

SUPPORT D'ETAGERE

Bac S.T.I. Génie des matériaux

Session 2002

Etude des constructions

Durée: 6 heures

coefficient : 8

DOSSIER TRAVAIL

ATTENTION !

La partie 2-A doit absolument être réalisée avant la partie 2-B (avant passage sur poste informatique).

Les candidats qui débutent le planning de passage sur poste informatique (à 10 heures) veilleront donc à traiter la partie 2-A en priorité, et en y consacrant un temps suffisant.

Sommaire:

	pages	durée maximum conseillée
<i>Lecture attentive du sujet</i>	-	0h30
Page de garde	1	-
1 Modélisation des contacts entre pièces	2	0h15
2 Modélisation des formes de la platine 1		-
A- Préparation et graphe	3 et 4	1h
B- Passage sur poste informatique	3 et 4	1h
3 Etude des déplacements relatifs (partie supprimée)	5	0h15
4 Validation des solutions techniques:		-
A- Epaisseur de l'étagère	6	0h20
B- Actions mécaniques supportées par le coulisseau 2	7 et 8	0h40
C- Retour à la technologie	9	0h15
D- Tenue aux contraintes de la platine 1	10 et 11	0h40
5 Relation produit - procédé - matériau:		-
A- Choix du matériau	12	0h20
B- Validation du choix du procédé	13	0h15
C- Adaptation de la forme au procédé	14	0h30

SUPPORT D'ETAGERE

1- MODELISATION DES CONTACTS ENTRE PIECES:

Le support d'étagère est défini document 4 du dossier technique.

1. En considérant l'étagère enlevée (phase d'approche des deux "mâchoires"), compléter le tableau ci-dessous en indiquant la nature des surfaces de contact entre les différentes pièces. Vous préciserez leur orientation (direction, axe ou normale) et leurs dimensions (en mm à l'échelle 1:1). Indiquer les mobilités et liaisons qui en découlent.

Pièces en contact	Surfaces de contact & orientation & dimensions	Mobilités	Liaison
2 / 1	2 plans étroits coplanaires de normale X (assise 24 x 30) 2 plans étroits parallèles de normale Z (9 x 1,5 chacun)	Transl / Y	Glissière de direction Y
3 / 1			
4 / 2			
4 / 3	Surface hélicoïdale d'axe O, x4 (M 5 x long. 5)	Rot /x4 combinée à Transl /x4	Hélicoïdale d'axe O, x4

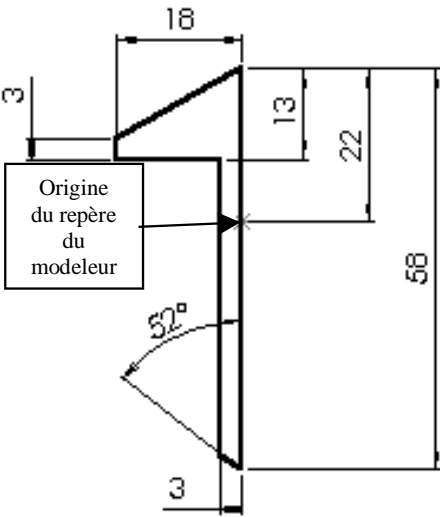
SUPPORT D'ETAGERE

2- MODELISATION DE LA FORME DE LA PLATINE 1:

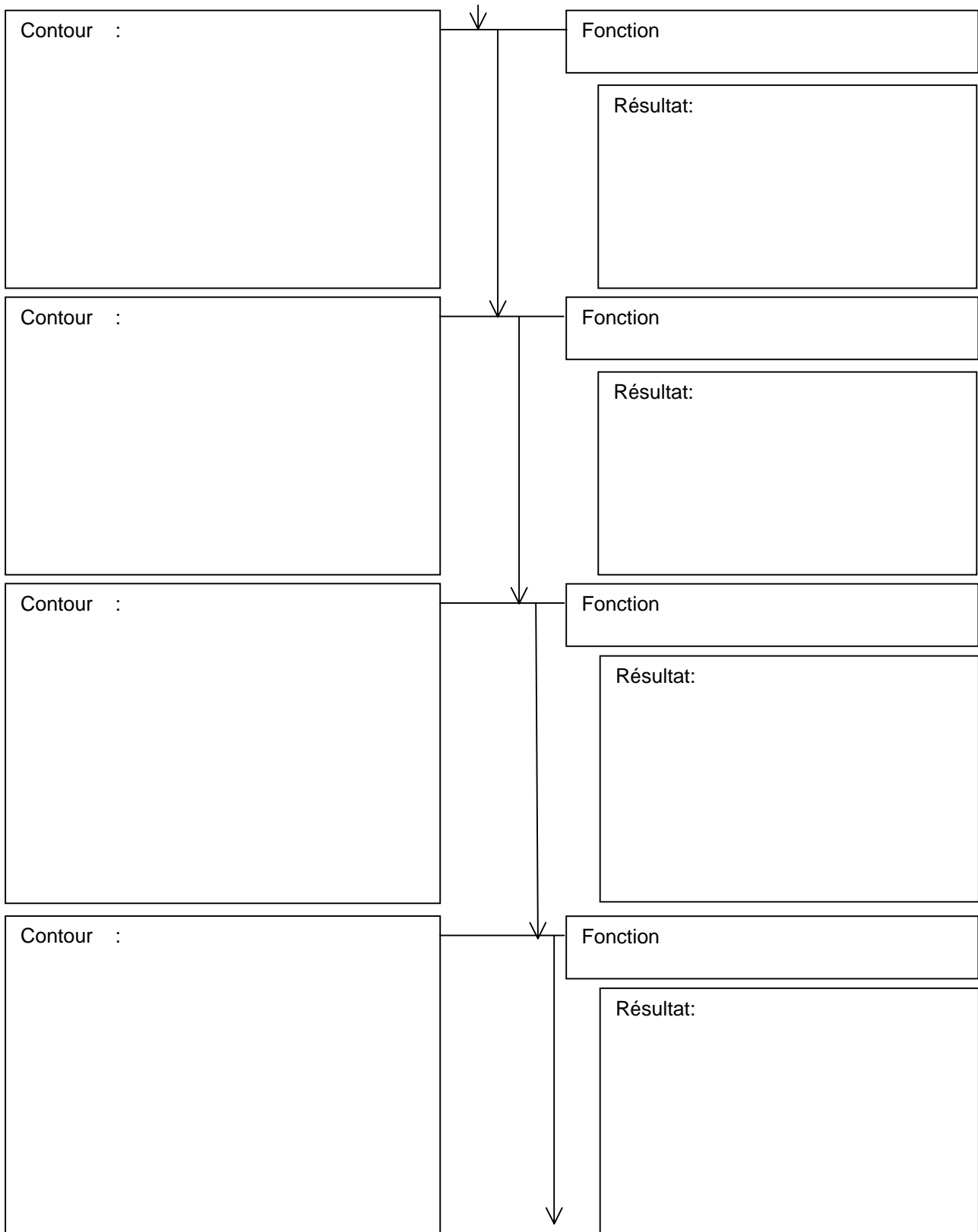
La "forme fonctionnelle" de la platine 1 est définie document 5 du dossier technique.
Cette forme ne prend en compte que la réalisation des fonctions attendues par la pièce, sans se préoccuper des contraintes liées au procédé et au matériau envisagé.

A- Sur le graphe proposé ci-après, illustrer les étapes nécessaires à la création de cette forme (en terme de volumes et en exploitant le plan de symétrie de la pièce).
Pour cela, suivre et compléter l'exemple donné. Compléter les différents cadres ainsi:

- Contour "n": représenter et coter à main levée les contours utiles à la création des formes (les cotes seront exclusivement celles qui figurent sur le document 5).
- Fonction: indiquer la ou les fonctions permettant de créer la forme souhaitée.
- Résultat: représenter à main levée la perspective du résultat obtenu (utiliser le même sens d'observation que la perspective du document 5 du dossier technique et limiter la vue au voisinage de la forme créée à chaque étape).

<p>Contour 1:</p>  <p>Origine du repère du modelleur</p>	<p>Fonction: Création d'un volume "plein" par extrusion sur une distance de mm</p>	<p>Résultat:</p>
<p>Contour 2:</p>	<p>Fonction</p>	<p>Résultat:</p>

SUPPORT D'ETAGERE



Suite éventuelle sur copie...

- B. **Passage sur poste informatique:** vous appliquerez la méthode de création de la forme de la platine que vous avez illustré sur le graphe ci-dessus.
Selon les résultats obtenus, vous pourrez apporter toutes les modifications utiles à l'obtention de la forme attendue sans qu'il soit nécessaire de mettre le graphe à jour.
Des remarques et annotations sur les modifications pourront y être portées.

