compléter le graphe des effets pour ce paramètre.

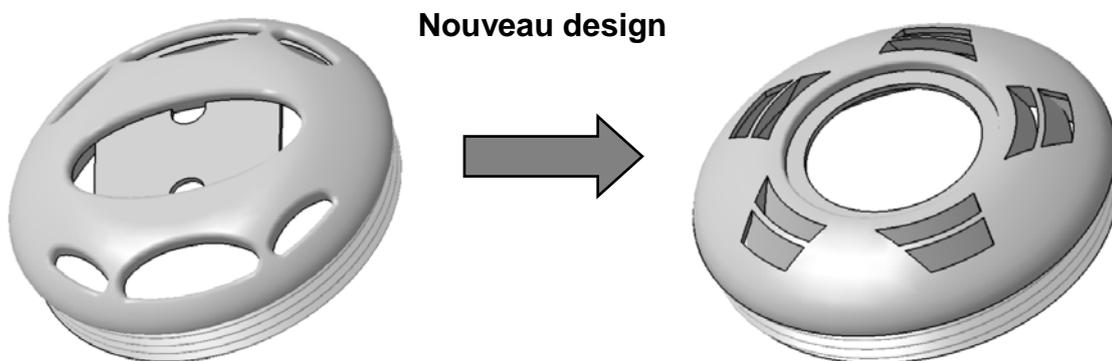
Question 4.3 : répondre sur feuille de copie
Interpréter le graphe des effets en donnant l'influence des différents paramètres (facteurs).

Question 4.4 : répondre sur feuille de copie
Quelle est la configuration qui permet d'obtenir la meilleure résistance à la rupture ?

Étude 5 : conception du couvercle 16 pour la version NITROX

Pour la nouvelle version NITROX du détendeur, le bureau d'études demande que le design du couvercle 16 soit modifié pour lui donner une identité visuelle.

Après une étude de design, de nouvelles formes ont été définies (voir dessin).



On vous demande d'optimiser le nouveau design de cette pièce.

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 9/29

Question 5.1 : répondre sur DR5 page 16/29 (en utilisant une couleur par pièce).

Compléter le détail B du dessin de définition :

- en respectant le plus possible les pratiques de la conception des pièces plastiques ;
- en respectant les surfaces fonctionnelles ;
- en gardant la même direction de démoulage principale (DDP) ;
- sans rajouter de direction de démoulage auxiliaire supplémentaire (DDA).

Question 5.2 : répondre sur DR5 page 16/29.

Définir l'architecture de l'outillage sur le détail B en hachurant la partie fixe et la partie mobile du moule.

Étude 6 : choix matière du té d'échappement 28 pour la version NITROX

L'utilisation d'air suroxygéné « NITROX » impose un changement de matière.

Deux matières ont été sélectionnées pour remplacer le PA6 GF20 utilisé jusqu'à présent :

- un ABS-PC (Bayblend T45 de Bayer)
- un PA12 GF30 (Rilsamid AZM30)

Ces deux matières respectent les critères de la norme « NITROX ».

Les fiches matières sont présentées en DT9 page 27/29.

Le dessin de définition du té d'échappement est présenté sur le DT10 page 28/29.

6.1 Vérification de la tenue du clipsage

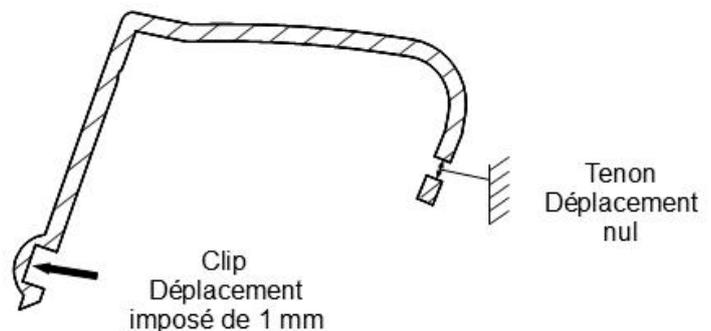
Le té d'échappement 28 s'assemble sur le corps 1 par deux tenons à l'arrière et deux clips à l'avant. La nouvelle matière doit permettre le clipsage sans rupture.

Pour cela, le bureau d'études a réalisé des simulations mécaniques de la pièce en phase de clipsage pour les trois matières : celle d'origine et les deux sélectionnées.

Les conditions de simulation sont :

- déplacement nul des tenons ;
- déplacement imposé des clips de 1 mm.

La section B-B (voir dessin de définition DT10 page 28/29) permet une représentation simplifiée de ces conditions.



BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 10/29

Sur le document technique DT11 page 29/29, les résultats des simulations nous donnent une estimation des contraintes dans les différentes zones de la pièce.
La section B-B est la section où la contrainte est maximale.

Question 6.1 : répondre sur DR6 page 17/29.

À partir des simulations mécaniques par éléments finis DT11 page 29/29 et des fiches matières DT9 page 27/29, vérifier la bonne tenue des clips pour chaque matière en complétant le tableau « vérification de la tenue du clipsage » sur le DR6 page 17/29.

6.2 Études dimensionnelles

L'entreprise décide d'utiliser le même moule avec la nouvelle matière.

Le changement de matière implique des variations dimensionnelles sur les pièces qu'il faudra optimiser.

Question 6.2 : répondre sur DR6 page 17/29.

