

# CONCOURS GÉNÉRAL des LYCÉES

Session 2009

## GÉNIE DES MATÉRIAUX

(Classe de Terminale Sciences et Technologies Industrielles)

**AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ**

*Moyens de calculs autorisés :* toute calculatrice électronique de poche, y compris calculatrice programmable alphanumérique ou à écran graphique, à fonctionnement autonome et non imprimante, conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

**Durée : 8 heures**

*Ce sujet comporte 2 dossiers :*

- un *Dossier Technique* : Document 1 à Document 15

- un *Dossier Travail* : Page 1 à Page 22

# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

## Concours Général des Lycées

spécialité **Génie des Matériaux**  
Session 2009

—  
Durée : 8 heures

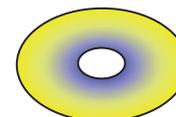
### DOSSIER TECHNIQUE

#### Sommaire:

Sommaire	Document 1
Présentation du produit	Document 2
Expression des fonctions de service	Document 2
Cahier des charges fonctionnel	Document 3
Solutions techniques & Diagramme F.A.S.T.	Document 4
Plan d'ensemble & Nomenclature	Document 5
Dessin de l'embase (forme "fonctionnelle")	Document 6
Modélisation des assemblages	Document 7
Couple de frottement - Couple de serrage	Document 8
Efforts intérieurs dans le bras 7	Document 9
Propriétés des sections du bras 7 - Propriétés matière	Document 10
Cliquet spécifique	Documents 11 & 12
Embase: Répartition des contraintes normales	Document 13
Embase: Simulation de l'injection	Document 14
Embase: Principe de moulage	Document 15

Ce dossier technique est doublé d'une version informatique fournie sur le CD. Cette copie contient en plus des documents complémentaires (images, animations, etc.)

Chaque fois que vous rencontrerez le symbole ci-contre, cela signifiera qu'un complément d'information est disponible sur le CD.



Vous pouvez normalement accéder à cette information en cliquant dessus et en acceptant la proposition d'ouverture.

Si ce lien ne fonctionne pas, vous pourrez ouvrir directement le fichier dont le nom correspond au numéro du document du dossier technique ou à la page du dossier travail. N'hésitez pas à faire appel au « professeur ressource ».

# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

## PRÉSENTATION DU PRODUIT:

Cet accessoire permet au conducteur en possession d'un navigateur routier<sup>1</sup> de le fixer sur le tableau de bord du véhicule et de l'orienter au mieux afin de pouvoir lire les indications de navigation routière affichées à l'écran.

Cet accessoire peut-être fourni avec le boîtier de navigateur lors de son acquisition ou acheté séparément.



<sup>1</sup>: Navigateur routier: Système de Positionnement

Global électronique qui s'appuie sur un ensemble de satellites et qui permet de localiser sa position grâce aux coordonnées géographiques (longitude et latitude). Associé à une carte routière numérisée, le navigateur routier peut guider vocalement le conducteur lors de ses déplacements.

À qui (à quoi) le produit rend-il service ?

Conducteur possesseur d'un navigateur routier

Sur quoi (sur qui) le produit agit-il ?

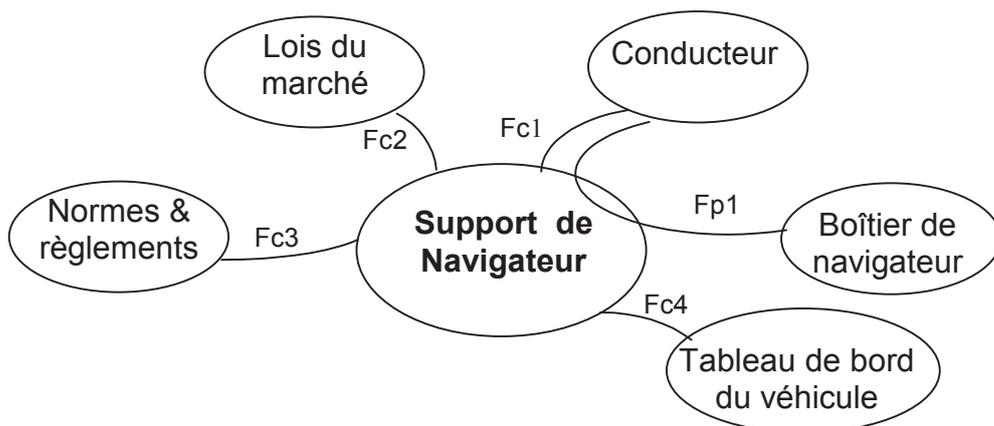
Le boîtier de navigateur

**Support de Navigateur**

Dans quel but ?

Fixer le boîtier de navigateur sur le tableau de bord du véhicule et l'orienter vis à vis du conducteur

## EXPRESSION DES FONCTIONS DE SERVICE:



Fp1: Fixer le boîtier de navigateur sur le tableau de bord du véhicule et l'orienter vis à vis du conducteur

Fc1: Être simple d'utilisation et fiable

Fc2: Être d'un coût réduit

Fc3: Respecter les normes et les règlements

Fc4: Se fixer facilement sur différents modèles de tableau de bord

# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

## CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL:

Seuls les critères utiles à l'étude sont détaillés ici:

<b>Fonction Fp1: Fixer le boîtier de navigateur sur le tableau de bord du véhicule et l'orienter vis à vis du conducteur</b>		
<b>Critères d'appréciation</b>	<b>Niveau</b>	<b>Flexibilité</b>
Masse du boîtier du navigateur	300 grammes	Maximum
Position du centre d'inertie G du boîtier navigateur / centre de la face d'appui sur le tableau de bord	170 mm suivant X 50 mm suivant Z	Maximum
Angles d'orientation	230 ° et ± 90 ° autour de deux directions orthogonales	Minimum

<b>Fonction Fc1: Être simple d'utilisation et fiable</b>		
<b>Critères d'appréciation</b>	<b>Niveau</b>	<b>Flexibilité</b>
Compréhension de l'utilisation	Immédiate et intuitive	Aucune
Tenue aux efforts des pièces et des assemblages	2 fois la gravité dans les 3 directions	Minimum
Moment de serrage à appliquer sur les boutons	600 N.mm	Maximum
Poussée à appliquer sur les boutons, leviers ou cliquets	30 N 40 N	Normal Maximum
Absorption des vibrations du véhicule	lisibilité de l'écran	

<b>Fonction Fc2: Être d'un coût réduit</b>		
<b>Critères d'appréciation</b>	<b>Niveau</b>	<b>Flexibilité</b>
Coût conditionné en pochettes PEBD fermées	2 Euros	Maximum

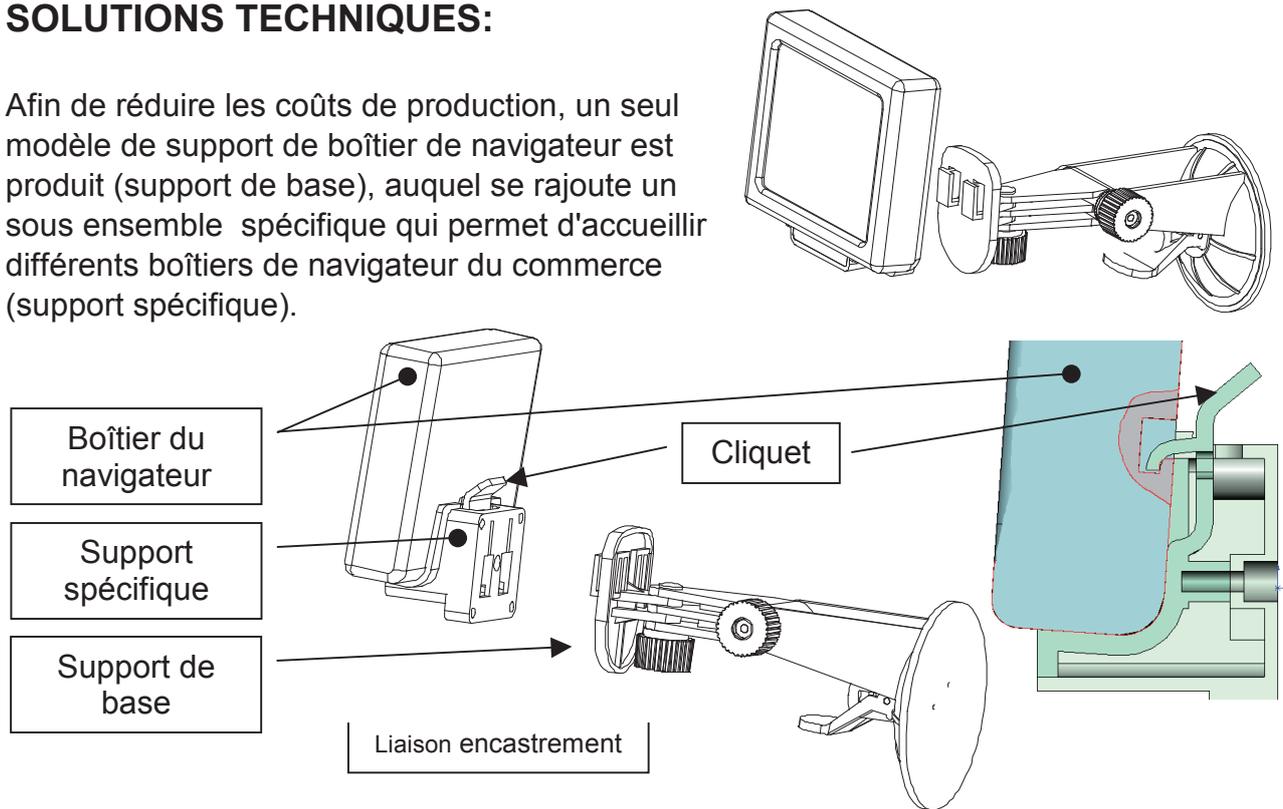
<b>Fonction Fc3: Respecter les normes et les règlements</b>		
<b>Critères d'appréciation</b>	<b>Niveau</b>	<b>Flexibilité</b>
Pas de formes contondantes ni coupantes		Aucune

<b>Fonction Fc4: Se fixer facilement sur différents modèles de tableau de bord</b>		
<b>Critères d'appréciation</b>	<b>Niveau</b>	<b>Flexibilité</b>
Dimension de l'embase au contact du tableau de bord	Ø 90	Maximum

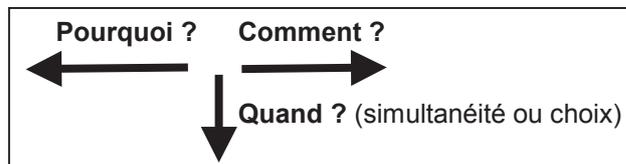
# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

## SOLUTIONS TECHNIQUES:

Afin de réduire les coûts de production, un seul modèle de support de boîtier de navigateur est produit (support de base), auquel se rajoute un sous ensemble spécifique qui permet d'accueillir différents boîtiers de navigateur du commerce (support spécifique).