SUPPORT D'ETAGERE

3- ETUDE DES DEPLACEMENTS RELATIFS: (partie supprimée)

Dans cette partie, afin de simplifier l'étude, tous les mouvements possibles au sein du support d'étagère ne seront pas considérés. Les seuls mouvements pris en compte sont:

- Mouvement de l'ensemble supposé rigide {vis 4, coulisseau 2} par rapport à la platine 1: Translation rectiligne de direction Y (approche des deux mâchoires).
- Mouvement de l'écrou spécial 3 par rapport à la platine 1: Translation rectiligne de direction Y4 (mise en place de l'écrou).
- Mouvement de l'ensemble supposé rigide {vis 4, coulisseau 2} par rapport à l'écrou spécial 3: Translation rectiligne de direction X4 (lors du vissage).

De ce fait, le support d'étagère pourra être considéré comme un mécanisme plan du point de vue cinématique (phase de réglage des deux "mâchoires").

1. Pour chacun de ces trois mouvements, indiquer quelle est la nature de la trajectoire du point P (le point P considéré est repéré sur l'illustration en bas de page):

Trajectoire de $P \in \{4, 2\} / 1$:.....

Trajectoire de $P \in 3 / 1$:.....

Trajectoire de $P \in \{4, 2\} / 3$:.....

2. Quelles sont les directions (les supports) des vecteurs qui représentent la vitesse du point P, pour ces trois mouvements ? Tracer ces directions sur l'illustration en bas de page.

direction de $\vec{V}_{P \in \{4, 2\} / 1}$:.....

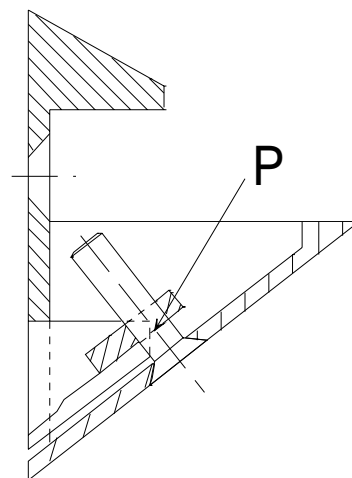
direction de $\vec{V}_{P \in 3 / 1}$:.....

direction de $\vec{V}_{P \in \{4, 2\} / 3}$:.....

3. Ecrire la relation de composition de vitesse qui permet de déterminer $\vec{V}_{P \in \{4, 2\} / 1}$:

4. Le mouvement de $\{4, 2\} / 1$ se faisant vers le bas et en prenant $\|\vec{V}_{P \in \{4, 2\} / 1}\| = 13 \text{ mm/s}$, appliquer graphiquement sur la vue ci-contre (échelle 1:1) la relation de composition de vitesse établie ci-avant. (échelle: 13 mm/s sera représenté par 13 mm)

5. Les relations entre les valeurs des vitesses obtenues sont-ils les mêmes qu'entre les déplacements du point P (pour les mêmes mouvements) ?



SUPPORT D'ETAGERE

4- VALIDATION DES SOLUTIONS TECHNIQUES:

A- Epaisseur de l'étagère: *Le cahier des charges de la fonction principale Fp2 prévoit, entre autres critères d'appréciation, l'adaptabilité du support à des épaisseurs d'étagère différentes (document 3 du dossier technique).*

1. Ci-dessous, figure 2 (échelle 1:1), compléter la représentation du mécanisme en position "étagère d'épaisseur maximum".

Figure 1: Epaisseur minimum 15 mm

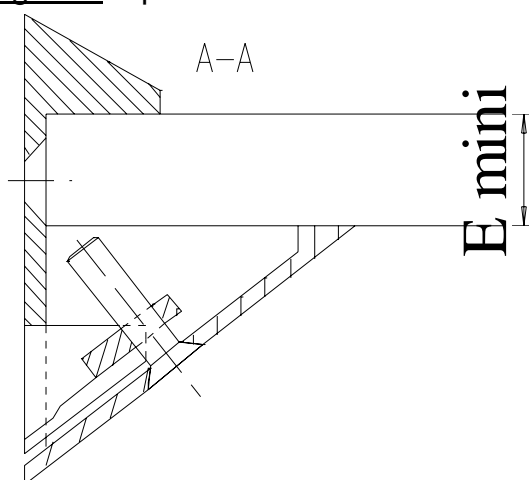
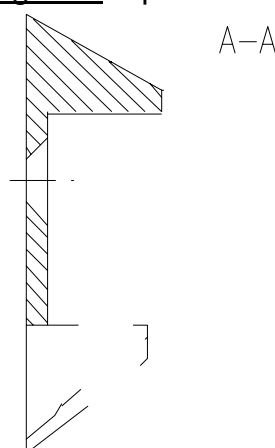
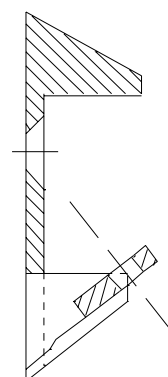