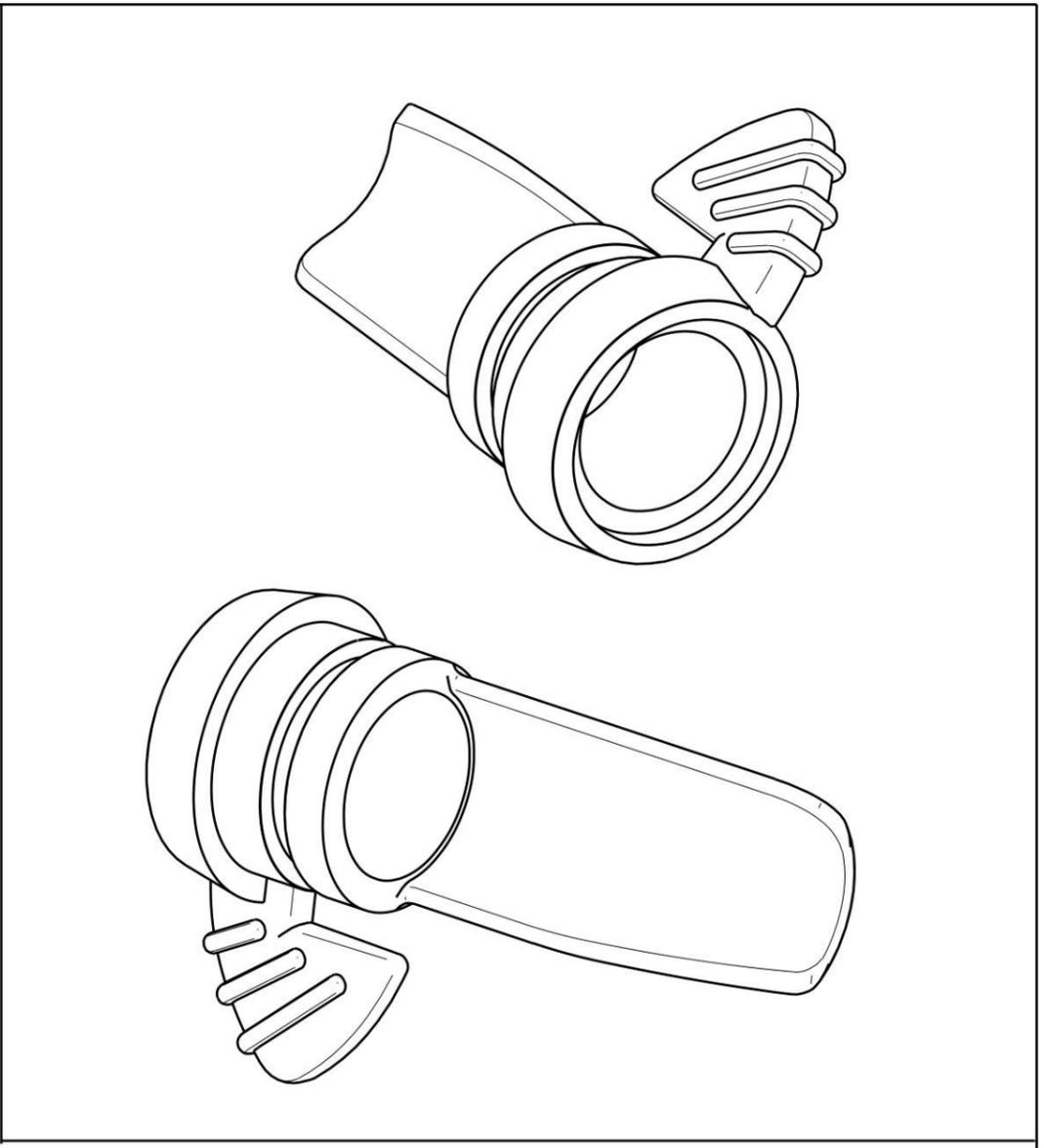
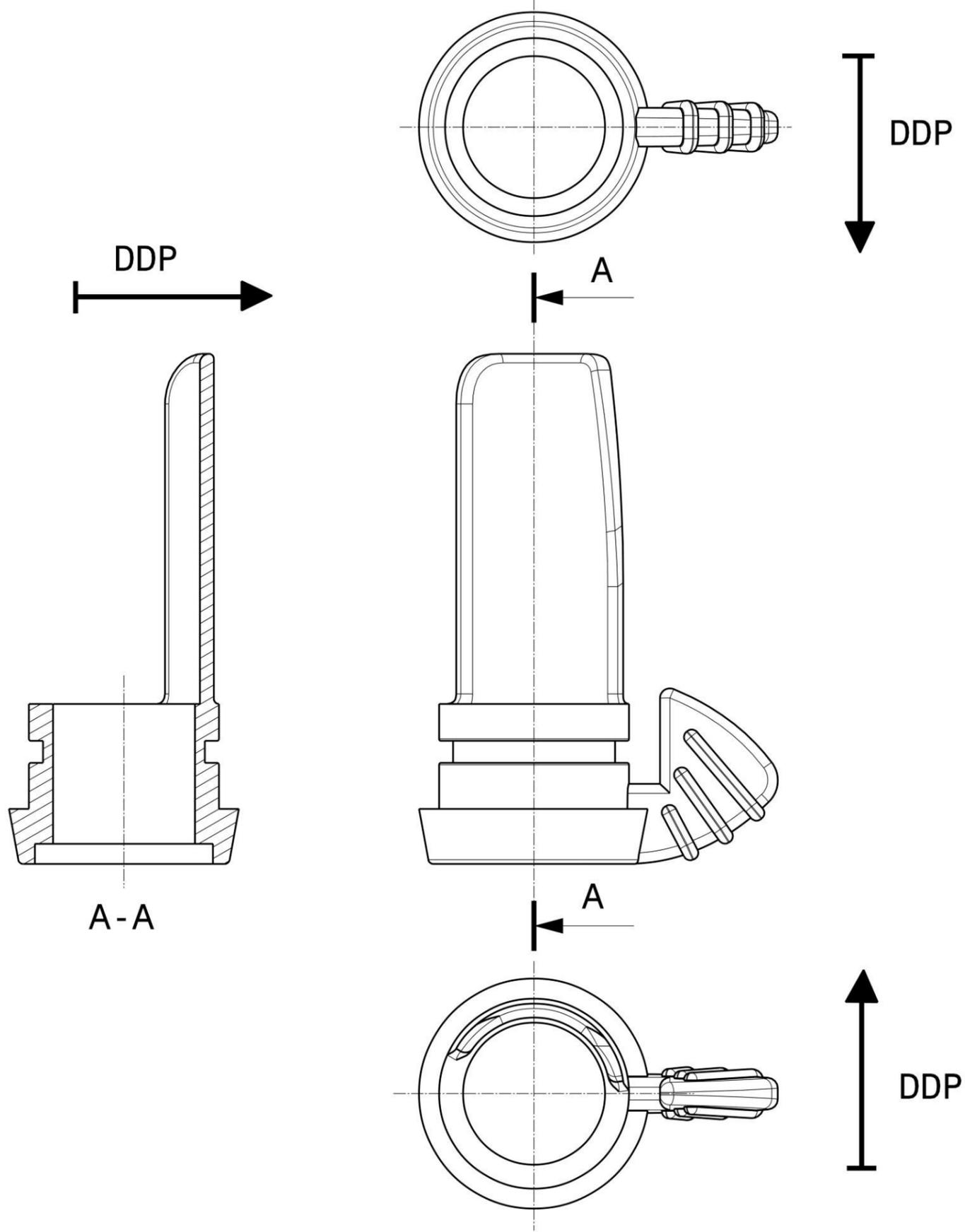
À partir des données des fiches matières DT9 page 27/29, préciser le ou les critères pour choisir la matière de remplacement. Justifier.

6.3 Choix de la matière

Question 6.3 : répondre sur DR6 page 17/29.

À partir du résultat de la question précédente, choisir la matière qui respectera le cahier des charges.

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 11/29



-  Trace d'éjection
-  Seuil d'injection

DDP : Direction de démoulage principale
 En rouge : ligne de joint externe
 En vert : ligne de joint auxiliaire
 En bleu : ligne de joint interne

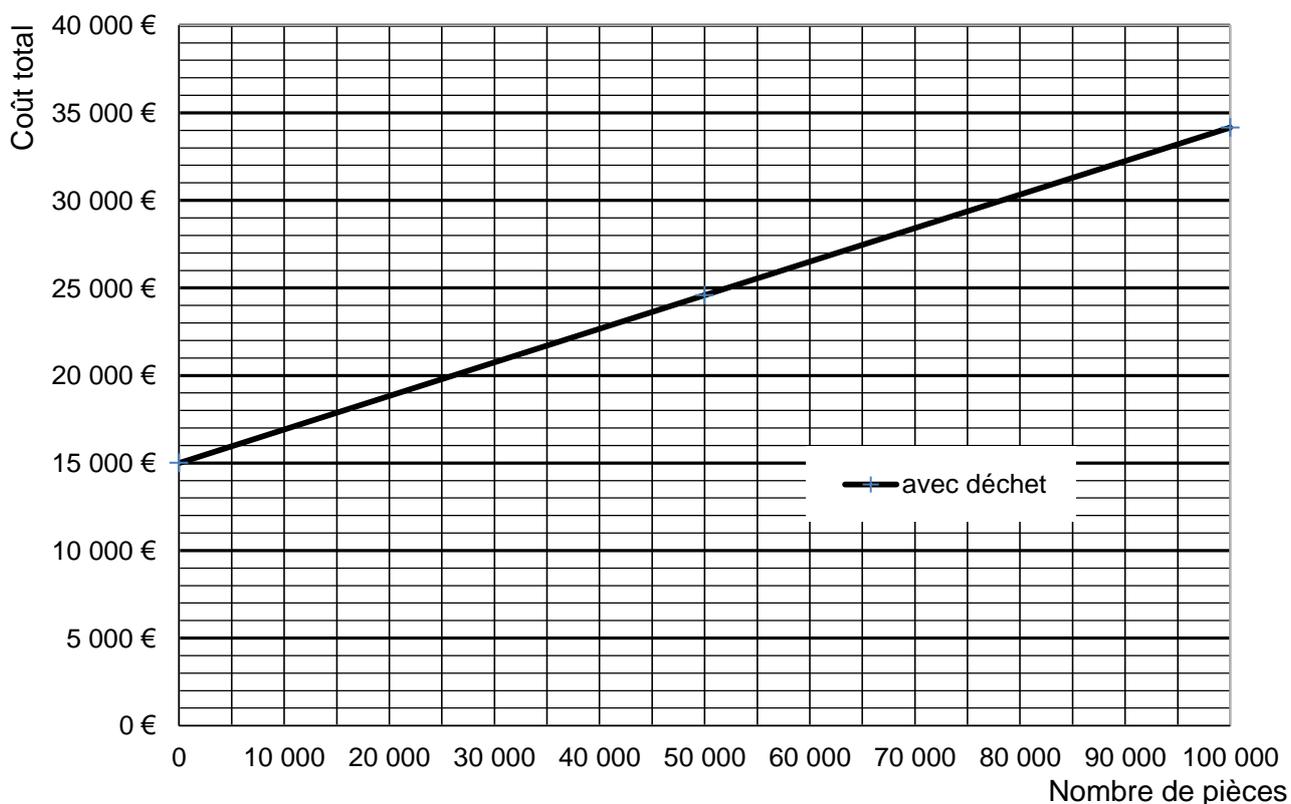
Levier de réglage
Echelle : 2:1

DOCUMENT REPONSE DR1		
BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 12/29