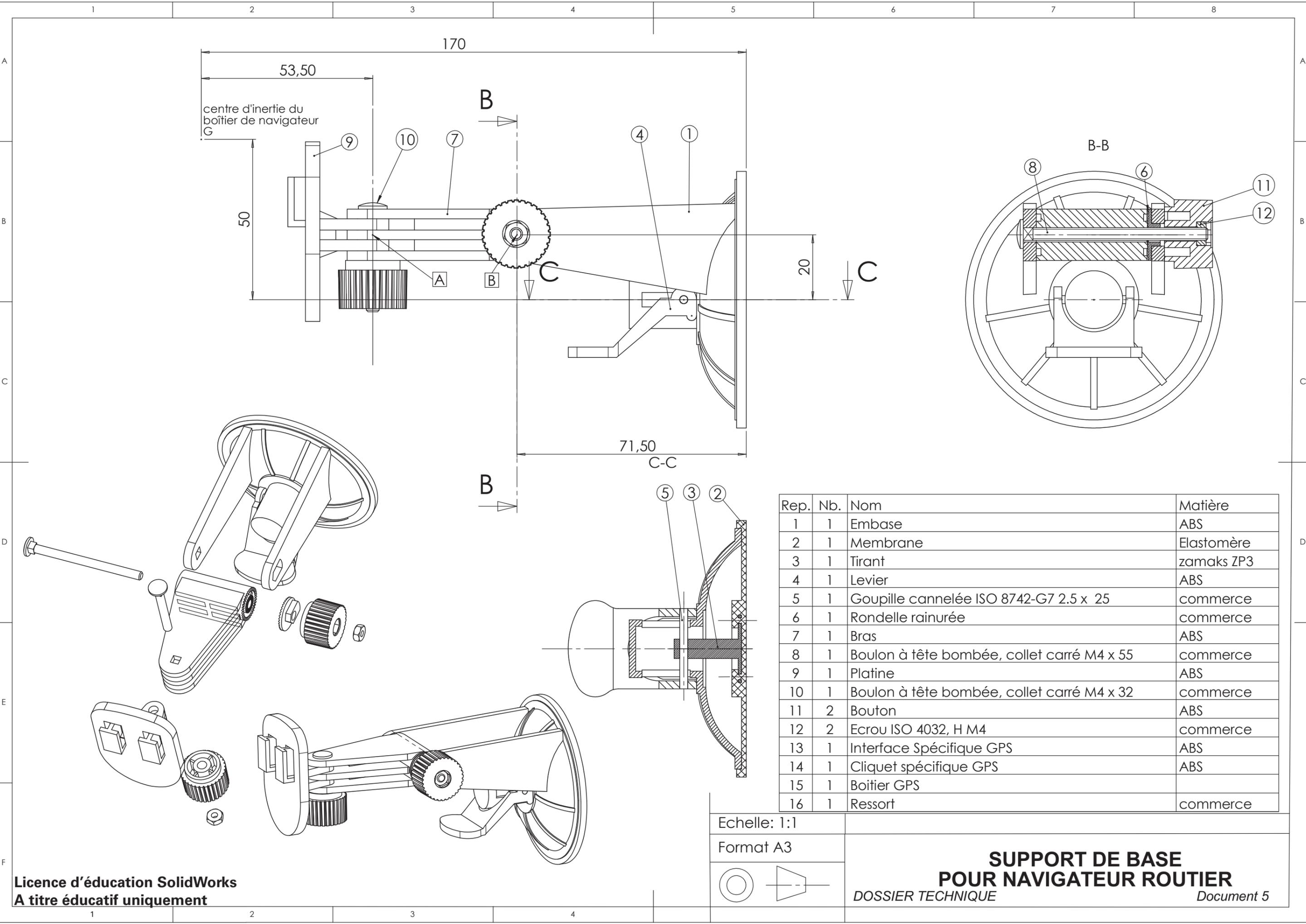


## DIAGRAMME F.A.S.T. :



**Fonction principale Fp1:** Fixer le boîtier du navigateur sur le tableau de bord du véhicule et l'orienter vis à vis du conducteur

Fp1	Ft1	Fixer le support au tableau de bord du véhicule	Support de base articulé commun aux différents boîtiers de navigateur du commerce
	Ft2	Orienter le boîtier du navigateur vis à vis du conducteur	
	Ft3	Accueillir le boîtier du navigateur	Support spécifique avec cliquet adapté aux différents boîtiers de navigateur du commerce
	Ft4	Maintenir le boîtier du navigateur	

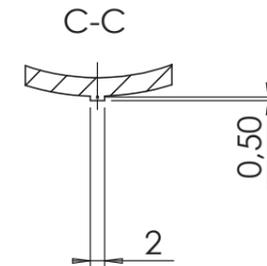
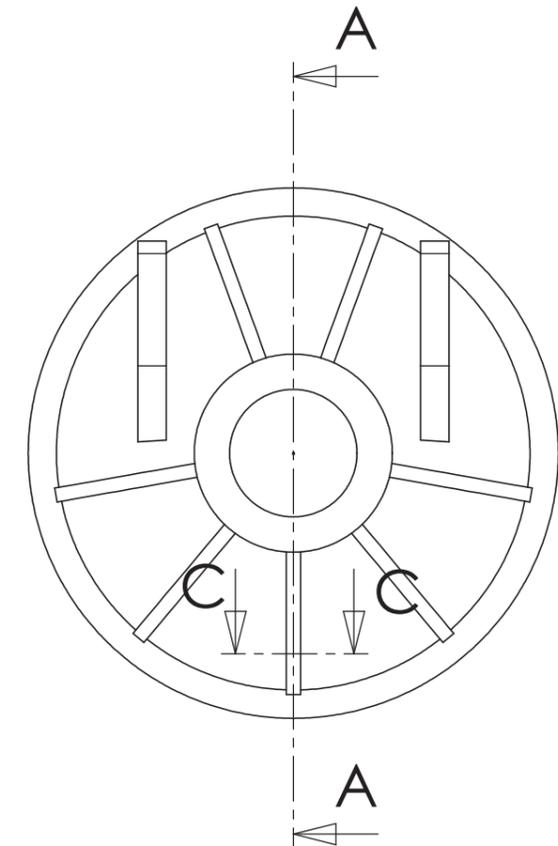
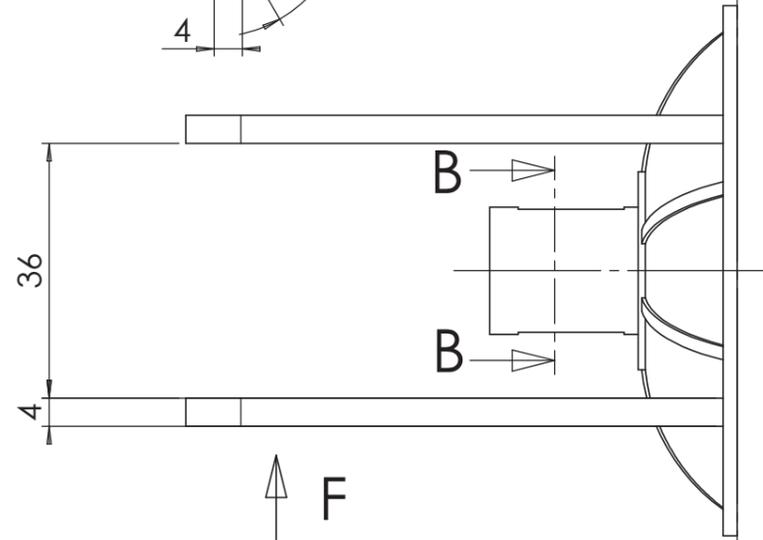
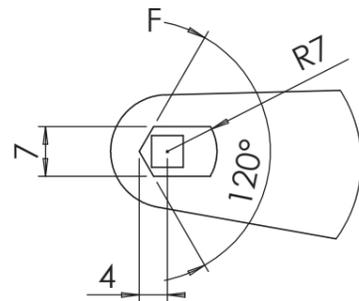
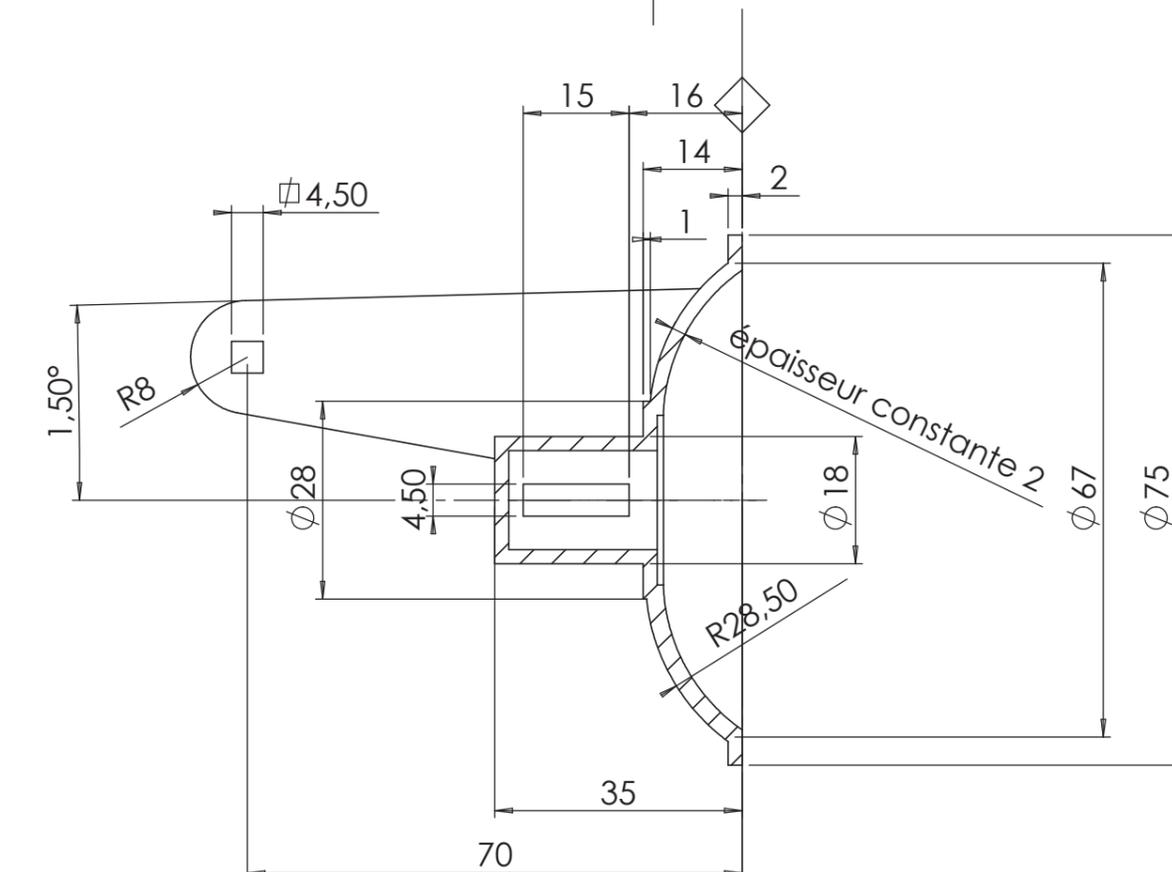
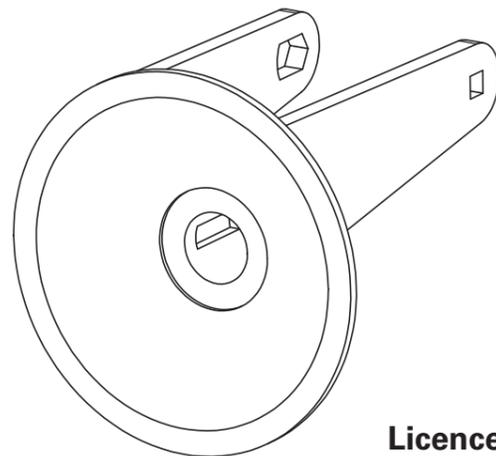
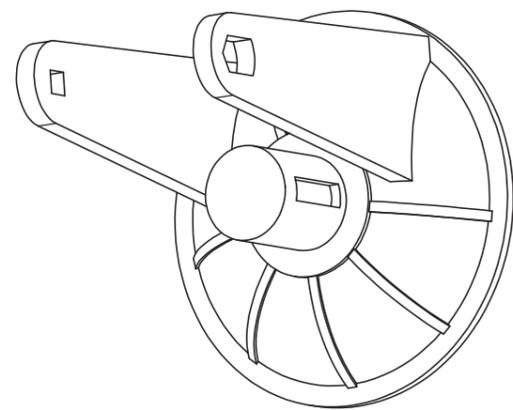
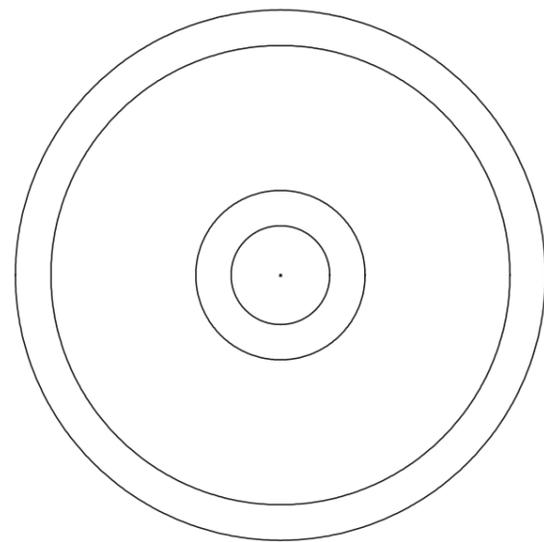


centre d'inertie du boîtier de navigateur G

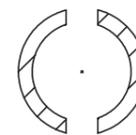
Rep.	Nb.	Nom	Matière
1	1	Embase	ABS
2	1	Membrane	Elastomère
3	1	Tirant	zamaks ZP3
4	1	Levier	ABS
5	1	Goupille cannelée ISO 8742-G7 2.5 x 25	commerce
6	1	Rondelle rainurée	commerce
7	1	Bras	ABS
8	1	Boulon à tête bombée, collet carré M4 x 55	commerce
9	1	Platine	ABS
10	1	Boulon à tête bombée, collet carré M4 x 32	commerce
11	2	Bouton	ABS
12	2	Ecrou ISO 4032, H M4	commerce
13	1	Interface Spécifique GPS	ABS
14	1	Cliquet spécifique GPS	ABS
15	1	Boîtier GPS	
16	1	Ressort	commerce

