

Epreuve : Etude des constructions

Pistolet à joint

CORRIGE

**ATTENTION, LA NUMEROTATION DES PAGES
ET DES QUESTIONS NE CORRESPOND PAS AU
SUJET**

Partie 1 - CINEMATIQUE - Première partie

But : déterminer le nombre d'impulsions à fournir à la Poignée 3 pour obtenir le débattement complet de l'ensemble (Tige de poussée 6 + Embout 9).

Détermination du débattement

1-1-1 / Sur le dessin d'ensemble page DT5 sont définies en trait mixte fin les positions initiale et finale de l'ensemble (Tige de poussée 6 + Embout 9). Reporter ci-dessous la valeur de ce débattement.

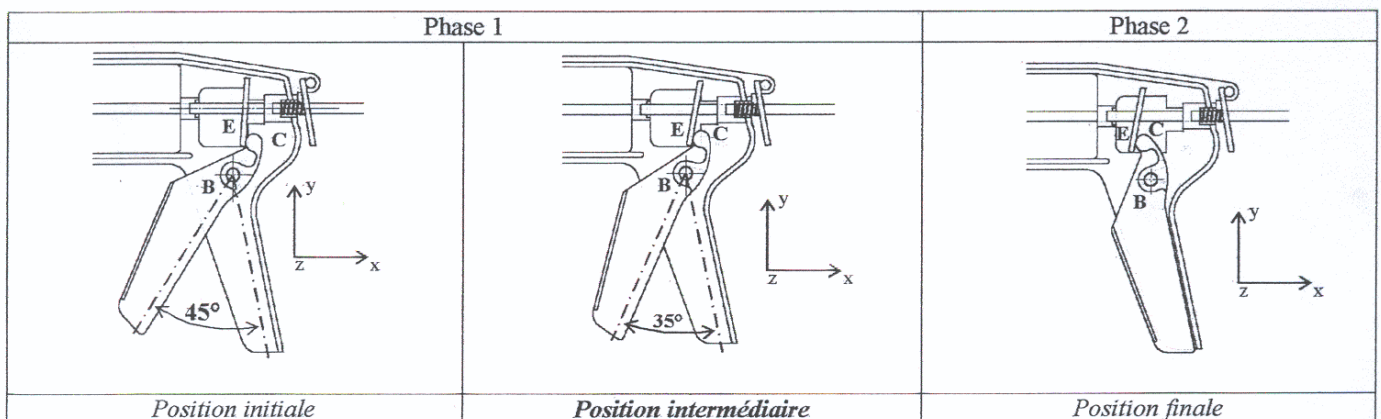
débattement **180 mm**

Détermination de la course d'une impulsion :

L'utilisateur agit sur la Poignée 3, celle-ci entraîne l'ensemble (Tige de poussée 6 + Embout 9) par l'intermédiaire de la Plaque d'appui 8. Le débattement total de la Poignée 3 par rapport au Corps 1 a pour valeur 45° .

L'impulsion se divise en deux phases :

- Phase 1 : déplacement de 10° de la Poignée 3 sans translation de la Tige de poussée 6 (permet à la Plaque de « s'arc-bouter » sur la tige).
- Phase 2 : déplacement restant de la Poignée 3 avec translation de la Tige de poussée 6.



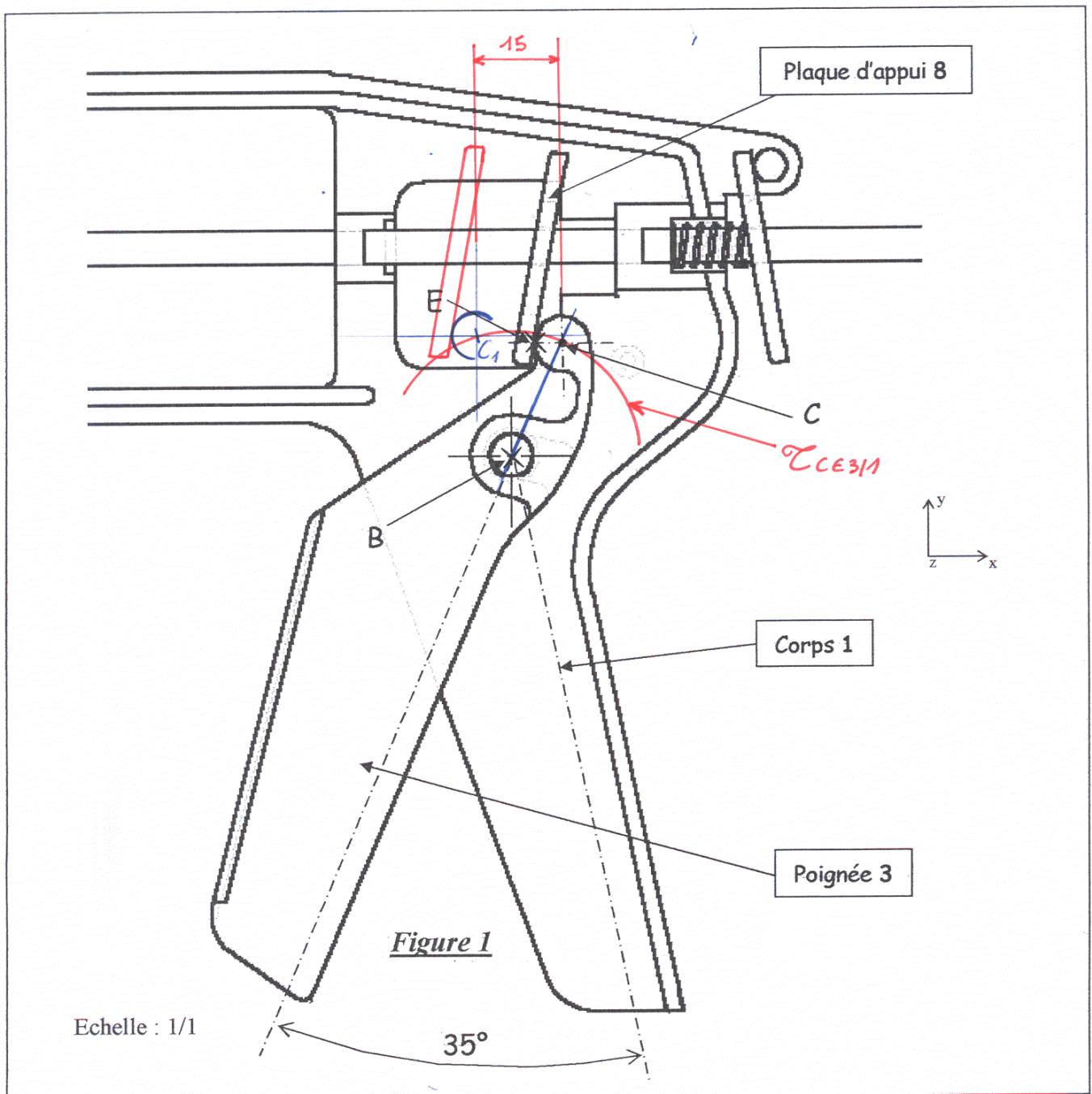
1-1-2 / Quel est le mouvement de la Poignée 3 par rapport au Corps 1 ?

