

BTS EuroPlastics et Composites (EPC)

E4 : Répondre à une affaire - Conception préliminaire

EPREUVE PONCTUELLE

Durée : 5 heures

Coefficient : 6

Aucun document autorisé

Matériel autorisé :

note de service n° 2015-056 du 17-3-2015

L'usage de la calculatrice est autorisé.

Les matériels autorisés sont les suivants :

Les calculatrices non programmables sans mémoire alphanumérique ;

Les calculatrices avec mémoire alphanumérique et/ou avec écran graphique qui disposent d'une fonctionnalité « mode examen » activé

Tout autre matériel est interdit.

Documents fournis

Le sujet comporte 37 pages.

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

Les documents réponses sont à rendre avec les copies.

BTS EUROPLASTICS ET COMPOSITES	Présentation	SESSION 2019
E4 : Répondre à une affaire - Conception préliminaire	CODE : ILU50P	Page 1 sur 37

Dossier technique

Présentation	Page 3
DT01 : Extrait du cahier des charges fonctionnel	Page 4
DT02 : Fiches matières gamme Polyuréthanes	Page 5
DT03 : Fiches de mise en œuvre Polyuréthanes	Page 6
DT04 : Relevés de production empreinte prototype – TRS	Page 7
Norme NF E60-182	
DT05 : Relevés de production - Classement ABC	Page 8
DT06 : Plan et études pièce « SUPPORT »	Pages 9-10
DT07 : Cahier des charges outillage « Chape »	Pages 11 - 12
DT08 : Types de seuils rapportés interchangeables	Page 13
DT09 : Etude Rhéologique positionnement des seuils	Page 14
DT10 : Techniques de fabrication des sachets d'emballage	Pages 15 - 16
DT11 : Coûts de production des sachets d'emballage	Pages 17 - 18
DT12 : Paramètres de fabrication d'une gaine	Pages 19 - 20

Dossier questionnement et documents réponses

Dossier questionnement

Pages 21 à 32

Documents réponses

Pages 33 à 37

La rédaction des réponses aux questions se fait sur feuilles de copie ou sur les documents réponses.

**Les cinq études de cette épreuve sont indépendantes.
Elles peuvent être traitées dans l'ordre de votre choix sur copies séparées identifiées « Etude 1 ; Etude 2... » avec insertion des documents réponses dans les copies le cas échéant.**

Proposition de répartition du temps :

Lecture du sujet	0 h 30
Etude 1 : Optimiser les choix matières Polyuréthane	0 h 35
Etude 2 : Etude de faisabilité de la pièce « Support »	0 h 50
Etude 3 : Analyse de moulage et solutions techniques pièce « Chape »	0 h 75
Etude 4 : Coût de production du sachet d'emballage	0 h 60
Etude 5 : Définition du processus de fabrication de la gaine	0 h 50

Présentation

Le modèle roue « **SIRIUS START&STOP** » est une roulette pivotante à blocage total utilisée dans le domaine professionnel, industriel et médical pour donner de la mobilité aux mobiliers (chaises, tables, servantes, fauteuils ...).

Sur l'image ci-dessous, une pré-étude pour ce nouveau modèle vous est présentée.

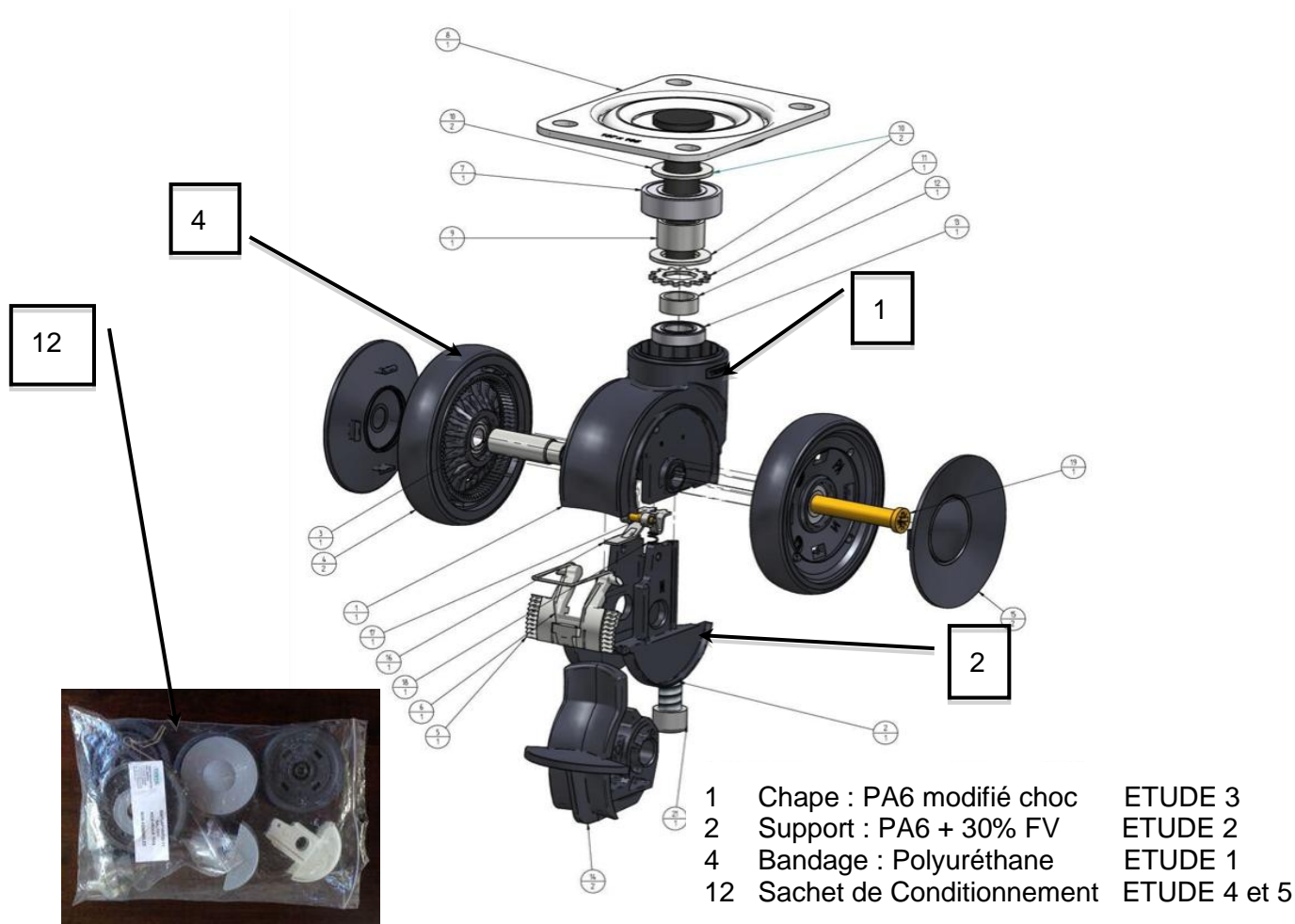
Vous intervenez dans un groupe de travail comme expert plasturgie.

Votre entreprise de Plasturgie réalise une sous-traitance de capacité pour le client.

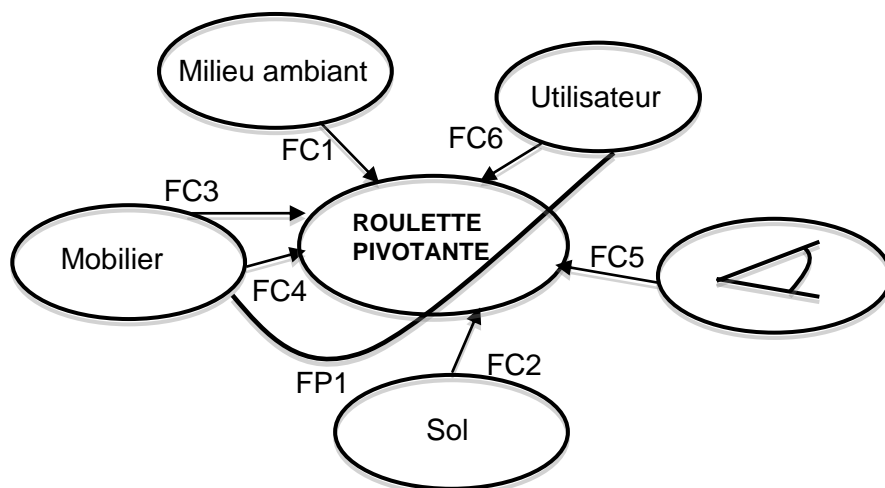
La sous-traitance est dite de capacité dès lors que l'entreprise donneur d'ordres, équipée elle-même pour exécuter un produit, a recours à une autre entreprise.

Vous participer à la conception préliminaire des pièces **1, 2 et 4** du nouveau modèle de roue.

Vue éclatée du modèle roue « SIRIUS START&STOP »



SIRIUS 69447UN9 START&STOP : Roulette pivotante à blocage total suiveur.



Fonctions valorisées :

FP1 : Permettre le déplacement et l'immobilisation du mobilier.

FC1 : Résister au milieu ambiant.

FC2 : Offrir un bon confort de roulement.

FC3 : Résister à la charge dynamique.

FC4 : Résister à la charge statique.

FC5 : Présenter des surfaces pièces, visibles sur roue assemblée, esthétiques.

FC6 : Offrir une ergonomie et une action rapide pour le blocage des roues avec le pied.

Fiche technique extrait :

Diamètre de roue 100 mm

Largeur de bandage 20 mm

Trou central 13 mm

Diamètre du dôme 52 mm

Hauteur 118 mm

Résistance à la température - 10 à + 40 °C

Masse 0,733 kg.

Capacité de charge dynamique 200 daN à 10 km.h⁻¹

Capacité de charge statique 300 daN.

Propriétés spécifiques au bandage :

Dureté du bandage **75 Shore A**.

Résistance à l'abrasion du bandage 42 - 45 mm³.

Résilience du bandage minimum 70%

Résistance au roulement du bandage 0,7 % maximum pour un Diamètre de 100 mm

Allongement à la rupture du bandage **580% mini**

Déformation résiduelle du bandage **10% maxi**.

Résistance aux substances chimiques, rayons UV et radioactifs + + + + +

Confort de roulage + + + + +

Usure + + + + +

Capacité aux vitesses élevées + + + + +

BTS EUROPLASTICS ET COMPOSITES	Dossier technique	SESSION 2019
E4 : Répondre à une affaire - Conception préliminaire	CODE : ILU50P	Page 4 sur 37

		Apthane	Bethane	Gamthane	Dethane
Dureté Shore A	DIN 53505	75 + 5 Shore A	75 + 5 Shore A	75 ± 3 Shore A	90 ± 3 Shore A
Résistance à l'abrasion	DIN 53516	42 - 45 mm ³	42 -45 mm ³	39 - 45 mm ³	35 - 41 mm ³
Résilience en compression	DIN 53512	57 %	75 %	42 %	65 %
Résistance au roulement	Ø 100 mm	0,9 %	0,7 %	0,9 %	0,7 %
Résistance à la traction	DIN 53504	40 N/mm ²	43 N/mm ²	42 N/mm ²	46 N/mm ²
Allongement à la rupture	DIN 53504	520 %	600 %	510 %	625 %
Déformation résiduelle	DIN 53517	15 %	8 %	16 %	12 %
Flexibilité au froid		—	■	—	■
Résistance chimiques, rayons UV et radioactifs		++	++	++	++
Résistance aux coupures et à l'arrachement		++	++	++	++
Capacité aux vitesses élevées		+	++	+	++
Confort de roulage		++	+++	+	+

■ Oui ++ très bien + bien o sous condition - non

Dureté :

La dureté des bandages, mesurée selon la norme DIN 53505, influence en grande partie la stabilité et le confort de roulage d'un châssis. Plus le bandage est souple et épais, plus le véhicule roulera silencieusement. Par ailleurs, la pression au sol est plus faible avec des bandages souples.

Résistance à l'abrasion :

La résistance à l'abrasion est une valeur déterminée en laboratoire selon la norme DIN 53516 pour la résistance à l'usure d'une matière. L'usure effective d'une roue peut en pratique, dévier considérablement des valeurs théoriques et dépend fortement des états des sols.

Résilience en compression :

La résilience selon la norme DIN 53512 indique la perte d'énergie dû au frottement interne lors d'un processus rapide de compression/décompression. Plus la résilience est importante, plus les pertes sont faibles et la résistance au roulement d'une roue réduite.

Déformation résiduelle:

La déformation résiduelle selon la norme DIN 53517 est une mesure du méplat d'une roue sous charge après une immobilisation prolongée. Plus cette valeur sera haute, plus le méplat de la roue sera important.

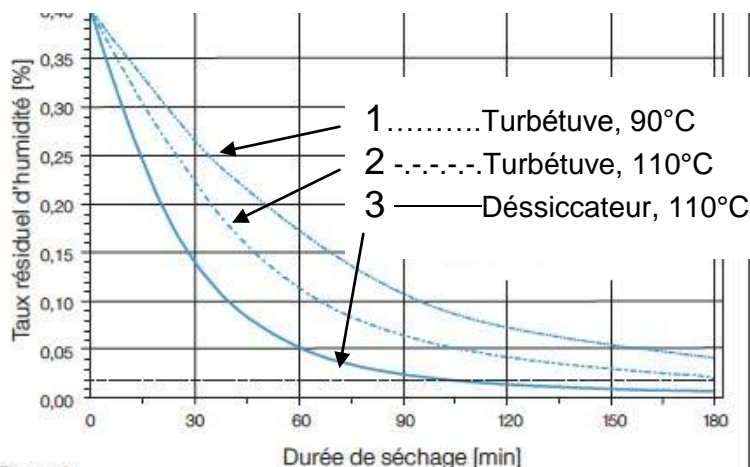
Flexibilité au froid :

La rigidité et la dureté de nombreux polyuréthanes augmentent rapidement à basses températures sous -10°C. Les caractéristiques de flexibilité et d'élasticité se perdent en grande partie. Les polyuréthanes flexibles au froid restent également élastiques et flexibles jusqu'à -30°C. La dureté n'augmente que faiblement.