Echelle: 1:1  
 Format A3

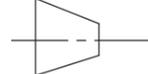
**SUPPORT DE BASE  
 POUR NAVIGATEUR ROUTIER**  
 DOSSIER TECHNIQUE Document 5



B-B



Intervale de tolérance selon NF T 58-000 (Décembre 1985):  
 Epaisseur 2: Catégorie 4, Classe réduite  
 Tolérance générale: Catégorie 4, Classe normale  
 Dépouille générale: 1°  
 Rayon minimum : 0,25 mm

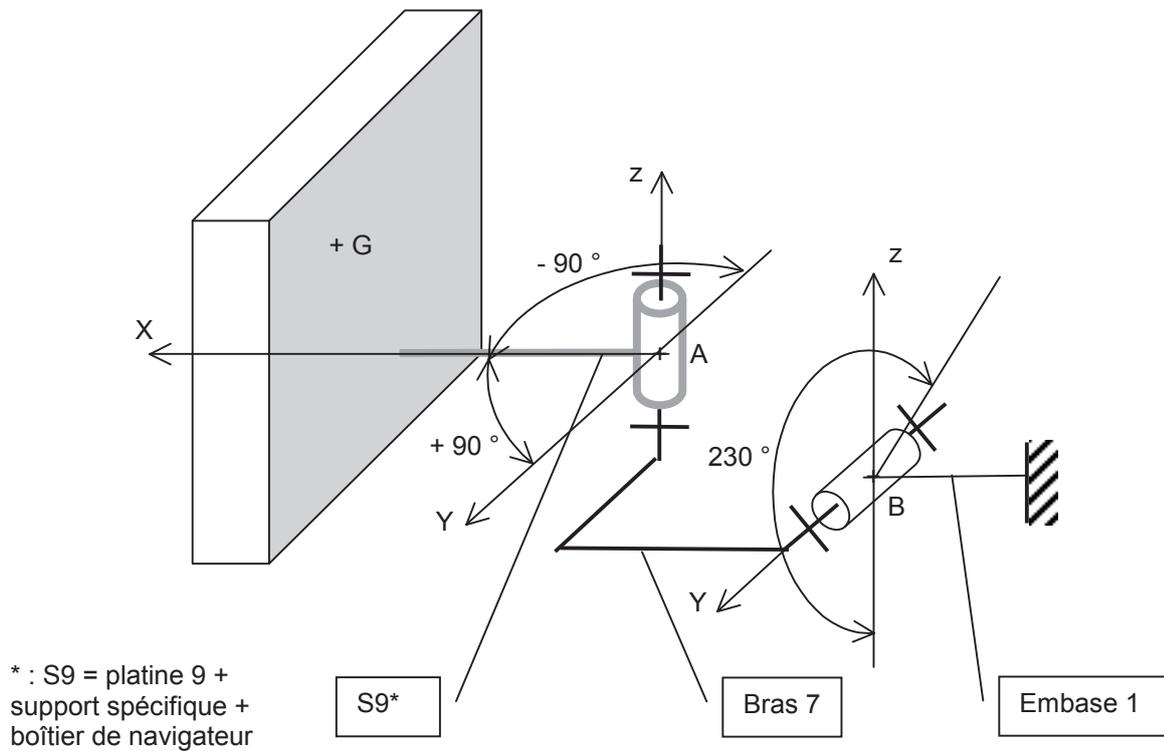
1	1	Embase (Forme fonctionnelle)	
Rep.	Nb.	Nom	Matière
Echelle: 1:1			
Format A3			
 			
<b>SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER</b>			
DOSSIER TECHNIQUE			Document 6

Licence d'éducation SolidWorks  
 A titre éducatif uniquement

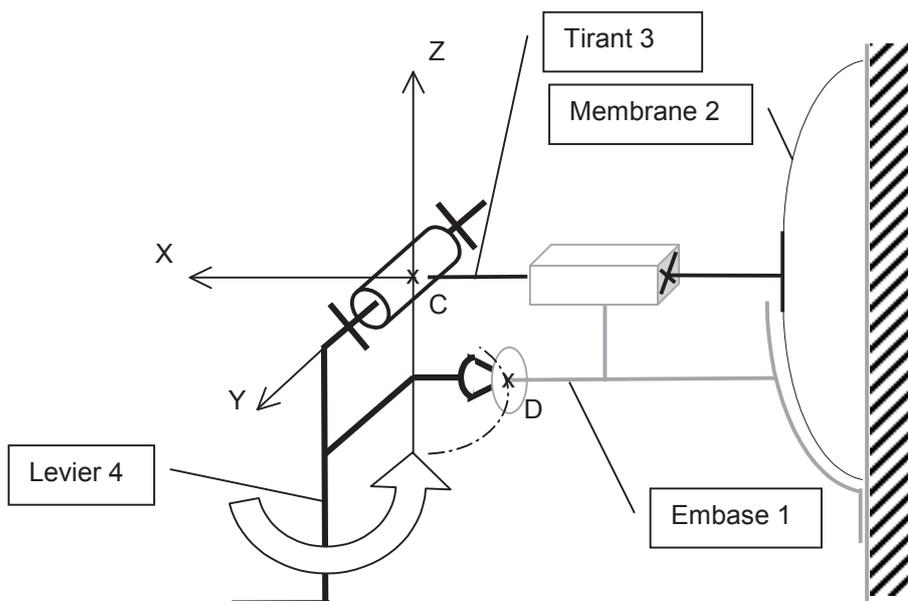
# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

## MODÉLISATION DES ASSEMBLAGES:

## POSSIBILITES DE REGLAGES AVANT BLOCAGE:



## FIXATION DU SUPPORT DE NAVIGATEUR DANS L'HABITACLE DU VEHICULE:



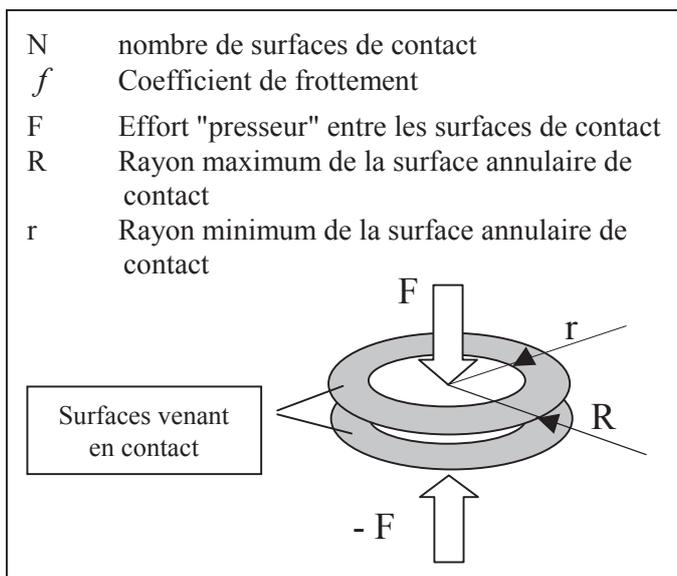
# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

## COUPLE DE FROTTEMENT SUR UNE SURFACE ANNULAIRE:

Le Couple (ou Moment) de frottement sur une surface annulaire peut être calculé avec la relation suivante:

$$C_{\text{frottement}} = \frac{2}{3} \times N \times f \times F \times \left( \frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2} \right)$$

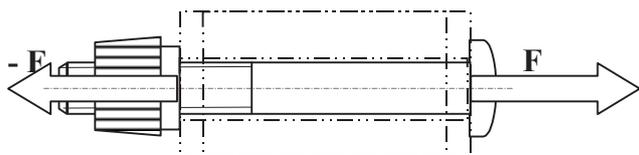
**Nota :** L'effort "presseur" correspond à la tension qu'exerce le boulon lorsque l'utilisateur effectue le serrage du bouton 11.



## RELATION COUPLE DE SERRAGE - TENSION DU BOULON:

Le Couple (ou Moment) de serrage qu'il faut exercer sur le bouton 11 pour provoquer l'effort de tension désiré sur la "tige" du boulon peut être calculé avec la relation suivante:

$$C_s = (0,16 \times p + 0,583 \times d_2 \times f_f + 0,5 \times f_t \times D_m) \times F$$