Mvt 3/1 (mouvement de 3 / 1) : **mouvement de rotation de centre B**

1-1-3 / Quelle sera la trajectoire du point C appartenant à la Poignée 3 par rapport au Corps 1 (voir figure 1 page DTR3) ?

$\mathcal{T}_{C \in 3/1}$: **Cercle de centre B et rayon BC**

1-1-4 / La figure 1 ci-dessous représente la Poignée 3 en position intermédiaire. Tracer et repérer sur cette figure, la trajectoire trouvée à la question 1-1-3.



1-1-5 / Tracer sur la figure 1 la position finale de la Plaque d'appui 8 (cette position correspond à la phase 2 de la page DTR2). Vous laisserez votre construction.

1-1-6 / Tracer sur votre construction la cote correspondante à la course du point C.

1-1-7 / Relever et reporter ci-dessous la valeur de la course.

course 15 mm

1-1-8 / Si on considère que la course est de 12mm, quel sera le nombre d'impulsions à donner pour obtenir le débattement complet ? Justifier votre réponse.

nombre d'impulsions: $\frac{180}{12}$

nombre d'impulsions 15

Partie 1 - CINEMATIQUE - Seconde partie

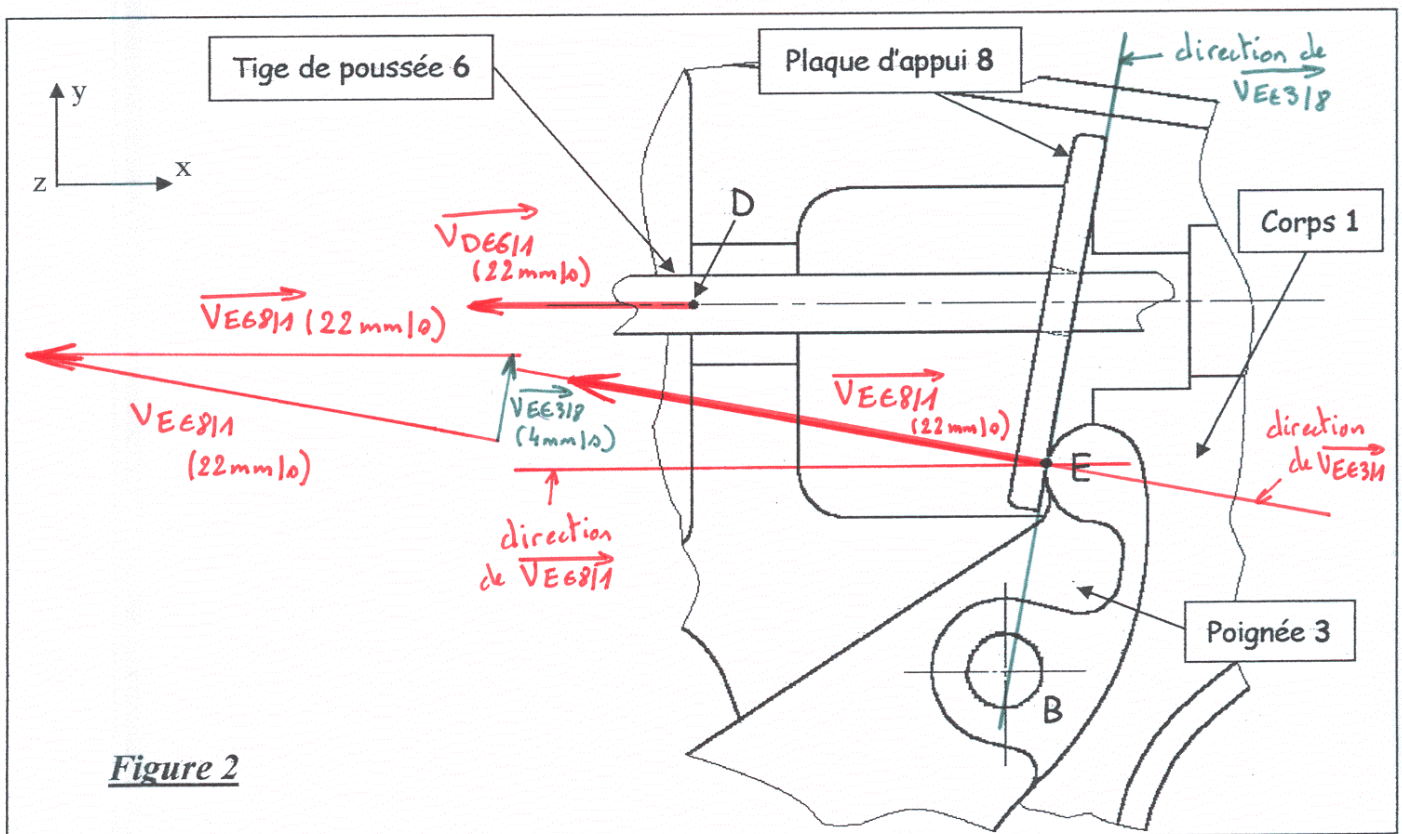
But : déterminer la vitesse d'avance de l'ensemble isocinématique (Tige de poussée 6 + Embout 9 + Plaque d'appui 8) en début de mouvement de la phase intermédiaire.