Q1.3 : Calcul de coûts des deux solutions de moulage du levier 6

Coûts	Avec déchet	Canaux chauds
Coûts fixes		
Moule	15 000 €	20 000 €
Total coût fixe (investit dès la 1^{ère} pièce)	15 000 €	20 000 €
Coûts variables pour 50 000 pièces		
Matière	2 330 €	
Main d'œuvre (décarottage)	1 000 €	
Machine	6 250 €	
Total coûts variables	9 580 €	
Total pour 50 000 pièces	24 580 €	

Q1.4 : Graphe du coût total en fonction du nombre de pièces



DOCUMENT REPONSE DR2

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

DOSSIER PROJET

SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

CODE : ILU5OP

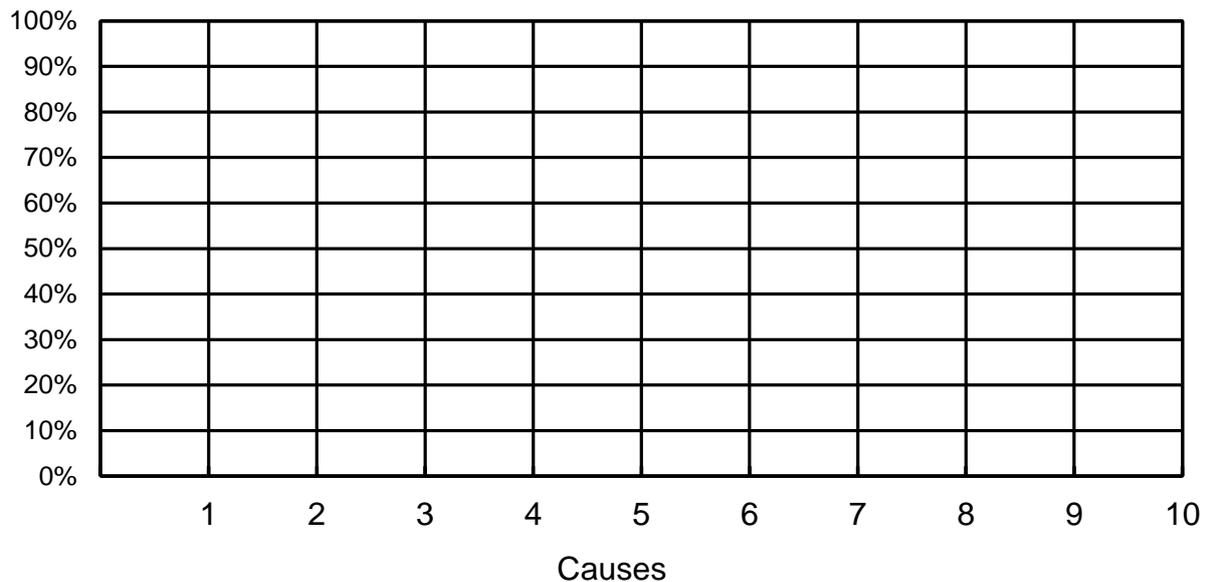
Page 13/29

Q2.1 : Analyse Pareto corps 1 du détenteur

Liste des causes classées dans l'ordre décroissant :

	Causes	Nombre	Pourcentage	% cumulé
Cause 1				
Cause 2				
Cause 3				
Cause 4				
Cause 5				
Cause 6				
Cause 7				
Cause 8				
Cause 9				
Cause 10				
Total :				

Diagramme de Pareto :



Causes principales :

DOCUMENT REPONSE DR3

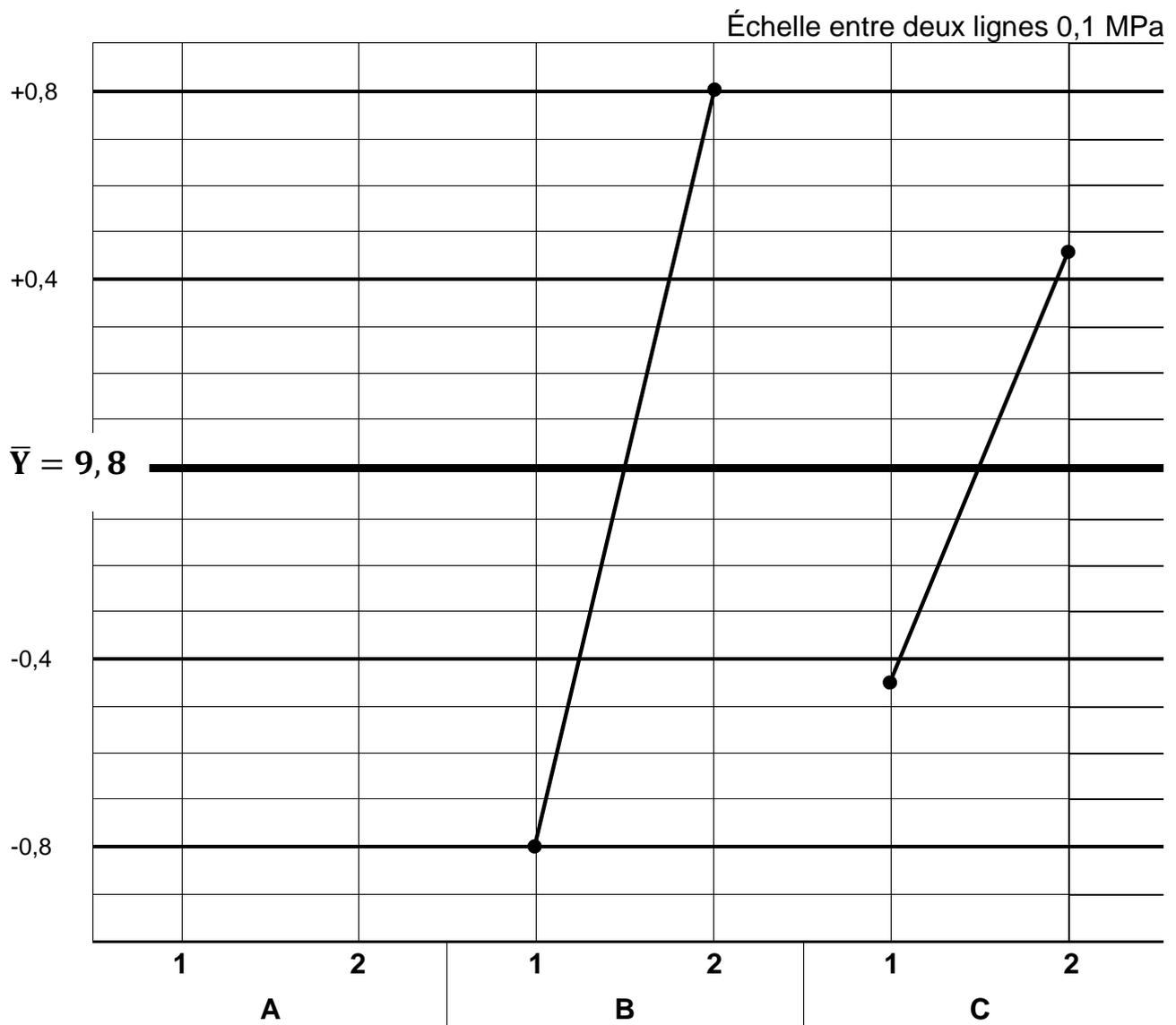
BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER PROJET	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 14/29

Plan d'expérience

Q4.1 : Tableau des effets

Facteurs	Niveau 1	Niveau 2
A : T° de l'outillage		
B : type de catalyseur	-0,80	0,80
C : pression de moulage	-0,45	0,45

Q4.2 : Graphe des effets :