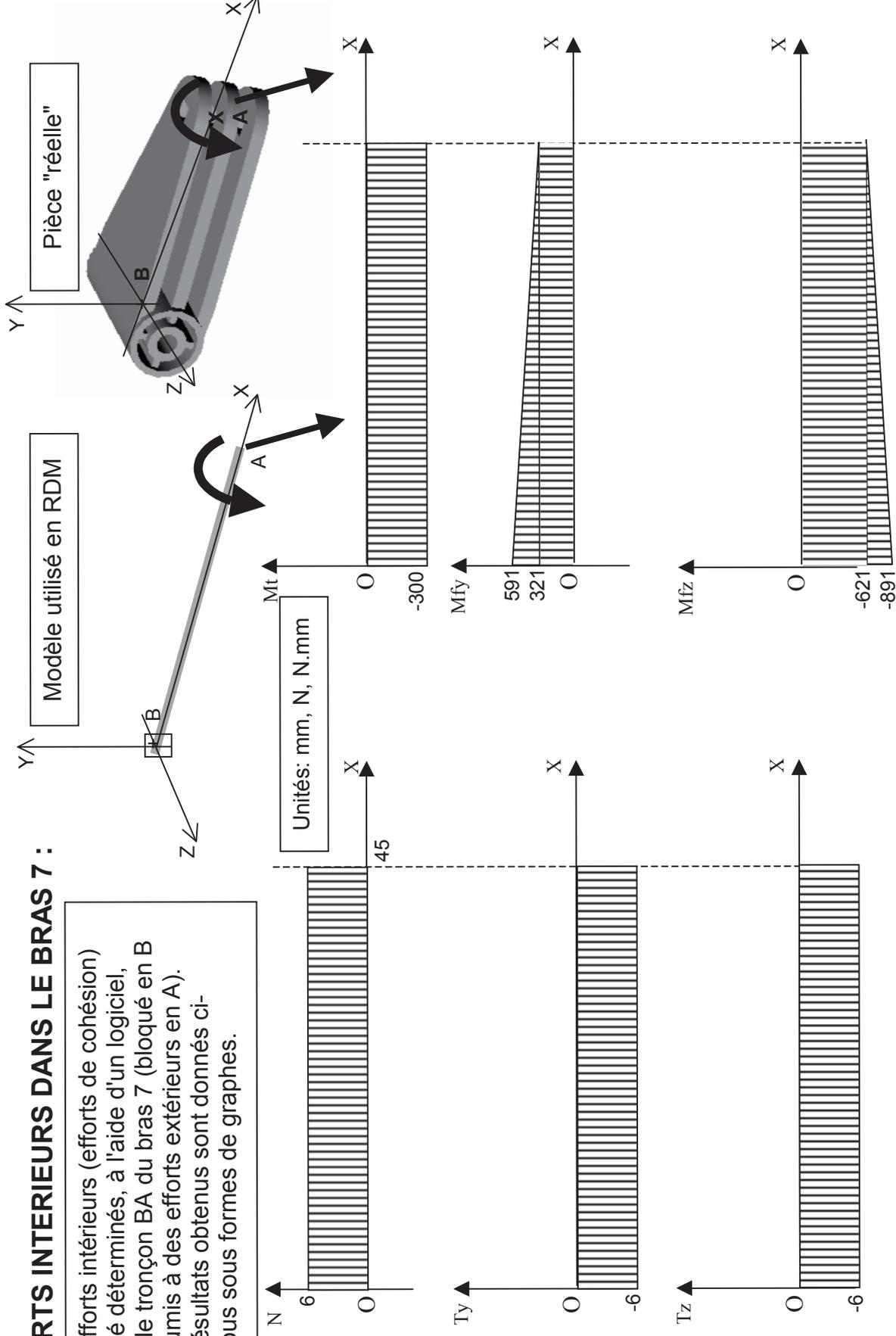
p	pas de la vis
d <sub>2</sub>	diamètre sur flanc du filetage
f <sub>f</sub>	Coefficient de frottement au niveau du filetage
f <sub>t</sub>	Coefficient de frottement entre le bouton 11 et les pièces du support (7 ou 1)
D <sub>m</sub>	diamètre moyen de la surface annulaire de contact du bouton sur les pièces du support (7 ou 1)
F	Effort de tension de la "tige" de la vis

Filetage métrique à pas gros (extrait)						
d (mm)	pas gros	S <sub>eq</sub> en mm <sup>2</sup> section résistante	D <sub>1</sub> (mm)	D <sub>2</sub> = d <sub>2</sub> (mm)	d <sub>3</sub> (mm)	pas fins recommandés
1	0,25	0,460	0,729	0,838	0,693	
(1,1)	0,25	0,588	0,829	0,938	0,793	
1,2	0,25	0,732	0,929	1,038	0,893	
(1,4)	0,30	0,983	1,075	1,205	1,032	0,2
1,6	0,35	1,27	1,221	1,373	1,171	0,2
(1,8)	0,35	1,70	1,421	1,573	1,371	0,2
2	0,4	2,07	1,567	1,740	1,509	0,25
(2,2)	0,45	2,48	1,713	1,908	1,648	0,35
2,5	0,45	3,39	2,013	2,208	1,948	0,35
3	0,5	5,03	2,459	2,675	2,387	0,35
(3,5)	0,6	6,78	2,850	3,110	2,764	0,35
4	0,7	8,78	3,242	3,545	3,141	0,5
(4,5)	0,75	11,3	3,688	4,013	3,580	0,5
5	0,8	14,2	4,134	4,480	4,019	0,5
6	1	20,1	4,918	5,350	4,773	0,75

# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

## EFFORTS INTERIEURS DANS LE BRAS 7 :

Les efforts intérieurs (efforts de cohésion) ont été déterminés, à l'aide d'un logiciel, dans le tronçon BA du bras 7 (bloqué en B et soumis à des efforts extérieurs en A). Les résultats obtenus sont donnés ci-dessous sous formes de graphes.



# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

## PROPRIETES DES SECTIONS DU BRAS 7 :

### Section théorique du Bras en B

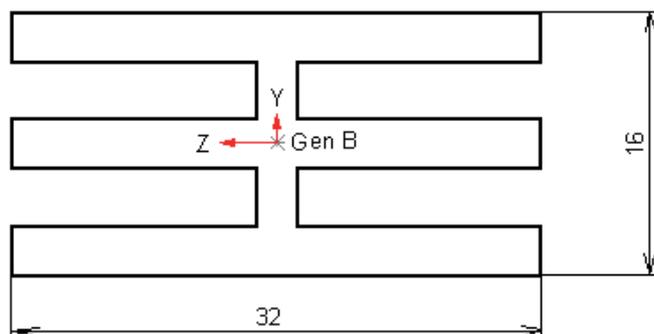
Dimensions: 16 x 32, épaisseur 3, âme 2.5

Aire = 305.50 mm<sup>2</sup>

Moments quadratiques:

$$I_{GY} = 24585.11 \quad \text{mm}^4$$

$$I_{GZ} = 8530.71 \quad \text{mm}^4$$



### Section théorique du Bras en A

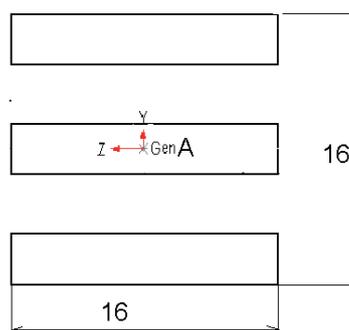
Dimensions: 16 x 16, épaisseur 3

Aire = 140.78 mm<sup>2</sup>

Moments quadratiques:

$$I_{GY} = 2870.71 \quad \text{mm}^4$$

$$I_{GZ} = 4070.99 \quad \text{mm}^4$$



## PROPRIÉTÉS MATIÈRE :

### ABS (Heat Resistant & Injection Molding)

#### Description

**Désignation:** Acrylonitrile Butadiene Styrene (Résistant à la chaleur & moulable par Injection)

**Composition** (CH<sub>2</sub>-CH-C<sub>6</sub>H<sub>4</sub>)<sub>n</sub>

#### Propriétés Générales

	min.	max.	
Masse Volumique	1050	- 1080	kg/m <sup>3</sup>
Prix	2.70	- 2.97	EUR/kg

#### Propriétés Mécaniques

Module de Young	1.97	- 2.48	GPa
Limite élastique Re	29.6	- 48.3	MPa
Résistance en traction R max.	62.1	- 89.6	MPa
Allongement A %	3	- 45	%
Mesure de dureté Vickers	8.9	- 14.5	HV
Limite de fatigue	13.24	- 20.68	MPa
Ténacité	1.9	- 2.1	MPa.m <sup>1/2</sup>

#### Propriétés Thermiques

Conductivité thermique	0.188	- 0.335	W/m.K
Coefficient de dilatation	108	- 234	µstrain/°C
Chaleur spécifique	1881	- 1919	J/kg.K
Température maximale d'utilisation	336	- 350	°C

#### Propriétés Tribologiques

Coefficient de frottement sur lui-même	0.22	- 0.6	
Produit PV sur lui-même	3.5		MPa.cm/s

#### Propriétés Environnementales

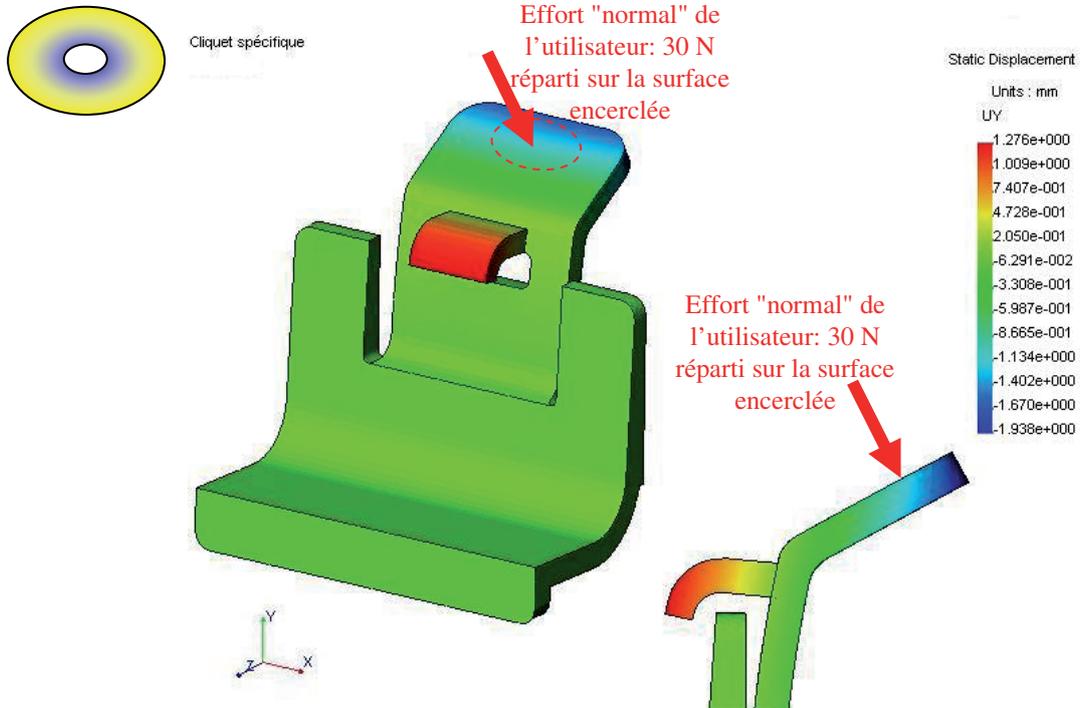
Énergie nécessaire à la production	100	- 120	MJ/kg
------------------------------------	-----	-------	-------

# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

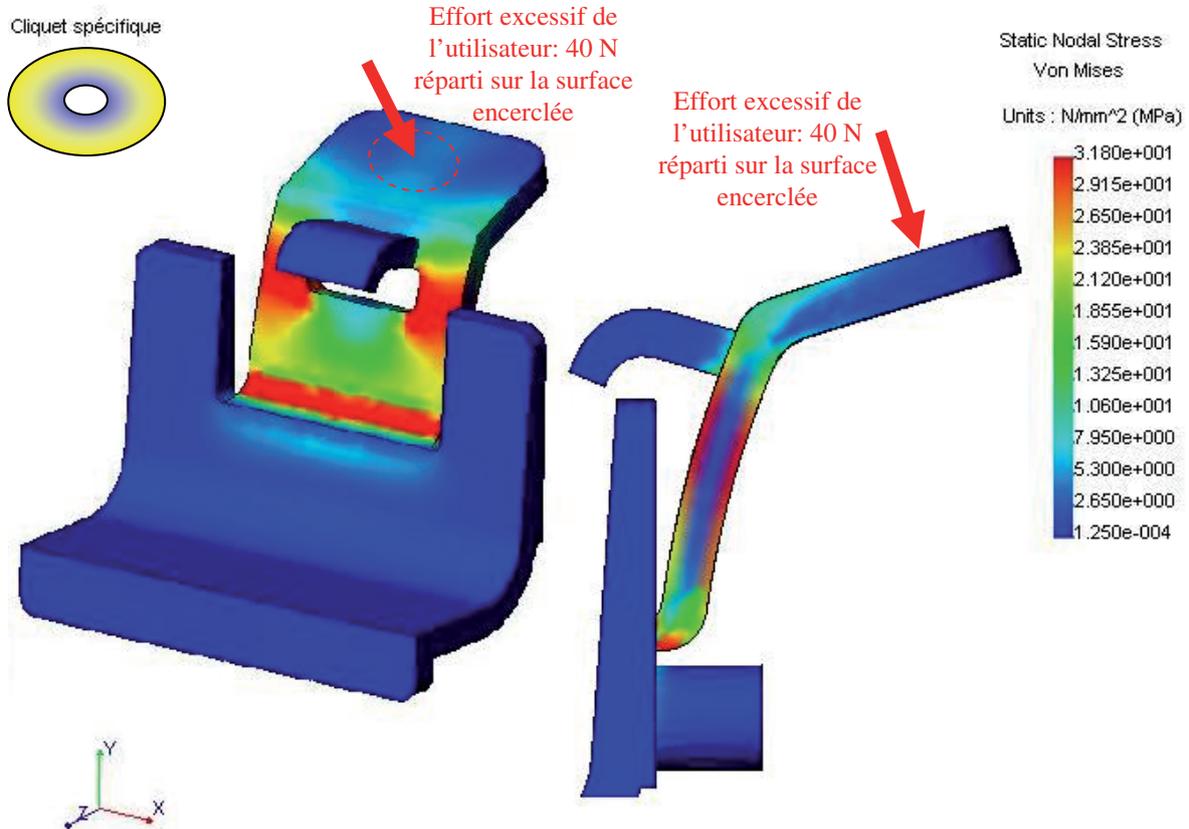
Part Recyclable

0.45 - 0.55

## CLIQUET SPÉCIFIQUE : Encliquetage du boîtier de navigateur Déplacement suivant Y :

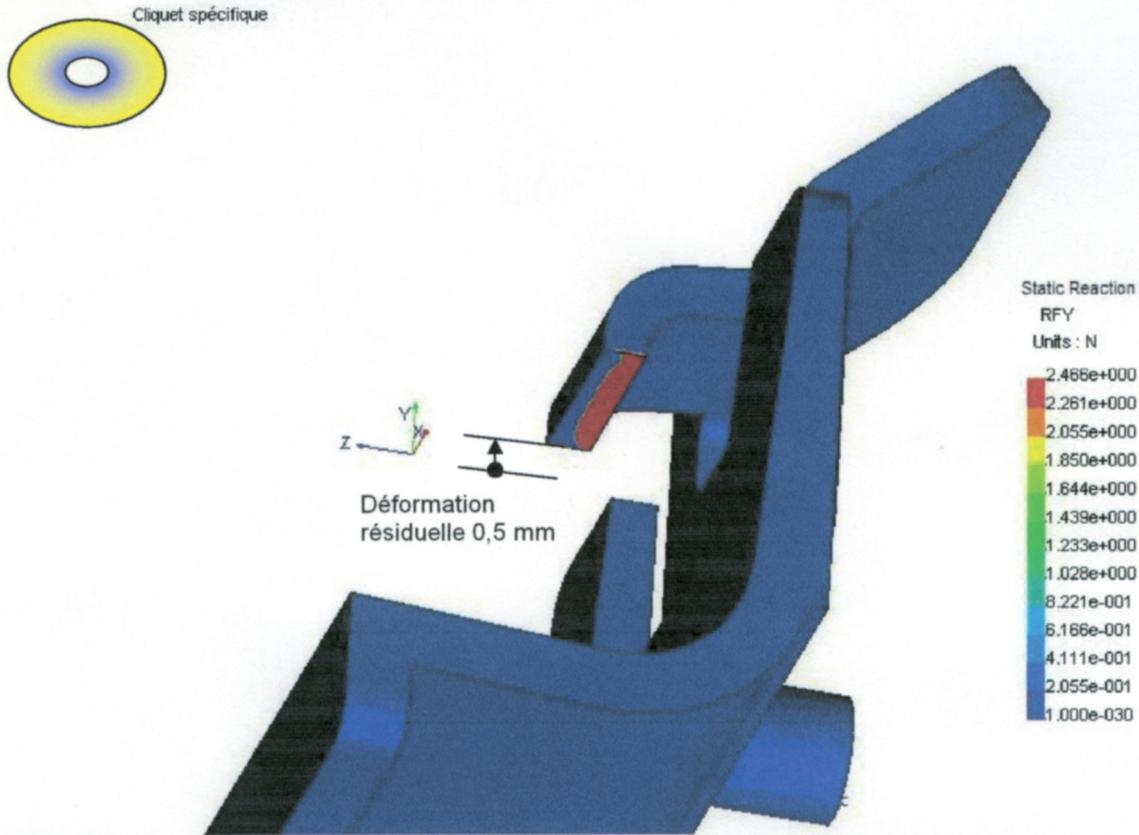


## Contrainte normale équivalente selon le critère de von Mises :

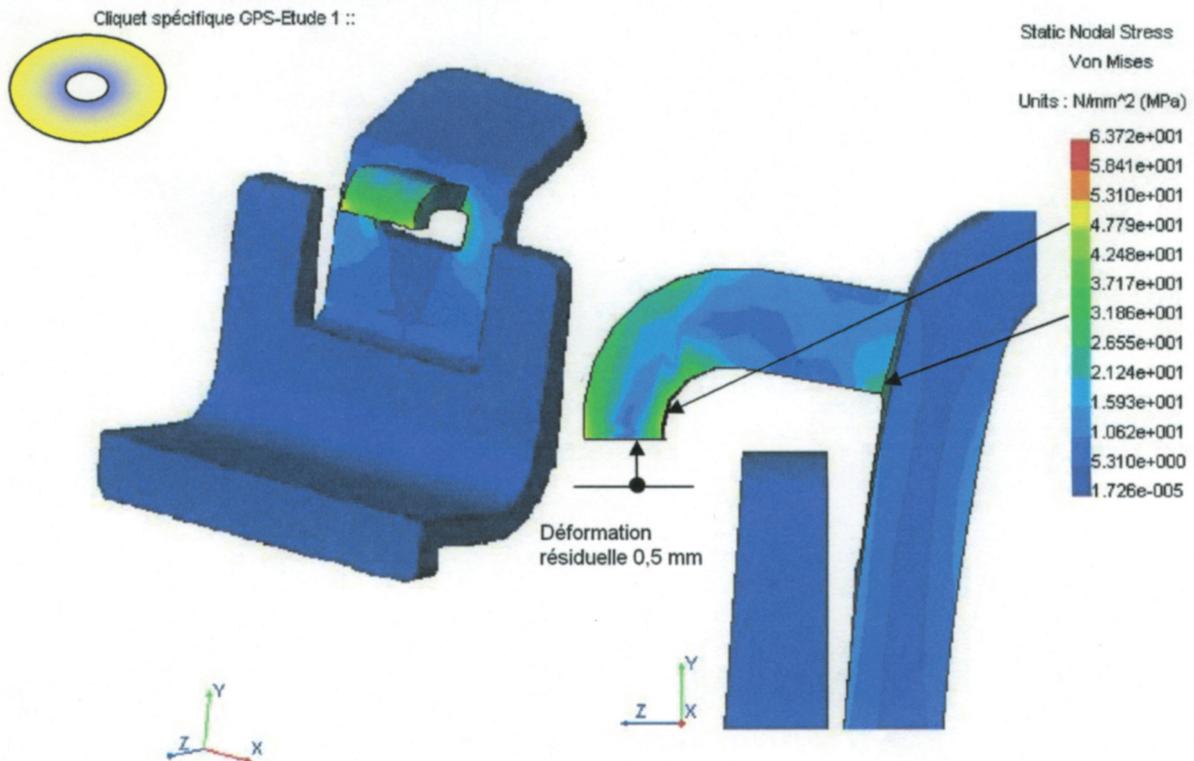


# CLIQUET SPÉCIFIQUE : Maintien du boîtier de navigateur

## Force de réaction suivant Y (notée RFY):



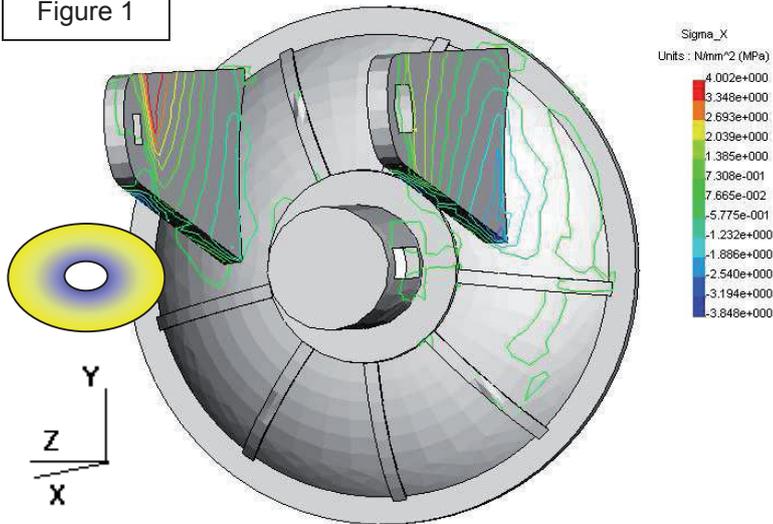
## Contrainte normale équivalente selon le critère de von Mises :



# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

## EMBASE : RÉPARTITION DES CONTRAINTES NORMALES

Figure 1



Les illustrations données ici visualisent la répartition des contraintes normales  $\sigma$  notées Sigma\_X dans la légende. Ce sont celles qui s'exercent suivant la direction X, qui correspond à l'axe de révolution de la pièce.

Figure 1: Répartition générale

Figure 2: Répartition dans deux sections (S1) et (S2)

Figure 3: Détail de la répartition dans la section (S1)

Figure 4: Détail de la répartition dans la section (S2)

Figure 2

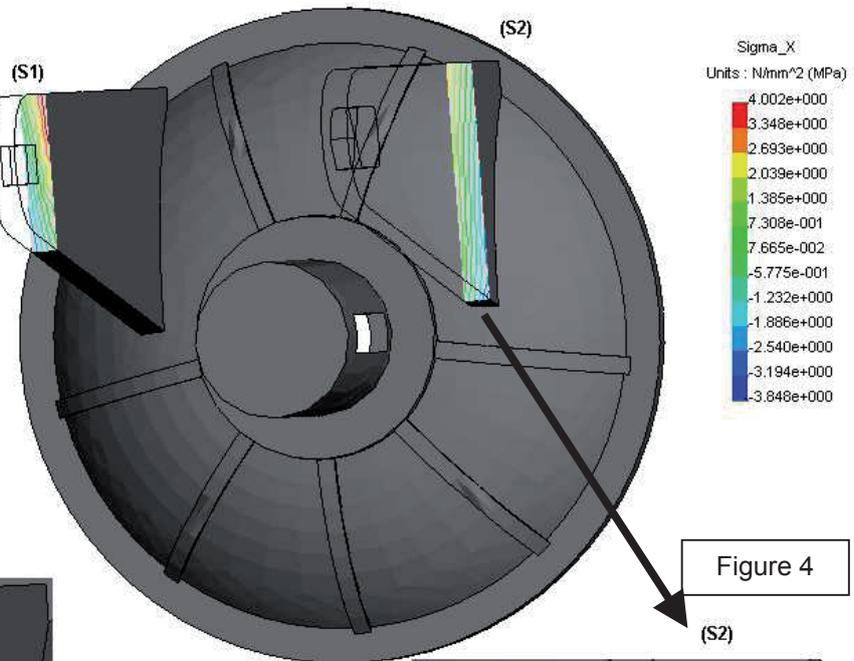
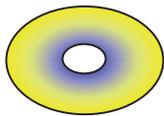