La vitesse de rotation de la poignée 3 est estimée à 10tr/s/min.

1-2-1 / Quelle sera la direction de la vitesse $\vec{V}_{E \in 3/1}$?

- Perpendiculaire à [BE]
- tangente à la trajectoire $\mathcal{T}_{EE3/1}$

1-2-2 / Tracer et repérer sur la figure 2, la direction de la vitesse $\vec{V}_{E \in 3/1}$.



1-2-3 / Calculer la valeur de $\|\vec{V}_{E \in 3/1}\|$ et tracer le vecteur modélisant cette vitesse sur la figure 2 (échelle : 3mm correspond à 1mm/s). Justifier vos calculs ($BE = 21\text{mm}$).

$$\|\vec{V}_{E \in 3/1}\| = \omega_{3/1} \cdot BE$$

$$= \frac{\pi \cdot 10}{30} \cdot 21$$

$$\|\vec{V}_{E \in 3/1}\| = 21.9 \text{ mm/s}$$

1-2-4 / Tracer sur la figure 1 la direction de la vitesse $\vec{V}_{E \in 3/8}$.

1-2-5 / Quel sera le mouvement de la Plaque d'appui 8 par rapport au Bâti 1 ? Tracer et repérer la direction de la vitesse $\vec{V}_{E \in 8/1}$ sur la figure 2.

Mvt 8/1 : Translation rectiligne d'axe x

1-2-6 / Exprimez ci-dessous, la relation de composition de vitesses au point E. On exprimera $\vec{V}_{E \in 3/1}$ en fonction des autres vitesses.

$$\vec{V}_{E \in 3/1} = \vec{V}_{E \in 3/8} + \vec{V}_{E \in 8/1}$$

1-2-7 / Déterminez graphiquement les différents vecteurs vitesses.

$$\|\vec{V}_{E \in 3/8}\| = 4 \text{ mm/s}$$

$$\|\vec{V}_{E \in 8/1}\| = 2.2 \text{ mm/s}$$

1-2-8 / Tracer sur la figure 2, le vecteur vitesse $\vec{V}_{D \in 6/1}$ (on considère que 8 et 6 sont en liaison complète).

1-2-9 / Quelle est la vitesse d'avancement de l'ensemble (Tige 6 + Embout 9) ?

vitesse d'avancement : 2.2 mm/s

Partie 2 - STATIQUE

But : déterminer les actions mécaniques supportées par la Poignée 3 dans la position définie sur la figure 3 page DTR7.

Hypothèses :

- Le poids des pièces sera négligé devant les autres efforts.
- Le phénomène de frottement dans les contacts sera négligé.
- L'étude sera réalisée dans le plan de symétrie de la Poignée 3 (x, y).
- Les unités sont le mm (millimètre) pour les distances, le N (newton) pour les résultantes, le mmN (millimètre newton) pour les moments.
- L'origine du repère est située en B.

Données :

- L'action transmise par l'opérateur sur la Poignée 3 est donnée au point :

$$A (-32,8 ; -57 ; 0) \{T_{\text{opérateur} \rightarrow 3}\}_{A, x, y, z} = \begin{Bmatrix} 150 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x, y, z)} = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{A_{op/3}} \\ \overrightarrow{M_{A_{op/3}}} \end{Bmatrix}_{(x, y, z)}$$

- L'action transmise par la Plaquette d'appui 8 sur la Poignée 3 (liaison sphère/plan de normale C,x1) est donnée au point :

$$C (-0,92 ; 22,9 ; 0) \{T_{8 \rightarrow 3}\}_{C, x1, y1, z} = \begin{Bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x1, y1, z)} = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{C_{8/3}} \\ \overrightarrow{M_{C_{8/3}}} \end{Bmatrix}_{(x1, y1, z)}$$