DOCUMENT REPONSE DR4

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

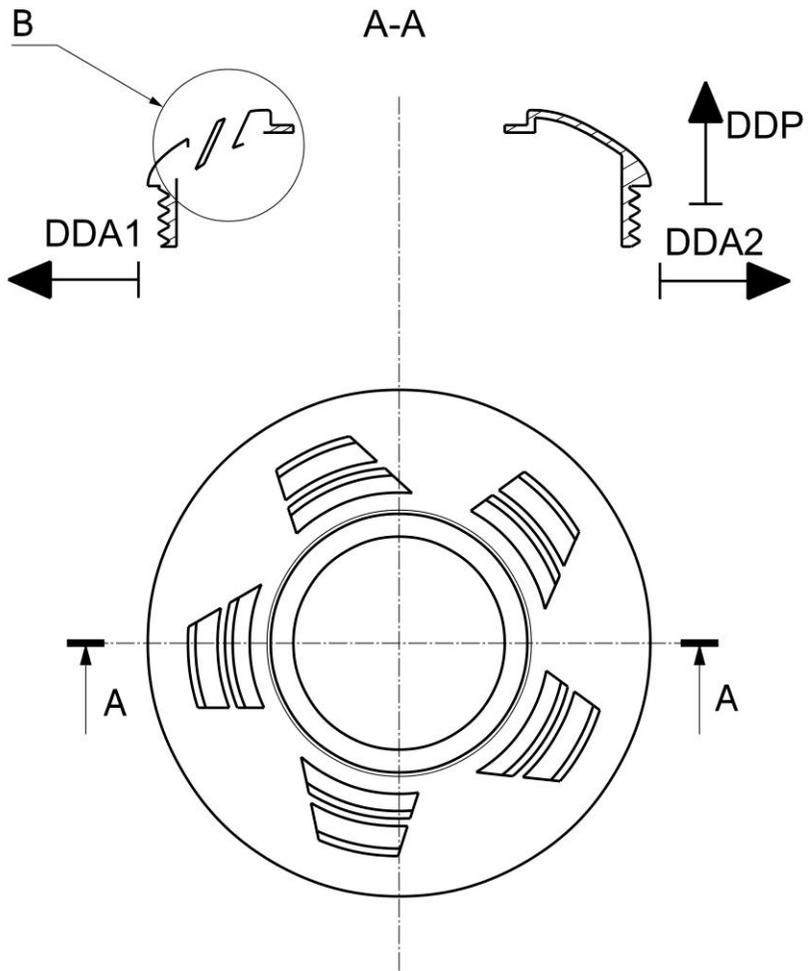
DOSSIER PROJET

SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

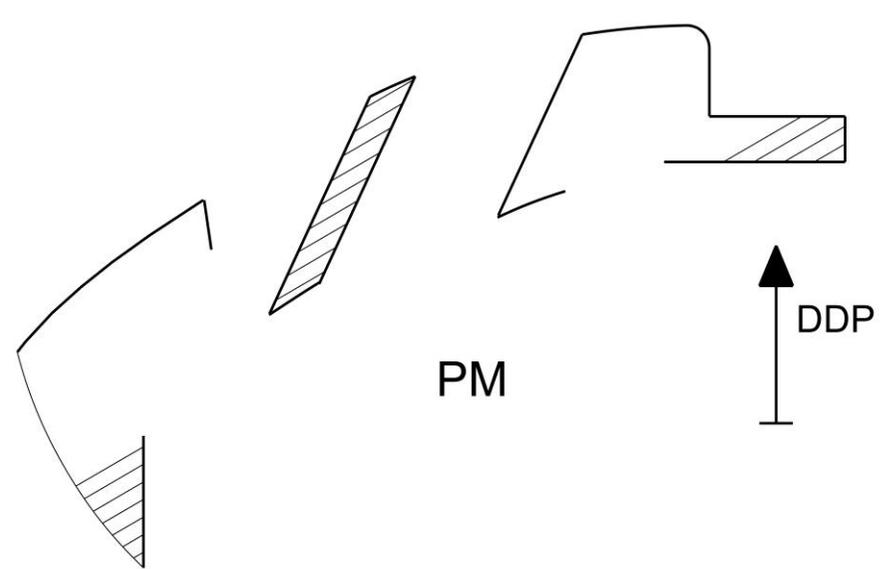
CODE : ILU5OP

Page 15/29



Détail B
Échelle : 5:1

PF



Couvercle
Echelle : 1:1



Pièce



Partie fixe



Partie mobile

DOCUMENT REPONSE DR5

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

DOSSIER PROJET

SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

CODE : ILU5OP

Page 16/29

Q6.1 : Vérification de la tenue du clipsage

	PA6 GF20	ABS-PC	PA12 GF30
Contrainte maximale déterminée par simulation mécanique	82,1 MPa		
Contrainte admissible donnée par la fiche matière	90 MPa		
Conclusion	OK		

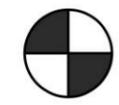
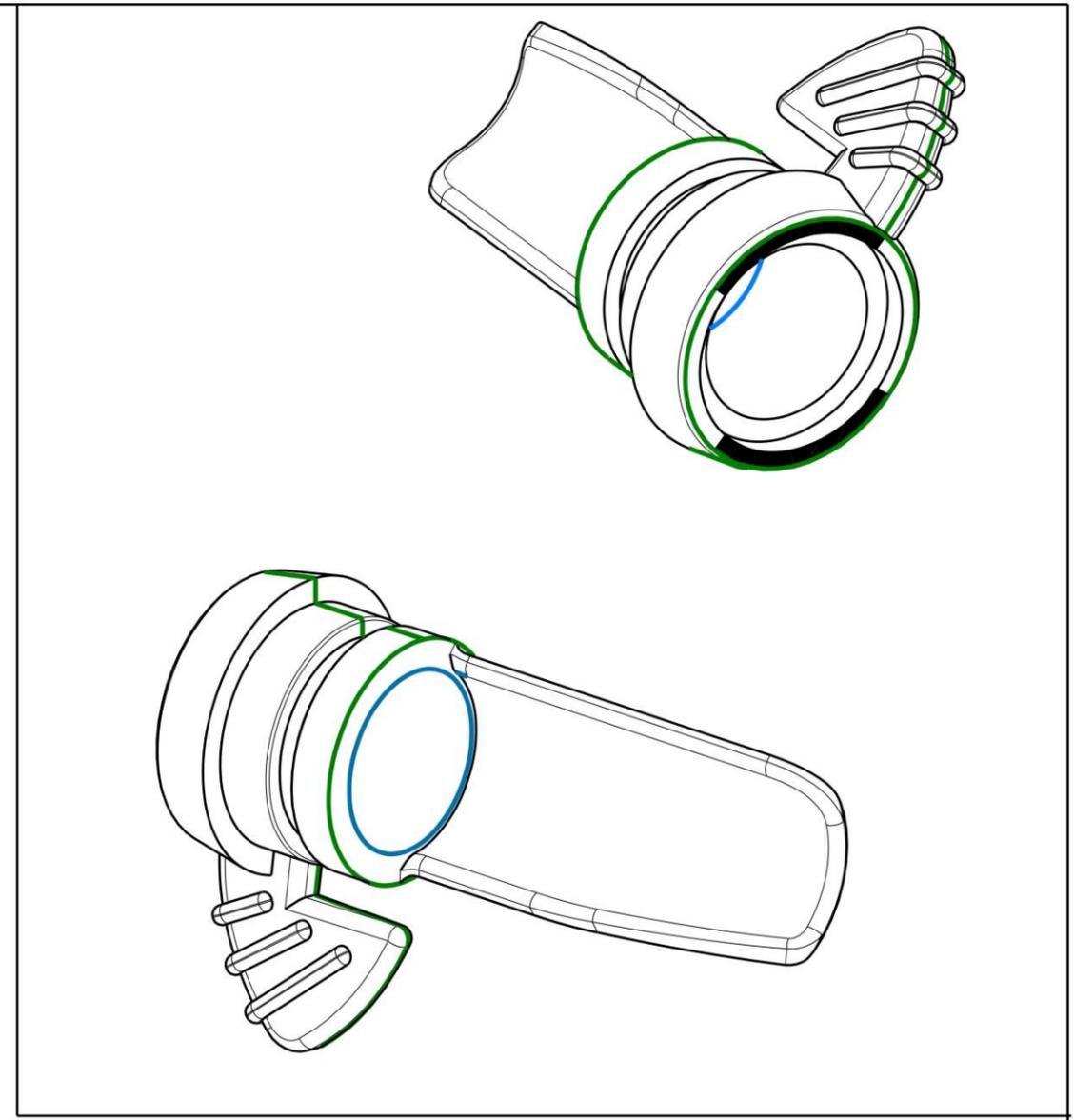
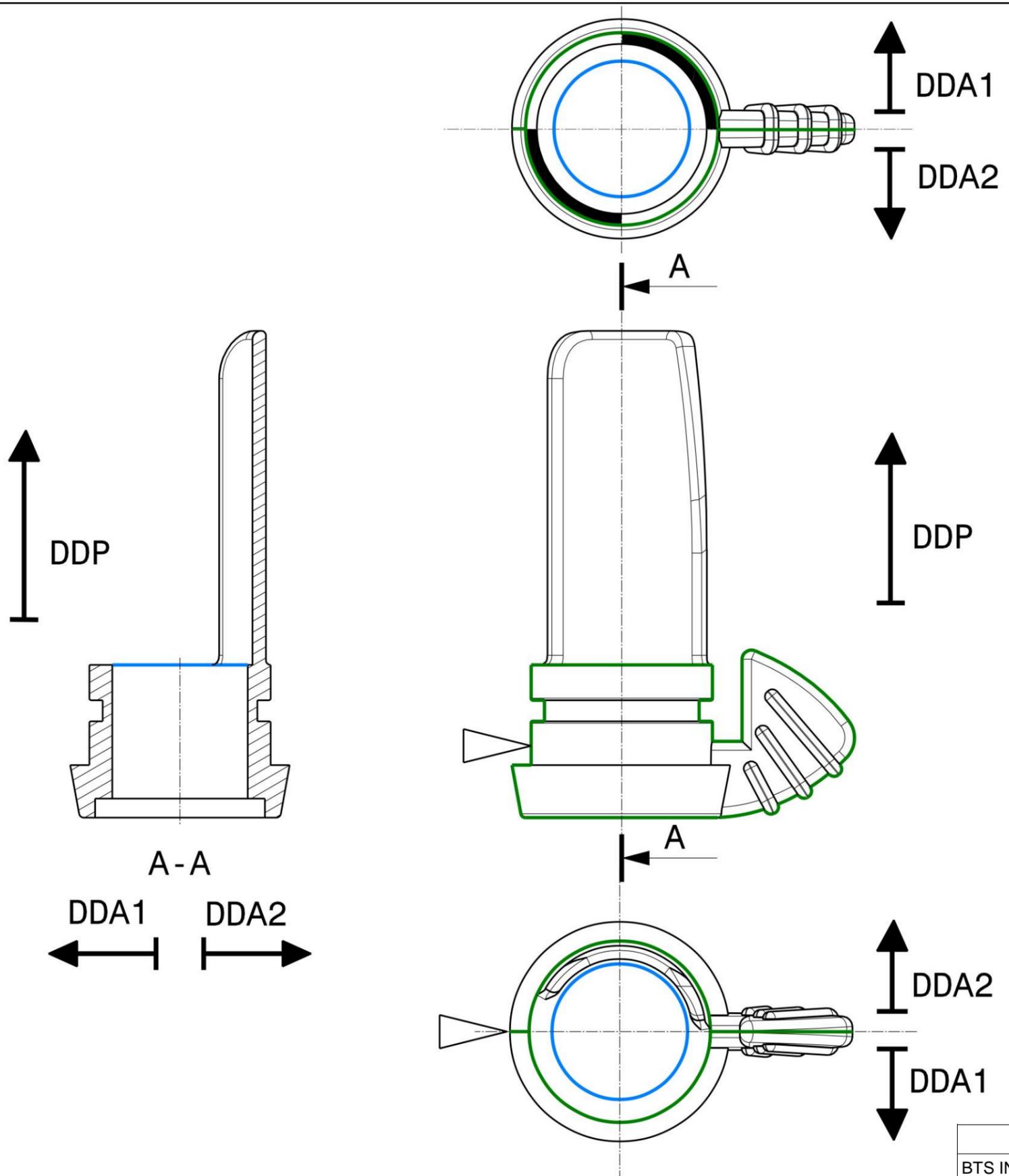
Q6.2 : Étude dimensionnelle