Figure 2: Epaisseur maximum 28 mm



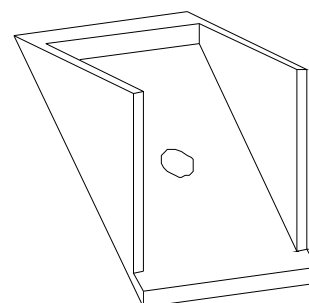
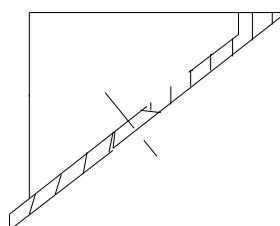
2. Citer (ou coter ci-dessus) au moins deux conditions de non collision (non interférence) entre les pièces qui permettent de vérifier que la plage de variation d'épaisseur est respectée ?

3. Ci-contre, tracer la résultante qui représente l'action de serrage exercée par la vis 4 sur l'écrou 3. Pour quelle raison, lors du serrage d'une étagère d'épaisseur minimum, l'écrou 3 peut-il de basculer vers l'avant ?



4. Pour réduire le risque de basculement de l'écrou, on prévoit de rajouter sur le coulisseau 2 un bossage qui permettrait l'appui de l'écrou 3.

Sur les deux vues ci-contre, représenter à main levée cette modification de forme.



SUPPORT D'ETAGERE

Indiquer les cotes fonctionnelles de ce bossage.

B- Actions mécaniques supportées par le coulisseau 2: Document 3 du dossier technique, le cahier des charges de la fonction principale Fp2 prévoit, entre autres critères d'appréciation, de supporter les actions extérieures maximums transmises par l'étagère.

L'étude qui suit a pour but de déterminer les efforts supportés par le coulisseau 2 dans ce cas.

Hypothèses:

- Le poids des pièces sera négligé devant les autres efforts.
- Le phénomène de frottement dans les contacts sera négligé.

Données:

- L'action transmise par l'étagère au coulisseau 2 est donnée au point A (11, 17, 0) (coordonnées en mm)

$$\{T_{\text{étagère} \rightarrow 2}\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -996 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(OXYZ)} \quad (\text{en N et N.mm})$$

- L'action transmise par la vis 4 est donnée en O (0, 0, 0). Elle est exprimée dans le repère (OX4Y4Z4) et $R_{4 \rightarrow 2}$ est inconnu.

$$\{T_4 \rightarrow 2\}_O = \begin{Bmatrix} R_{4 \rightarrow 2} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(OX4Y4Z4)} \quad (\text{en N et N.mm})$$

1. Cadre 1 page suivante, compléter le bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur le coulisseau 2 isolé: Pour cela:
 - Action de l'étagère sur le coulisseau 2: Exprimer l'action donnée au point O.
 - Action de la vis 4 sur le coulisseau 2: Sur la perspective, dessiner l'action donnée dans son repère (OX4Y4Z4), et exprimer ses composantes dans le repère (OXYZ).
 - Action de la platine 1 sur le coulisseau 2: Exprimer les composantes transmissibles par la liaison donnée.
2. Cadre 2 ci-dessous, exprimer le principe fondamental de la statique au coulisseau isolé. Ecrire au point O les équations qui en découlent.
3. Cadre 3 au bas de la page 8, déterminer les actions mécaniques. Les résultats obtenus seront reportés page 9.

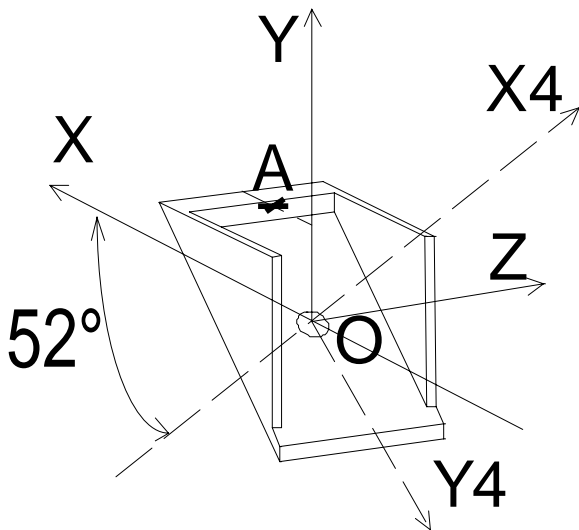
Cadre 2: Principe fondamental de la statique & équations de l'équilibre au point O:

SUPPORT D'ETAGERE

Cadre1: Bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur le coulisseau 2:

Action de l'étagère sur le coulisseau 2: point A (11, 17, 0)

$$\{T_{\text{étagère} \rightarrow 2}\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ -996 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(OXYZ)} \mapsto \left. \begin{Bmatrix} \\ \\ \end{Bmatrix} \right\}_O_{(OXYZ)}$$



Action de la vis 4 sur le coulisseau 2:

$$\{T_{4 \rightarrow 2}\}_O = \begin{Bmatrix} R_{4 \rightarrow 2} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(OX_4Y_4Z_4)}$$

$$\{T_{4 \rightarrow 2}\}_O = \left. \begin{Bmatrix} \\ \\ \end{Bmatrix} \right\}_O_{(OXYZ)}$$

Action de la platine 1 sur le coulisseau 2, transmissible par la liaison glissière de direction Y:

$$\{T_{1 \rightarrow 2}\}_O = \left. \begin{Bmatrix} \\ \\ \end{Bmatrix} \right\}_O_{(OXYZ)}$$

Cadre 3: Résolution des équations:

SUPPORT D'ETAGERE

Expression des résultats obtenus:

Action de la vis 4 sur le coulisseau 2:

$$\{T4 \rightarrow 2\} = \left\{ \begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right\}_{(OX4Y4Z4)}$$

Action de la platine 1 sur le coulisseau 2, à transmettre par la liaison glissière de direction Y:

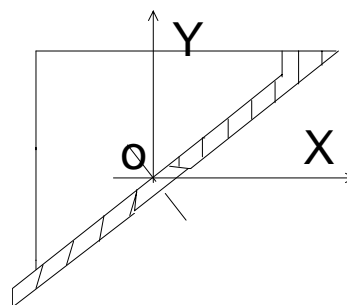
$$\{T1 \rightarrow 2\} = \left\{ \begin{array}{c} \\ \\ \\ \end{array} \right\}_{(OXYZ)}$$

C- Retour à la technologie: Il faut maintenant vérifier que l'action calculée que doit pouvoir exercer la platine 1 sur le coulisseau 2 puisse être "physiquement" transmise par la liaison glissière "réelle" (telle qu'il est prévu de la réaliser de façon technologique).

Si l'on voulait représenter cette action mécanique calculée par un glisseur*, il faudrait que la résultante horizontale de ce glisseur se situe dans le plan de symétrie (O, X, Y) à environ 14 mm au dessous de l'axe O, X.

*: un glisseur est un torseur particulier dont le moment est nul, seule existe la résultante.

1. Sur la vue donnée ci-contre (échelle 1:1), représenter le support de la résultante du glisseur décrit ci-avant.
2. Sur la vue donnée ci-contre, surligner en rouge la "trace" de la surface de contact maximum possible (lors du serrage d'une étagère d'épaisseur minimum) entre le coulisseau 2 et la platine 1 (plan de normale X uniquement).



3. Le point d'application de la résultante de ce glisseur peut-il se situer sur cette surface de contact ? Ce plan de contact utilisé pour réaliser la liaison glissière entre le coulisseau 2 et la platine 1 est-il en mesure de transmettre seul cet effort ?
4. Expliquer pourquoi le contact possible, dans ce cas de chargement extrême, entre le mur et la partie inférieure du coulisseau permet de respecter ce critère du cahier des charges ?

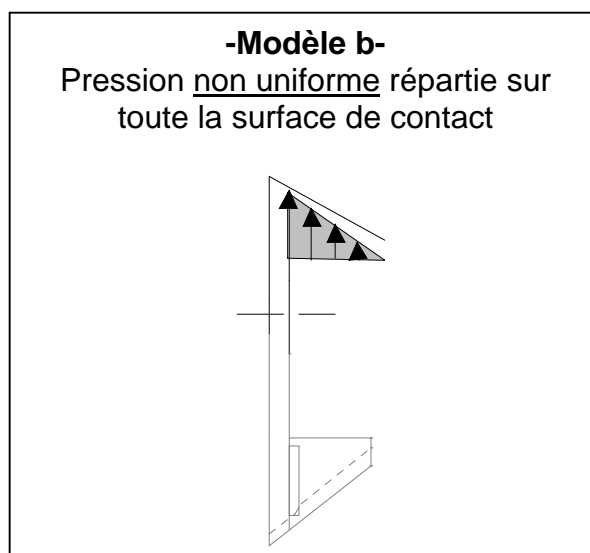
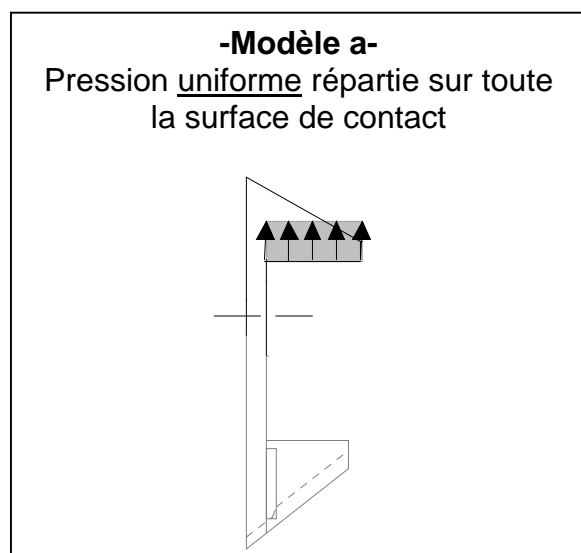
SUPPORT D'ETAGERE

