

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR**PLASTURGIE****U4 : CONCEPTION INNOVATION****Durée 5 heures****coefficient 4*****Aucun document autorisé*****CALCULATRICE AUTORISÉE**

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

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

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

Documents fournis

Sommaire	document	1/23
1 – Dossier technique	documents	2/23 à 10/23
2 – Dossier travail	documents	11/23 à 17/23
3 – Documents réponses	documents	18/23 à 23/23

Documents à rendre

Documents réponses: p 19/23, 20/23, 21/23, 22/23, 23/23

Temps approximatif à consacrer à chaque partie et barème

Lecture du sujet et compréhension: 0 H 45'

Partie 1 : 1 H / 6,5 pts
Partie 2 : 1 H 15' / 4,5 pts
Partie 3 : 0 H 20' / 2,5 pts
Partie 4 : 1 H 40' / 6,5 pts

DOSSIER TECHNIQUE

Présentation : Pages 3/23 et 4/23

Fiche matière : Page 5/23

Dessin de définition du couvercle : document DT1 - format A3 - page 6/23

Dessin de définition d'un bouchon : document DT2 - format A4 – page 7/23

Dessin d'ébauche du capot : document DT3 - format A4 – page 8/23

Cartographie thermique d'un cache-borne: document DT4 - A3 - page 9/23

Dessin de définition d'un cache-borne: document DT5 - A4 – page 10/23

Couvercle de batterie

Présentation du produit :

Généralités :

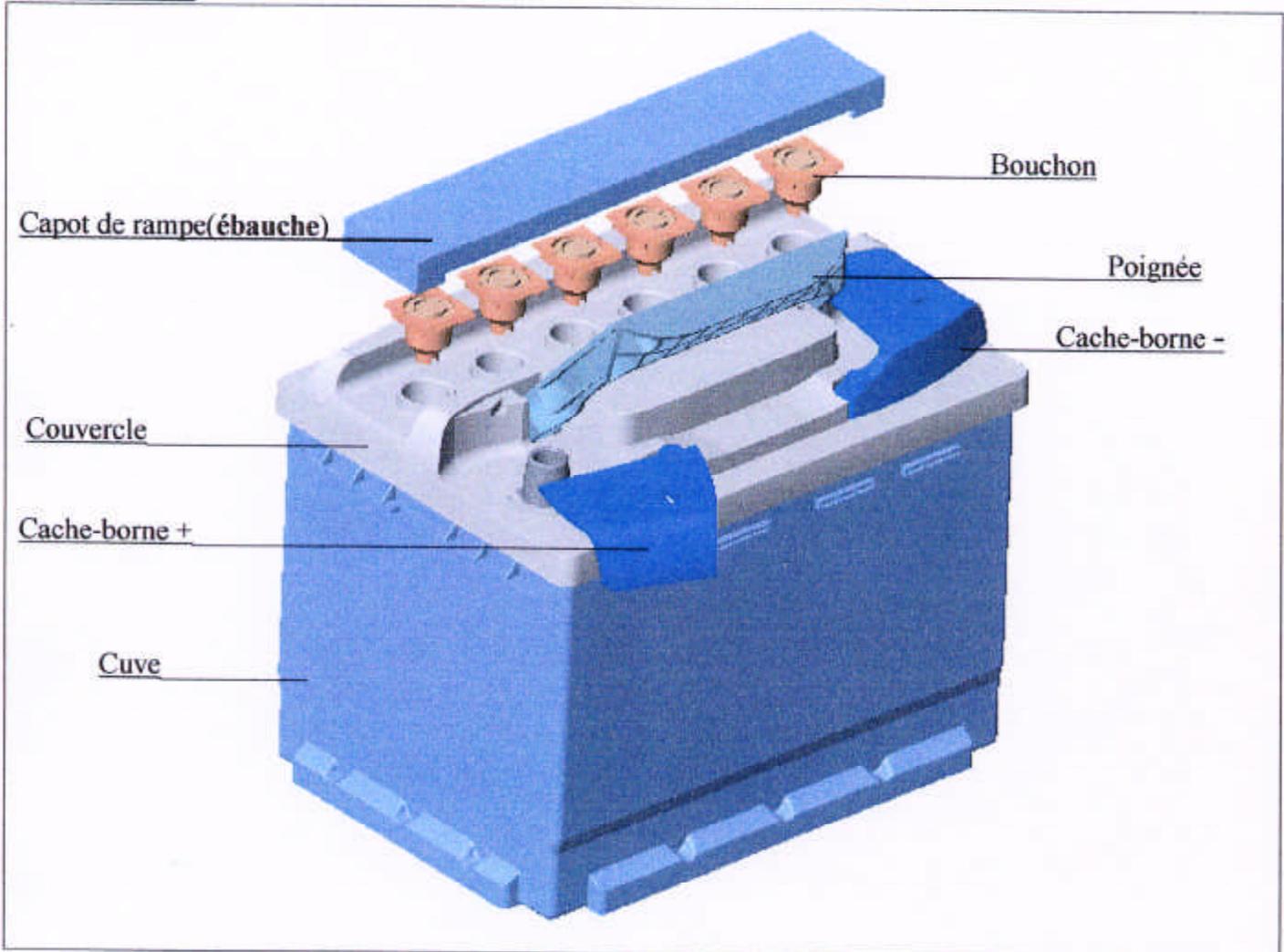
Le produit étudié est une évolution de couvercle de batterie pour l'industrie automobile.

Production annuelle : 200 000 unités pour ce modèle

Prix de vente TTC: Batterie complète dans ce modèle avec éléments : 60 à 76 €

Prix de revient (PCU) : Ensemble couvercle complet: 2 € Capot : 0,25 € Cache-borne : 0,18 €

Constitution :



Cuve : Compartimentée, elle permet de recevoir les éléments et l'électrolyte. Son embase permet la fixation sur le véhicule.

Couvercle : Thermosoudé sur la cuve, il assure l'étanchéité de l'ensemble. Il comporte deux inserts constituant les bornes + et - . Six orifices de section circulaire permettent l'introduction de l'électrolyte et les visites pour l'entretien. En utilisation ces orifices sont obturés par des bouchons.

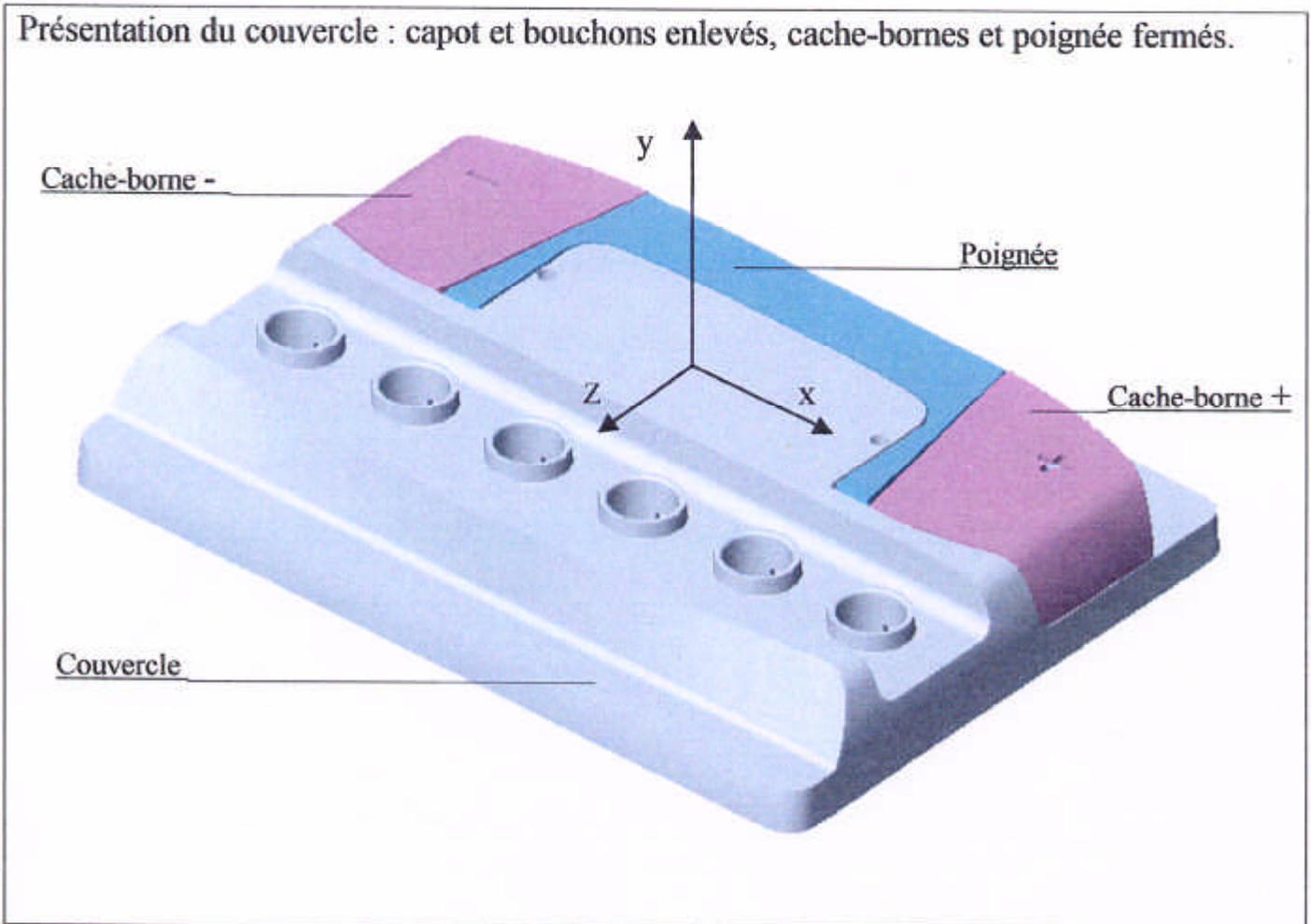
Capot de rampe : Permet la mise en place des bouchons et leur enlèvement simultané lors des visites. Participe à l'étanchéité.