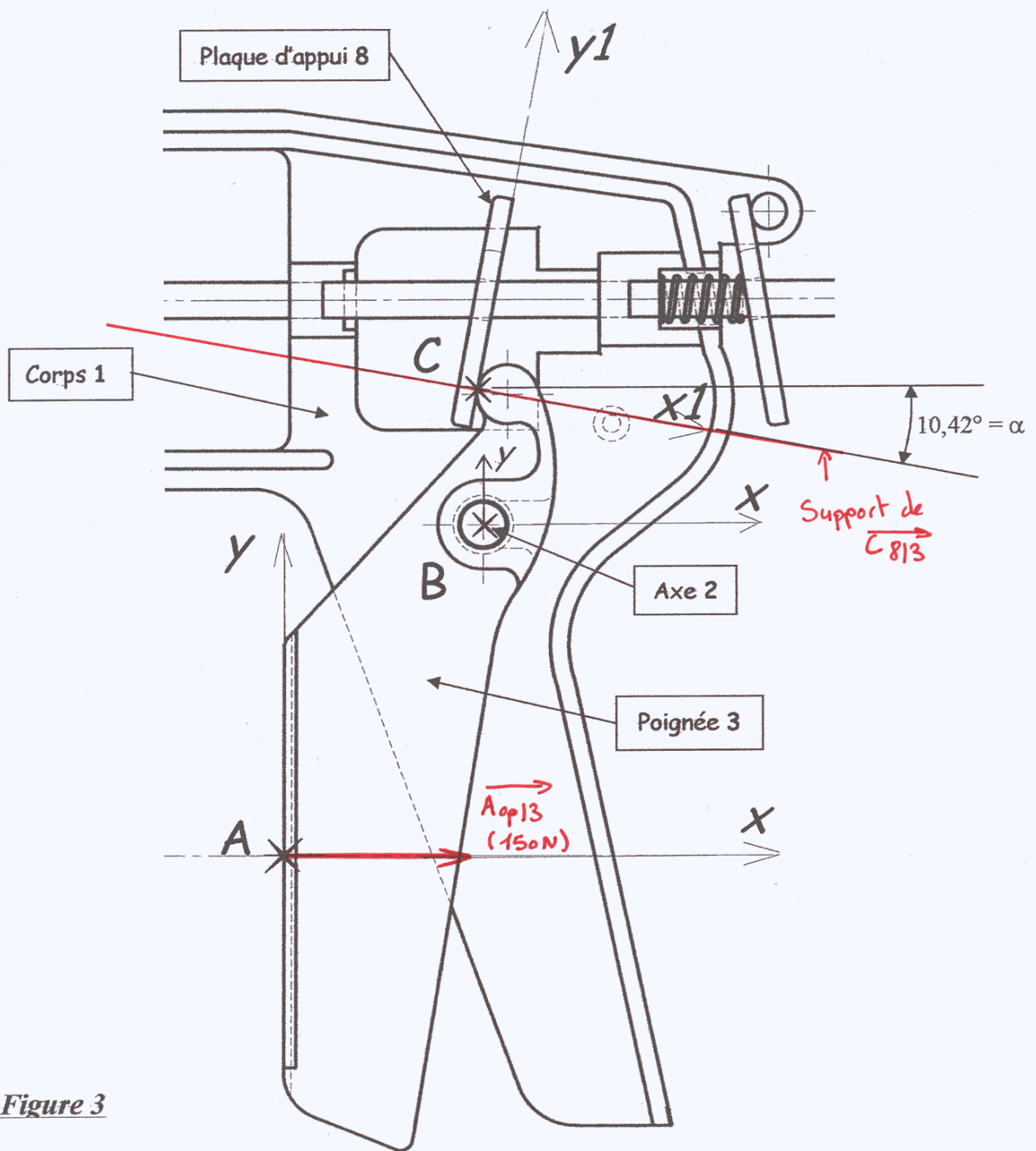
- L'action transmise par le Corps 1 + Axe 2 sur la Poignée 3 est donnée au point B (0 ; 0 ; 0), c'est le torseur transmissible d'une liaison pivot de centre B et d'axe z.
- L'angle d'inclinaison α entre l'axe x et l'axe x1 est égal à 10,42°.

2-1 / Tracer sur la figure 3 page DTR7 la résultante de l'action de l'opérateur sur la Poignée 3 $\overrightarrow{A_{op/3}}$ (10mm représente 50N).

2-2 / Dessiner sur la figure 3 page DTR7 le support de la résultante de l'action de la plaquette d'appui 8 sur la poignée 3.

2-3 / Ecrire le bilan des actions mécaniques extérieures agissant sur la Poignée 3 sous forme vectorielle et analytique dans (x,y,z).

Point d'application	Torseur transmissible dans le repère (x, y, z)
A	$\{\tau_{op/3}\}_A = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{A_{op/3}} \\ \overrightarrow{M_{A_{op/3}}} \end{Bmatrix}_R = \begin{Bmatrix} 150 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x, y, z)}$
B	$\{\tau_{1/3}\}_B = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{B_{1/3}} \\ \overrightarrow{M_{B_{1/3}}} \end{Bmatrix}_R = \begin{Bmatrix} X_B & L_B \\ Y_B & M_B \\ Z_B & 0 \end{Bmatrix}_{(x, y, z)}$
C	$\{\tau_{8/3}\}_C = \begin{Bmatrix} \overrightarrow{C_{8/3}} \\ \overrightarrow{M_{C_{8/3}}} \end{Bmatrix}_R = \begin{Bmatrix} \ \overrightarrow{C_{8/3}}\ \cdot \cos \alpha & 0 \\ -\ \overrightarrow{C_{8/3}}\ \cdot \sin \alpha & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x, y, z)}$



2-4 / Simplifier l'écriture du torseur de la liaison pivot en B en tenant compte du plan de symétrie (B, x, y).

$$\{\mathcal{C}_{1/3}\}_B = \begin{Bmatrix} x_B & 0 \\ y_B & 0 \\ 0 & 0 \end{Bmatrix}_{(x,y,z)}$$

2-5 / Ecrire les trois torseurs sous forme vectorielle au point B.