Q6.3 : Choix de la matière

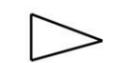
Il est conseillé de faire une lecture complète du sujet
avant de commencer à traiter les questions

DOSSIER TECHNIQUE

DT1 : Dessin de définition du levier de réglage _____	page 19/29
DT2 : Données économiques et données qualité _____	page 20/29
DT3 : Étude de capabilité du corps _____	page 21/29
DT4 : Retrait et post-retrait _____	page 22/29
DT5 : Simulation rhéologique de l'axe de clapet _____	page 23/29
DT6 : Simulation rhéologique de l'axe de clapet – autres solutions _____	page 24/29
DT7 : Dessin de définition de la membrane _____	page 25/29
DT8 : Procédé d'injection RIM _____	page 26/29
DT9 : Fiches matières _____	page 27/29
DT10 : Dessin de définition du té d'échappement _____	page 28/29
DT11 : Simulations mécaniques du té d'échappement _____	page 29/29



Trace d'éjection



Seuil d'injection

DDP : Direction de démoulage principale
 DDA : Direction de démoulage auxiliaire

En vert : ligne de joint auxiliaire
 En bleu : ligne de joint interne

Levier de réglage
Echelle : 2:1

DOCUMENT TECHNIQUE DT1		
BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 19/29

Données économiques : levier de réglage

Production : (hypothèse pour les calculs : % de rebuts = 0 %)

10 000 pièces/an pendant 5 ans

Temps de cycle = 30 s (2 empreintes) avec le moule à alimentation avec déchet

Temps de cycle = 26 s (2 empreintes) avec le moule à canaux chauds

Matière :

Pièce : 4,45 g (pour une empreinte)

Canal d'alimentation : 5 g (non recyclé pour l'alimentation avec déchet)

Coût Matière : 6,70 €/kg (PA 6 noir brillant)

Main d'œuvre :

Coût horaire main d'œuvre : 20 €/h

Décarottage : 1h/1000 pièces (uniquement pour alimentation avec déchet)

Machine :

Coût horaire machine : 30 €/h

Données qualité : corps

Répartitions des causes de rebuts des corps 1 en sortie de production.

	Défauts	Nombre de défauts en 2014
A	Retassures	24
B	Brûlures au seuil d'injection	812
C	Diamètre de portée de joint trop grand	438
D	Pièces incomplètes	32
E	Pièces cassées	26
F	Pièces rayées	16
G	Pièces sales	40
H	Givrage	60
I	Bavures	73
J	Traces d'éjecteur	44