Bouchons : Permettent l'obturation des orifices du couvercle tout en autorisant l'évacuation des gaz produits lors de la réaction chimique.

Version évoluée : Sur les modèles plus récents, en plus des éléments standards habituels :

- Une poignée articulée sur le couvercle facilite le transport de la batterie.
- Des cache-bornes contribuent à la sécurisation de la batterie et participent à l'esthétique de l'ensemble ainsi qu'au repérage des différents modèles (couleurs différentes).

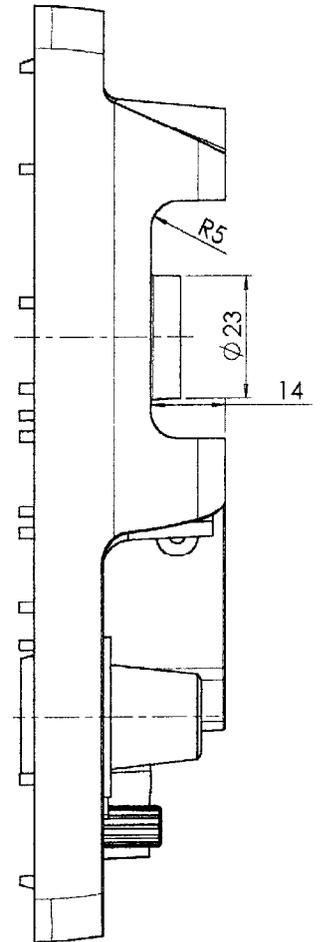
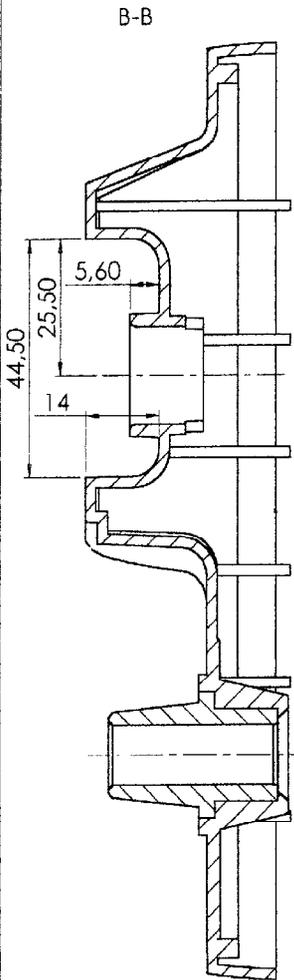
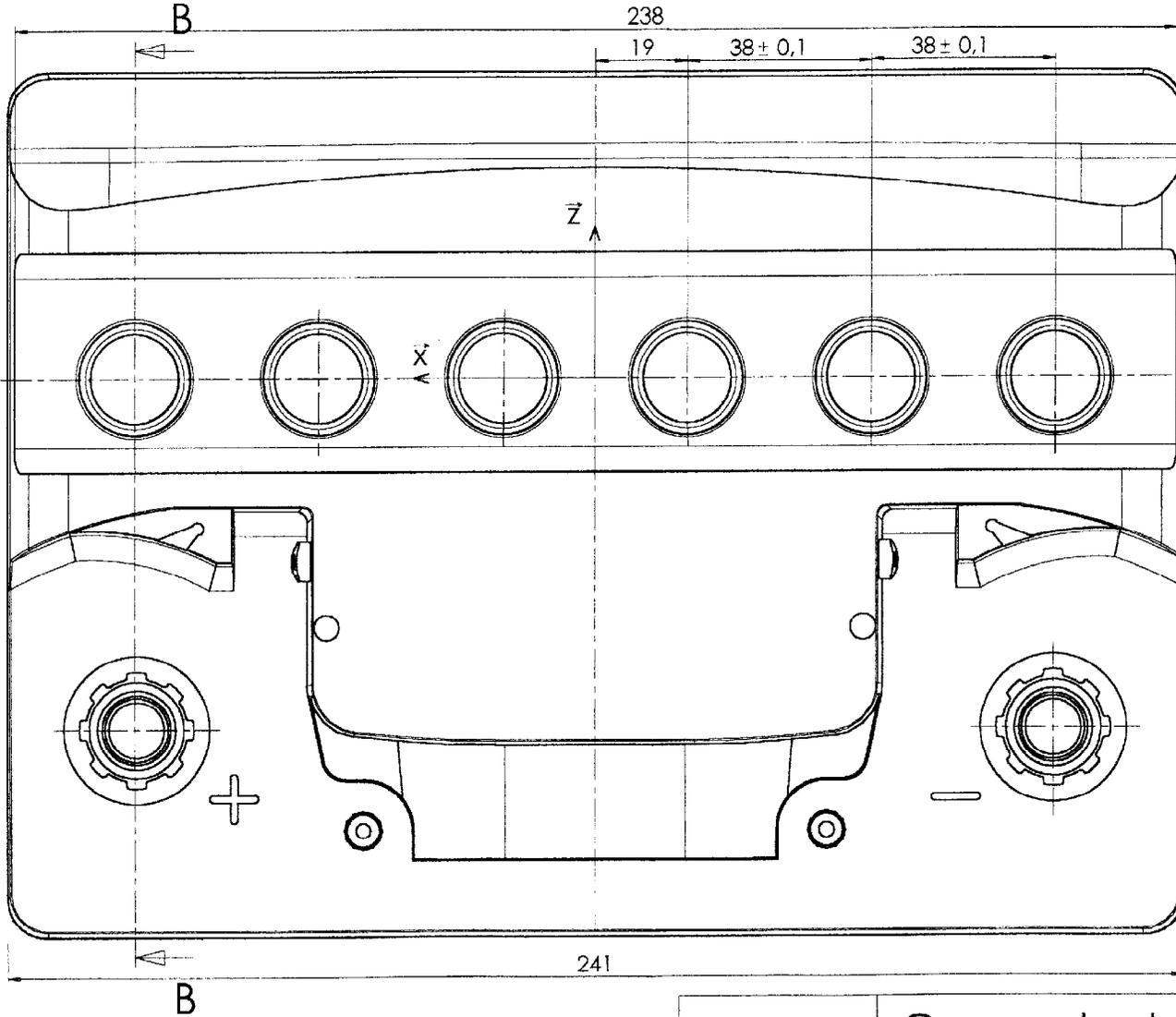
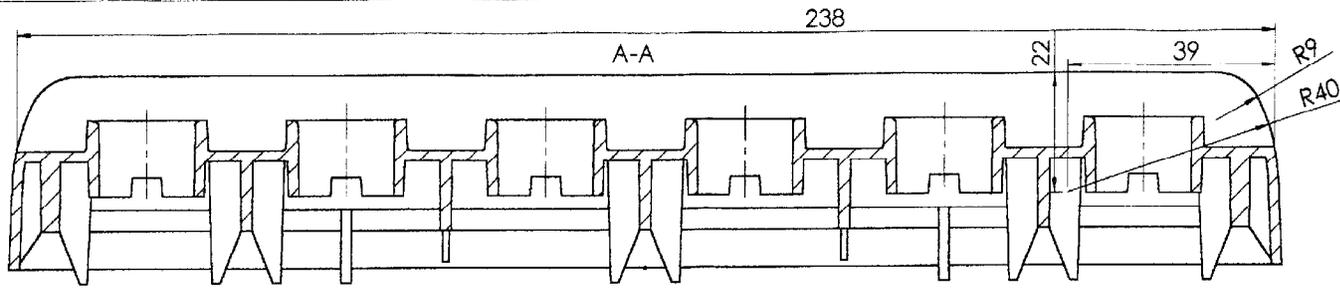
Présentation du couvercle : capot et bouchons enlevés, cache-bornes et poignée fermés.



Fiche matière

La matière choisie constituant les différentes pièces du couvercle est du polypropylène type : Stamyln P 512MN10 (DSM)

<u>Caractéristiques du polymère</u>	valeurs	unités
<u>Physique</u>		
Masse volumique :	0,75	g/cm ³
<u>Mécaniques</u>		
Contrainte au seuil	32	Mpa
Contrainte de flexion	40	Mpa
Déformation admissible	4	%
Module de traction	1400	Mpa
Module de flexion	1400	Mpa
Coefficient de Poisson	0,4	
<u>Thermiques</u>		
Température de fusion :	166	°C
Température de non écoulement :	130	°C
Conductivité thermique :	0,135	W/m.K
Retrait au moulage:	2	%
Température d'injection :	230	°C
Température d'éjection :	114	°C
Température du moule :	40	°C
Taux de cisaillement maxi :	100 000	s-1
Contrainte de cisaillement maxi pour l'écoulement :	0,26	MPa