$\{ T_{Op \rightarrow 3} \}$	$\{ T_{8 \rightarrow 3} \}$	$\{ T_{1 \rightarrow 3} \}$
$\{ \sigma_{Op/3} \}_B = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{A_{Op/3}} \\ M_{A_{Op/3}} \\ \overrightarrow{B_{Op/3}} \end{array} \right\}_{(R)}$ $M_{A_{Op/3}} = M_{A_{Op/3}} + \overrightarrow{BA} \wedge \overrightarrow{A_{Op/3}}$	$\{ \sigma_{8/3} \}_B = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{C_{8/3}} \\ M_{C_{8/3}} \\ \overrightarrow{B_{8/3}} \end{array} \right\}_{(R)}$ $M_{C_{8/3}} = M_{C_{8/3}} + \overrightarrow{BC} \wedge \overrightarrow{C_{8/3}}$	$\{ \sigma_{1/3} \}_B = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{B_{1/3}} \\ M_{B_{1/3}} \\ \overrightarrow{B_{1/3}} \end{array} \right\}_{(R)}$

2-6 / Ecrire le principe fondamental de la statique au point B relatif à l'équilibre de 3.

$$\{ \sigma_{Op/3} \} + \{ \sigma_{8/3} \} + \{ \sigma_{1/3} \} = \{ 0 \}$$

2-7 / Donner les équations d'équilibre au point B et résoudre.

Théorème de la résultante:

- ① $150 + X_B + \|\overrightarrow{C_{8/3}}\| \cdot \cos \alpha = 0$
- ② $0 + Y_B - \|\overrightarrow{C_{8/3}}\| \cdot \sin \alpha = 0$

Théorème du moment résultant

$$\textcircled{3} \quad 8550 + 9,92 \cdot \|\overrightarrow{C_{8/3}}\| \cdot \sin \alpha - 22,9 \cdot \|\overrightarrow{C_{8/3}}\| \cdot \cos \alpha = 0$$

de l'équation $\textcircled{3}$ $\|\overrightarrow{C_{8/3}}\| = \frac{-8550}{9,92 \cdot \sin \alpha - 22,9 \cdot \cos \alpha} = 382,8 \text{ N}$

de l'équation $\textcircled{1}$ $X_B = -150 - \|\overrightarrow{C_{8/3}}\| \cdot \cos \alpha = -526,5 \text{ N}$

de l'équation $\textcircled{2}$ $Y_B = \|\overrightarrow{C_{8/3}}\| \cdot \sin \alpha = 69,41 \text{ N}$

2-8 / Reporter les résultats au centre respectifs de chacun des torseurs ci-dessous. (Exprimer ces résultats dans le repère (x, y, z)).

$\{ T_{8 \rightarrow 3} \}$	$\{ T_{1 \rightarrow 3} \}$
$\{ \sigma_{8/3} \}_C = \left\{ \begin{array}{cc} 376,5 & 0 \\ -63,41 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{(x,y,z)}$	$\{ \sigma_{1/3} \}_B = \left\{ \begin{array}{cc} -526,5 & 0 \\ 63,41 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\}_{(x,y,z)}$

3-1 / En utilisant la figure 5 de la page DTR9, tracer à l'échelle la répartition de la contrainte, dans une section de centre G et de normale X.

Faire le tracé dans le cadre 1

3-2 / En utilisant le document DT11 du dossier technique présentant le tracé de la répartition d'une contrainte dans le cas de la flexion et de la traction, déterminer la valeur de la contrainte due à la traction et due à la flexion si la contrainte représentée du cadre 1 est la somme de la contrainte de flexion plus la contrainte de traction. (Faire une somme graphique).

Faire le tracé dans les cadres 2 et 3

Cadre 1	Cadre 2	Cadre 3
Contrainte totale	contrainte due à la traction	contrainte due à la flexion
<p>Echelle : 10/1</p>		

Echelle de représentation de la contrainte $1\text{N/mm}^2 \rightarrow 5\text{mm}$.
 Echelle graphique $10\text{mm} \rightarrow 1\text{mm}$.

3-3 / Donner la forme du torseur de cohésion pour le type de sollicitation supporté par le Corps 1 d'après la question 3-2.

$$\{ \tau_{coh} \}_G = \begin{Bmatrix} N & 0 \\ T_y & 0 \\ 0 & Mf_z \end{Bmatrix}_{(x,y,z)} \quad \text{ou} \quad \begin{Bmatrix} N & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & Mf_z \end{Bmatrix}$$

3-4 / Déterminer la valeur de l'effort normal maximal dû à la contrainte de traction maximale. Utiliser les éléments du tableau donnant les caractéristiques de la section. Document technique DT11 (section n°1).

On considère que la contrainte de traction maximale : $\sigma_{t \text{ Maxi}} = 6 \text{ N/mm}^2$.

$$\sigma_{t \text{ Maxi}} = \frac{N}{S} \Rightarrow N = S \cdot \sigma_{t \text{ Maxi}} = 52,07 \times 6 = 312,4 \text{ N}$$

3-5 / Déterminer le moment fléchissant maximal dû à la contrainte de flexion maximale. Utiliser les éléments du tableau donnant les caractéristiques de la section Document technique DT11 (section n°1).