D- Tenue aux contraintes de la platine 1: Document 3 du dossier technique, le cahier des charges de la fonction principale Fp2 prévoit, entre autres critères d'appréciation, de supporter les actions extérieures maximums transmises par une étagère surchargée à la limite de basculer vers l'avant. Les efforts supportés dans ce cas, induisent des contraintes mécaniques dans la platine 1.

1. Le calcul de ces contraintes nécessite tout d'abord de modéliser les actions extérieures supportées par la platine 1:

L'action extérieure exercée par l'étagère sur la platine 1 est connue. Elle est transmise par un contact plan de normale Y. L'étagère en bois peut légèrement s'écraser dans cette zone d'appui de sorte ce que le contact est maintenu, même à la limite du basculement.

A la limite du basculement de l'étagère, dans la zone de contact décrite ci-avant, lequel des deux modèles proposés ci-après, est le plus proche du cas réel ? Expliquer votre réponse (croquis).



2. Le résultat de l'étude globale des contraintes est donné en haut du document 6 du dossier technique:

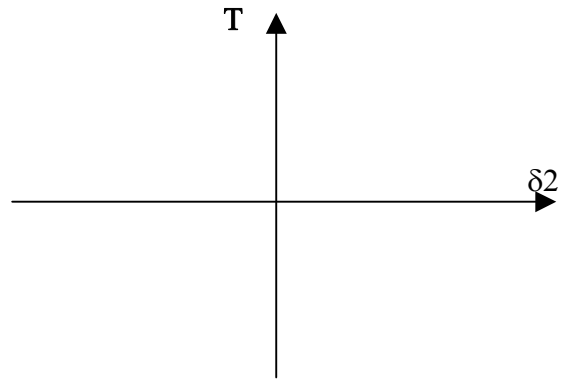
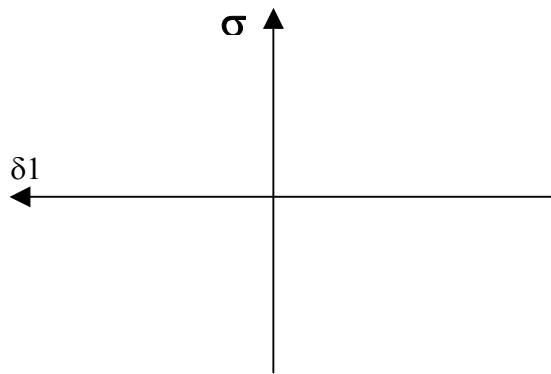
Quelle(s) zone(s) de la pièce semble(nt) la (les) plus sollicitée(s) ?

☐ zone d'appui de l'étagère ☐ zone de fixation au mur ☐ zones d'appui de l'écrou 3