Tolérance générale: Js12

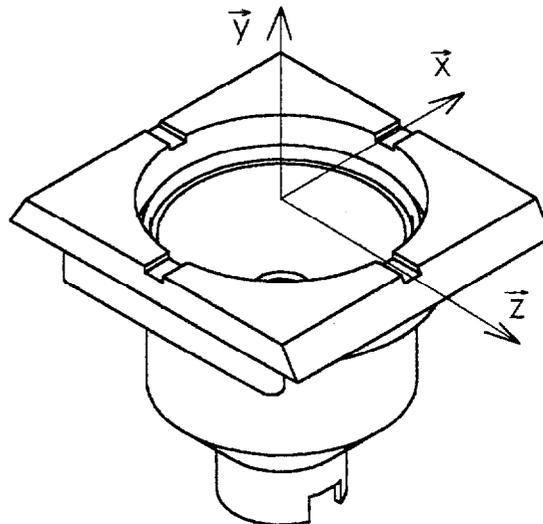
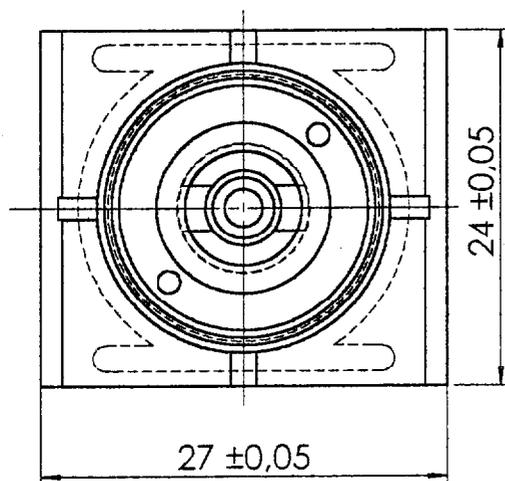
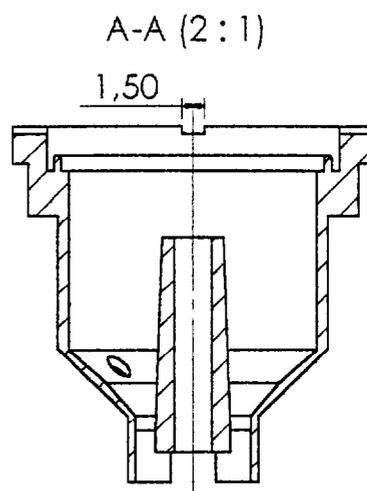
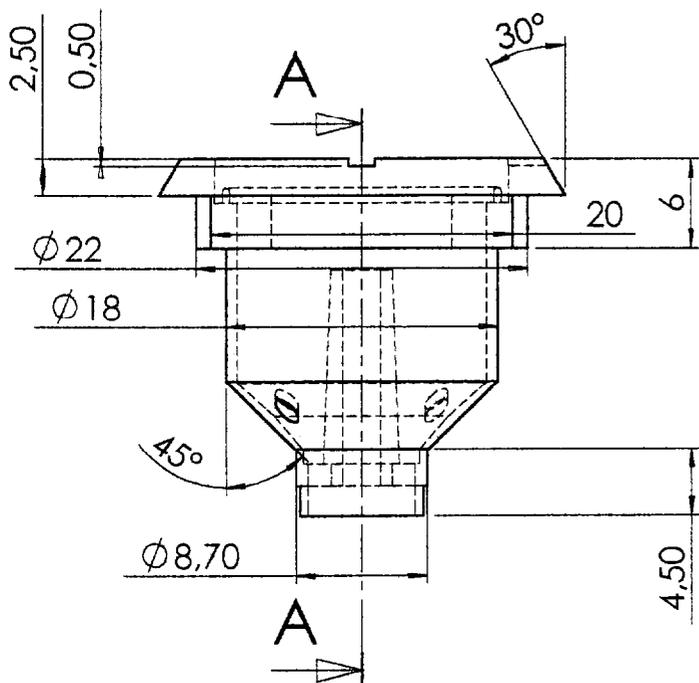
Echelle 1:1

Couvercle de batterie

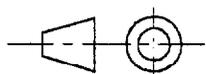
Dossier technique

Document DT1

Page 6/23



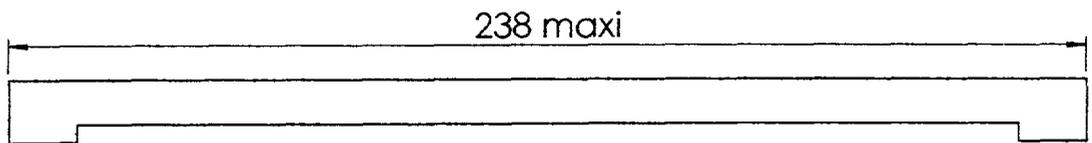
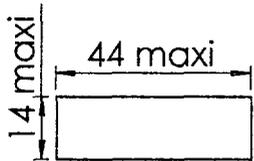
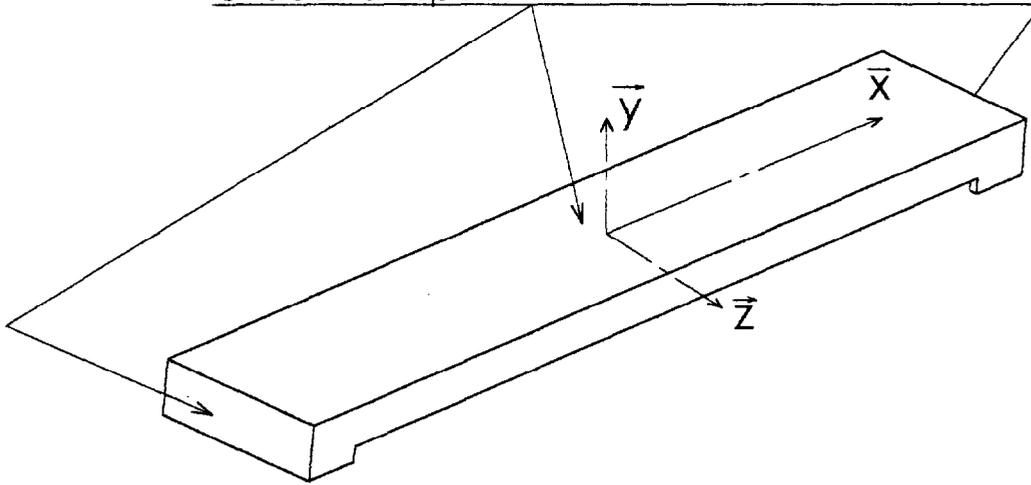
Tolérance générale: Js12



Bouchon

Echelle: 2:1

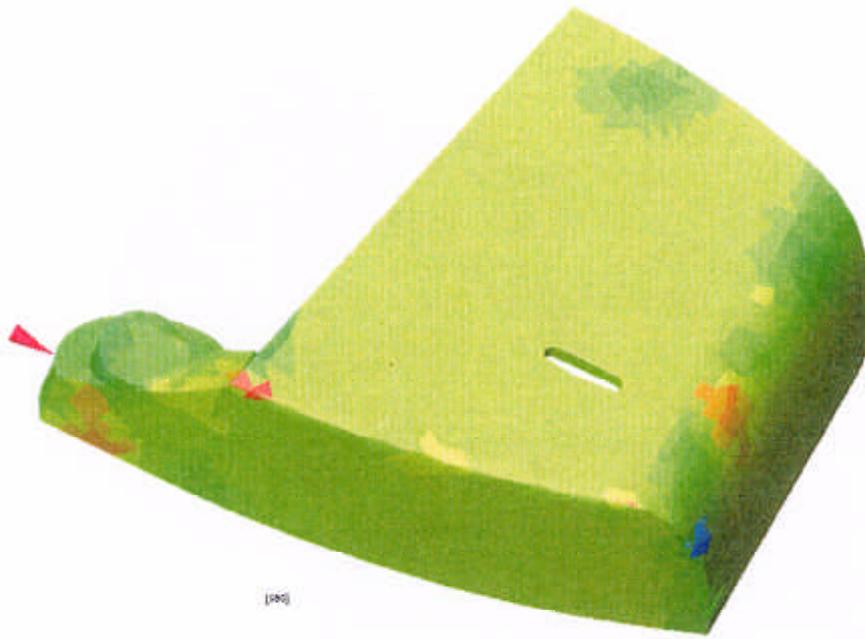
3 faces d'aspect



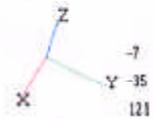
Capot de rampe - Ebauche

Echelle: 0,6:1

Variation du temps de solidification



[s]



Variation du temps de solidification

[s]



20 mm

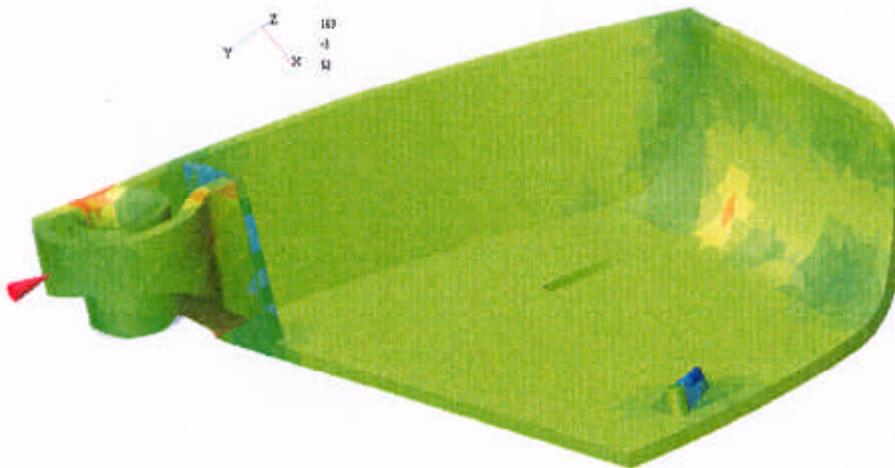
Variation du temps de solidification



20 mm



[s]