On considère que la contrainte de flexion maximale $\sigma_{f \text{ Maxi}} = 9 \text{ N/mm}^2$.

$$\sigma_{f \text{ Maxi}} = \frac{Mf_z}{\frac{IG_z}{y_{\text{maxi}}}} \Rightarrow Mf_z = \frac{\sigma_{f \text{ Maxi}} \times IG_z}{y_{\text{maxi}}} = \frac{9 \times 138,9}{4,26} = 293,4 \text{ mm N}$$

3-6 / On donne les caractéristiques du matériau utilisé dans le Document Technique DT10. Comparer cette valeur à la contrainte due à la traction. Le coefficient de sécurité est $s=1$. Le matériau convient-il ?

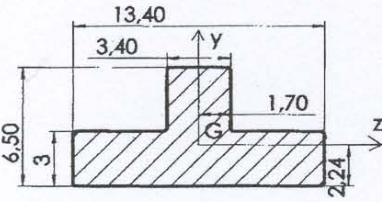
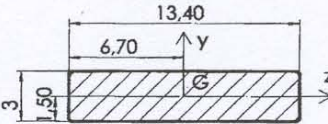
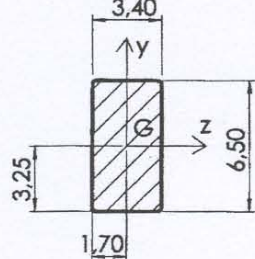
$$\sigma_{t \text{ Maxi}} < R_{pe} = \frac{R_e}{s}$$

$$5 < 17 \quad \text{OK}$$

3-7 / Comparer N calculé en 3-4 à l'effort de poussée donné page DTR 9. Conclure.

$$\begin{aligned} N_{3-4} &\Rightarrow 312,4 \text{ N} & N_{3-4} &> N_{DTR9} \\ - N_{DTR9} &\Rightarrow 300 \text{ N} \end{aligned}$$

3-8 / On se propose de comparer plusieurs types de section, pour réaliser les deux bras du corps 1
 Déterminer pour chacune d'elle la contrainte due à la traction.
 Déterminer pour chacune d'elle la contrainte due à la flexion.
 Déterminer pour chacune d'elle la contrainte totale.
 Conclure.
 Compléter le tableau suivant :

Section	Section n°1	Section n°2	Section n°3
			
Surface en mm ²	S= 52.07 mm ²	S= 40.17mm ²	S=22.07mm ²
Effort de traction maximal en N	N= 300 N	N= 300 N	N= 300 N
Moment fléchissant maximale en Nmm	Mfz= 300Nmm	Mfz= 300Nmm	Mfz= 300Nmm
Contrainte σ_t de traction en N/mm ²	$\sigma_t = \frac{N}{S} = \frac{300}{52,07} = 5,76 \text{ MPa}$	$\sigma_t = \frac{N}{S} = \frac{300}{40,17} = 7,46 \text{ MPa}$	$\sigma_t = \frac{N}{S} = \frac{300}{22,07} = 13,6 \text{ MPa}$
Contrainte σ_f de flexion en N/mm ²	$\sigma_f = \frac{M_f}{\frac{I_{Gz}}{y_{max}}} = \frac{300}{\frac{138,4}{4,26}} = 9,2 \text{ MPa}$	$\sigma_f = \frac{300}{\frac{30,08}{1,5}} = 14,9 \text{ MPa}$	$\sigma_f = \frac{300}{\frac{77,46}{3,25}} = 12,5 \text{ MPa}$
Contrainte totale σ , $\sigma = \sigma_t + \sigma_f$	$\sigma = \sigma_t + \sigma_f = 14,96 \text{ MPa}$	$\sigma = 22,36 \text{ MPa}$	$\sigma = 26,1 \text{ MPa}$
Conclure sur la résistance des sections	La Section n°1 résiste le mieux.		

Partie 4 - MODELISATION DE LA FORME DU POUSSOIR 9

But : Détermination du volume matière nécessaire à la réalisation d'une pièce prototype.

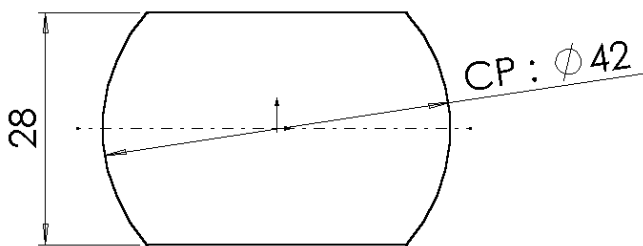
La " forme fonctionnelle ébauchée " du prototype du poussoir 9 est définie document DT9 du dossier technique. Cette forme ne prend en compte que la réalisation des fonctions attendues par la pièce, sans se préoccuper des contraintes liées au procédé et au matériau envisagé.

4-1 / Sur le graphe proposé ci-après, illustrer les étapes nécessaires à la réalisation de cette forme en terme de volumes.

- **Contour " n "** : Représenter et coter à main levée les contours utiles à la réalisation des formes (les cotes seront exclusivement celles qui figurent sur le document DT9).
- **Fonction** : Indiquer la ou les fonctions permettant de réaliser la forme souhaitée.