DOCUMENT TECHNIQUE DT2

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

DOSSIER TECHNIQUE

SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

CODE : ILU5OP

Page 20/29

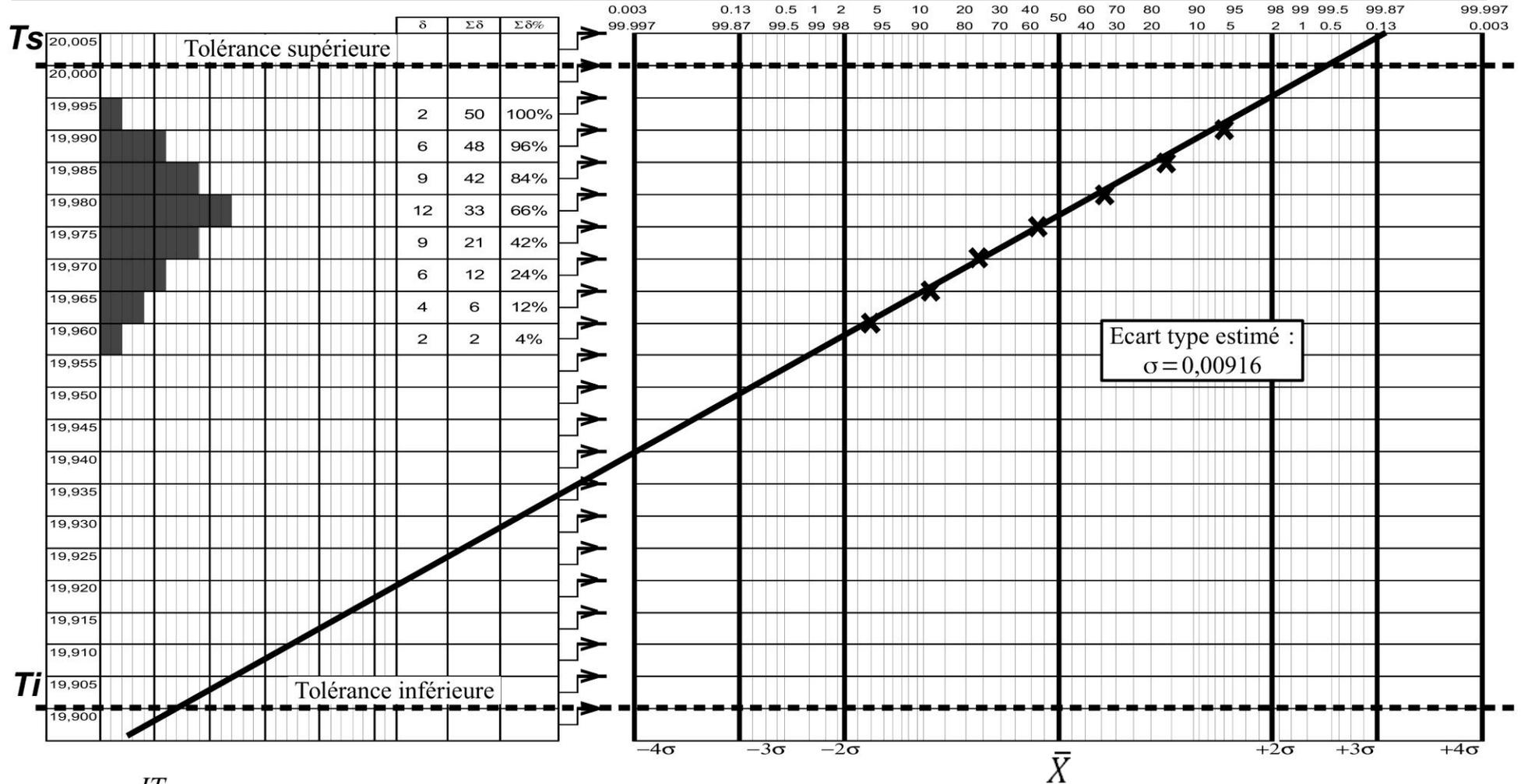
Etude de capabilité et de normalité

Machine : Arburg 470S

Caractéristique : diamètre de portée de joint $\varnothing 19,95^{+0,05}$

Instrument de mesure : Micromètre 3 touches Résolution : 0,001

Désignation de la pièce : Corps du détendeur



$$C_m = \frac{IT}{6 \cdot \sigma}$$

$$C_{mk} = \text{MINI} \left[\frac{T_s - \bar{X}}{3 \cdot \sigma}, \frac{\bar{X} - T_i}{3 \cdot \sigma} \right]$$

DOCUMENT TECHNIQUE DT3

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

DOSSIER TECHNIQUE

SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

CODE :

Page 21/29

Extrait de la norme NF EN ISO 294-4

3.1 RETRAIT AU MOULAGE S_M

Différence de dimensions entre un produit moulé solidifié et l'empreinte du moule dans laquelle il a été moulé, le moule et le produit moulé étant à température ambiante lors du mesurage. Il est exprimé en pourcentage, (%) de la dimension de l'empreinte du moule concerné.

$$S_M = 100 \frac{(l_c - l_1)}{l_c}$$

- l_c est la longueur de l'empreinte en millimètres
- l_1 est la dimension correspondante de l'éprouvette en millimètres.

3.2 POST-RETRAIT S_P

Différence relative des dimensions d'une éprouvette moulée, mesurée avant et après un post-traitement, à température ambiante, Il est exprimé en pourcentage (%).

$$S_P = 100 \frac{(l_1 - l_2)}{l_1}$$

- l_2 est la longueur en millimètres, de l'éprouvette après le post-traitement.

3.3 RETRAIT TOTAL S_T

Différence relative des dimensions, mesurée à température ambiante entre l'éprouvette après le post-traitement et l'empreinte du moule dans laquelle elle été moulée, Il est exprimé en pourcentage (%).

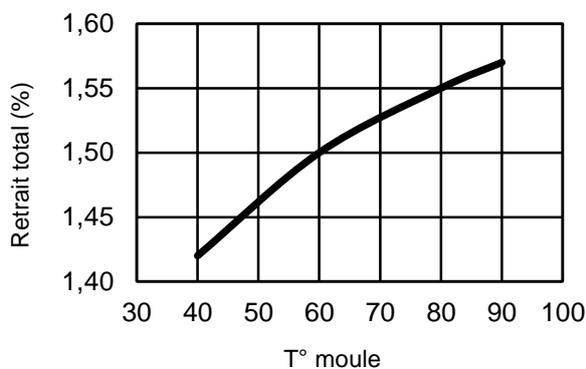
$$S_T = 100 \frac{(l_c - l_2)}{l_c}$$

Le retrait au moulage, le post-retrait et le retrait total, exprimés en pourcentages, sont reliés par l'équation suivante :

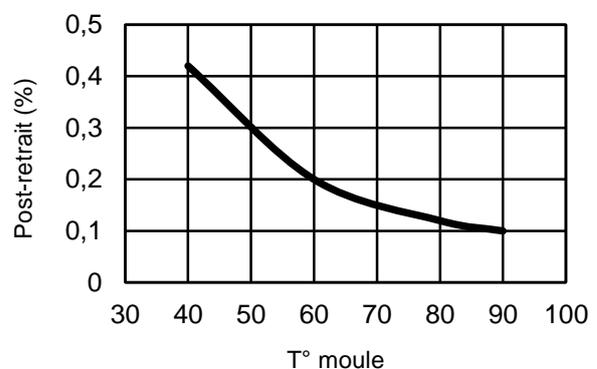
$$S_T = S_M + S_P - \frac{S_P \times S_M}{100} \approx S_M + S_P$$

Données fabricant de matière : PA6

Retrait total fonction de la température du moule



Post-retrait fonction de la température du moule



DOCUMENT TECHNIQUE DT4

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

DOSSIER TECHNIQUE

SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

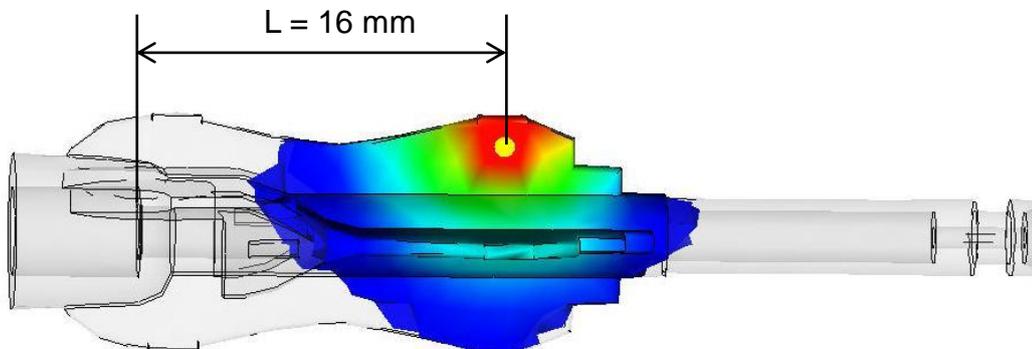
CODE : ILU5OP

Page 22/29

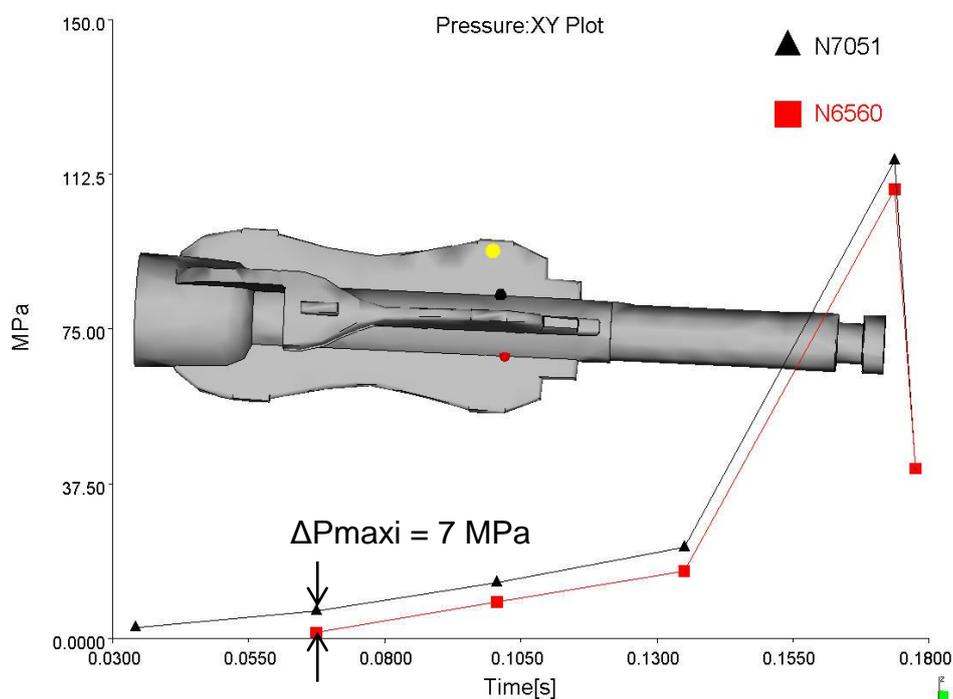
Simulation d'injection : Axe de clapet

Position du seuil d'injection actuel

Début du remplissage :



Évolution de la pression dans l'empreinte en deux points de part et d'autre de la broche