Capacité de charge :

La capacité de charge d'une roue avec un bandage en élastomère est déterminée par la résistance à la compression de la matière du bandage et par l'échauffement du bandage sous charge. Elle dépend également de la vitesse de déplacement en fonction de l'état du sol.

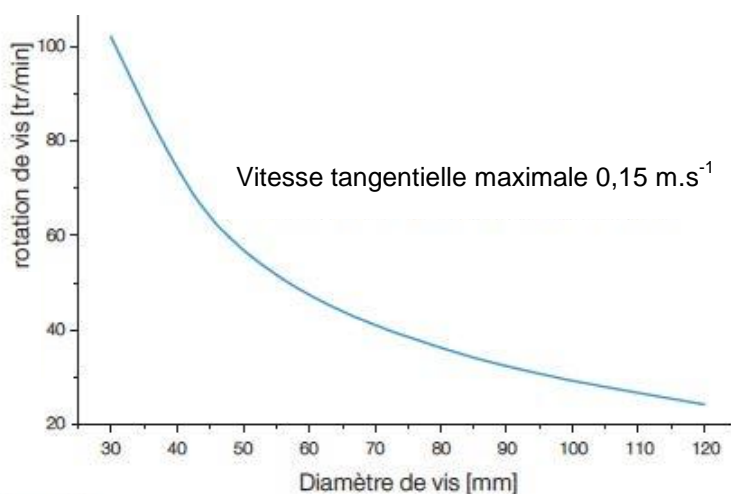
Diagramme de séchage pour matière Polyuréthane



Les matériels de séchage disponibles dans vos ateliers :

Turbétuves
Dessiccateurs

Fréquence de Rotation de vis max. = f(diamètre vis)



La fréquence de rotation de la vis en tour par minute :

$$N = 60 \cdot V (\pi \varnothing_{\text{vis}})^{-1} \text{ tr} \cdot \text{mn}^{-1}$$

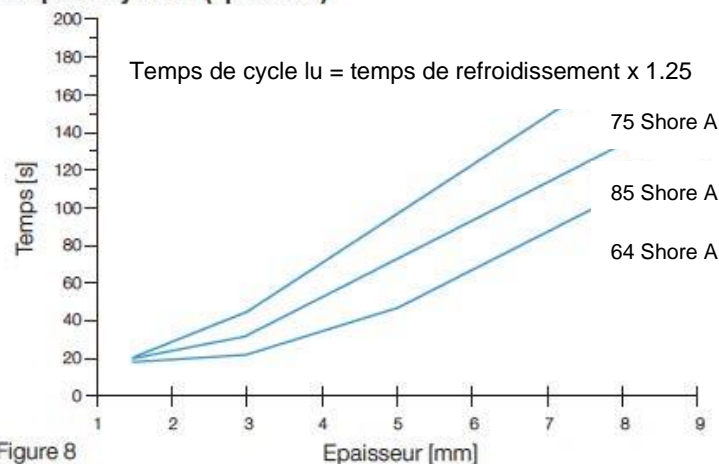
Avec V : vitesse tangentielle

La masse de la moulée est de 200 g.
La masse volumique du polyuréthane est de $1,23 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$
Le diamètre de la vis de la presse est de 45 mm

Temps de dosage mini = Nombre de tour de vis nécessaire au dosage total divisé par la fréquence de rotation vis maxi admissible.

Le débit de plastification est de $4,2 \text{ cm}^3 \cdot \text{tr}^{-1}$

Temps de cycle = f (épaisseur)



Le temps de cycle total lu sur la courbe est égal au temps de refroidissement global utile multiplié par un coef. de 1,25. Le temps de refroidissement global comprend le temps de maintien utile au refroidissement du seuil. Le temps de maintien utile au refroidissement du seuil (2mm) est estimé ici à 22 secondes.

La cote représentative de l'épaisseur moyenne de la bande de roulement, à retenir pour le calcul est de 5 mm.

Dossier technique

DT04 : Relevés de production empreinte prototype- TRS Norme NF E 60-182

Relevés de production Empreinte prototype Chape (étude sur une semaine)

Données de production outillage proto pour 1 semaine				Détail des pannes	Total 14,00	
Temps Total (TT)	168,00	h		Changement de série	1,50	h
Temps d'ouverture (TO)	120,00	h		Changement de matière	0	h
Temps d'arrêt prévu (Planifié)	10	h		Panne presse	1	h
Temps d'arrêt dû aux pannes	14	h		Panne moule	3,00	h
Temps de fiche (prévisionnel Tf)	59	s		Manque de travail	1,00	h
Quantité réalisée	5800			Panne régulateur à eau	2,5	h
Nombre de pièces rebutées	768			Panne trémie chauffante	1,00	h
Nombre d'empreintes	1			Manque personnel ou formation	3,00	h
Temps de cycle Chrono	61	s		Manque outillage	1,00	h

Résumé de la méthode TPM Norme NF E 60-182

TT => Temps Total						
TO => Temps d'Ouverture						
TR => Temps Requis						
TF => Temps de Fonctionnement						
TN => Temps Net						
TU => Temps Utile						
	Non qualité	Ecart de cadence	Pannes, changement de série, réglages, absence de personnel	Nettoyage, modifications sous charge, essais, formations, réunions / pauses, maintenance préventive	Fermeture de l'atelier	
soit TRS =	$\frac{TU}{TN}$	X	$\frac{TN}{TF}$	X	$\frac{TF}{TR}$	
soit TRS =	$\frac{TU}{TQ}$	X	$\frac{TN}{TP}$	X	$\frac{TR}{DO}$	
TRS = TU/TR	Taux de Qualité	Taux de Performance	Disponibilité Opératoire			
soit TRG =		$\frac{TU}{TR}$	X	$\frac{TR}{TO}$		
soit TRG =		$\frac{TR}{TS}$	X	$\frac{TR}{TC}$		
TR = TU/TO				Taux de Charges		
soit TRE =		$\frac{TU}{TO}$	X	$\frac{TO}{TT}$		
soit TRE =		$\frac{TO}{TRG}$	X	$\frac{TS}{TS}$		
TRE = TU/TT						
						Taux Stratégique d'engagement des moyens

Taux de charge= temps requis / temps d'ouverture.

Disponibilité opératoire (DO) = temps de fonctionnement / temps requis.

Taux de performance (TP) = temps net / temps de fonctionnement.

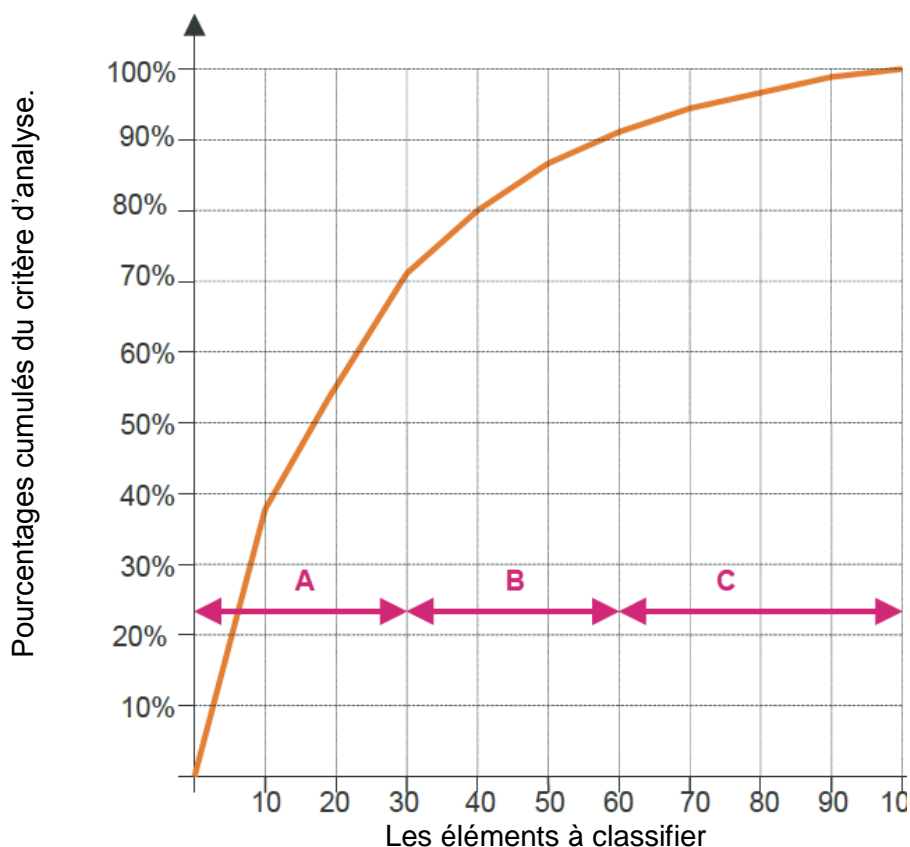
Taux de qualité (TQ) = temps utile / temps net.

Coefficient de vitesse (KV) = Temps de fiche / temps chrono.

Taux de rendement synthétique (TRS), il résume à lui seul le niveau de productivité du process, l'idéal étant d'avoir un TRS proche de 1. Comme il dépend des autres taux, on s'attaquera en priorité à celui qui le pénalise le plus.

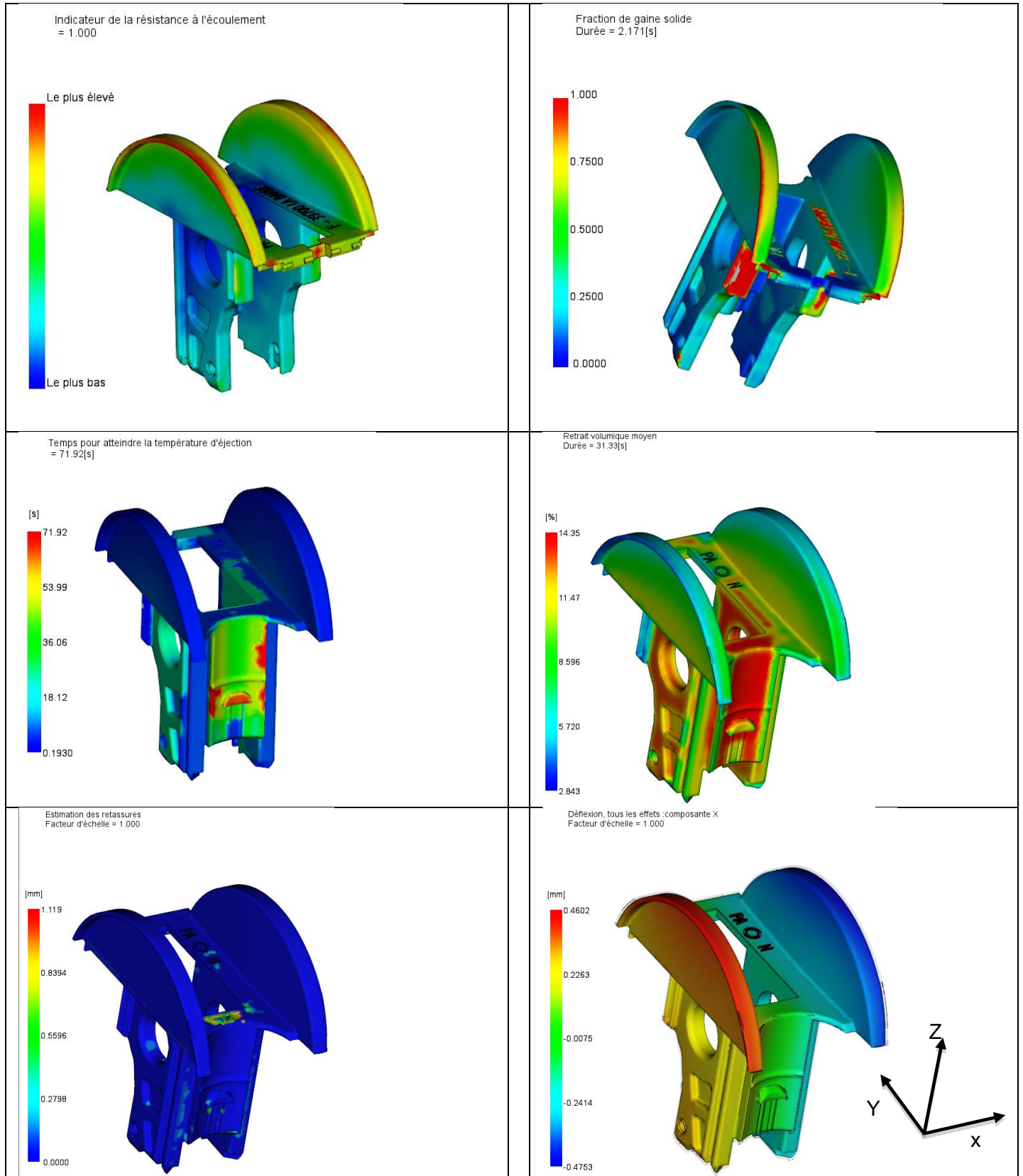
Relevé et classement des défauts en production Empreinte prototype Chape