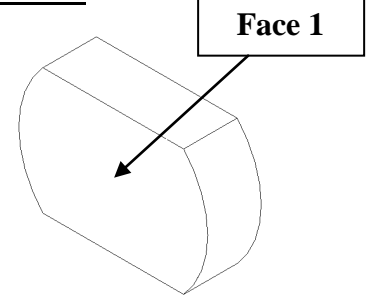
Résultat : Représenter à main levée la perspective du résultat en limitant la vue au

Contour 1 : sur Plan1 ou Face

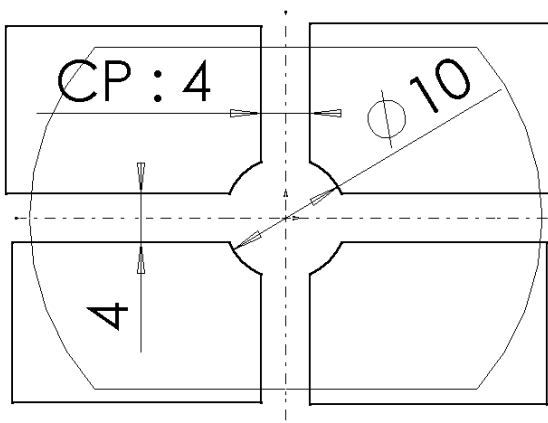


Fonction : Volume créé par extrusion sur une distance de 11,9mm

Résultat :

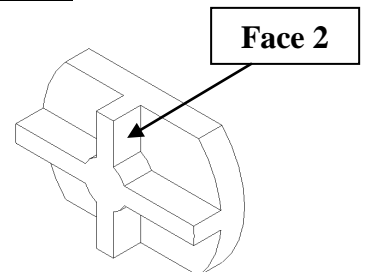


Contour 2 : Sur Face 1



Fonction : Volume créé par enlèvement de matière sur une distance de 6,4mm

Résultat :

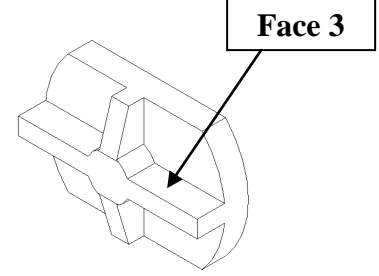


3,50

Fonction : Enlèvement de

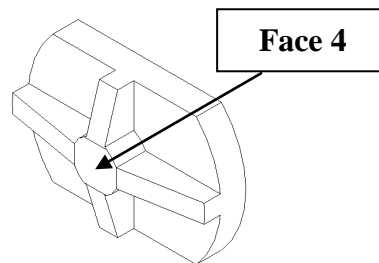
:

Résultat :



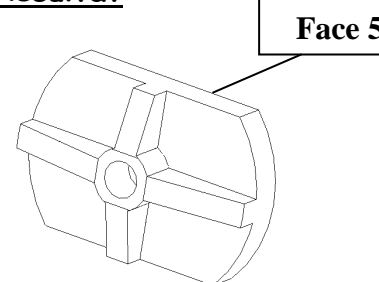
Fonction : Enlèvement de matière a travers tout + Symétrie

Résultat :

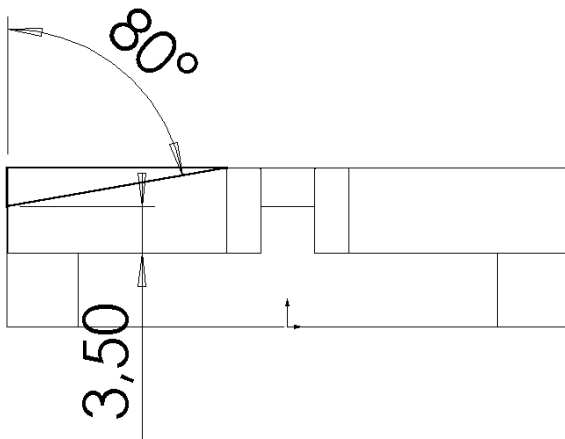


Fonction : Enlèvement de matière sur une distance de 7mm

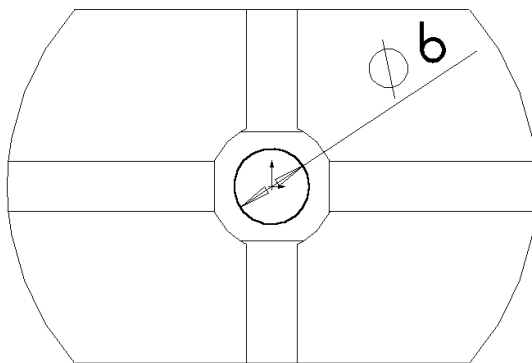
Résultat :