Figure 3

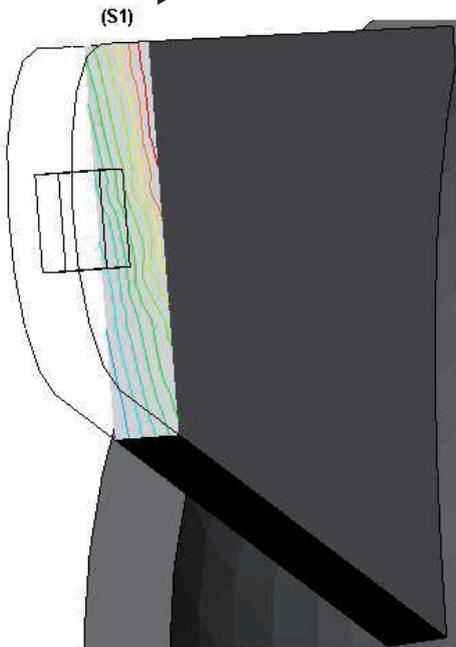
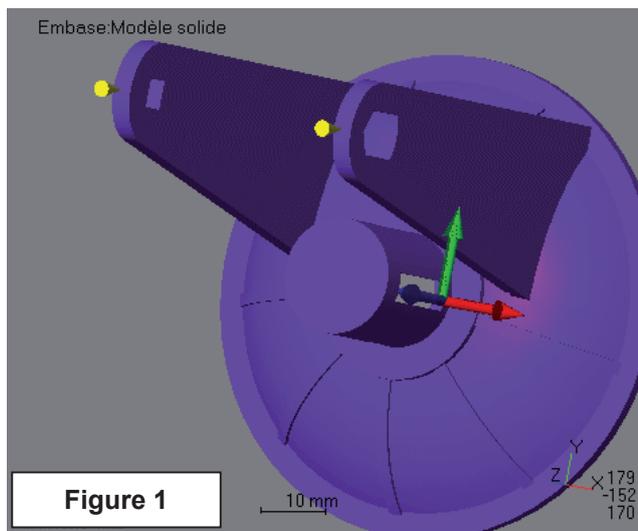


Figure 4



# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

## EMBASE : SIMULATION DE L'INJECTION



Les illustrations données ici sont le résultat d'une simulation d'injection réalisée dans le cadre d'une pré-étude :

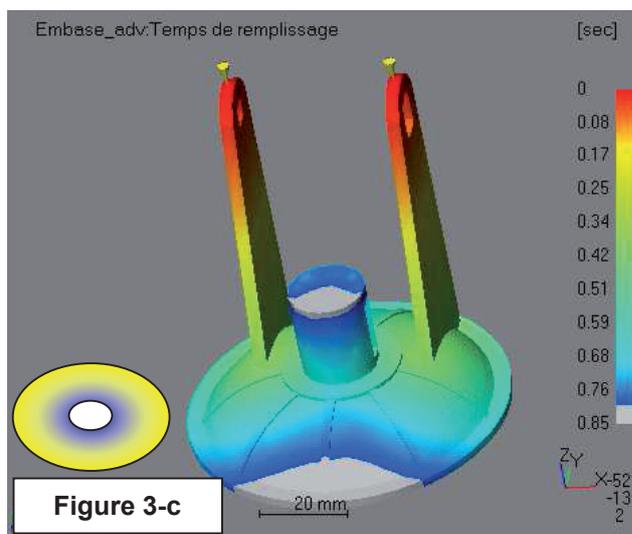
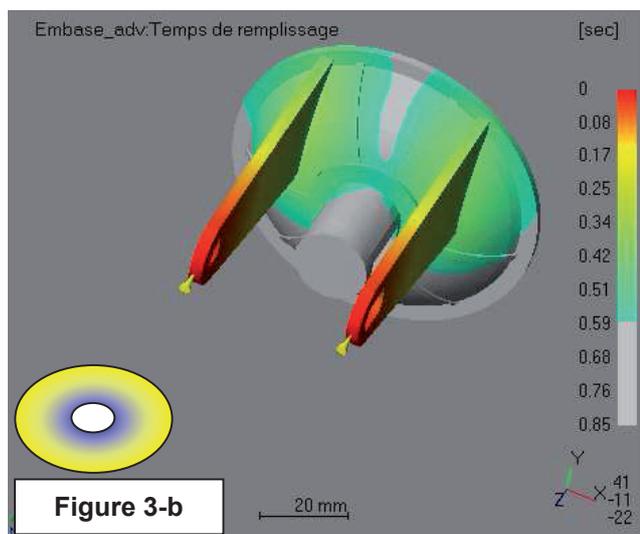
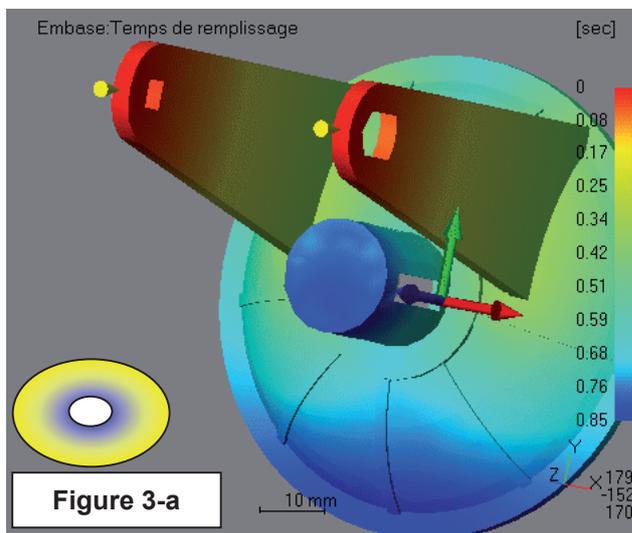
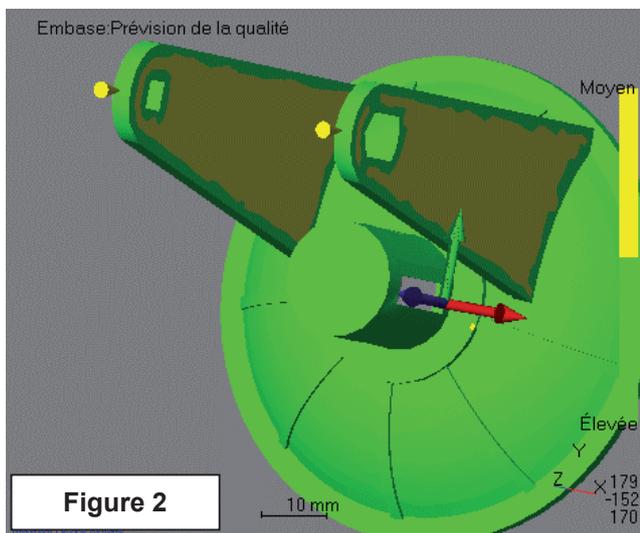
**Figure 1:** Modèle utilisé ; orientation et emplacement des points d'injection en jaune (seuils).

**Figure 2:** Prévission de la qualité matière pour la pièce produite. Qualité qui dépend des paramètres d'obtention.

**Figure 3-a:** Temps de remplissage

**Figure 3-b:** Temps de remplissage « arrêt sur image » à l'instant 0,56 s.

**Figure 3-c:** Temps de remplissage « arrêt sur image » à l'instant 0,80 s.

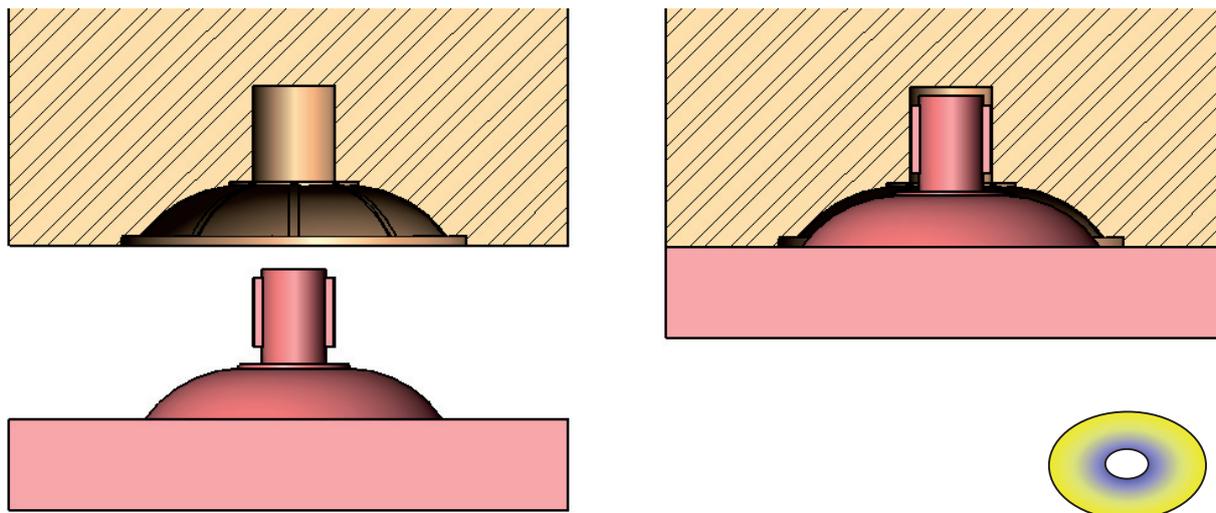


# SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

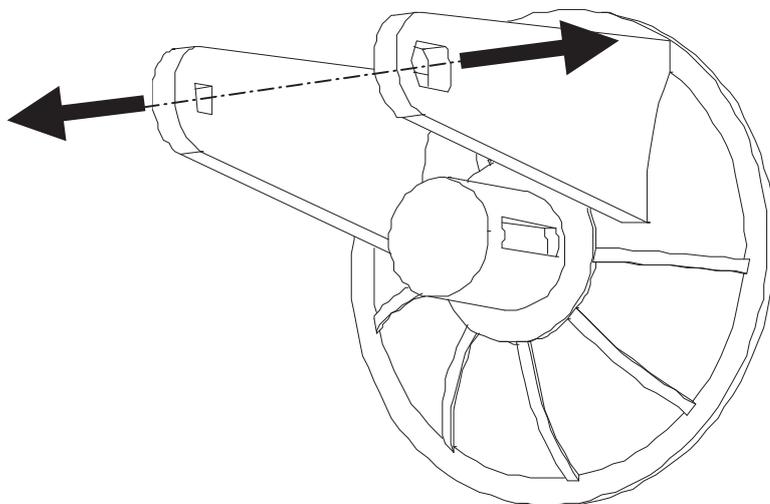
## EMBASE : PRINCIPE DE MOULAGE

Le principe de moulage de l'embase 1 est illustré ci-dessous. Il ne concerne que la forme fonctionnelle définie Document 6 de ce Dossier technique. On ne montre ici que le moulage de la forme centrale « de révolution » et les nervures.

A ce niveau de l'étude on ne tient pas compte des répartitions entre partie mobile et partie fixe ni des adaptations de forme qui pourraient être utiles à l'obtention de l'embase.



De plus, les évidements à l'extrémité des deux « pattes » de l'embase seront obtenus par des noyaux (tiroirs) démoulant perpendiculairement au plan des pattes et actionnés par des vérins. Ces noyaux seront noyés dans le bloc du moule.



## Concours Général des Lycées

### spécialité *Génie des Matériaux* Session 2009

—  
Durée : 8 heures

## DOSSIER TRAVAIL

### sommaire

	page
Page de garde	1
1. Problématique technique	2
2. Validation de quelques solutions techniques:	
2.1 Modélisation des contacts entre pièces	3
2.2 Blocage des liaisons pivot :	
A- Équilibre du solide S9	4
B- Équilibre du solide S7	7
C- Retour à la technologie et conclusion	9
2.3 Tenue aux contraintes du bras 7	11
2.4 Fixation du support de navigateur dans l'habitacle	13
3. Fonctionnement du Cliquet spécifique 14	15
4. Relation produit - procédé - matériau:	
4.1 Modélisation de la forme de l'embase 1	16
4.2 Répartition des contraintes dans l'Embase 1	18
4.3 Validation du choix du procédé	19
4.4 Adaptation de la forme au procédé	21

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Académie : \_\_\_\_\_ Session : \_\_\_\_\_

Examen ou Concours : \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_

Spécialité/option : \_\_\_\_\_ Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_

NOM : \_\_\_\_\_

*(en majuscules, suivi, s'il y a lieu, du nom d'épouse)*

Prénoms : \_\_\_\_\_ N° du candidat

Né(e) le \_\_\_\_\_ *(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)*

Examen ou Concours : \_\_\_\_\_ Série\* : \_\_\_\_\_

Spécialité/option : \_\_\_\_\_

Repère de l'épreuve : \_\_\_\_\_

Épreuve/sous-épreuve : \_\_\_\_\_

*(Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)*

Note :  20

*Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :*

\* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

GDM 09

## DOCUMENT RÉPONSE

Tournez la page S.V.P.



Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

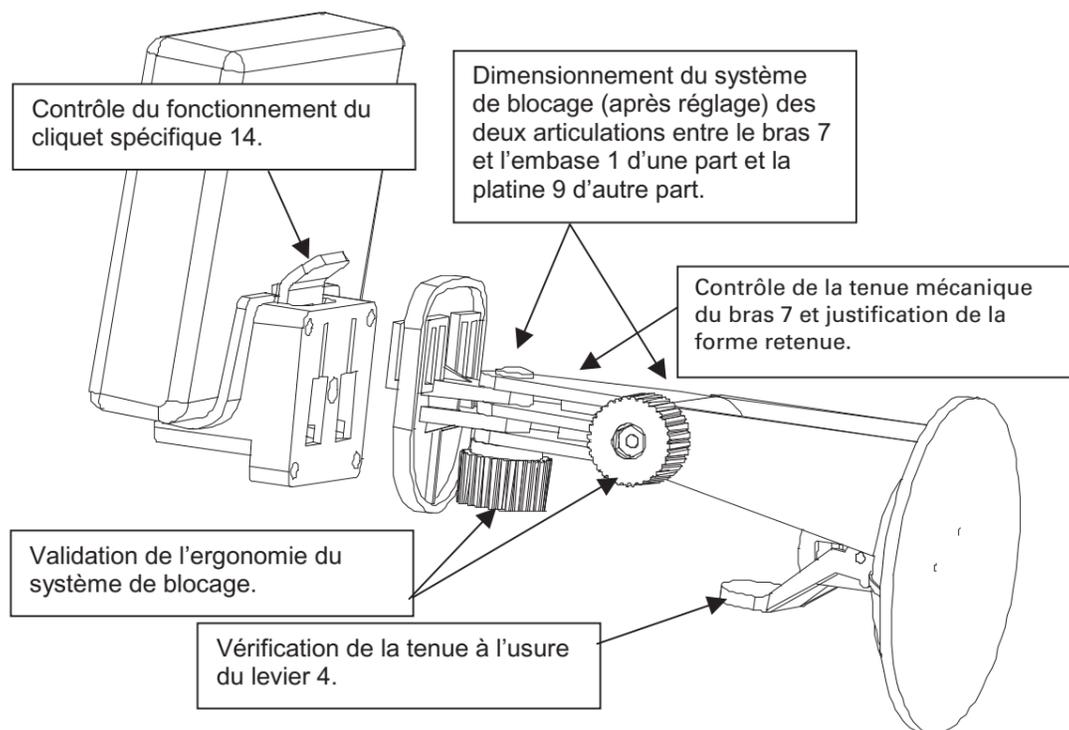
NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

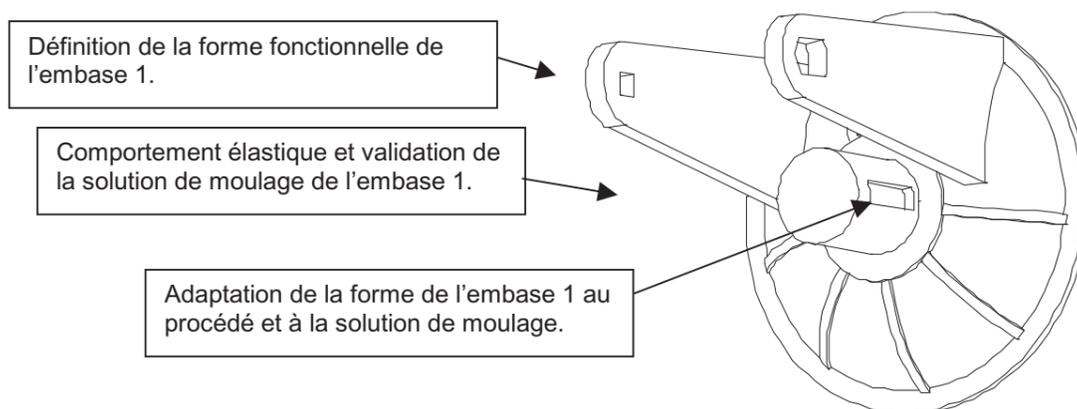
### 1- PROBLÉMATIQUES TECHNIQUES:

Plusieurs problématiques techniques seront abordées dans cette étude :

A propos de l'ensemble: Analyse mécanique et technologique



A propos de l'embase 1: **Relation Produit – Procédé – Matériau**



Vous prendrez connaissance du Dossier Technique avant de commencer cette étude (les 7 premières pages au moins)

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

### 2- VALIDATION DE QUELQUES SOLUTIONS TECHNIQUES:

#### 2.1 Modélisation des contacts entre les pièces:

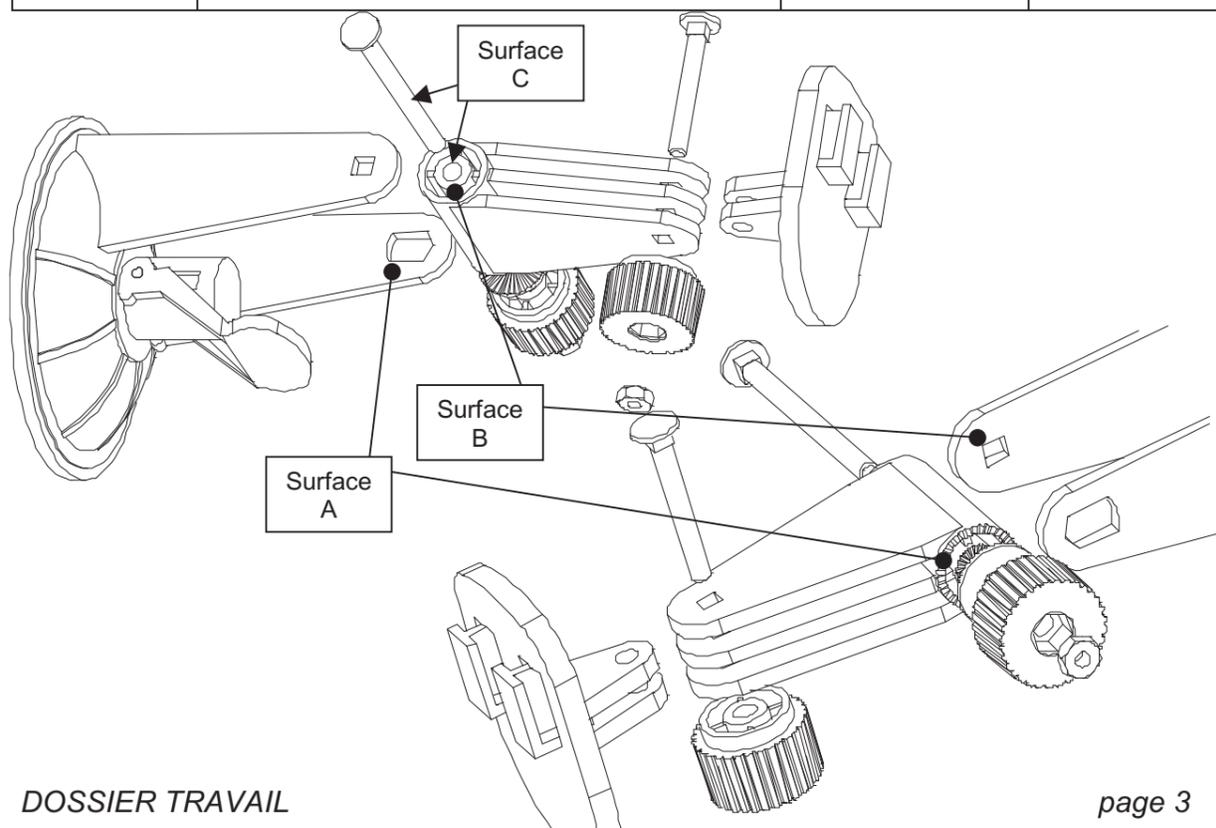
On considère le support de boîtier de navigateur en cours de réglage dans le véhicule. Pour cette phase d'utilisation, le modèle cinématique est donné Document 7 du Dossier Technique. Le support de navigateur est défini document 5 du dossier technique.

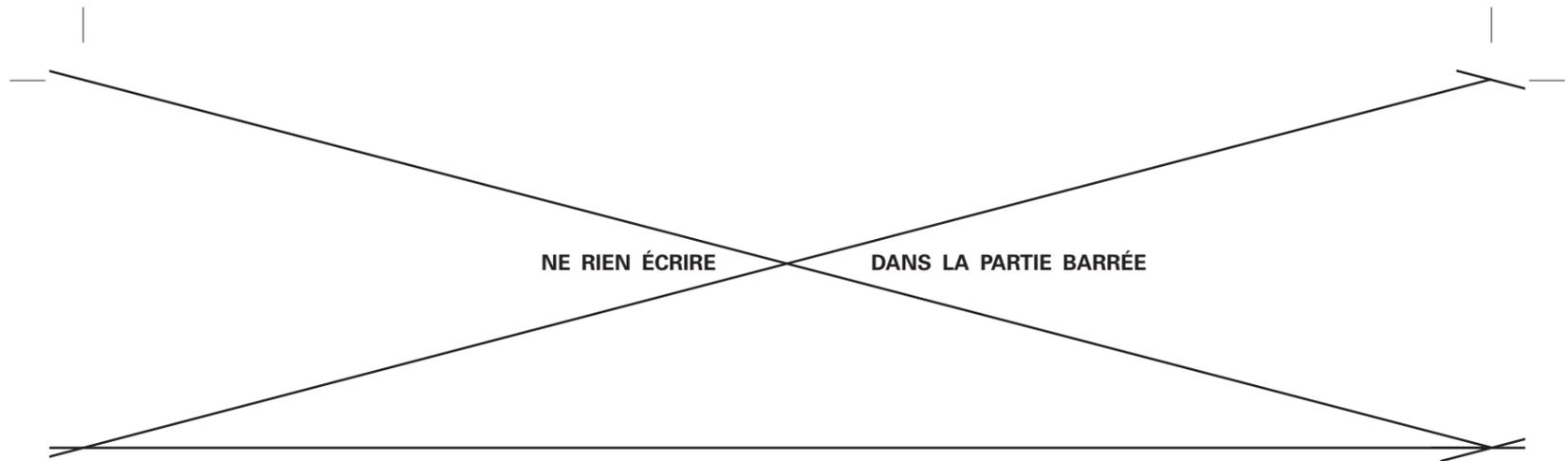
1. Afin de justifier le choix des liaisons qui modélisent les guidages entre les pièces données dans le tableau ci-dessous, et comme pour l'exemple donné, compléter le tableau en :

- indiquant le type de surface de contact entre ces pièces: plan, cylindre, ligne, point...
- Repérant ces surfaces de contact deux à deux sur les illustrations données.

Remarque: pour la surface de contact A donnée, il n'est pas tenu compte de la forme rainurée de la rondelle 6 et de la forme équivalente sur le bras 7.

Pièces ou ensembles en contact	Forme des surfaces de contact entre les pièces	Mobilités dans le repère donné	Liaison
bras 7 / {embase 1, boulon 8}	Surface A: Un plan annulaire (disque évidé) Surface B: Un plan annulaire (disque évidé) Surface C: Un cylindre	Rotation Y	Pivot d'axe B,Y
Platine 9 / {bras 7, boulon 10}	Surface F: Surface G: Surface H:	Rotation Z	Pivot d'axe A,Z





## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

Dans le cahier des charges (Document 3 du Dossier Technique), un des critères d'appréciation de la fonction principale Fc1, est la "tenue des pièces et assemblages aux efforts" provoqués par des accélérations agissant dans les 3 directions de l'espace à hauteur de 2 fois l'accélération de la gravité soit  $20 \text{ m/s}^2$  environ.