Repères et Zones défauts	Typologie des défauts potentiels critiques, sur zones fonctionnelles, constatés avec l’empreinte proto		Occurrences sur 768 pièces rebutées
1	Retassures		246
2	Bavures sur la glissière		15
3	Bavures toile petit alésage		70
4	Délaminage sur angle vif		10
5	Incomplet		120
6	Déformation Effet boîte Zone 6		172
7	Déformation partie basse de la glissière		49
8	Ligne de soudure Coup de feu Zone 8		26
9	Délaminage au seuil		25
10	Bavures sur ligne de joint interne		35

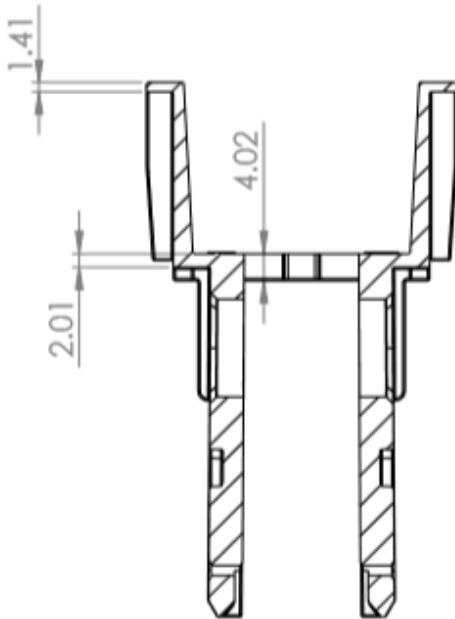


Vous adopterez le modèle ci-contre pour votre classement ABC :

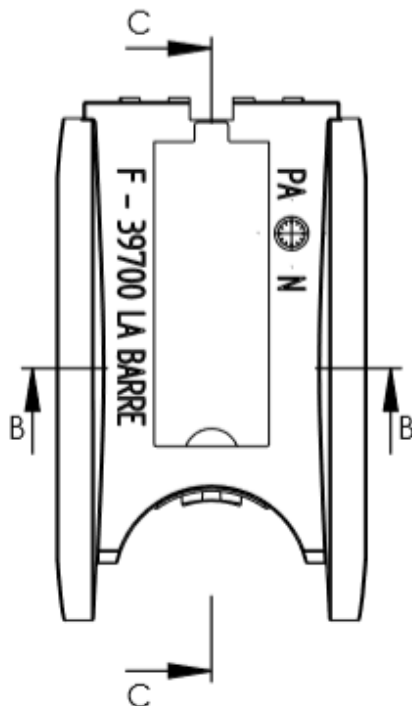
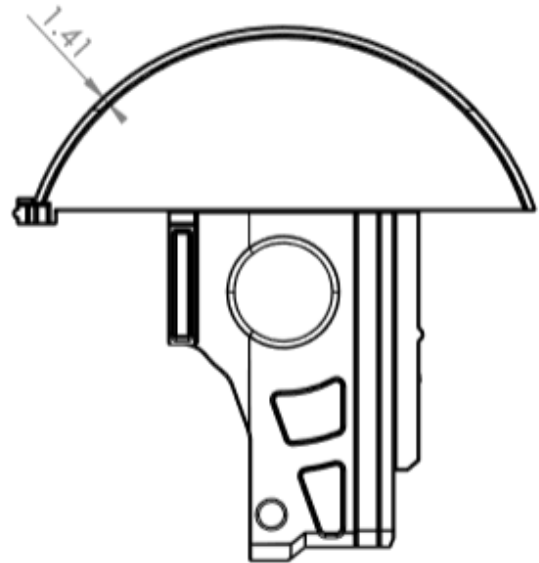
- CLASSE A : 30% des défauts cumulent 70% des rebuts.
- CLASSE B : 40% des défauts cumulent 90% des rebuts.
- CLASSE C : les 30% de défauts restant représentent 10% des rebuts.



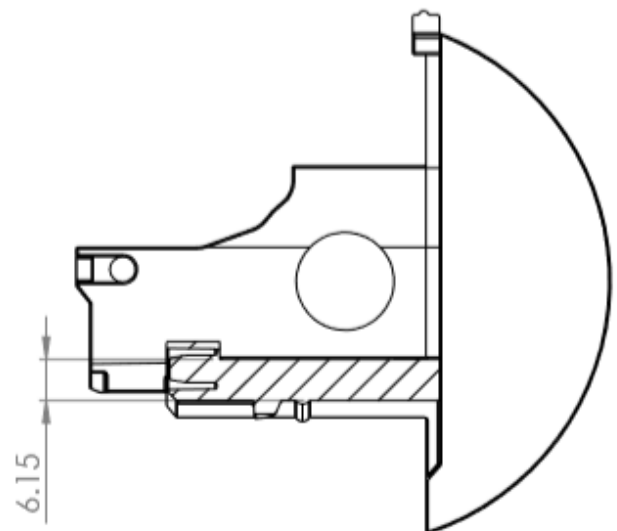
Répartition des épaisseurs



COUPE B-B



COUPE C-C



DT07 : CAHIER DES CHARGES OUTILLAGES « Chape »

PRESENTATION GENERALE DU PROJET OUTILLAGE

CONTEXTE

Nature de la prestation demandée : Avant projet Outillage ; confirmation de faisabilité.

Utilisation du produit « outillage » :

Nombre d'outillage : 1 outillage à réaliser.

Type de l'outillage étudié : Production moyenne.

Nombre d'empreintes prévues : 4 empreintes.

EXPRESSION FONCTIONNELLE DU BESOIN EN PHASE EXPLOITATION DE L'OUTILLAGE EN PRODUCTION

FP1 Mettre en forme : Empreinte

Critères : Aspect des surfaces moulantes.

Faces	Etat de surface	Traces admises
Visibles sur roue assemblée	Aspect Grainé	NON
Non visibles sur roue assemblée	Brut d'usinage	OUI

FP2 Remplir la cavité : ALIMENTATION

Critères type d'alimentation pièces :

Position et nombre de point d'injection : Alimentation ponctuelle proche de la ligne de joint externe, 1 point par pièce

Forme des seuils : Seuil ponctuel proche de la ligne de joint externe pour séparation des Pièces de la grappe à l'éjection.



Solution N°1 ; Point d'injection sur l'arrière du pare boue de la pièce chape.

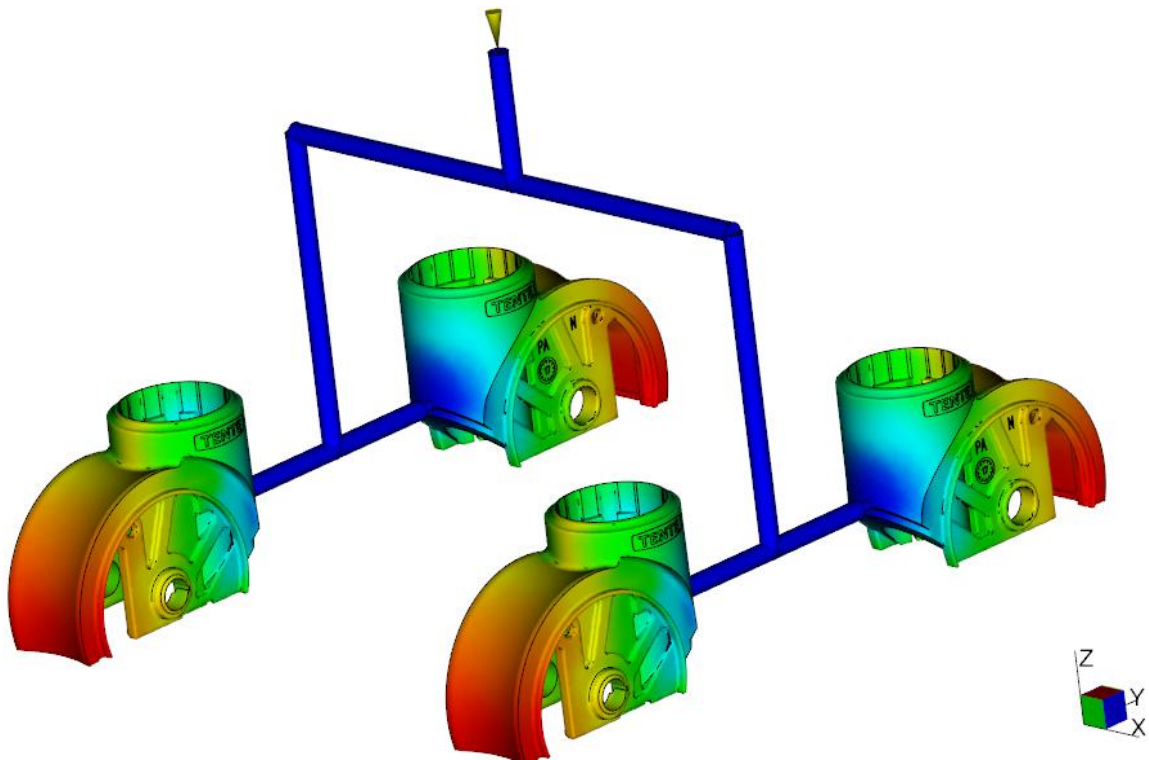
Solution N°2 : Point d'injection sur l'avant de la partie cylindrique de la pièce chape.

Critère type d'alimentation de la grappe :

Dimension des canaux, section trapézoïdale à bout rond, diamètre inscrit = hauteur = 6 mm maxi.

CONTRAINTES: canaux chauds en partie fixe + canaux classiques (froids) en partie mobile

BALANCEMENT DE LA GRAPPE A RESPECTER (Voir ci-dessous, rotation possible des pièces de 180° sur axe Z)



FP3 Stabiliser thermiquement : REGULATION

Critère nature de la régulation :

Refroidissement liquide à eau.

Température de l'empreinte : 65°C.

FP4 Démouler les produits : EJECTION

Critère nature du système d'éjection :

Nombre de système : 1

Situation : **En partie mobile.**

Critère nature du système d'éjection :

Type et dimensions : **à définir.**

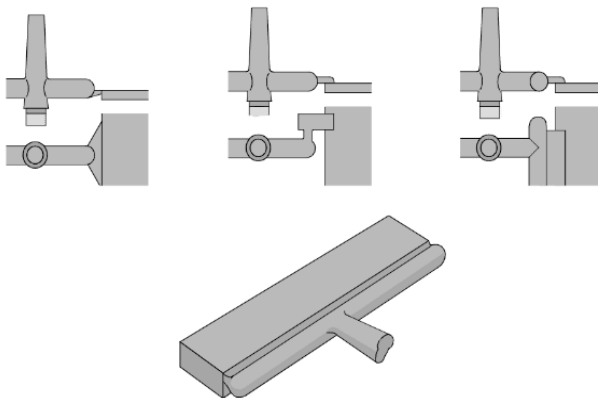
Position des éjections : **à définir.**

Contraintes : Diamètre minimal des éjecteurs 3 mm.

DT08 : Types de seuils rapportés interchangeables fréquemment utilisés

ALIMENTATION AVEC REBUT

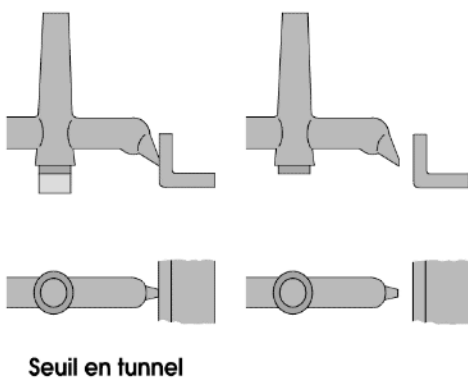
Carotte, canaux, seuils, nappes



SEUIL EN TUNNEL

"sous-marin"