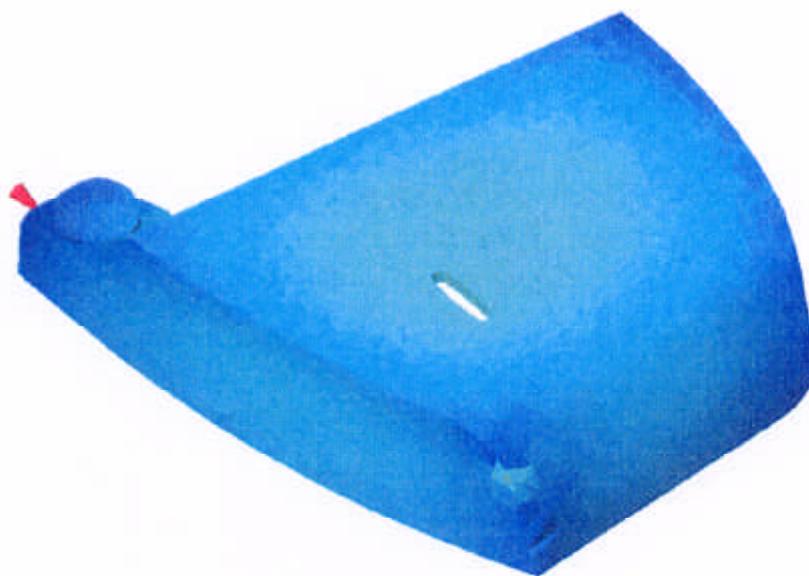


moldflow

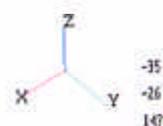
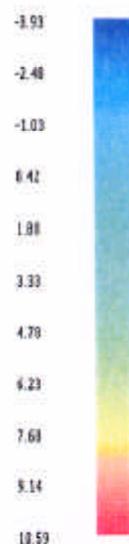
20 mm

Variations de température de surface

Moldflow



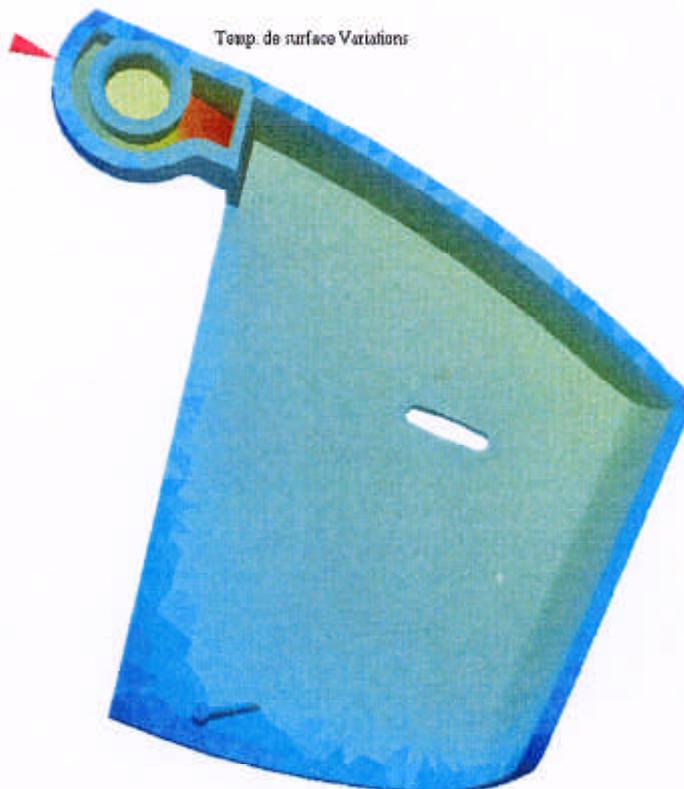
[deg c°]



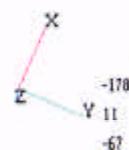
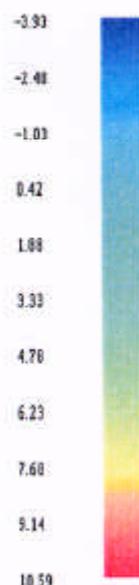
20 mm

Temp. de surface Variations

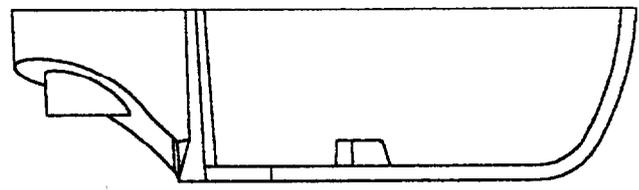
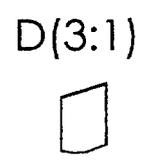
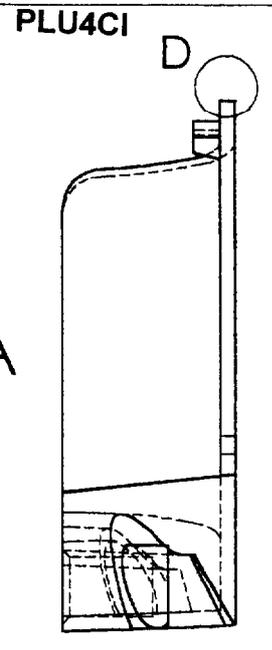
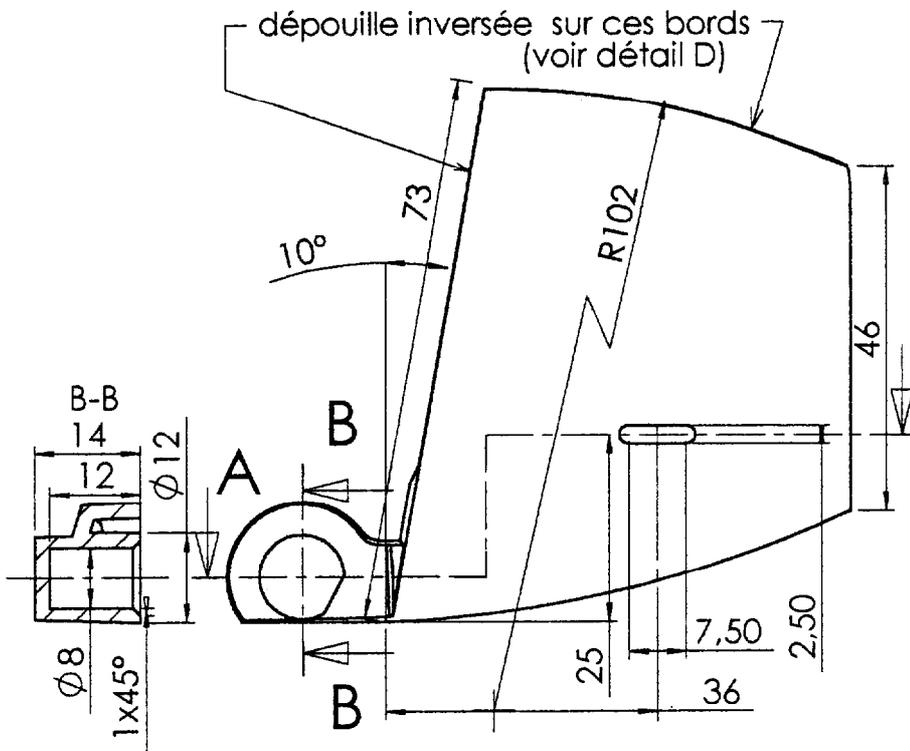
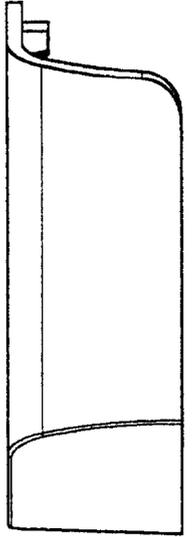
Moldflow



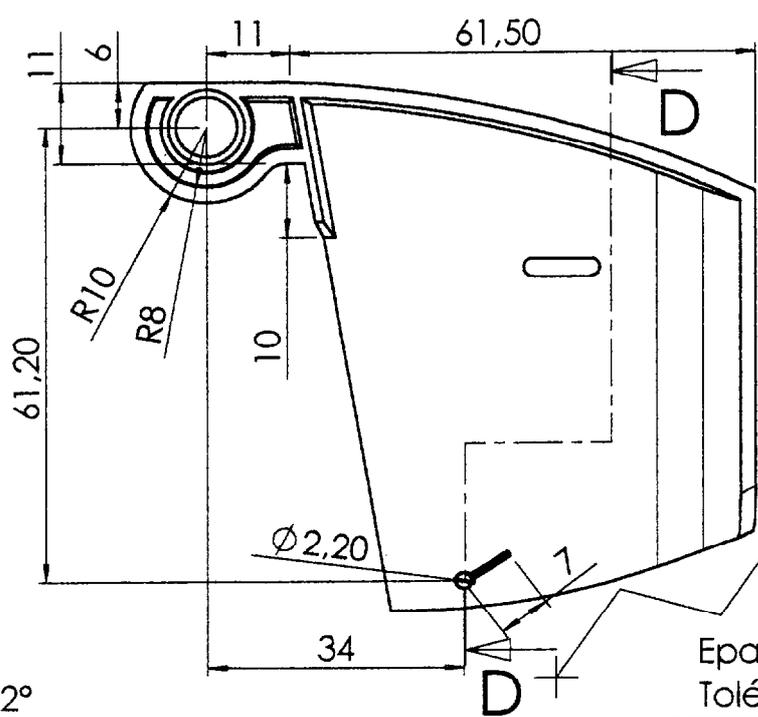
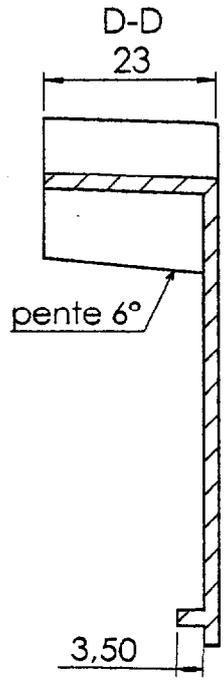
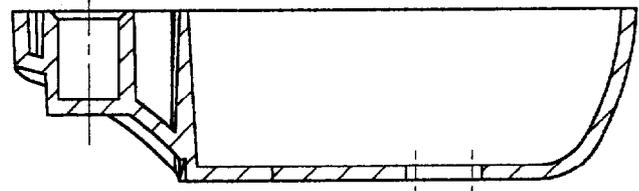
[deg.C]