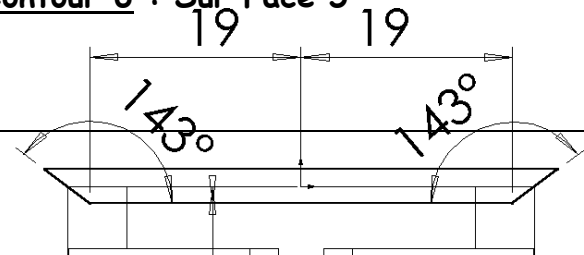
Contour 4 : Sur Face 3



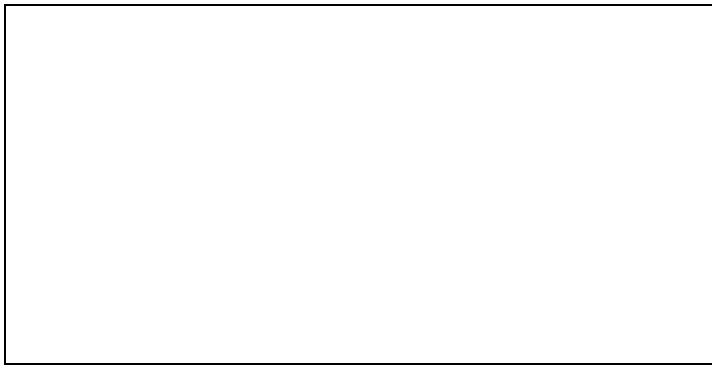
Contour 5 : Sur Face 4



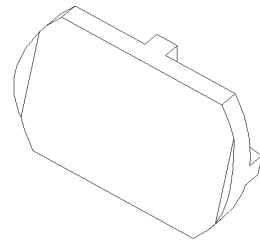
Contour 6 : Sur Face 5



Fonction : Enlèvement de matière a travers tout



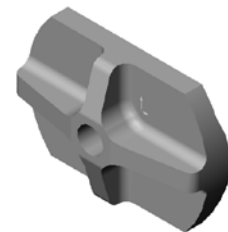
Résultat :



Contour 7 :

Fonction : Congé

Résultat :



Poussoir 9



4-2 / Passage sur poste informatique: vous appliquerez la méthode de création de la forme du Poussoir 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.

4-3 / Vous donnerez le coût matière pour une pièce prototype en sachant que l'ABS vaut 2,5 € / Kg et que le volume de la pièce prototype est de : $V = 5510,7 \text{ mm}^3$.

Calcul du poids de la pièce

1030 kg pour 1000 000 000 mm³

$$\text{poids} = \frac{5510,7 \times 1030}{1 \cdot 10^9} = 0,0056 \text{ kg}$$

Calcul du prix

$$\text{prix} = 2,5 \times 0,0056 = 0,014 \text{ €}$$

5-1-2 / Calcul de cote-empreinte (voir document DT9)

Le poussoir 9 (en matériau ABS) est obtenu sur presse à injecter dans un moule 4 empreintes équipé de seuils sous-marin permettant d'assurer un "dégrappage" automatique des produits au cours de l'éjection.

Le retrait moyen de l'ABS est de 0,6%.

Présenter vos résultats en complétant le tableau page DTR19 en détaillant les calculs : cotes "pièce", calculs et cotes "empreinte" correspondantes.

Cotes	Cotes "pièce"	Calculs	Cotes "empreinte"
Φ 42 (CP)	42	$42 + 42 \times 0,6\% = 42,252$	42,252 mm
4 (CP)	4	$4 + 4 \times 0,6\% = 4,024$	4,024 mm

Partie 5 – RELATION PRODUIT-PROCEDE-MATERIAU-Deuxième partie

Etude de rhéologie sur le poussoir 9

(Les résultats ont été déterminé à l'aide d'un logiciel de simulation rhéologique voir les figures 1,2 et 3 du dossier technique page DT10).

Matière retenue :

- ABS (Acrylonitrile Butadiène Styène), société BASF USA
- Désignation commerciale : Terluran 969 T

Conditions d'injection :

- Température de transformation : 200 à 280°C
- Température du moule : 50°C
- Pression maximale d'injection : 150 MPa

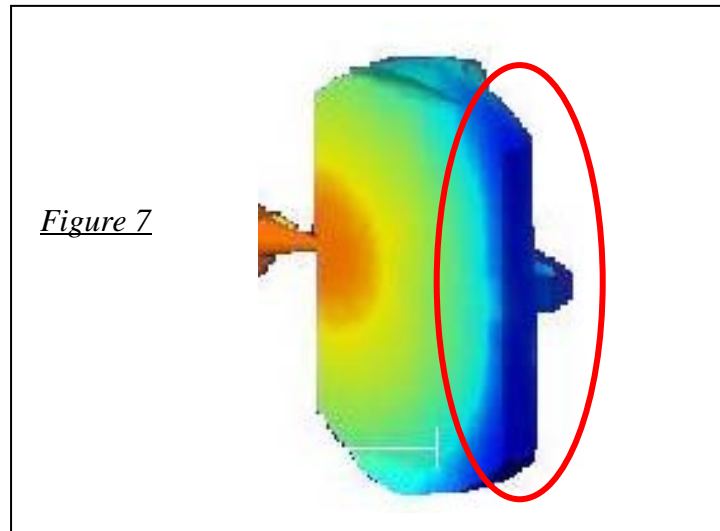
Analyse Ecoulement plastique :

- Temps d'injection réel : (à définir)
- Lignes de soudure : oui
- Emprisonnement d'air : oui
- Force de fermeture au remplissage : 360 daN
- Durée prévue du cycle : 109,15 sec
- Température d'éjection : 88°C

Choix du point d'injection :

En tenant compte du cahier des charges de l'outillage et de l'étude ci-dessous, le point d'injection sera placé tel que défini sur la figure 1 de la page DT10 du dossier technique.

- *Entourer en rouge sur la figure 7 , la zone de fin de remplissage des empreintes.*



5-2-4 / Température de front de matière.

- Quelle est la température maximale atteinte par la matière pendant la phase d'injection ?

Température maxi : **234°**

5-2-5 / Correspond-t-elle avec les valeurs données par la société BASF USA ?

oui $200 < 234 < 280$