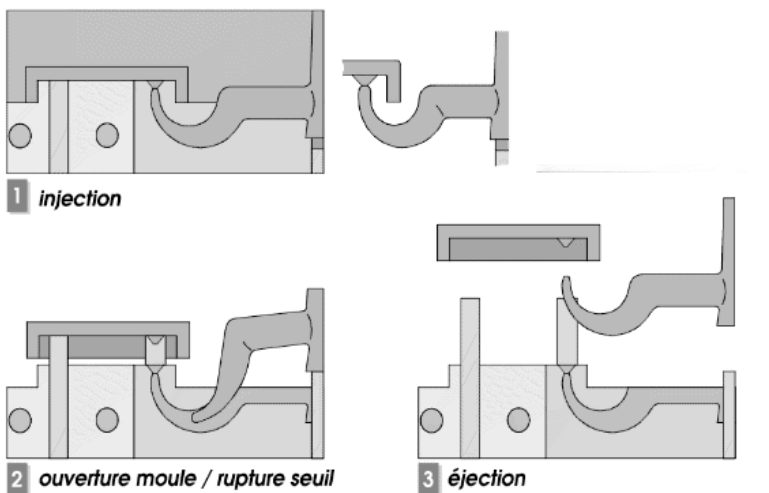
AVEC DEGRAPPAGE AUTOMATIQUE

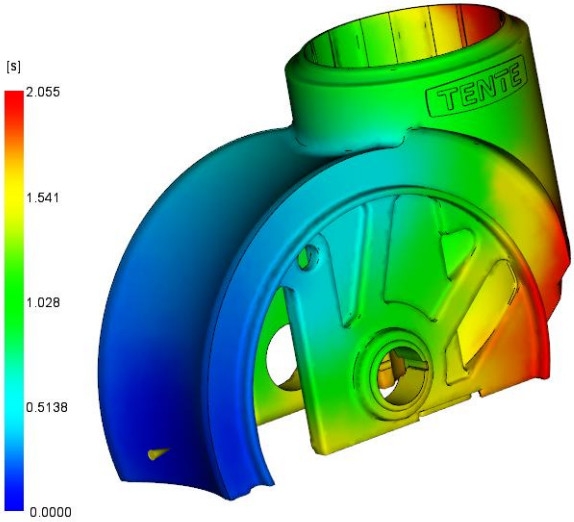
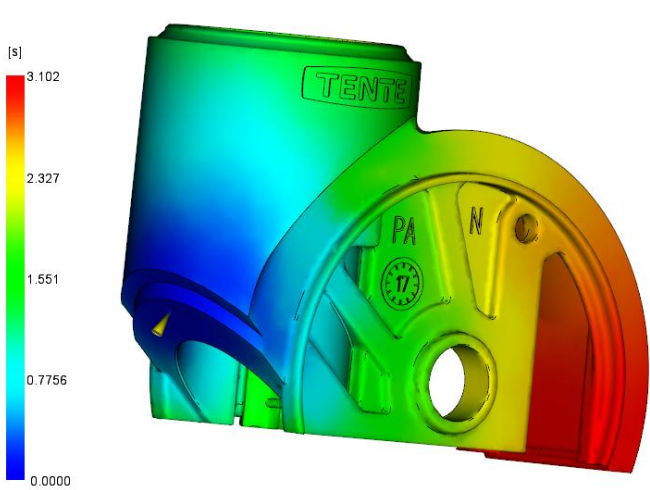
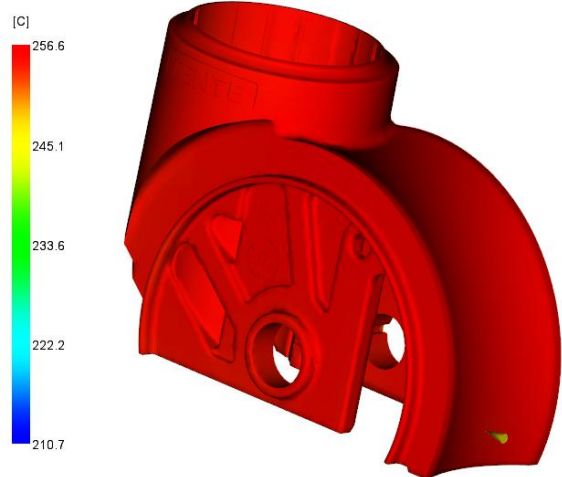
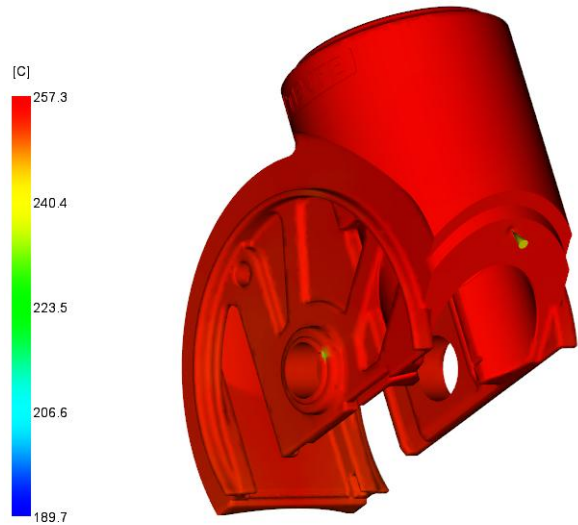
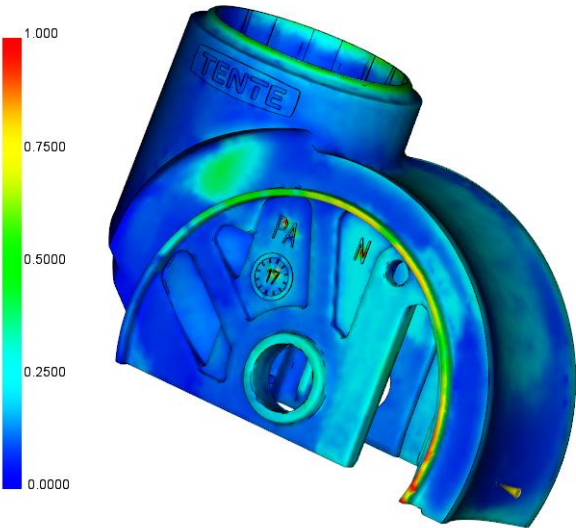
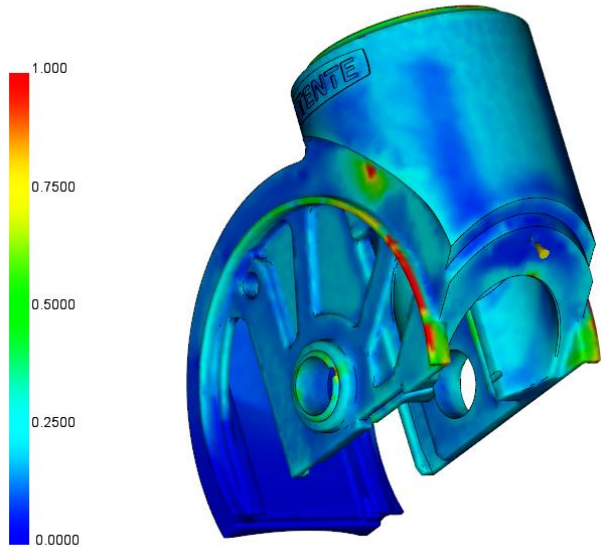
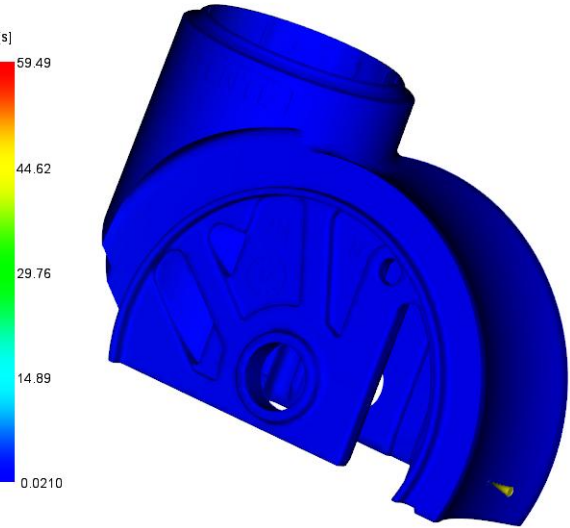
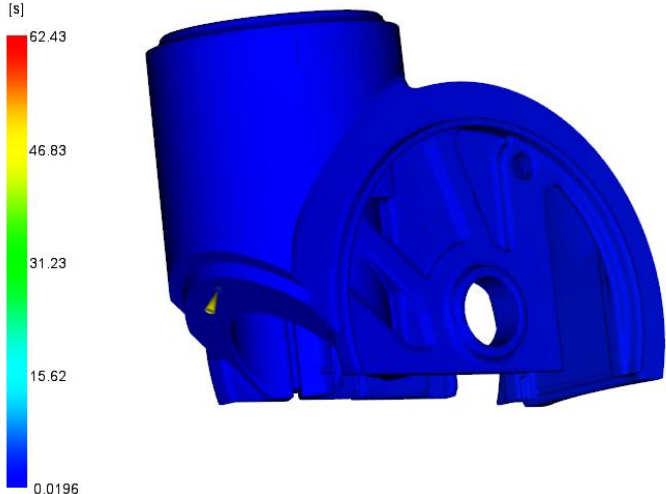


Seuil en tunnel

SEUIL EN TUNNEL COURBE

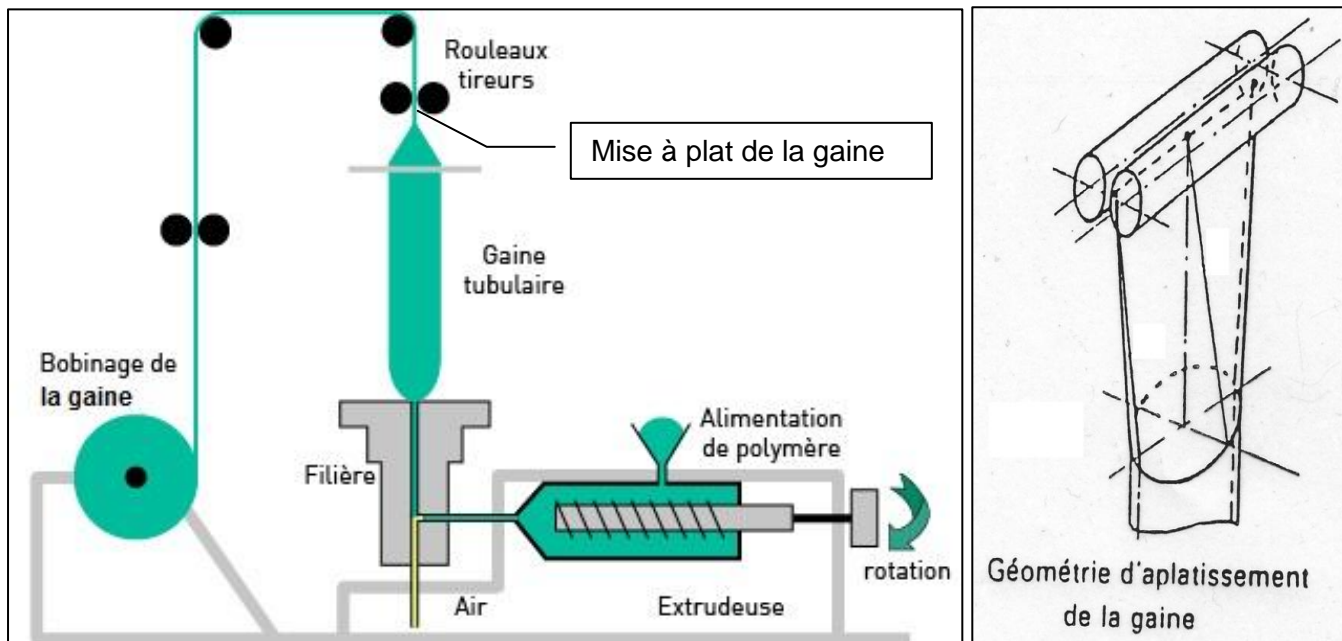
Alimentation par "courage"



Solution N°1 : Point d'injection sur l'arrière du pare boue de la pièce chape.		Solution N°2 : Point d'injection sur l'avant de la partie cylindrique de la pièce chape.
<p>Temps de remplissage = 2.055[s]</p> 		<p>Temps de remplissage = 3.102[s]</p> 
<p>Température au front d'écoulement = 256.6[C]</p> 		<p>Température au front d'écoulement = 257.3[C]</p> 
<p>Fraction de gaine solide à la fin du remplissage = 1.000</p> 		<p>Fraction de gaine solide à la fin du remplissage = 1.000</p> 
<p>Temps pour atteindre la température d'éjection = 59.49[s]</p> 		<p>Temps pour atteindre la température d'éjection = 62.43[s]</p> 

1. Fabrication de la gaine

Extrusion gonflage d'une gaine dont le diamètre correspond à la largeur à plat du sachet à fabriquer. Enroulement sur une bobine, puis sur une deuxième à mi-production pour avoir les mêmes longueurs de gaine sur les deux bobines.

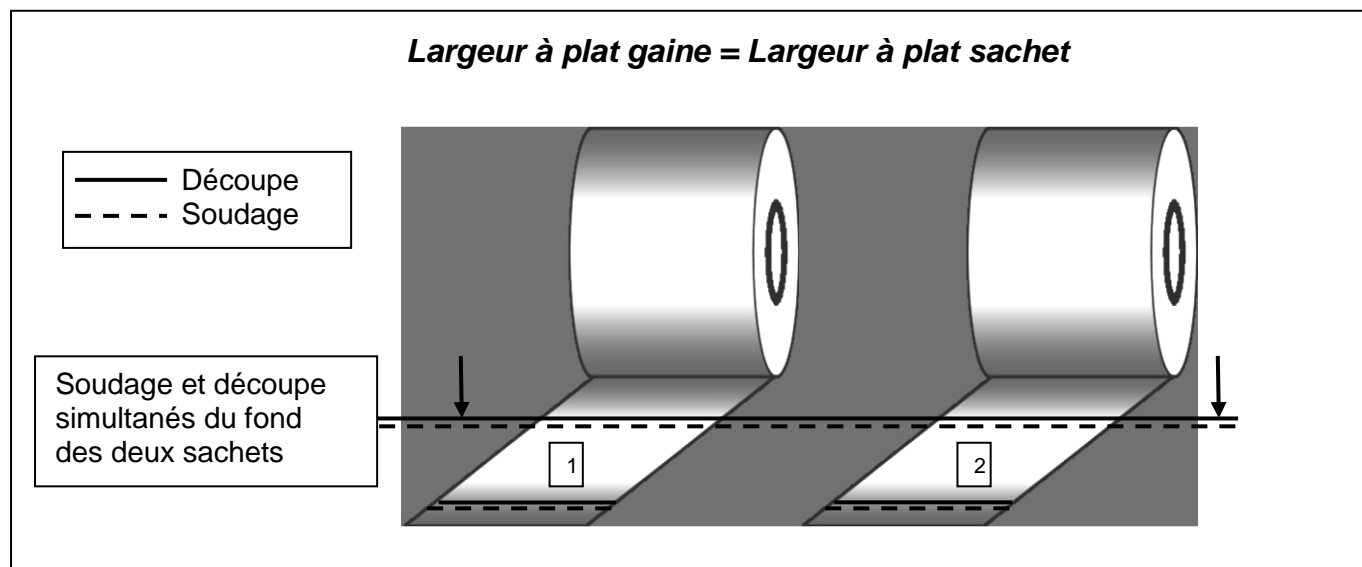


La largeur à plat correspond à la largeur de la bobine produite une fois que la gaine a été aplatie entre les rouleaux du banc de tirage. C'est donc la demi-circonférence de la gaine.