20 mm



A-A



Epaisseur moyenne = 2 mm
Tolérance générale: Js 13

Dépouille générale 2°

Cache-borne -

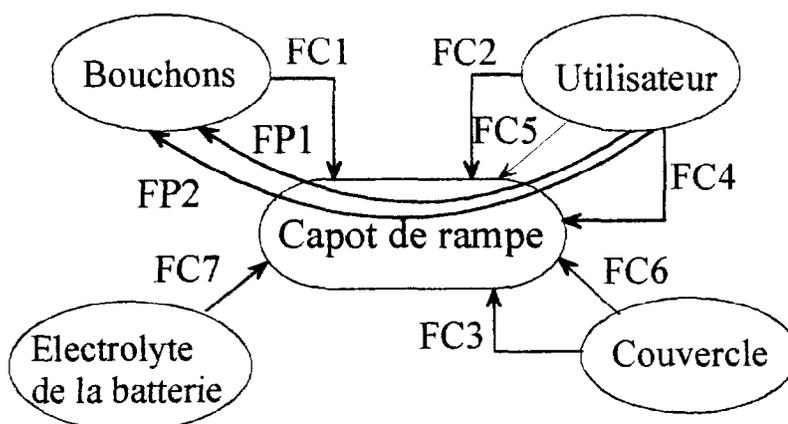
Echelle 1:1

DOSSIER DE TRAVAIL

Travail demandé : Pages 12/23 à 17/23

Partie 1 : Etude de conception du capot de rampe

Etude fonctionnelle simplifiée :



Fonctions	Critères d'appréciation	Solutions techniques
FP1 Permettre la mise en place simultanée des bouchons sur le couvercle	C1 : Chaque bouchon est fixé au capot. Appui plan en contact avec la face supérieure des bouchons. C2 : La liaison permet l'autopositionnement des bouchons dans leur orifice au montage. Liberté axiale suivant l'axe x nécessaire. C3 : Présence de butées limitant la course.	6 bouchons plan mini 210 x 24 orifices espacés de 38 mm (voir DT1) Décalage maxi bouchon/orifice e= 3 mm
FP2 Permettre la dépose des bouchons par soulèvement du capot	C1 : Liaison par obstacle suivant l'axe y. (glissière d'axe x)	Jeu fonctionnel suivant y : $0,1^{-0/+0,2}$ suivant z : $0,6^{-0/+0,3}$
FC1 Recevoir les bouchons par clipsage.	C1 : formes favorisant le montage (clipsage suivant y) C2 : clipsage non démontable facilement	Angle d'entrée maxi 60° Angle de retenu 90°
FC2 Résister aux efforts mis en jeu lors de la dépose des bouchons	C1 : Clipsage résistant au cisaillement C2 : Profil du capot suffisamment résistant en flexion	Détermination par calcul (DR1) Détermination par calcul (DR1)
FC3 S'adapter aux formes et dimensions du couvercle	C1 : Aucune forme ne doit dépasser les surfaces enveloppes du couvercle C2 : Jeu latéral suivant l'axe z permettant le montage C3 : Les formes d'extrémités du capot doivent suivre au plus près les formes du couvercle. (y compris les formes arrondies)	Dimensions maxi : L x l x h = 238 x 44 x 14 Jeu mini = 0,5 mm Ecart maxi entre les profils capot/couvercle = 1mm

FC4	Faciliter l'intervention de l'opérateur lors du démontage	Présence d'une encoche permettant de décoller le capot du couvercle avec l'ongle ou un outil (ex : tournevis)	$h \times l = 1,5 \times 14 \text{ mm mini}$
FC5	S'intégrer à l'esthétique de l'ensemble	C1 : Formes en harmonie avec celles du Couvercle C2 : Surface extérieure d'aspect	Absence de traces d'injection sur les faces visibles capot monté. (voir doc DT3)
FC6	Se monter sans déborder du couvercle	Présence d'un positionneur longitudinal calant le capot au montage.	A situer dans une zone de moindre contrainte
FC7	Résister aux agents acides présents dans la batterie	Matière choisie résistant aux acides	PP Stamylian

1- Déterminations d'avant-projet du capot de rampe :

1.1 Positionnement des butées (critère associé à FP1):

Au montage chaque bouchon doit se présenter en face de l'orifice du couvercle correspondant. Chaque bouchon est monté serré dans son orifice.

Pour faciliter le montage dans de bonnes conditions, une liberté axiale est nécessaire afin de permettre l'autopositionnement des bouchons (adaptation automatique à l'entraxe des orifices) Des butées limitant cette liberté de mouvement sont indispensables pour éviter des écarts de présentation trop importants.

☞ Question 1.1 : Répondre sur le document DR1

Tracer les chaînes de cotes relatives à l'écart de positionnement e dans les deux positions les plus défavorables des bouchons.

Calculer les cotes fonctionnelles cf_1 et cf_2 définissant le positionnement des butées du capot de rampe.

On consultera les documents de définition DT1 et DT2 pour relever les cotes nécessaires au calcul.

1.2 Résistance au cisaillement du clipsage (critère associé à FC2) :

Les bouchons sont emmanchés à force dans le couvercle. La force moyenne nécessaire à l'extraction d'un bouchon est d'environ 10 N.

☞ Question 1.2 : Répondre sur le document DR1

Calculer la contrainte tangentielle et vérifier la résistance au cisaillement lors de l'arrachement d'un bouchon.

1.3 Résistance en flexion du capot (critère associé à FC2) :

Lors de l'enlèvement des bouchons, l'opérateur soulève une extrémité du capot et extrait les bouchons en cascade. A cause du jeu de montage bouchon/capot et de la déformation de ce dernier, tous les bouchons ne sont pas soulevés en même temps. L'expérience montre que le cas le plus défavorable correspond à la modélisation présentée sur le document réponse DR2.

☞ Question 1.3 : Répondre sur le document DR2

Déterminer la section permettant une résistance suffisante du capot .

1.4 Conception du positionneur longitudinal (critère associé à FC6) :

Problème à résoudre : garantir un centrage correct de la position longitudinale (suivant x) du capot de rampe par rapport au couvercle.

Remarques : - Pour cette question on ne tiendra pas compte du critère C3 de la fonction FC3 du cahier des charges fonctionnel.

- Après modifications, le couvercle doit rester étanche.

☞ Question 1.4 : Répondre sur le document DR2

Représenter sous forme de croquis à main levée une solution permettant au capot de se caler au montage par rapport au couvercle . (à situer sur les esquisses proposées)

Dans le cas où votre solution fragilise le capot en flexion, situer le positionneur dans une zone de moindre contrainte.(On s'aidera du diagramme des moments fléchissants défini sur le document DR2)

Coter les dimensions fonctionnelles utiles.

Partie 2 : Définition du capot de rampe

Définir graphiquement le capot de rampe à l'échelle 1 : 1 , sachant que le mode d'obtention est l'injection de thermoplastique, en respectant le cahier des charges fonctionnel proposé et les résultats d'avant projet des questions précédentes.

On consultera en particulier les formes du couvercle définies sur le document DT1 en remarquant la position décalée des orifices suivant l'axe z.

L'épaisseur moyenne de la pièce sera de 1,8 mm

☞ Question 2 : Répondre sur le document DR3

Représenter les vues suivantes en respectant les normes de représentation:

- 1/2 vue de face (définissant le dessous du capot)
- vue de dessus en 1/2 coupe A-A (coupe à gauche de l'axe de symétrie – 1/2 vue extérieure à droite)
- vue de gauche extérieure (sans arêtes cachées)
- vue de droite en coupe BB passant par l'axe de positionnement d'un bouchon.
- Si besoin : vue au choix permettant de définir correctement le positionneur longitudinal.
- Représenter une perspective d'une extrémité du capot montrant la continuité des formes par rapport à celles du couvercle. (on s'aidera de la perspective du couvercle définie sur le document DR2 - calquage possible)

Reporter les cotes fonctionnelles calculées précédemment (cf1 et cf2)

Coter les dimensions fonctionnelles en relation avec le montage d'un bouchon en vue de droite.

Partie 3 : Positionnement de l'alimentation du capot

But : Choisir la position du seuil d'injection la plus adaptée compte tenu des résultats d'une simulation de remplissage et des données suivantes :

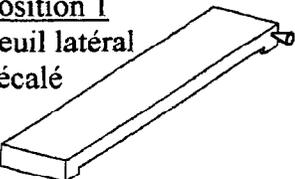
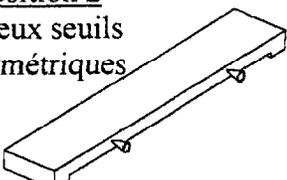
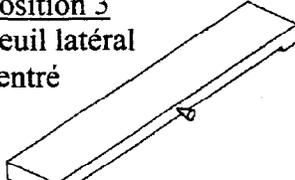
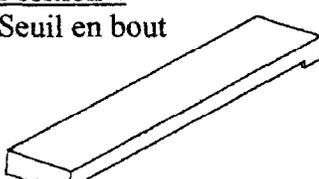
Données pièce : Respect du cahier des charges et des caractéristiques matière (DT p5/23)

Lignes de soudures non souhaitées dans la zone la plus sollicitée.