DOCUMENT TECHNIQUE DT5

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

DOSSIER TECHNIQUE

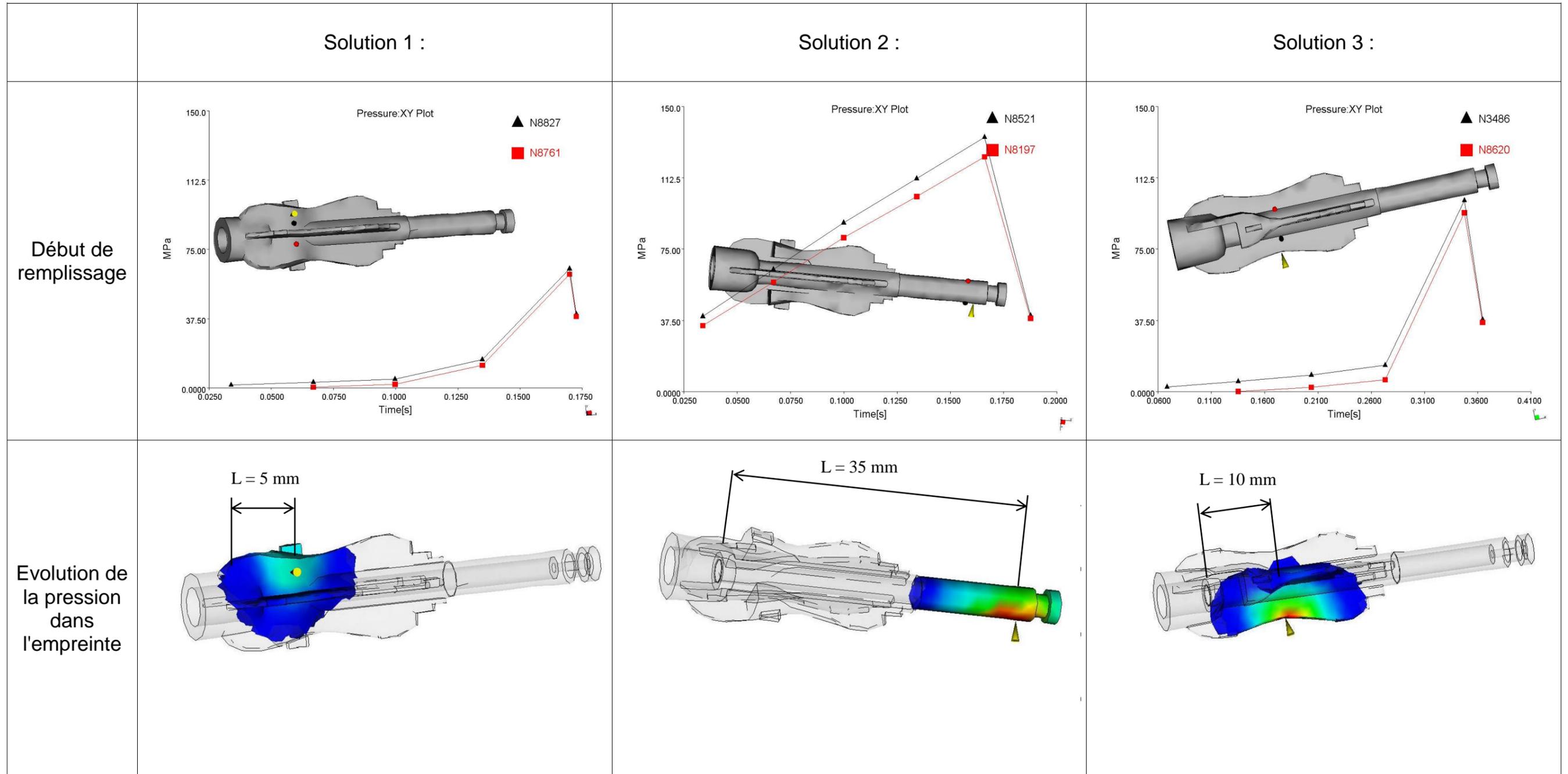
SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

CODE : ILU5OP

Page 23/29

Simulation d'injection : Axe de clapet différentes positions du seuil



DOCUMENT TECHNIQUE DT6

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

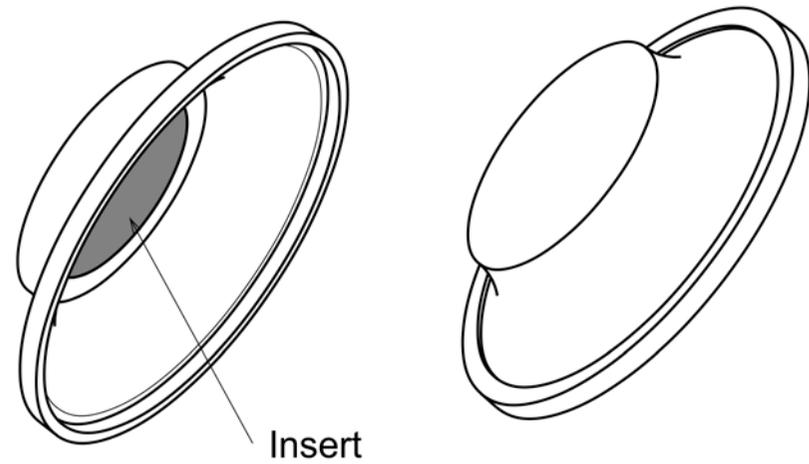
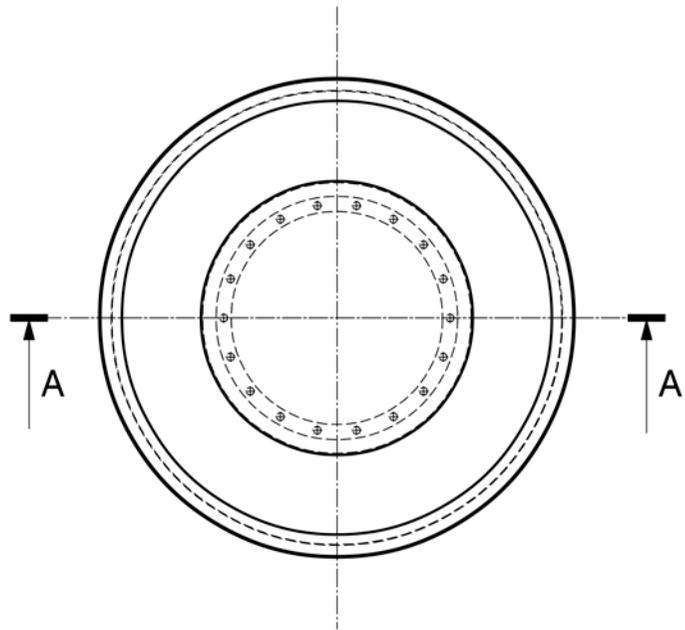
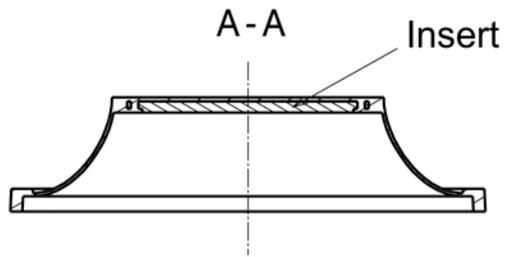
DOSSIER TECHNIQUE

SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

CODE : ILU5OP

Page 24/29



DOCUMENT TECHNIQUE DT7

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

DOSSIER TECHNIQUE

SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

CODE : ILU5OP

Page 25/29

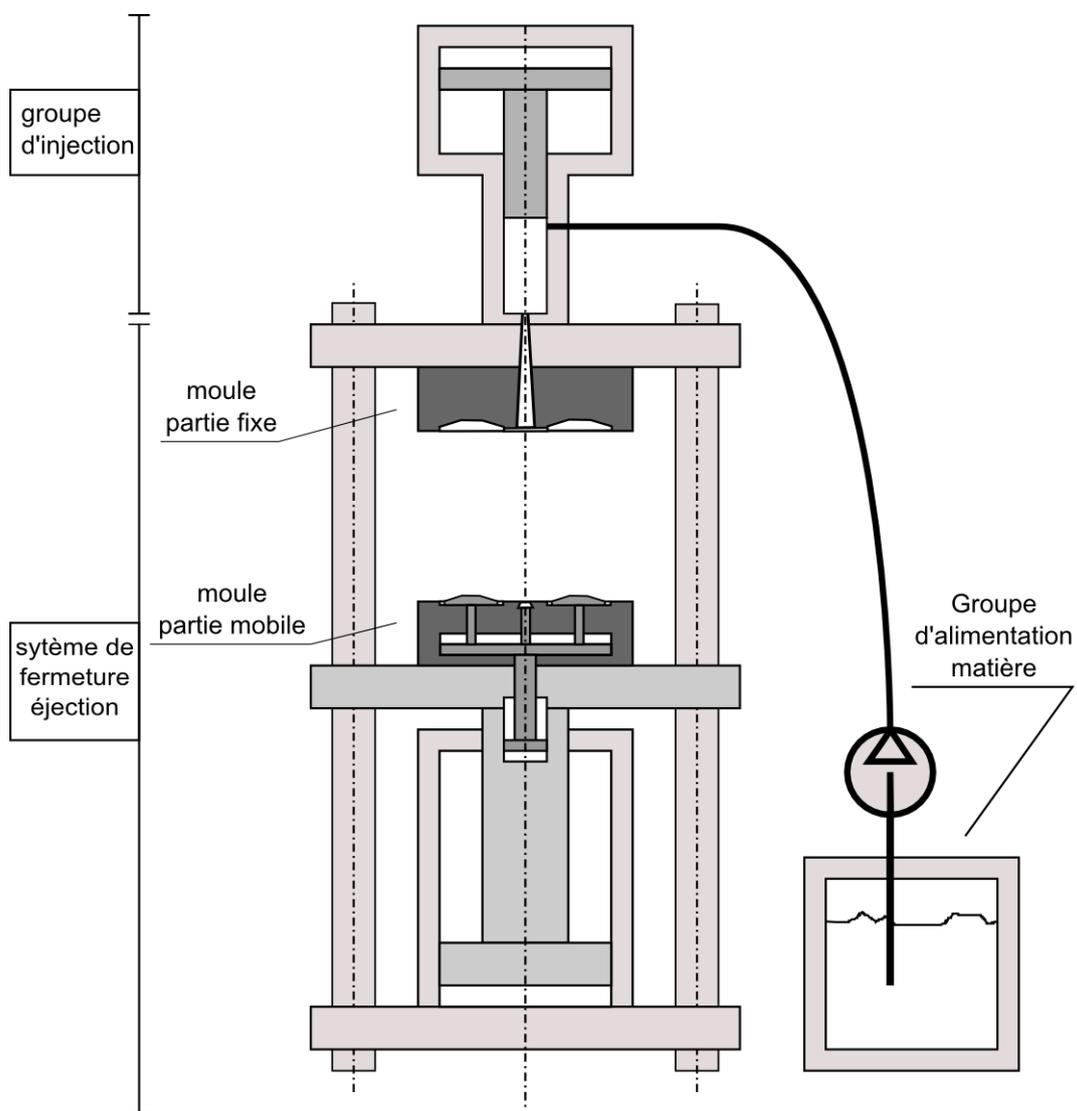
Procédé d'injection RIM

Le procédé RIM consiste à injecter dans un moule chaud le mélange de deux constituants liquides qui vont réagir et polymériser dans celui-ci.

L'état liquide de la matière injectée permet d'opérer à basse pression ce qui permet l'utilisation de petites presses à injecter.

La presse à injecter permet de régler la température de l'outillage, la pression d'injection, la vitesse d'injection, la pression et le temps de moulage.

La matière utilisée est un Mélange-Maitre de silicone qui polymérise à chaud après addition d'un catalyseur.



DOCUMENT TECHNIQUE DT8

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

DOSSIER TECHNIQUE

SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

CODE : ILU5OP

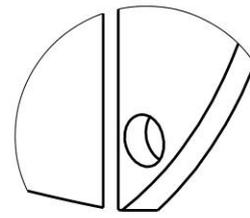
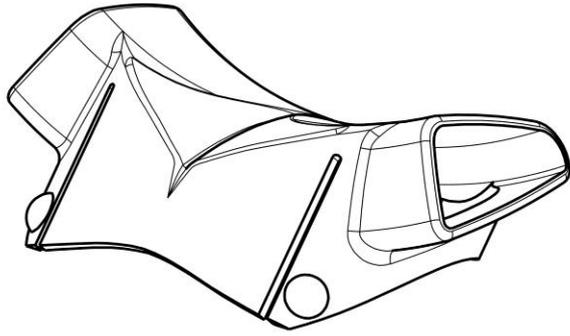
Page 26/29

Fiches matières

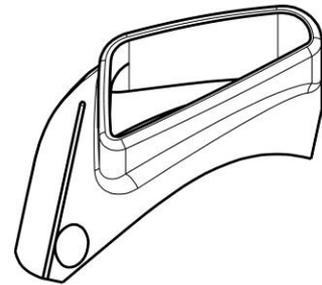
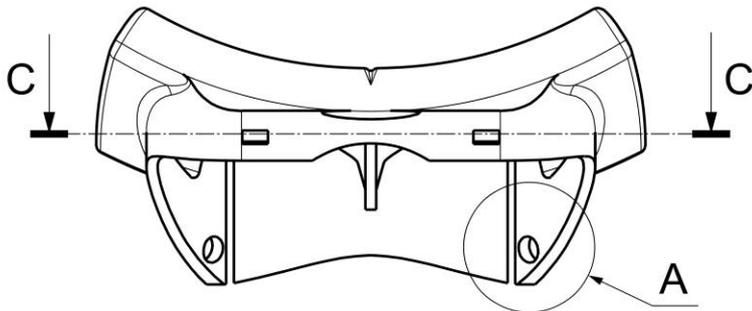
Propriétés	Unités	PA6 GF20	ABS-PC	PA12 GF30
Caractéristiques mécaniques				
Contrainte au seuil d'écoulement	MPa		55	
Contrainte à la traction en rupture	MPa	150/100		112/108
Allongement à la traction au seuil d'écoulement	%		3,7	
Allongement à la traction à la rupture	%	4,0/5,0		5
Contrainte maximale admissible	MPa	90	50	80
Module d'élasticité (traction)	MPa	8000/5700	2100	6100/5800
Résistance au choc Charpy à 23°C	kJ/m ²	65		77
Résistance au choc Charpy à -30°C	kJ/m ²	54		64
Taux de renfort en fibres de verre	%	20	0	30
Caractéristiques thermiques				
H.D.T A (1,8 MPa)	°C	200	95	170
H.D.T B (0,45 MPa)	°C	215	112	175
Coefficient de dilatation thermique linéaire	10 ⁻⁴ /°C	0,2	0,85	0,5
Caractéristiques physiques				
Masse volumique	kg/m ³	1270	1100	1240
Absorption d'eau à saturation dans l'eau à 23°C	%	1,1	0,2	1,3
Humidité absorbé à l'équilibre à 23°C 50% H.R.	%	1,9	0,7	0,5
Caractéristiques transformations				
Retrait au moulage	%	0,7	0,4	0,6
Température d'injection	°C	230 - 250	240 - 280	260
Température moule	°C	60 - 80	60 - 80	50
Température d'éjection	°C	120	115	

DOCUMENT TECHNIQUE DT9

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC	DOSSIER TECHNIQUE	SESSION 2014
E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE	CODE : ILU5OP	Page 27/29

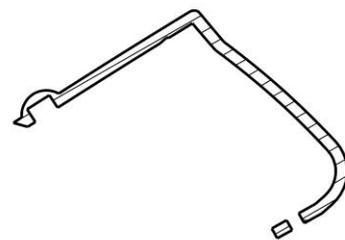
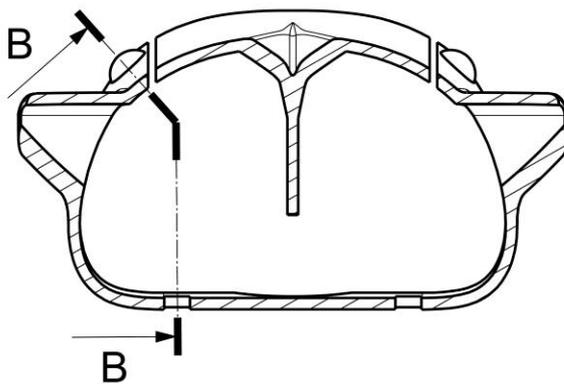


Détail A
Echelle : 2:1



C-C

B-B



Té d'échappement
Echelle : 1:1

DOCUMENT TECHNIQUE DT10

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

DOSSIER TECHNIQUE

SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

CODE : ILU5OP

Page 28/29

Simulations mécaniques du té d'échappement

	Contraintes équivalentes suivant le critère de Von Mises	Grossissement de la zone du tenon
PA6GF20		
ABS-PC		
PA12GF30		

DOCUMENT TECHNIQUE DT11

BTS INDUSTRIES PLASTIQUES - EUROPLASTIC

DOSSIER TECHNIQUE

SESSION 2014

E5 : OPTIMISER EN PLASTURGIE

CODE : ILU5OP

Page 29/29