2. Soudage et découpe des sachets

Sur une machine automatique à deux pistes parallèles : Soudage et découpe transversale simultanés du fond des deux sachets à partir des deux bobines produites.

Les sachets 1 et 2 obtenus à chaque cycle de soudage comprennent une seule soudure sur le fond.



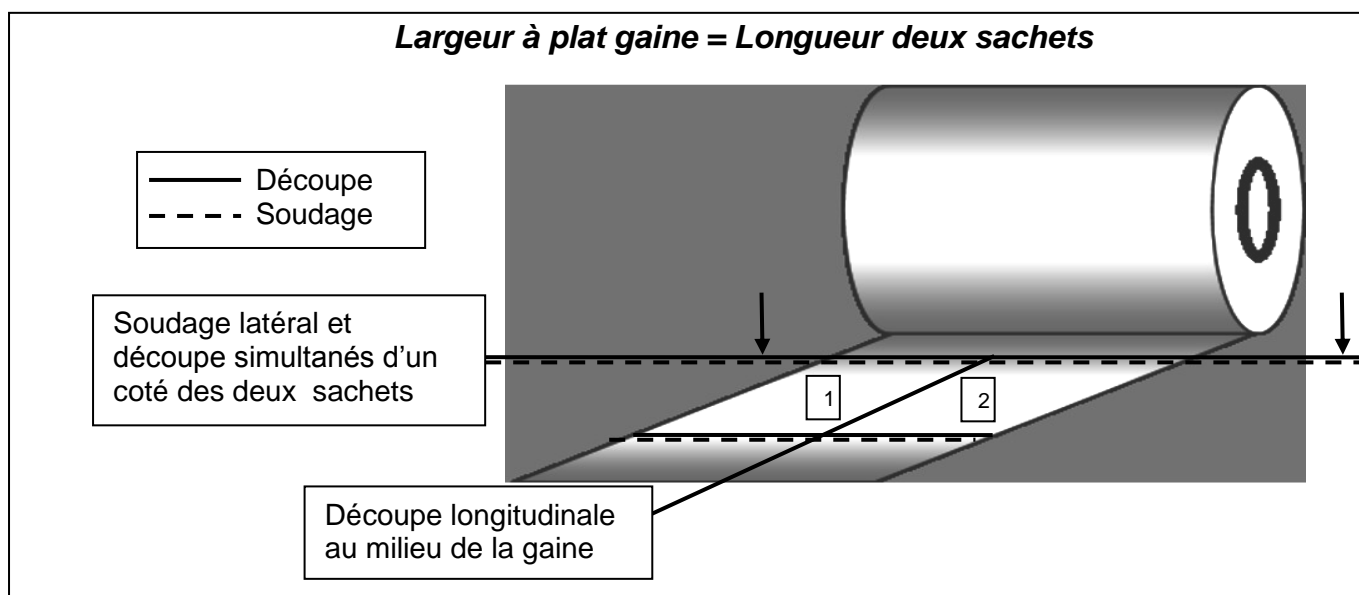
1. Fabrication de la gaine

Extrusion gonflage d'une gaine selon le même procédé que la technique N°1 mais la largeur à plat correspond à deux fois la longueur du sachet à fabriquer. Enroulement sur une seule bobine permettant d'obtenir deux sachets sur la largeur de la gaine.

2. Soudage et découpe des sachets

Sur une machine automatique à une piste : Soudage et découpe transversale simultanés de deux sachets, découpe longitudinale au milieu de la gaine.

Les sachets 1 et 2 obtenus à chaque cycle de soudage/découpe comprennent deux soudures latérales mais pas de soudure sur le fond.



DT 10.3 : Comparaison des deux techniques de fabrication

• Extrusion gonflage de la gaine

Le rendement de fabrication est moins élevé avec la technique N°1 qu'avec la technique N°2 car l'extrudeuse est de plus petite capacité. Cependant le coût horaire de la technique N°1 est plus faible et le lancement est plus rapide et consomme moins de matière que la technique N°2.

• Soudage et découpe des sachets

Le rendement de fabrication est moins élevé avec la technique N°1 qu'avec la technique N°2 car la cadence de soudage/découpe est inférieure. Cependant le coût horaire de la technique N°1 est plus faible et le lancement est plus rapide et consomme moins de matière que la technique N°2 qui est plus complexe : le soudage et la découpe latéral des sachets sont longs et délicats à mettre au point.

La taille de la série à produire est donc un paramètre déterminant pour choisir l'une ou l'autre technique.

Dossier technique

DT 11 : Coûts de production des sachets d'emballage

DT 11.1 : Méthode de calcul des coûts de production

Le coût unitaire et la masse d'un sachet sont extrêmement faible (quelques centièmes d'euros pour quelques grammes), ce qui n'est pas commode à utiliser pour comparer les deux techniques d'un point de vue économique. Aussi, sur ce type de produit, on préfère raisonner en coût de masse de PEbd transformés et rebutés (extrusion + soudage) pour calculer le coût total de production. On obtient au final le coût unitaire d'un sachet à partir de ce coût total et du nombre de sachets livrés au client.

Hypothèse : on suppose le coût de la main d'œuvre négligeable une fois que les productions sont lancées car il s'agit de machines automatiques qui fonctionnent de façon autonome.

Calcul des coûts de lancement et de fabrication :

Cle : Coût de lancement extrusion

Cfe : Coût fabrication extrusion

Cls : Coût de lancement soudage sachets

Cfs : Coût de fabrication soudage sachets

$$\text{Cle} = \text{masse matière rebutée (kg)} \times \text{coût matière (€·kg}^{-1}\text{)} + \text{temps de lancement (h)} \times (\text{coût horaire extrudeuse} + \text{coût horaire main d'œuvre})$$

$$\text{Cfe} = \frac{\text{masse de matière transformée (kg)} \times \text{coût horaire extrudeuse}}{\text{capacité horaire extrudeuse (kg·h}^{-1}\text{)}}$$

$$\text{Cls} = \text{masse matière rebutée (kg)} \times \text{coût matière (€·kg}^{-1}\text{)} + \text{temps de lancement (h)} \times (\text{coût horaire soudeuse} + \text{coût horaire main d'œuvre})$$

$$\text{Cfs} = \frac{\text{masse de matière transformée (kg)} \times \text{coût horaire soudeuse}}{\text{masse d'un sachet (kg)} \times \text{cadence horaire (cycles·h}^{-1}\text{)} \times \text{nbre de sachets/cycle}}$$

Avec :

- **masse de matière transformée (kg)** = masse d'un sachet × nombre de sachets commandé.
- **masse de matière rebutée (kg)** = masse de matière nécessaire pour mise au point et lancement de la production.

Calcul du coût total de production :

Pour chacune des techniques, le coût total de production **Ctp** en euro est la somme des coûts de lancement et des coûts de fabrication de l'extrusion et du soudage :

$$\text{Ctp} = \text{Cle} + \text{Cfe} + \text{Cls} + \text{Cfs}$$

Dossier technique

DT 11.2 : Coûts et caractéristiques des équipements

Coût matière ($\text{€}\cdot\text{kg}^{-1}$)	1,30
Coût main d'œuvre ($\text{€}\cdot\text{h}^{-1}$)	34,00

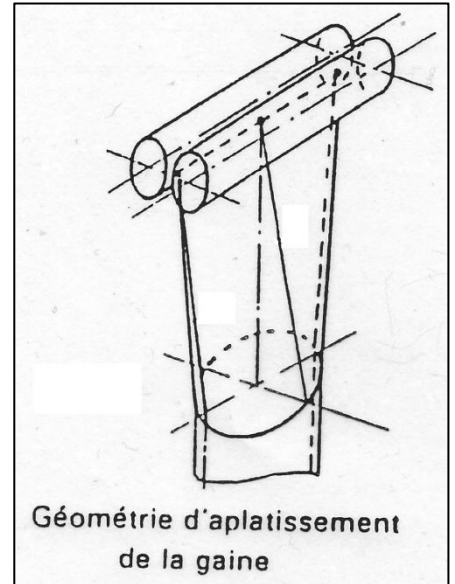
Caractéristiques extrudeuses de gaine	Technique N°1	Technique N°2
Coût horaire machine ($\text{€}\cdot\text{h}^{-1}$)	30,00	60,00
Capacité horaire de plastification ($\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$)	15	35
Temps de lancement production (min)	15	30
Masse matière rebutée au lancement (kg)	5	10

Caractéristiques soudeuses de sachets	Technique N°1	Technique N°2
Coût horaire machine ($\text{€}\cdot\text{h}^{-1}$)	72,00	90,00
Cadence de soudage/découpe ($\text{Cycles}\cdot\text{min}^{-1}$)	70	120
Nombre de sachets produits par cycle	2	2
Temps de lancement production (min)	15	60
Masse matière rebutée au lancement (kg)	4	8

A- Largeur à plat de la gaine L_p

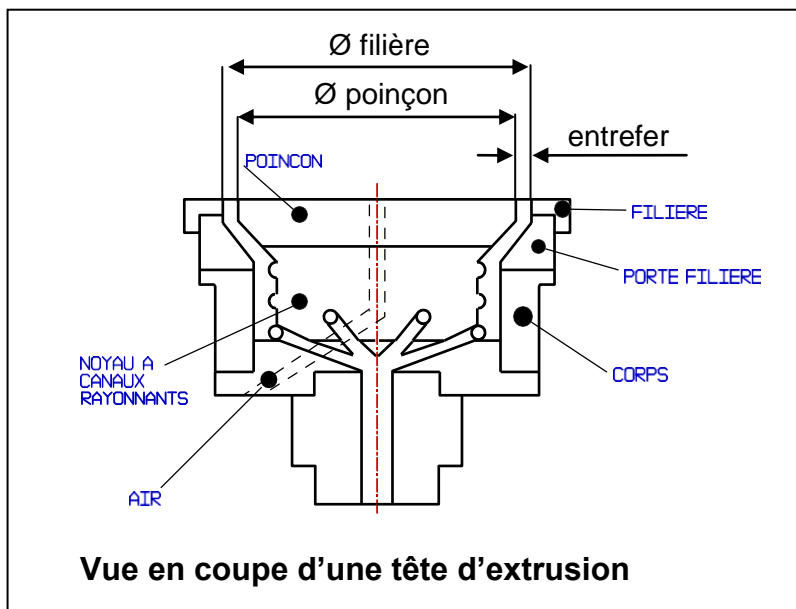
La largeur à plat correspond à la largeur de la bobine produite une fois que la gaine a été aplatie entre les rouleaux du banc de tirage. C'est donc la demi-circonférence de la gaine. Elle se définit par la formule :

$$L_p = \frac{\pi \times \varnothing \text{ gaine}}{2}$$



B- Caractéristiques d'une tête d'extrusion

Une tête d'extrusion se caractérise principalement par le diamètre de sa filière et la valeur de son entrefer. L'entrefer correspond à l'espace libre pour la matière entre le poinçon et la filière.



Dossier technique

DT 12.2 : Détermination des paramètres de fabrication d'une gaine

A- Taux de gonflage T_g

Il est défini par le rapport du diamètre de la gaine sur le diamètre de la filière. Il conditionne l'étirage transversal de la matière :

$$T_g = \frac{\varnothing \text{ gaine}}{\varnothing \text{ filière}}$$

B- Taux de tirage T_t

Il est défini par le rapport de la vitesse de tirage sur la vitesse de la matière en sortie de la tête d'extrusion. Il conditionne l'étirage longitudinal de la matière. Comme il est impossible de connaître exactement, la vitesse de sortie de la matière, on calcule le taux de tirage en partant du principe de l'égalité des débits massiques avec un rapport de masse volumique matière chaude / froide k :

$$T_t = \frac{\text{entrefer} \times \varnothing \text{ filière}}{\text{épaisseur gaine} \times \varnothing \text{ gaine}} \times k$$

Avec K : rapport de masse volumique matière chaude / froide = 0,82 pour le PEbd

C- Masse par mètre linéaire d'une gaine m

Elle est définie par la masse en grammes du volume d'un mètre linéaire de gaine.

$$m \text{ (g)} = 100 \times 2 \times \text{épaisseur de la gaine (cm)} \times \text{largeur à plat (cm)} \times \rho \text{ matière (g.cm}^{-3}\text{)}$$

100 correspond à 1m de gaine linéaire en cm. $\times 2$ car la gaine est repliée en deux sur elle-même lors de l'aplatissement. ρ : masse volumique.

D- Vitesse de tirage V_t

La vitesse de tirage en m.min^{-1} est définie par le rapport du débit massique en kg.min^{-1} de l'extrudeuse sur la masse en kg d'un mètre linéaire de la gaine à produire.

$$V_t \text{ (m.min}^{-1}\text{)} = \frac{\text{débit massique (kg.min}^{-1}\text{)}}{m \text{ (kg.m}^{-1}\text{)}}$$

Mise en situation

Le choix d'un grade optimal de la matière pour la bande de roulement influence la qualité du produit fini et ainsi les paramètres dureté du bandage, résilience, abrasion, capacité de charge, déformation résiduelle, résistance à l'hydrolyse et flexibilité au froid.

Lors de la conception préliminaire du produit il a été décidé de surmouler par injection la bande de roulement de la roue (pièce 4) avec un polyuréthane thermoplastique sur le corps de roue en polyamide.

Vous devez choisir le grade précis du polyuréthane pour la matière de la bande de roulement. Notre Compounder propose 4 nuances sur mesures pour le surmoulage par injection :

Aphane Bethane Gamthane Dethane.