Données outillage : - Moule à 2 empreintes

- Alimentation classique avec décarottage automatique souhaité à l'ouverture de l'outillage.

Quatre points d'injection ont été testés selon les positions définies dans le tableau ci-dessous.

Position du seuil	Température mini du front de matière (°c)	Pression de remplissage (Mpa)	Contrainte de cisaillement maxi relevée (Mpa)
Position 1 Seuil latéral décalé 	218	51	0,25
Position 2 Deux seuils symétriques 	208	16	0,17
Position 3 Seuil latéral centré 	214	24	0,23
Position 4 Seuil en bout 	223	69	0,29

↳ Question 3 : Répondre sur le document DR2

Compléter le tableau en indiquant pour chaque position du seuil les facteurs favorables ou défavorables vis à vis de la qualité technique globale de la pièce (ligne de soudure, orientation, contraintes résiduelles, occlusion d'air, qualité près du seuil etc...) et de sa qualité rhéologique liée au remplissage.

Indiquer le seuil retenu en argumentant ce choix .

Partie 4 : Etude de moulabilité du cache-borne

1- Déterminations d'avant-projet de l'outillage :

1- Lignes de joint :

Après lecture des documents DT5 page 10/23 et DR5 page 23/23

☞ Question 4.1 : Répondre sur le document DR4

Mettre en place sur le document DR4 et sur toutes les vues du cache-borne :

- Les traces de la ligne de joint externe en rouge
- Les traces de la (des) ligne(s) de joint interne(s) en bleu

2- Régulation thermique du moule :

But : Choisir et positionner correctement les canaux de régulation thermique de l'outillage.

Sur le document technique DT4 (p 9/23), on donne une cartographie thermique du cache-borne

- Variation de température de surface par rapport à la moyenne des températures
- Variation du temps de solidification par rapport à la moyenne relevée.

☞ Question 4.2 : Répondre sur le document DR4

Après analyse de la cartographie thermique de la pièce, entourer par un cercle sur le dessin du cache- borne la ou les zones dont la régulation doit être améliorée .

Choix du système de régulation :

☞ Question 4.3 : Répondre sur le document DR4

Parmi les systèmes de régulation connus, préciser celui qui vous semble le plus adapté à chacune des zones définies dans le tableau . On s'appuiera en particulier sur les résultats de l'étude thermique précédente.

Un schéma rapide, illustrant le principe du système envisagé pour chaque zone, est souhaité.

2- Définition partielle de l'outillage :

L'outillage est un moule 8 empreintes

Fonction « mise en forme » :

Les empreintes sont réalisées dans deux blocs rapportés contenant chacun quatre empreintes.

Pivot du cache-borne obtenu par broche cylindrique rapportée de diamètre 8 mm.

Repérages + et - obtenus par empreinte rapportée sur broche cylindrique de diamètre 10 mm

Fonction alimentation : Alimentation par carotte froide avec séparation automatique à l'ouverture de l'outillage (sous-marine)

Canaux principaux de section circulaire de diamètre 6 mm.

Canaux dérivés de section circulaire et de diamètre approprié pour équilibrer le remplissage.

Fonction éjection : Ejecteurs et emplacements à définir.

Fonction régulation : N'est pas à définir dans cette partie.

☞ Question 4.4: Répondre sur le document DR5 p23/23.

Compléter la représentation des l'empreintes sur le plan du document DR5 dans les vues suivantes :

- Vue de face coupe AA moule fermé
- Vue de droite du bloc empreinte – partie mobile du moule (compléter les parties moulantes esquissées).
- Vue de gauche du bloc empreinte - partie fixe
- Vue en coupe BB
- Section CC (moule fermé)

Définir dans les vues appropriées la broche permettant d'obtenir le repérage du cache –borne - (signe moins)

Définir l'alimentation dans la vue de face en coupe AA et sur la vue de droite - partie mobile

Définir les éjecteurs dans les vues suivantes : - vue de droite - partie mobile
 - vue de face coupe AA.
 - vue en coupe BB

DOCUMENTS REPOSES

Notice de calculs :

Document DR1- Format A3-page 19/23

Calculs, définition du positionneur et choix du seuil :

Document DR2 - Format A3 – page 20/23

Définition du capot de rampe :

Document DR3 - format A3 - page 21/23

Lignes de joint et étude de régulation:

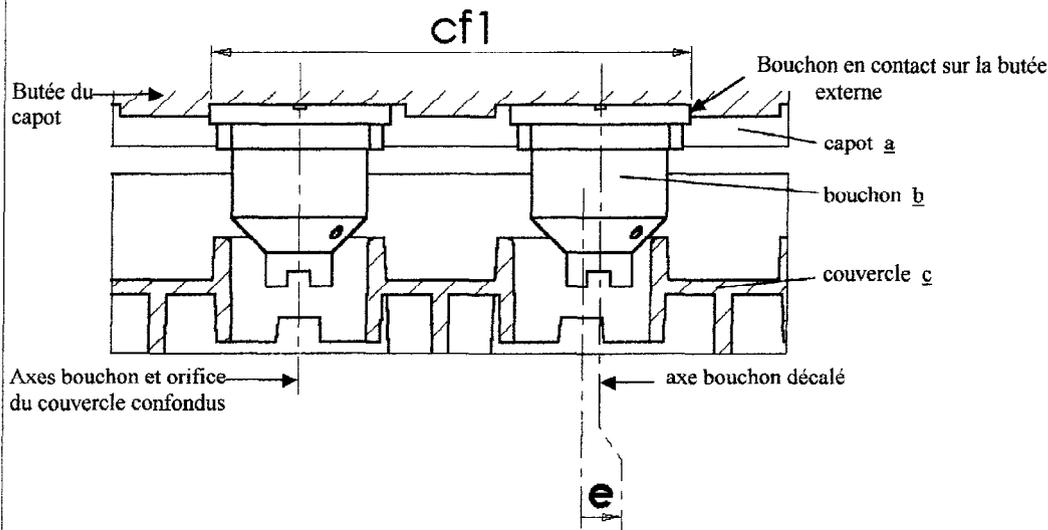
Document DR4 - Format A3 - page 22/23

Dessin partiel de l'outillage :

Document DR5 - Format A2 - page 23/23

Q1.1 - Tracer la chaîne de cotes de la condition e dans le cas de l'écartement maxi des bouchons :

Donnée : e maxi = 3 e mini = 0



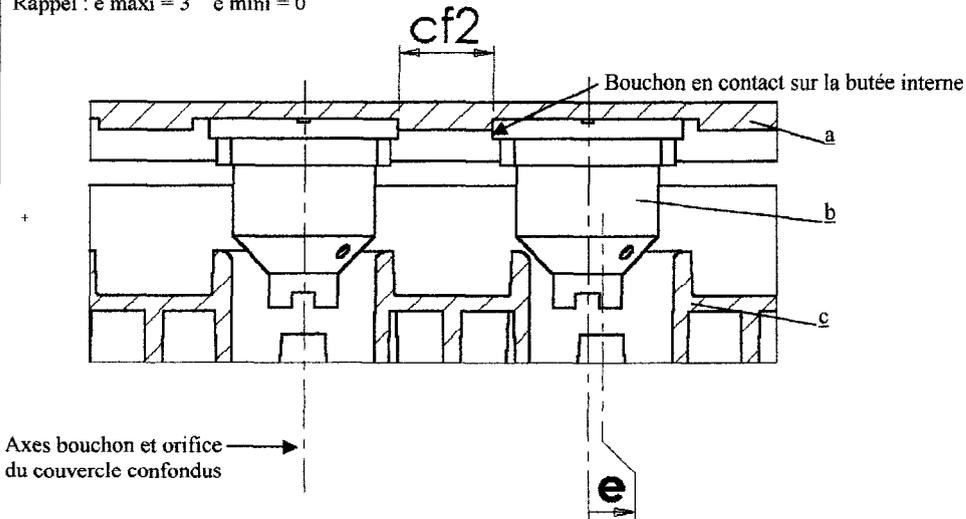
Calculer cf1 :

Cf1 maxi =

Cf1 mini =

Tracer la chaîne de cotes de la condition e dans le cas de l'écartement mini des bouchons :

Rappel : e maxi = 3 e mini = 0

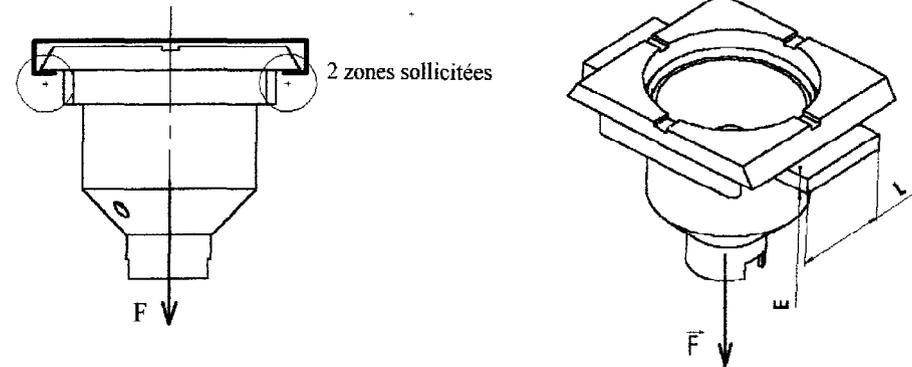


Calculer cf2 :

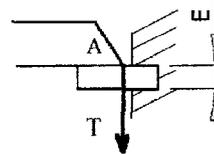
Cf2 maxi =

Cf2 mini =

Q1.2 - vérification de la résistance du clips au cisaillement :



Modélisation du clips : poutre encastrée cisillée à sa base :



Données : F = 10 N ; E = 1,5 mm ; L = 12 mm

Matériau PP : résistance au cisaillement: $\tau_g = 15 \text{ MPa}$

Coefficient de sécurité s = 2

Calculer la contrainte tangentielle :

$\tau = \dots\dots\dots$

Vérifier la condition de résistance au cisaillement :

Question 1.3: Calcul de la résistance en flexion du capot

Hypothèses : Toutes les actions mécaniques sont situées dans le plan de symétrie (O, x, y)
 Le contact en B est un appui simple. La force F représente l'action exercée en bout par l'utilisateur. Le cas le plus défavorable correspond à l'action simultanée de quatre bouchons. (action d'un bouchon = 10 N)
 On considère que la section du capot est constante sur toute sa longueur.