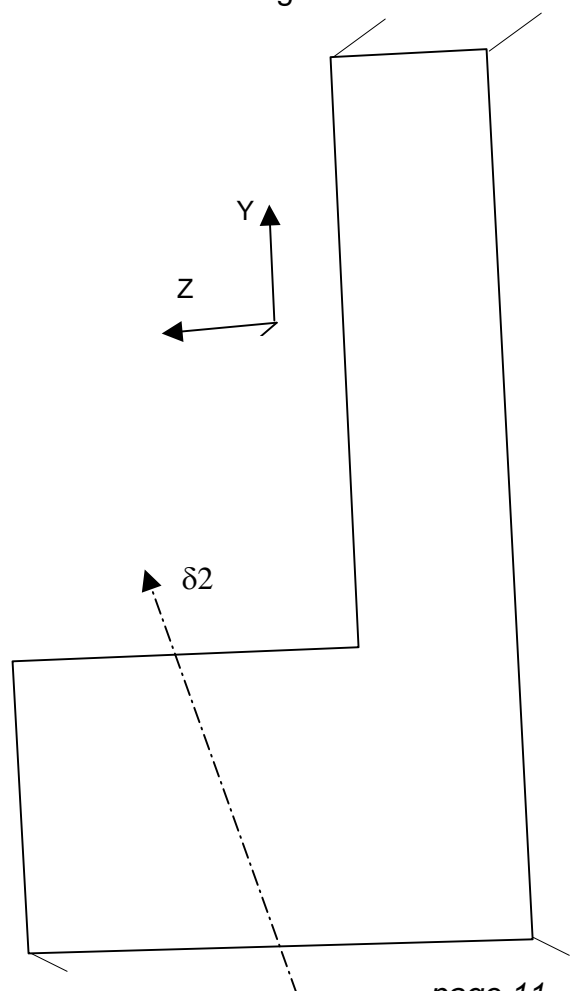
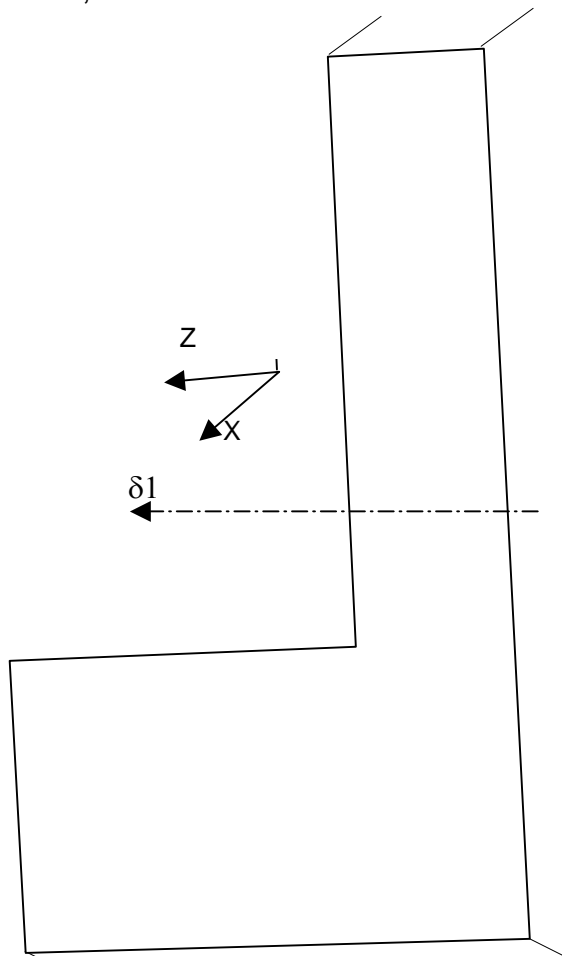
SUPPORT D'ETAGERE

Les résultats de l'étude approfondie des contraintes dans la section située à 11 mm de la face arrière de la platine sont donnés documents 6 et 7 du dossier technique:

3. Sur les deux graphes ci-dessous, tracer la variation des valeurs de contrainte normales et tangentielles respectivement le long des directions $\delta 1$ et $\delta 2$:



4. Sur quel axe et dans quel plan agissent respectivement les vecteurs "contrainte normale" et les vecteurs "contrainte tangentielle" ?
5. Sur les deux croquis de la section étudiée, représenter le long des deux directions $\delta 1$ et $\delta 2$, l'allure de la variation des vecteurs "contrainte normale et tangentielle".



SUPPORT D'ETAGERE

RELATION PRODUIT - PROCEDE - MATERIAU:

A- Choix du matériau: Les valeurs arrondies des contraintes maximales supportées par la platine 1 sont:

$$|\sigma_{\text{maximum extension}}| = 280 \text{ N / mm}^2$$

$$|\sigma_{\text{maximum compression}}| = 269 \text{ N / mm}^2$$

$$|T_{\text{maximum}}| = 66 \text{ N / mm}^2$$

1. A partir des caractéristiques données sur le document 8 du dossier technique, exprimer et calculer les coefficients de sécurité obtenus avec les alliages proposés ci-dessous (en traction, compression et cisaillement). Conclure quant à la capacité de ces alliages à supporter les contraintes mécaniques qui s'appliquent à la platine.