Pièce 4 Bande de roulement
en Polyuréthane surmoulée



Vous devez vérifier la capacité de nos ateliers à transformer une matière polyuréthane.

Le taux d'humidité du granulé doit être inférieur à 0,02%.

Il faut également être attentif à ne pas le dégrader lors du dosage on vous demande de vérifier si ces préparations matière nécessitent des investissements et si les précautions pour la plastification ne pénaliseront pas un temps de cycle prévisionnel estimé.

Q1.1 sur feuille de copie :

A partir du document Technique **DT03 page 6** et pour un taux d'humidité optimal résiduel inférieur à 0,02 % :

Déterminer quel type de matériel de séchage sera nécessaire pour l'étuvage de la matière polyuréthane.

Indiquer les températures et le temps de séchage optimum à adopter.

Q1.2 sur feuille de copie :

A partir du document Technique **DT03** :

Estimer le temps de cycle pour le moulage des bandes de roulements.

Calculer le temps de dosage minimum qui respecte le taux de cisaillement admissible du Polyuréthane.

Vérifier l'adéquation du temps de refroidissement prévisionnel avec un dosage en temps masqué qui ne rallonge pas la durée du cycle.

BTS EUROPLASTICS ET COMPOSITES	Dossier questionnement	SESSION 2019
E4 : Répondre à une affaire - Conception préliminaire	CODE : ILU50P	Page 21 sur 37

Q1.3 sur document réponse DR01 page 33 :

Vous déterminerez sur le graphe des capacités de charge dynamique, la charge maxi admissible pour chaque nuance de polyuréthane proposée et pour une vitesse de déplacement maxi de 10 km.h^{-1}

A partir des fiches techniques Matières et produits (**DT01 page 4 et DT02 page 5**) vous déterminerez au moins six caractéristiques spécifiques à comparer.

Vous recenserez ensuite les points favorables ainsi que les points défavorables au choix de la référence matière vis-à-vis de ces mêmes caractéristiques.

Q1.4 sur feuille de copie :

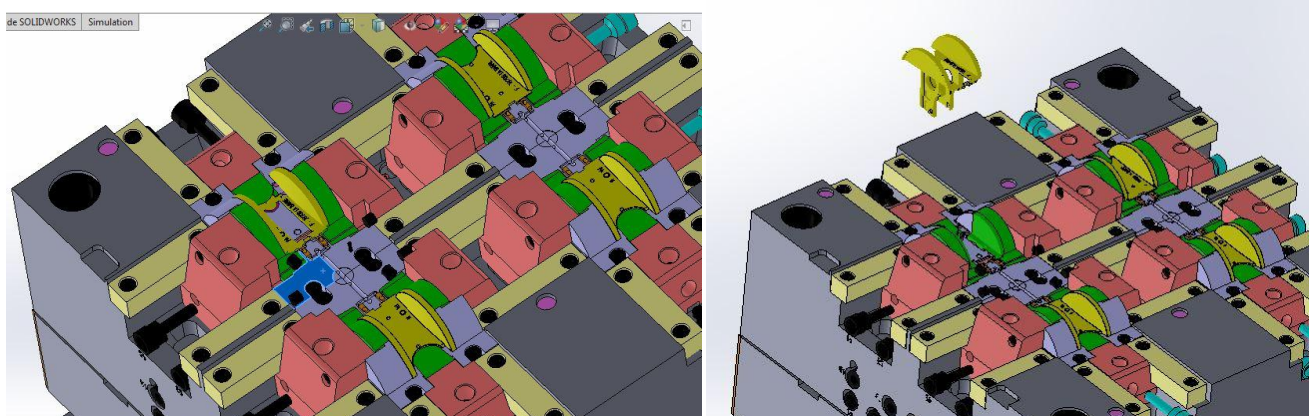
A partir du tableau DR01 proposer une nuance de matière et justifiez votre réponse.

Mise en situation

Analyse des capacités démontrées et des difficultés de réalisation de la pièce Support

A l'issue d'une réunion AMDEC (analyse des modes de défaillances et étude de criticité) Process, pour la pièce support, on s'interroge, en termes de rentabilité, sur l'opportunité de conserver cette production en sous-traitance de capacité dans nos ateliers.

On décide de mener une étude de Taux de rendement synthétique (TRS) dans un moule série d'un modèle **support** de 4 empreintes en remplaçant une des 4 empreintes par l'empreinte prototype de la future version. Voir outillage ci dessous.



Une analyse des pertes en Qualité dues aux difficultés de réalisation sera également conduite sur les productions de la pièce support. Vous proposerez des solutions dès la conception du processus de fabrication.

Q2.1 sur feuille de copie :

A partir des données techniques du document **DT04 page 7** et selon la Norme NF E 60-182.

Les taux de performance TP et de disponibilité DO ont été calculés. :

Taux de performance TP = 99,02 %

Taux de disponibilité DO = 87,27 %

1. Calculer le taux de Qualité TQ et le coefficient de vitesse KV.
2. Calculer le taux de rendement synthétique TRS
3. Représenter graphiquement les résultats pour le taux de rendement synthétique, le taux de performance, le taux de disponibilité et le taux de Qualité

Q2.2 sur feuille de copie :

Pour être concurrentiel, on mise pour cette production sur un TRS allant de 0,8 à 0,9.

Conclure sur la base des résultats de l'analyse du TRS en proposant des pistes d'amélioration.

Dossier questionnaire

On vous demande une analyse des défauts potentiels des futures productions de la pièce « Support ».

Sur la base des pièces produites avec l’empreinte prototype identifier et classer les défauts par ordre d’importance.

Vous proposerez des solutions techniques pour le futur outillage série 4 empreintes afin de diminuer ou de supprimer l’occurrence des défauts les plus critiques.

Vous proposerez également des moyens de contrôles pour la détection de ces défauts critiques en production séries.

Q2.3 sur document réponse DR02 page 34 :

A l’aide du document technique **DT05 page 8** vous devez lister et classer les défauts :

- Classe A : éléments de forte importance ;
- Classe B : éléments d’importance normale ;
- Classe C : éléments de faible importance.

Vous devez ensuite interpréter les résultats.

Q2.4

Q2.4.1 sur document réponse DR03 page 35 :

A l’aide du document technique **DT06 page 9** :

Localiser les défauts potentiels pour la pièce support.

Sur le même document réponse **DR03** identifier les causes possibles de défaut.

Q2.4.2 sur feuille de copie.

A l’aide du document technique **DT06**, proposer des solutions argumentées pour éliminer ou réduire les effets du défaut « retassure » dès la conception de la pièce et dès la conception du moule.

Dossier questionnement

ETUDE 3 : Analyse de moulage et solutions techniques pièce « CHAPE »

Mise en situation

On souhaite identifier les difficultés de réalisation de l'outillage des pièces « chape ». On vous demande de collaborer à une pré-étude pour un moule 4 empreintes, en respectant le sens de démoulage (Axe et direction de démoulage principal DDP) pressenti par l'équipe.

Vous devrez proposer des solutions pour l'alimentation et l'éjection des pièces. Vous respecterez la contrainte **FC5** qui ne tolère aucunes traces de moulage sur les surfaces visibles d'une roue complètement assemblée.

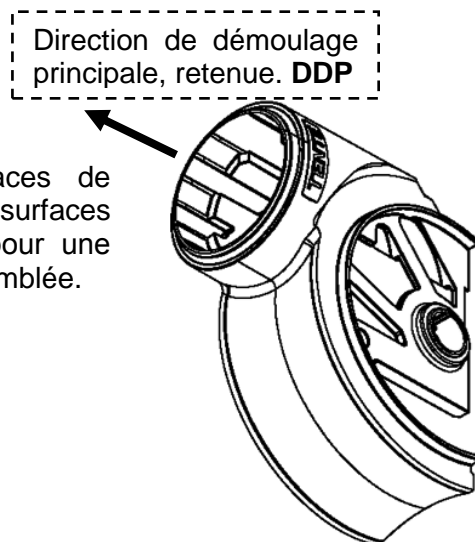
Rappel: les traces de moulage sont générées par les lignes de joints, les seuils d'alimentation, le morcelage des empreintes et l'éjection.

Vous respecterez les contraintes du cahier des charges outillage **DT07 pages 11 - 12**. On vous demande également de proposer des solutions techniques pour l'éjection de la pièce.



© Copyright 01/2000 - 01/2018, TENTE International GmbH, www.tente.com

FC5 : pas de traces de moulage sur les surfaces d'aspect, visibles pour une roue complète assemblée.



Q3.1 sur document réponse DR04 page 36 :

A partir de la direction de démoulage principale **DDP** imposée et indiquée sur la vue ci-dessus. Reporter correctement avec une flèche cette direction de démoulage **DDP** sur une des vues du DR04.

Ajouter de la même façon, les éventuelles directions de démoulage auxiliaires **DDA**.

Vous préciser **en les cotant**, la valeur des contre-dépouilles qui se rapportent à ces directions sur la vue en coupe la plus appropriées du DR04.

Q3.2 sur document réponse DR04:

En respectant la direction de démoulage principale retenue ci-dessus, vous tracerez les en priorité sur les vues en perspectives, les lignes de joint détaillées et ce **avec précision**:

- ligne de joint externe dessinée **en rouge (sur perspectives appropriées)**;
- lignes de joint auxiliaires dessinées **en verts (sur perspectives appropriées)**;
- lignes de joint internes dessinées **en bleues (sur vue orthogonale appropriée)**.

BTS EUROPLASTICS ET COMPOSITES	Dossier questionnement	SESSION 2019
E4 : Répondre à une affaire - Conception préliminaire	CODE : ILU50P	Page 25 sur 37

Q3.3 sur feuille de copie :

Proposer une solution pour l'éjection des Chapes en respectant le cahier des charges **du DT07 pages 11- 12.**

Justifier vos solutions vis a vis de la fonction aspect **FC5** du cahier des charges produit et de la situation de la pièce dans la phase dynamique d'ouverture du moule.

Q3.4 sur document réponse DR04 :

Représenter sur les vues appropriées de la pièce, avec des symboles d'éjection, vos solutions techniques pour l'extraction de la pièce.

Pour le choix de la position du point d'injection deux solutions s'opposent, on décide alors de réaliser des simulations pour les tester.

La géométrie du seuil d'alimentation devra respecter, en plus de la contrainte d'aspect FC5 du cahier des charges produit, une contrainte du cahier des charges outillage DT07 qui impose une séparation automatique des pièces du reste de l'alimentation, lors de l'éjection.

Q3.5 sur document réponse DR05 page 37:

En respectant les contraintes des documents **DT07 et DT08 pages 11 à 13**, étudiez et représentez graphiquement les solutions techniques pour le type et la géométrie des seuils d'alimentation que vous proposez.

Q3.6 sur feuille de copie:

A l'aide des résultats de simulations de rhéologie du document technique **DT09 page 14** et des caractéristiques spécifiques de chaque type de seuil.

Donner vos conclusions pour un choix définitif du type et de la géométrie des seuils d'alimentations.

Vous organiserez au préalable sous forme de tableaux vos critères de choix vis-à-vis, au minimum, des 3 points suivants :

- Qualité du remplissage;
- Cadence (temps de cycle);
- Fiabilité en production pour l'extraction des canaux d'alimentation (séparation des pièces, éjection pièces, éjection canaux);
-

Mise en situation

Les roulettes référencées SIRIUS START&STOP peuvent être montées sur des chariots utilisés en milieu hospitalier et dans l'industrie alimentaire. A ce titre, pour une question d'hygiène, il est nécessaire de les protéger des éléments extérieurs qui pourraient entraîner des moisissures (poussière, humidité, pollution...). Cette protection doit être efficace pendant le transport et le stockage des roulettes en attendant qu'elles soient montées sur les chariots.

La solution la plus simple consiste à conditionner individuellement les roulettes dans des sachets en polyéthylène basse densité à la sortie du poste d'assemblage et de fermer ces sachets avec une soudeuse à impulsion pour PE avant d'être emballées dans des cartons.

Pour un conditionnement aisé et une résistance suffisante à la déchirure, la taille des sachets a été fixée aux dimensions suivantes :

- **largeur à plat : 300 mm;**
- **longueur : 320 mm;**
- **épaisseur du film (gaine) : 50 μm .**

La matière utilisée est un PEbd de masse volumique $\rho = 0,925 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Vous êtes chargé des devis client dans la société de fabrication de sachets en Polyéthylène basse densité qui est contactée. Comme les roulettes sont en cours de développement, La demande est fixée pour l'instant à 10 000 sachets.

Deux techniques sont utilisées dans l'entreprise pour fabriquer les sachets, elles sont décrites et comparées dans le dossier **DT10 pages 15 – 16**.

Objectifs de l'étude

Il s'agit de calculer les coûts et de choisir une technique de fabrication à partir des données économiques et des caractéristiques partielles des deux techniques fournies dans le dossier **DT11 pages 17 – 18**.

On demande notamment dans la suite de cette étude:

- Partie A : de comparer les coûts de fabrication d'un sachet avec les deux techniques pour la série prévue de 10 000 sachets afin de choisir celle la plus appropriée économiquement.
- Partie B : la demande de sachets étant appelée à évoluer dans le futur, d'estimer la taille critique de la série demandée à partir de laquelle une technique devient plus intéressante économiquement que l'autre pour éviter de comparer systématiquement les deux techniques.

Dossier questionnaire

A- Comparaison des coûts de fabrication pour la série de 10 000 sachets

Répondre sur feuille de copie. Tous les détails des calculs doivent apparaître.

Q4.1 Estimation de la masse d'un sachet et de la masse de matière transformée

Q4.1.1 A partir des dimensions nominales et de la matière utilisée, calculer la masse moyenne d'un sachet en gramme. Donner le résultat à 10^{-2} .