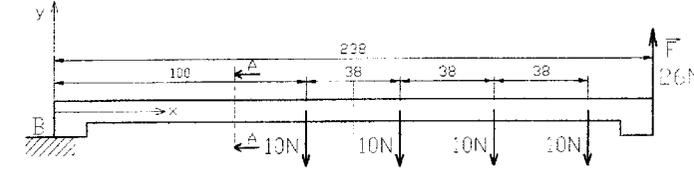
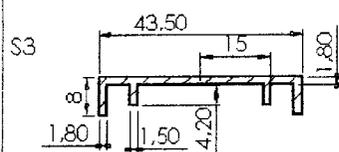
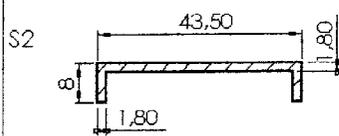
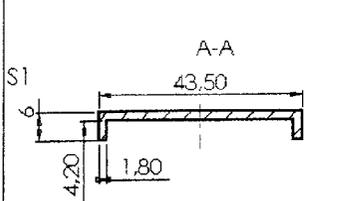
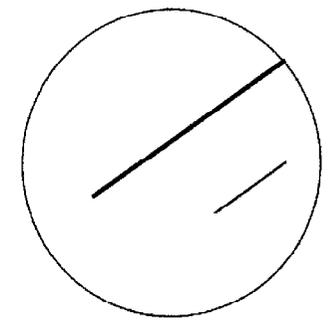
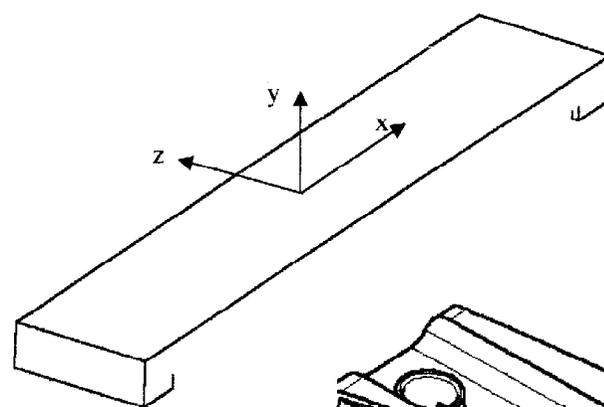


Diagramme des moments fléchissants

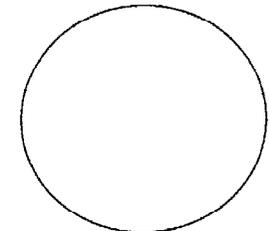
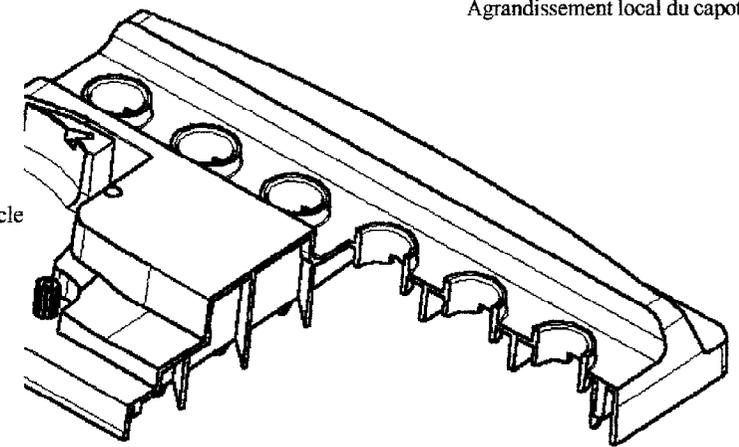
Rappels de calcul :
 contrainte de flexion maxi : $\sigma_{maxi} = \frac{M_{f\ maxi}}{I_{gz}} \cdot y_{maxi}$
 Données : section S1 : $I_{gz} = 158\ mm^4$ $y_{maxi} = 4,6\ mm$
 section S2 : $I_{gz} = 360\ mm^4$ $y_{maxi} = 6\ mm$
 section S3 : $I_{gz} = 450\ mm^4$ $y_{maxi} = 5,8\ mm$

Question 1.4: Conception du positionneur du capot



Agrandissement local du capot

Agrandissement local du couvercle



Calculer la contrainte maxi pour un capot de section S1 :
 $\sigma_{S1} = \dots\dots\dots$

Calculer la contrainte maxi pour un capot de section S2 :
 $\sigma_{S2} = \dots\dots\dots$

Calculer la contrainte maxi pour un capot de section S3 :
 $\sigma_{S3} = \dots\dots\dots$

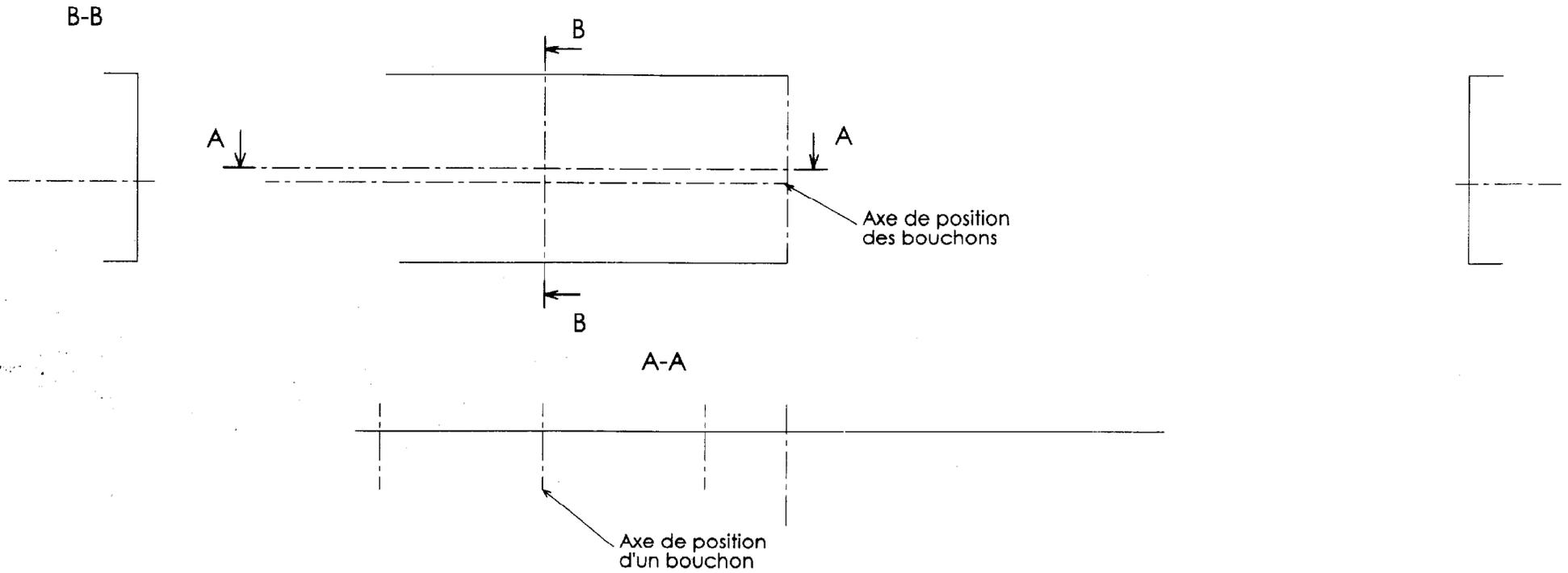
Compte tenu des caractéristiques matière quelles sections pourraient convenir ? Préciser pourquoi.