Alliage	Coefficients de sécurité			Conclusion
	Extension $S_e =$	Compression $S_c =$	Cisaillement $S_g =$	
Z-A4U1G Zn Al4Cu1 ZP5 (zamak 5)				
Z-A8 Zn Al8 ZP8				
Z-A27 Zn Al27 ZP27				

*La recherche d'une sécurité maximale quant à la tenue des pièces aux contraintes mécaniques conduirait, dans un premier temps, à choisir un alliage: **Zn Al27**.*

2. Que signifie cette désignation ?

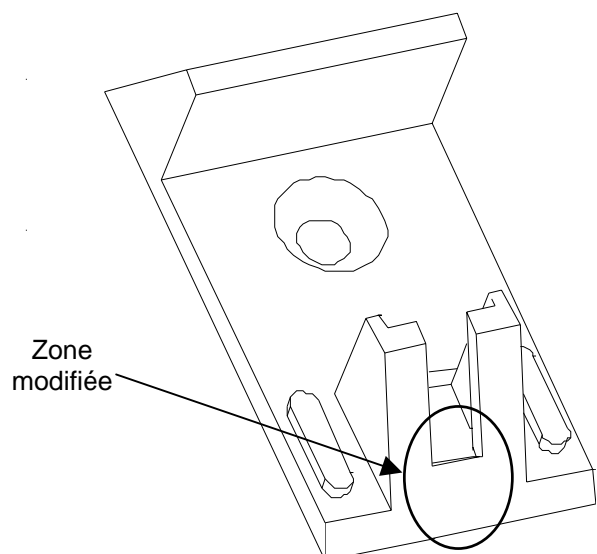
SUPPORT D'ETAGERE

B- Validation du choix du procédé: *La recherche d'une très grande productivité conduit à choisir un procédé de moulage par injection sous pression (en moule métallique). Les capacités de ces procédés sont données documents 8 du dossier technique.*

1. Expliquer pourquoi ces procédés sont en mesure d'obtenir l'état de surface souhaité: "surfaces lisses" selon le C.D.C.F. de Fp1 (document 3 du dossier technique) ?
2. Quel procédé d'injection sous pression est compatible avec le matériau choisi ?
3. L'intervalle de tolérance générale souhaité pour les cotes de la platine 1 est-il compatible avec ce procédé (moule en deux parties maximum) ?

La recherche d'un moindre coût et donc d'une productivité maximale conduit à préférer un procédé incompatible avec le Zn-Al27 mais qui accepte un alliage de type "zamak". Ceci impose de diminuer le niveau de contrainte maximale dans la pièce

4. Expliquer en quoi la modification de forme proposée ci-dessous peut contribuer à diminuer la contrainte dans la pièce.
De quelle nature sont les vérifications qui devront être menées pour valider cette hypothèse.



SUPPORT D'ETAGERE

Le plan de joint externe envisagé pour la platine 1 est donné sur le document 5 du dossier technique, ainsi que la direction d'ouverture du moule qui est légèrement inclinée ($2,5^\circ$) par rapport à la normale à ce plan de joint.

- Expliquer en quoi la perpendicularité souhaitée entre la surface d'appui supérieure de l'étagère et la surface de référence A, peut justifier cette inclinaison du plan de joint externe ?

C - Adaptation de la forme au procédé: Ce procédé nécessite que la pièce moulée présente une épaisseur uniforme. Ce n'est pas le cas de la partie supérieure de la platine qui présente une massivité importante.

- Parmi les trois propositions (document 9 du dossier technique) qui permettent d'uniformiser l'épaisseur de la platine, indiquer celles qui sont en **accord** ou **désaccord** avec les critères retenus (critères issus du cahier de charges et du procédé).

Critères retenus		compatibilité		
		Proposition 1	Proposition 2	Proposition 3
Fp 1	Sobriété et simplicité des formes visibles: - nombre de surfaces réduit - lignes "tendues"			
Fp 2	Démontabilité: Pas de marques importantes sur l'étagère			
Simplicité du moule et de l'extraction de la pièce: moule en deux parties maximum (une seule direction d'ouverture pour le moule)				

- Sur les deux perspectives de la platine 1 ci-après, sont données en gras les lignes de joint externes et internes de la pièce modifiée.

En respectant la direction de démoulage donnée document 5 du dossier technique:

- Colorier en vert les faces visibles qui devront être affectées d'une dépouille.
- L'angle de dépouille "normal" étant pris égal à $0,5^\circ$, calculer et indiquer la valeur de la dépouille des deux faces opposées à la surface d'appui supérieure de l'étagère (faces repérées d'une flèche).
- Repasser en rouge les arêtes visibles qui devront être arrondies.