Pour toute la suite de l'étude, on admettra que la masse du sachet est de 9 g.

Q4.1.2 Calculer la masse de matière transformée en kg pour assurer la commande de 10 000 sachets quelle que soit la technique utilisée.

Q4.2 Calcul du coût de production en euro avec la technique N°2

Le coût de production unitaire d'un sachet obtenu avec la technique N°1 a déjà été calculé.

Coût de production d'un sachet avec la technique 1 : 0,032€.

On vous demande de calculer le coût de production unitaire du sachet avec la technique N°2.

Q4.2.1 Calculer le coût de lancement **Cle₂** et le coût de fabrication **Cfe₂** de l'extrusion de gaine avec la technique 2. Arrondir les résultats si besoin à 10^{-1} .

.

Q4.2.2 Calculer le coût de lancement **Cls₂** et le coût de fabrication **Cfs₂** du soudage des sachets avec la technique 2. Arrondir les résultats si besoin à 10^{-1} .

.

Q4.2.3 Calculer le coût de production total des sachets **Ctp₂** avec la technique 2. Arrondir le résultat à l'euro entier supérieur.

Q4.2.4 En déduire le coût unitaire du sachet **Cu₂** avec la technique N°2. Arrondir le résultat si besoin à 10^{-3} .

Q4.3 Technique à retenir

Indiquer alors quelle technique est à retenir par rapport à la taille de la série commandée en justifiant ce choix.

Dossier questionnement

B- Taille critique de la série permettant de choisir l'une ou l'autre technique

A l'aide des formules et des données des dossiers DT11.1 et DT11.2, en posant x = **masse de matière transformée en kg**, on peut écrire l'équation permettant de déterminer le coût total de production d'une technique **Ctp** en fonction de la valeur de x .

Pour chacune des deux techniques, quelle que soit la taille de la série, les coûts de lancement sont constants, seuls, les coûts de fabrication évoluent.

On propose ci-dessous la mise en équation donnant le coût total de production **Ctp₁** en fonction de la masse de matière transformée x avec la technique N°1 :

Rappel : $Ctp_1 = Cle_1 + Cls_1 + Cfe_1 + Cfs_1$

Soit : $Ctp_1 = 22,5 + 31,7 + \frac{30x}{15} + \frac{72x}{75,6} = 54,2 + 2,95x$ (La valeur 2,95x est arrondie à 10^{-2})

Répondre à la suite de la partie A sur la même feuille de copie. Tous les détails des calculs doivent apparaître.

Q4.4 Calcul de la taille critique

Q4.4.1 De la même façon que pour la technique N°1, écrire l'équation du coût total de production **Ctp₂** en fonction de x pour la technique N°2.

Il existe une taille critique de la série commandée pour laquelle on obtient le même coût de production avec les deux techniques. Il suffit de poser l'équation:

$$Ctp_1 = Ctp_2$$

:

Q4.4.2 Résoudre cette équation permettant d'obtenir la masse de matière transformée x correspondante à un coût de production identique avec les deux techniques.

Il suffit alors de convertir la masse de matière transformée obtenue x en nombre de sachets pour obtenir la taille critique de la série à partir de laquelle il est économiquement préférable de passer d'une technique de fabrication à l'autre.

Q4.4.3 Dédurre la taille critique de la commande de sachets pour laquelle le coût de production est identique avec les deux techniques.

Mise en situation

Il s'agit toujours de la fabrication des sachets destinés à conditionner individuellement les roulettes référencées SIRIUS START&STOP dans des sachets en polyéthylène basse densité (Voir la mise en situation de l'étude 4). Deux techniques sont possibles dans l'entreprise pour fabriquer les sachets, elles sont décrites dans le dossier technique **DT10 pages 15 – 16**.

Vous êtes responsable de production dans la Société spécialisée dans la fabrication de sachets en Polyéthylène basse densité. Vous devez produire une première commande de 10 000 sachets. Quel que soit le résultat de l'étude 4 sur l'étude économique des coûts de fabrication, le taux de charge actuel de l'atelier de production impose d'utiliser **la technique 1** pour honorer la commande :

Technique 1 : largeur à plat gaine = largeur à plat sachet

Extrait du cahier des charges : Pour un conditionnement aisé et une résistance suffisante à la déchirure, la taille des sachets a été fixée aux dimensions nominales suivantes :

- **largeur à plat : 300 mm \pm 5 mm;**
- **longueur : 320 mm \pm 2 mm;**
- **épaisseur du film (gaine) : 50 μ m \pm 5 μ m.**

La matière utilisée est un PEbd de masse volumique $\rho = 0,925 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

Objectifs de l'étude

A partir du dossier technique **DT12 pages 19 - 20** et du cahier des charges du produit, il s'agit de définir le processus de fabrication de la gaine au niveau du dimensionnement de la tête d'extrusion, des paramètres de réglage de la ligne et des spécifications dimensionnelles de la gaine produite.

On demande notamment dans la suite de cette étude:

- de dimensionner la taille de la filière d'extrusion pour réaliser la fabrication.
- de définir les paramètres de réglages prévisionnels permettant une mise en production rapide.
- de définir l'intervalle de tolérance sur la masse au mètre linéaire de la gaine à produire à l'intérieur duquel celle-ci sera considérée conforme au cahier des charges.

Dossier questionnaire

Répondre sur feuille de copie. Tous les détails des calculs doivent apparaître.

Q5.1 Dimensionnement de la tête d'extrusion

Plusieurs lignes de fabrication de même capacité sont disponibles mais sont équipées avec des têtes d'extrusion ayant des diamètres de filière différents. Le choix de la ligne est fonction du diamètre de la gaine à fabriquer.

Q5.1.1 A partir de la largeur à plat nominale du sachet, calculer le diamètre de la gaine à fabriquer en mm. Donner le résultat à 10^{-2} .

Pour la suite de l'étude, on considérera que la gaine doit avoir un diamètre nominal de 190 mm.

Une gaine **de très bonne qualité** au niveau des caractéristiques mécaniques, notamment au niveau de la résistance à la déchirure doit rester à l'intérieur des limites critiques de taux d'étirage lors de la fabrication :

- pour le taux de gonflage T_g : entre 2,5 et 4;
- pour le taux de tirage T_t : entre 3 et 8.

Q5.1.2 Calculer les deux diamètres théoriques mini et maxi critiques de la filière en mm permettant de respecter la fourchette préconisée sur le taux de gonflage pour une gaine **de très bonne qualité**. Arrondir les résultats au nombre entier le plus proche si besoin.

Q5.2 Définition des réglages prévisionnels du processus de production

On considère que la ligne la plus adaptée à notre produit par rapport aux autres lignes disponibles est équipée d'une tête d'extrusion constituée d'une filière de diamètre 80 mm et d'un entrefer de 1,2 mm.

Q5.2.1 Calculer le taux de gonflage T_g que l'on obtiendra avec cette tête d'extrusion.

Q5.2.2 Calculer alors le taux de tirage T_t nécessaire pour respecter l'épaisseur de la gaine imposée par le cahier des charges.

Pour les sachets à fabriquer, compte tenu de l'utilisation, On considère qu'une gaine **de bonne qualité est suffisante**. Dans ce cas, on peut accepter un dépassement des valeurs de T_g et T_t préconisées pour une gaine **de très bonne qualité** dans la limite des 20%.

Q5.2.3 Analyser les résultats et conclure sur le niveau de qualité de la gaine qui sera obtenue.

Q5.2.4 Calculer la masse nominale m en gramme d'un mètre linéaire de la gaine à produire. Arrondir le résultat au nombre entier le plus proche.

BTS EUROPLASTICS ET COMPOSITES	Dossier questionnaire	SESSION 2019
E4 : Répondre à une affaire - Conception préliminaire	CODE : ILU50P	Page 31 sur 37

Dossier questionnement

Pour ne pas dépasser la pression limite de sécurité sur la matière dans la tête d'extrusion, l'expérience de l'entreprise a montré que l'on ne doit pas dépasser une capacité de plastification de $15 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ sur l'extrudeuse.

Pour des raisons économiques évidentes, on souhaite travailler au maximum de cette capacité.

Q5.2.5 En déduire la vitesse de tirage V_t en $\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$ à régler sur la machine permettant de travailler au maximum de la capacité de plastification admissible tout en respectant le taux de tirage préconisé. Arrondir le résultat au nombre entier le plus proche.

Des essais ont permis d'établir une relation entre la fréquence de rotation de la vis de plastification et le débit de plastification : A $30 \text{ tr}\cdot\text{min}^{-1}$, l'extrudeuse plastifie $75 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ de PEbd. On fait l'hypothèse que le débit de plastification est proportionnel à la fréquence de rotation de la vis sur la plage utilisable « pratique » de l'extrudeuse.

Q5.2.6 Calculer alors la fréquence de rotation de vis théorique N en $\text{tr}\cdot\text{min}^{-1}$ que l'on devra afficher sur la machine pour atteindre la capacité de plastification de $15 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$.

Q5.3 Définition de la spécification sur la masse par mètre linéaire de gaine

Autant il est facile de mesurer la largeur à plat d'une gaine pendant la production, autant il est compliqué de contrôler l'épaisseur moyenne puisqu'on ne peut effectuer que des mesures très ponctuelles.

Le contrôle de la masse par mètre linéaire de la gaine produite est un procédé simple à mettre en place pour surveiller le process.

En faisant l'hypothèse que les dimensions de la gaine produite sont uniformes au moment du prélèvement d'un mètre linéaire (largeur à plat et épaisseur), on peut définir les masses mini et maxi de ce prélèvement à ne pas dépasser à partir de l'intervalle de tolérance sur l'épaisseur.

On suppose que la largeur à plat de la gaine sera stable et maîtrisée à la valeur nominale pendant la fabrication, c'est-à-dire 300 mm.

On a déjà calculé la masse maxi m_{maxi} d'un mètre linéaire de la gaine à produire en gramme permettant d'être sûr de respecter le cahier des charges au niveau de l'épaisseur :

$m_{\text{maxi}} = 31 \text{ g}$ arrondi au nombre entier le plus proche.

Q5.3.1 Calculer la masse mini m_{mini} d'un mètre linéaire de la gaine à produire en gramme permettant d'être sûr de respecter le cahier des charges au niveau de l'épaisseur. Arrondir le résultat au nombre entier le plus proche.

Q5.3.2 En déduire la spécification en gramme avec l'intervalle de tolérance à respecter sur la masse d'un mètre linéaire par rapport à la valeur nominale calculée à la question 5.2.4 pour fabriquer une gaine conforme au cahier des charges.

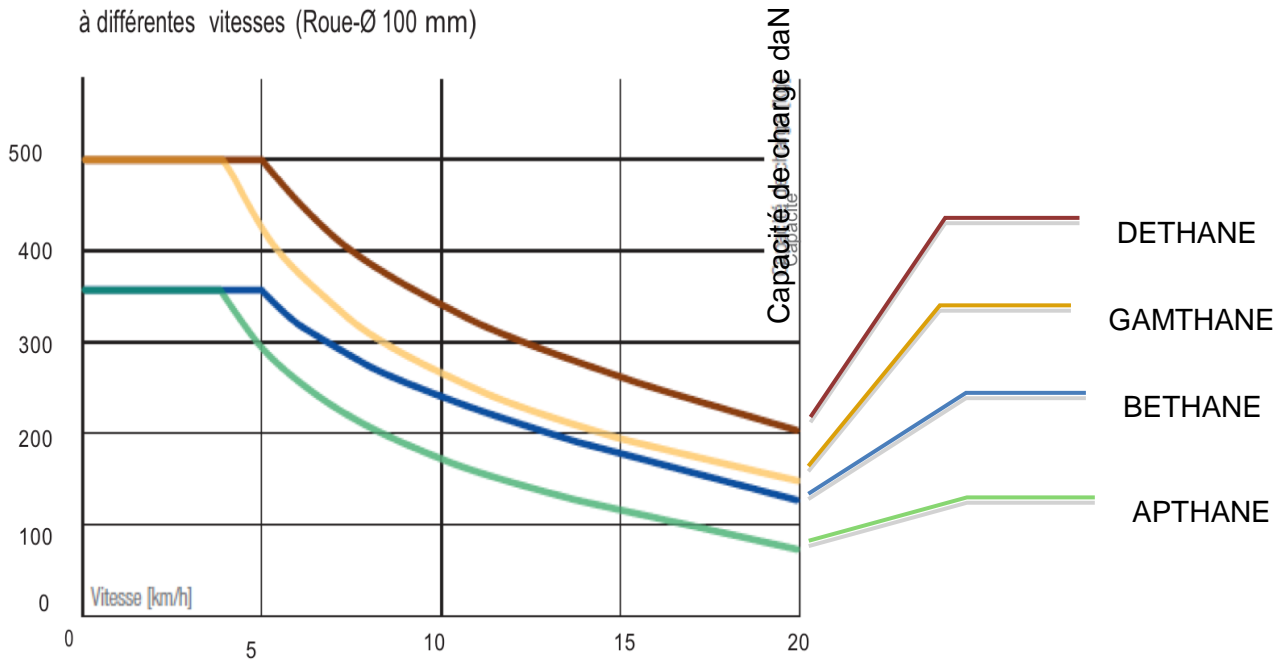
Donner le résultat sous la forme : $m = _ \text{ g } \pm _ \text{ g }$

Document réponse à rendre avec la copie

DR01 : Graphes Capacités de charges – Tableaux des caractéristiques.

Toutes les matières sont à analyser.