Quelle section adoptera-t-on si l'on désire un coefficient de sécurité $s = 2$ min

Question 3: Choix du positionnement du seuil d'alimentation du capot

Position du seuil	Qualité technique globale	Qualité rhéologique
Position 1		
Position 2		
Position 3		
Position 4		

Indiquer la position de seuil retenue en argumentant votre choix :



Perspective



Tolérance générale Js12

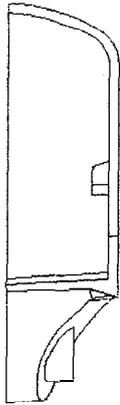
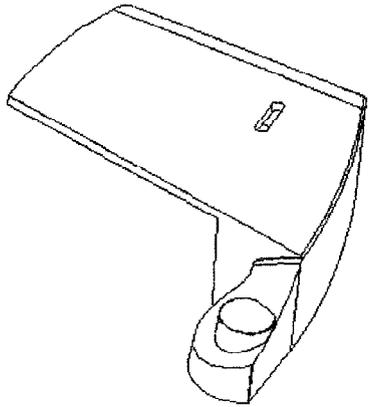
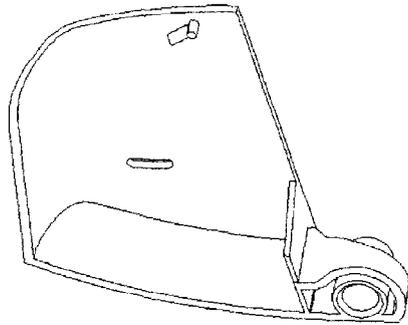
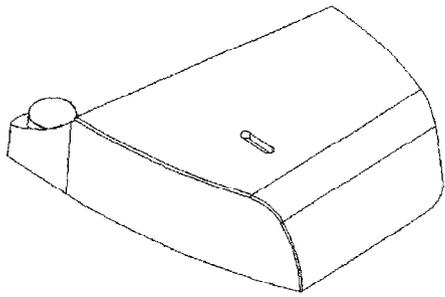
Capot de rampe

Echelle: 1:1

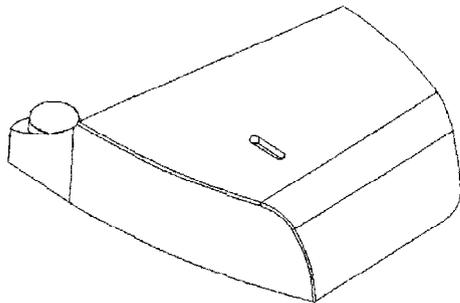
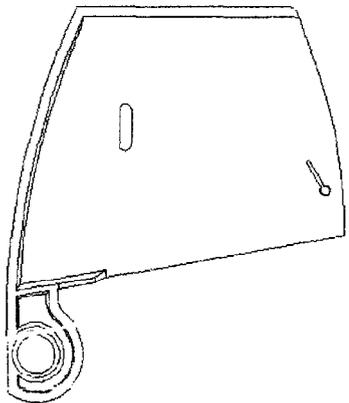
Document réponse DR3

Page 21/23

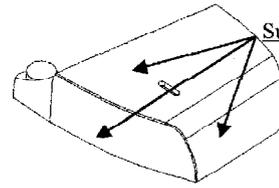
Question 4.1 : Lignes de joint du cache-borne -



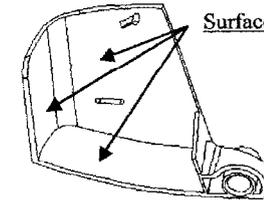
Question 4.2 : Zones à régulation améliorée



Question 4.3 : Choix du système de régulation

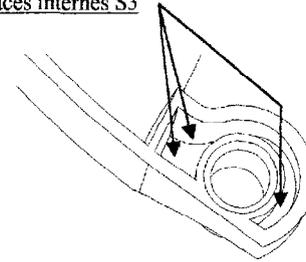


Surfaces extérieures S1

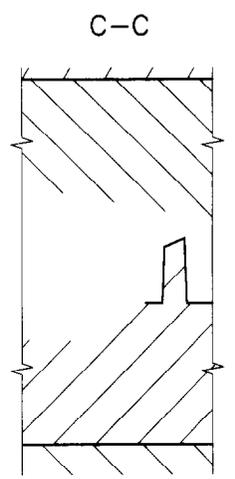
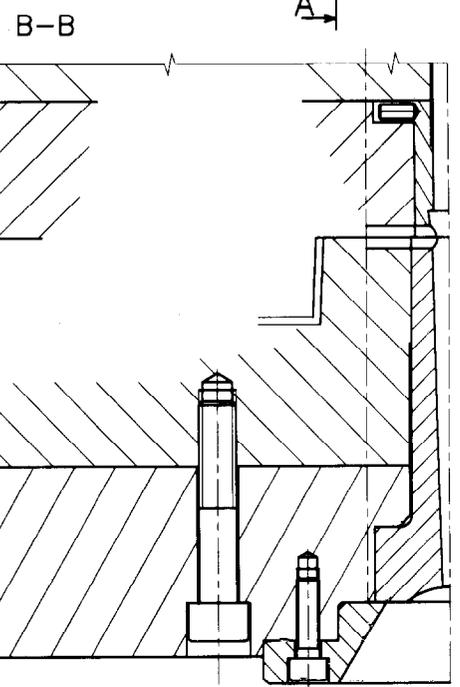
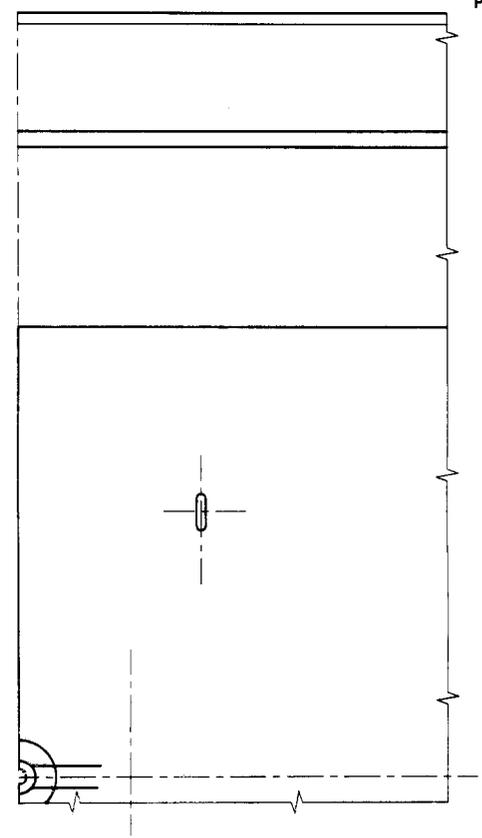
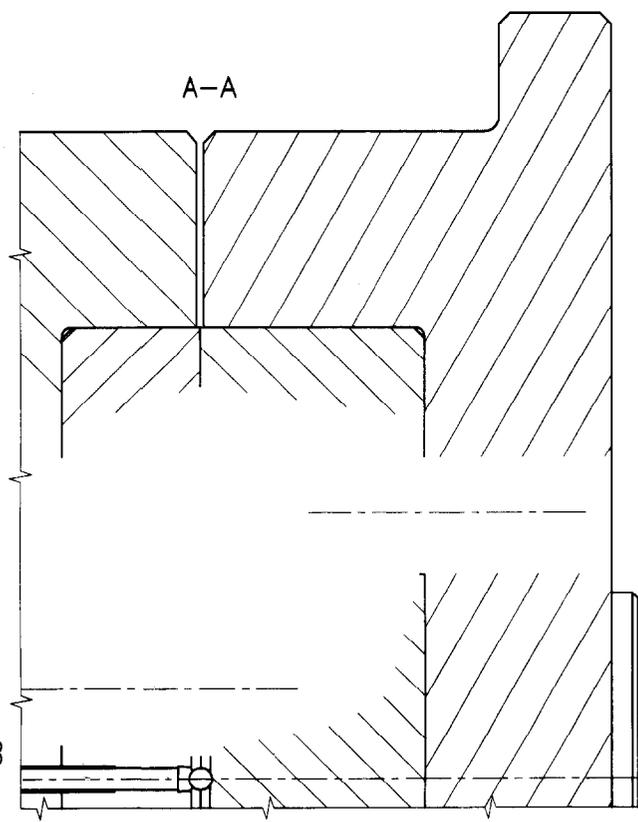
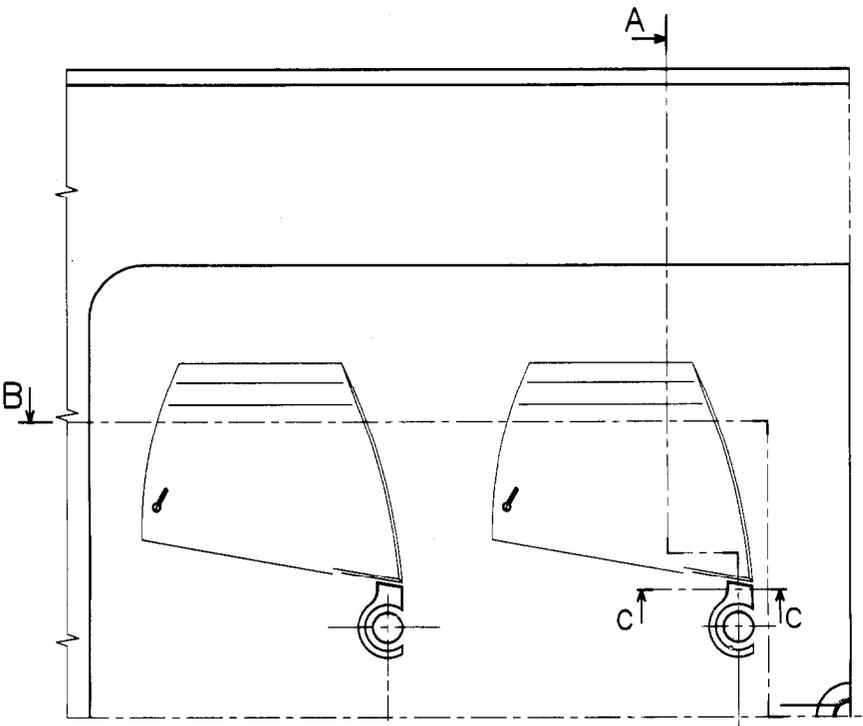


Surfaces internes S2

Surfaces internes S3



Surfaces à réguler	Système de régulation utilisé
Surfaces extérieures S1	
Surfaces intérieures S2	
Surfaces intérieures S3	



CACHE-BORNES +et- Ensemble moule partiel	ECHELLE: 1:1
Document réponse DR5	Page 23/23