Capacité de charge dynamique
à différentes vitesses (Roue-Ø 100 mm)

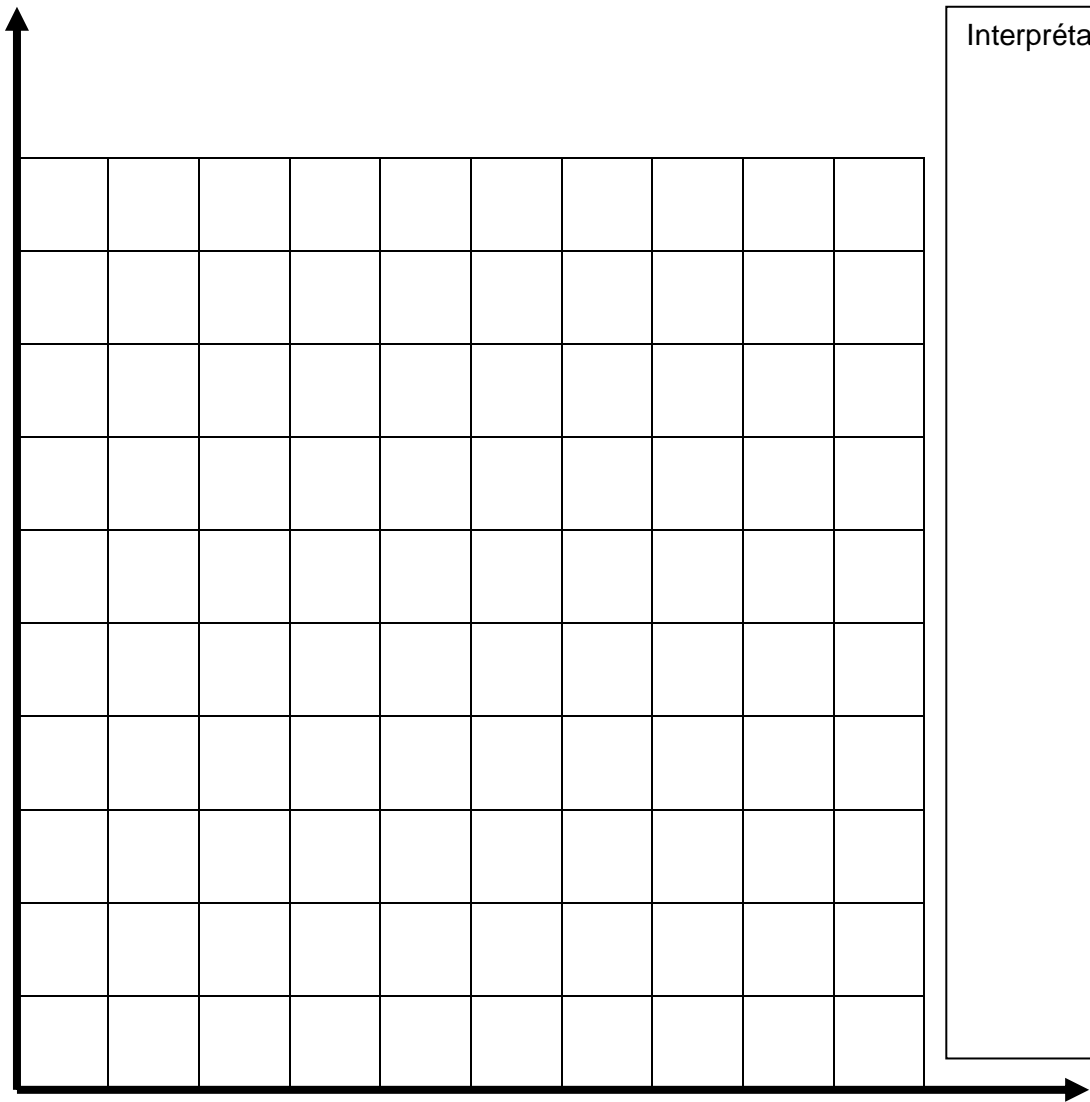


Caractéristiques désirées				
	<u>APTHANE</u>	<u>BETHANE</u>	<u>GAMTHANE</u>	<u>DETHANE</u>
Exemple : Capacité de charges statique 300 daN.....				

Document réponse à rendre avec la copie

DR02 : Classement ABC

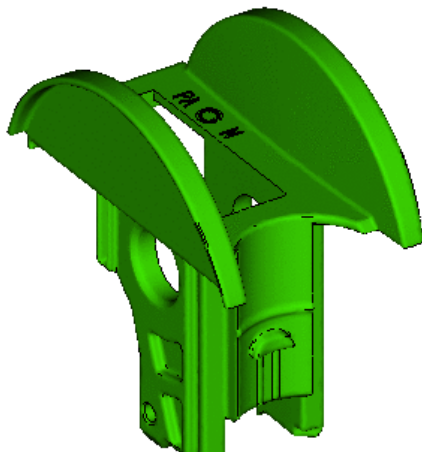
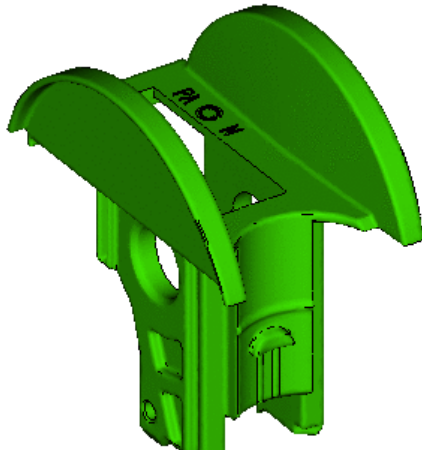
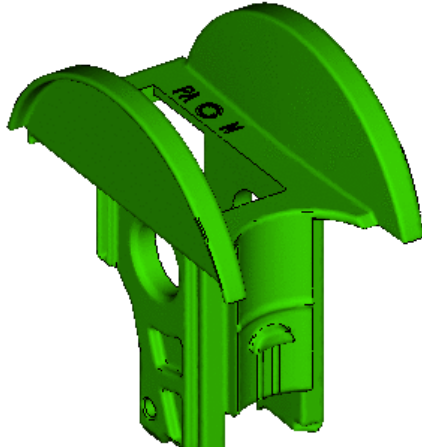
	Repères et noms des défauts		Occurrences	Valeur cumulée	
RANG	N°	NOMS	nombre	nombre	%
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

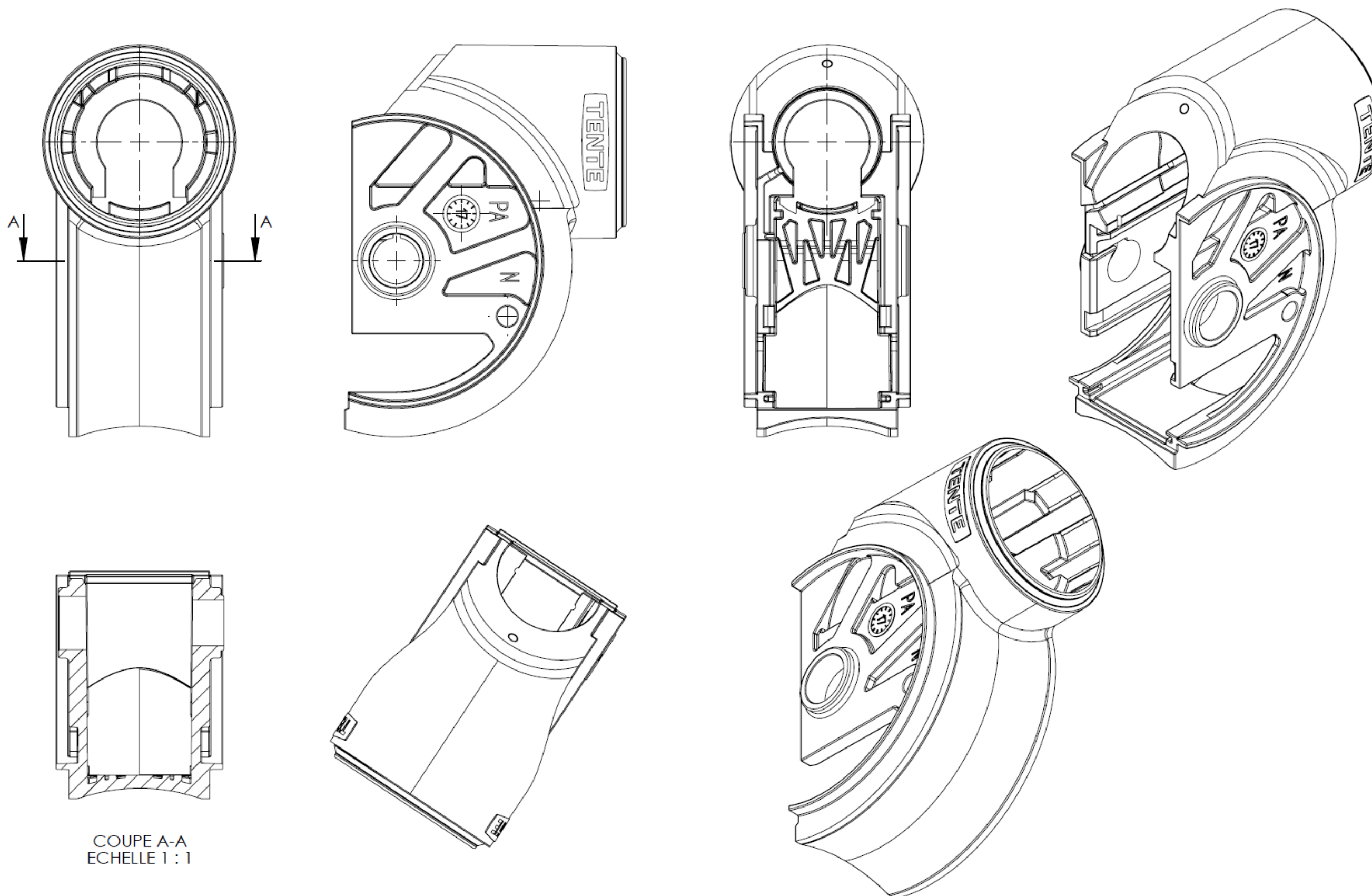


Interprétation des résultats :

Document réponse à rendre avec la copie

DR03 : Identification des causes de défauts potentiels.

Identifier et localiser les défauts sur les dessins	Répertorier les causes possibles	
1 Défauts incomplets		
	Causes conception pièce	Causes conception outillage
2 Défauts déformations (effet boîte)		
	Causes conception pièce	Causes conception outillage
3 défauts retassures		
	Causes conception pièce	Causes conception outillage



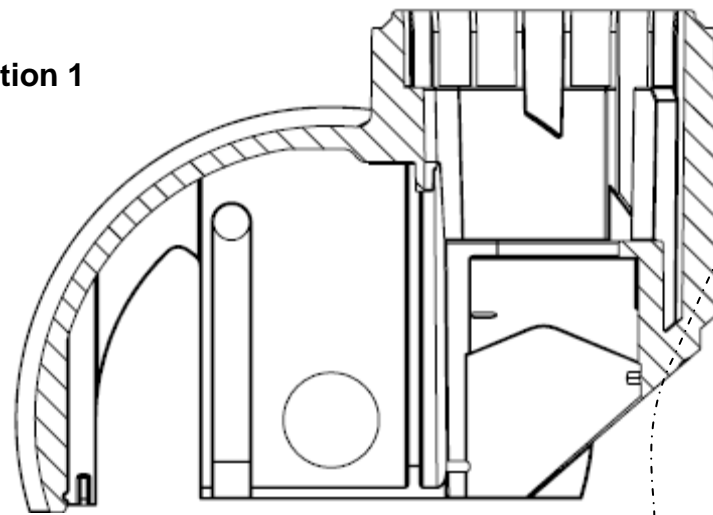
DR05 : Conception d'un nouveau seuil d'alimentation

Vue partielle et en coupe de la moulée (le moule n'est pas représenté, seul le plan de joint principal est positionné)

Tracer dans les zones délimitées par les traits discontinus, pour les deux dispositions possibles de la grappe, les géométries des **seuils** ainsi que la géométrie du **canal froid de distribution de la moulée**.

Tracer la vue de gauche de la section A-A du canal froid, dans la zone réservée ci-dessous et par rapport au plan de joint principal.

Solution 1

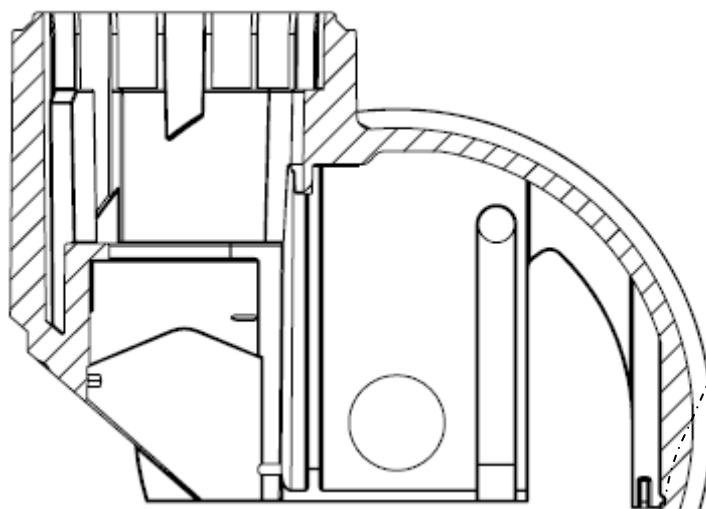


AXE DE MOULAGE

PLAN DE JOINT
PRINCIPAL

Section A-A

Solution 2



Axe de moulage et centre du moule
4 empreintes.

Zones réservées pour vos tracés

PLAN DE JOINT
PRINCIPAL