Ce type de sollicitation dynamique, qui dans notre cas se substitue au poids, représente ce que subit, de par son inertie, un accessoire embarqué dans un véhicule lorsqu'il est soumis aux accélérations, freinages, changements de direction brutaux, passages de dos d'ânes et nids de poule.

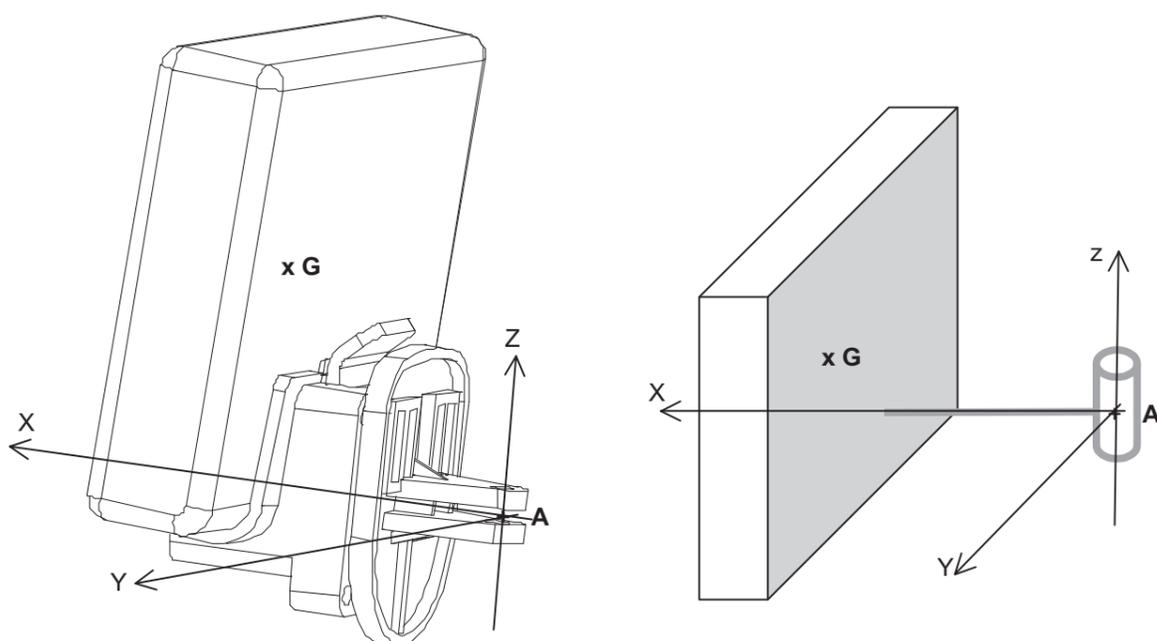
**2-2- L'étude qui suit permet de valider les solutions techniques retenues pour réaliser le blocage des liaisons pivot, une fois le réglage effectué .**

### Hypothèses et données:

- Le support de boîtier de navigateur sera considéré réglé et bloqué dans la position défavorable définie sur le plan d'ensemble (Document 5 du Dossier Technique). Les coordonnées des points utiles seront relevées sur ce plan d'ensemble.
- Les masses des pièces qui constituent le support du navigateur seront négligées.
- La masse du boîtier du navigateur n'est pas négligée ( $M = 300$  grammes). Mais ne sera soumise qu'à l'action de l'inertie.
- Les actions exercées lors du blocage des liaisons pivot seront modélisées par des "Couples" (ou Moments) appliqués en A et B autour des axes des liaisons pivot.
- Les phénomènes de frottement dans les liaisons pivot en A et B seront négligés.

### Travail demandé :

**A-** On s'intéressera page suivante à l'équilibre du solide S9 constitué de la platine 9, du support spécifique et du boîtier de navigateur.



~~NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE~~

## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

Afin d'étudier l'équilibre du solide S9 isolé, compléter ci-dessous le bilan des actions mécaniques extérieures qui s'y exercent.

### Bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur le solide S9 isolé :

**Action de l'inertie sur S9:**

au point G (..... ;..... ;.....)

Indiquer en mm les coordonnées, dans le repère (XYZ), du centre de gravité G. Elles seront relevées sur le plan d'ensemble

$$\{T_{inertie \rightarrow 9}\}_G = \begin{Bmatrix} +6N & 0 \\ +6N & 0 \\ -6N & 0 \end{Bmatrix}_{(XYZ)} \mapsto \left. \begin{Bmatrix} \\ \\ \end{Bmatrix} \right\}_A \quad (XYZ)$$

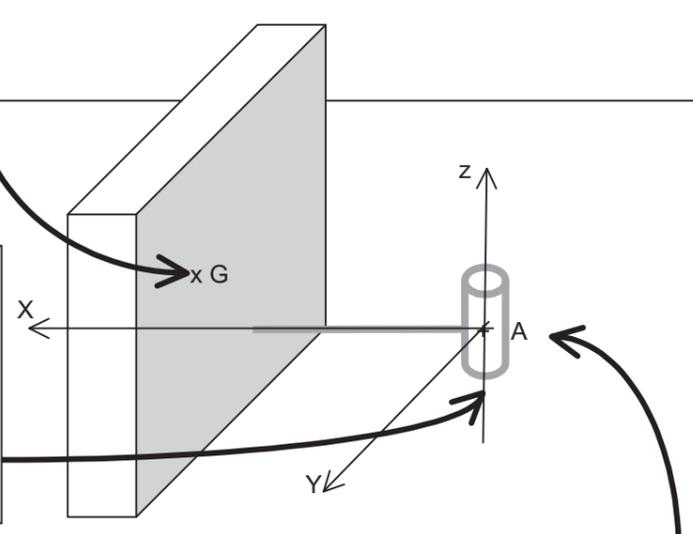
Expliquer ci-dessous les valeurs des coordonnées de la résultante (sans tenir compte des signes)

Exprimer cette action mécanique au point A : origine du repère (XYZ)  
 Noter les calculs ci-dessous

**Action de blocage sur S9 :**  
 Action donnée avec  $M_{Az}$  inconnu

au point A (0, 0, 0)

$$\{T_{blocage \rightarrow 9}\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & M_{Az} \end{Bmatrix}_{(XYZ)}$$

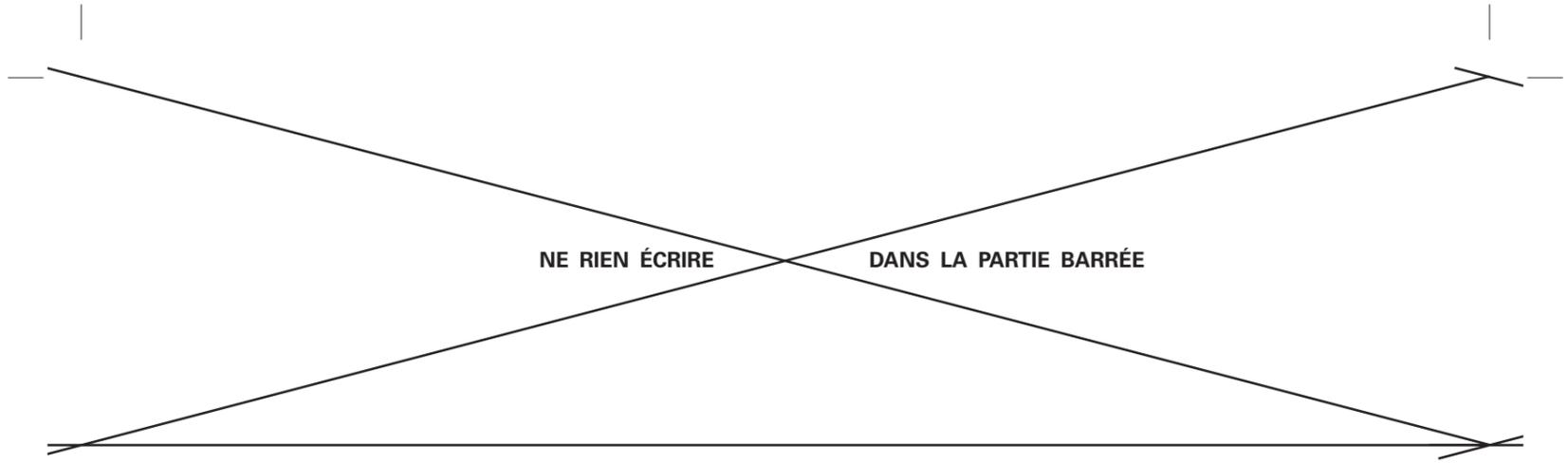


**Action du bras 7 sur S9, action transmissible par la liaison pivot d'axe (A, z) :**

au point A (0, 0, 0)

Exprimer cette action mécanique au point A.

$$\{T7 \rightarrow 9\}_A = \left. \begin{Bmatrix} \\ \\ \end{Bmatrix} \right\}_A \quad (XYZ)$$



## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

Écrire ci-dessous le principe fondamental de la statique, écrire les équations de l'équilibre au point A (origine du repère) et déterminer les inconnues :

**Principe Fondamental de la Statique :**

**Équations de l'équilibre au point A :**

Résultante / X :

Résultante / Y :

Résultante / Z :

Moment / X :

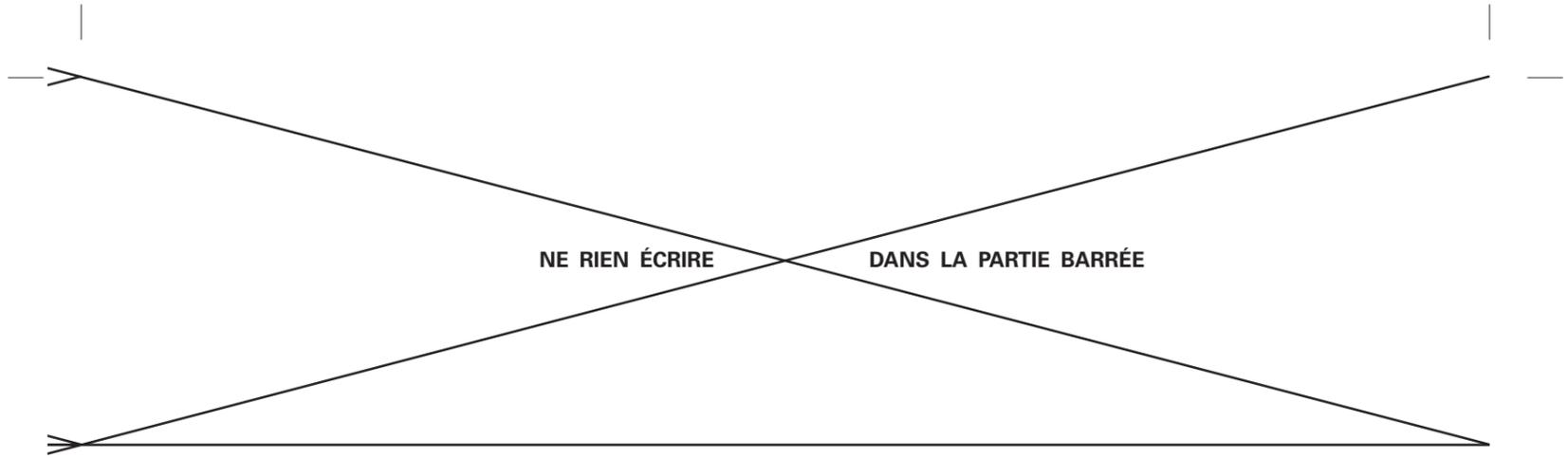
Moment / Y :

Moment / Z :

**Résolution :**

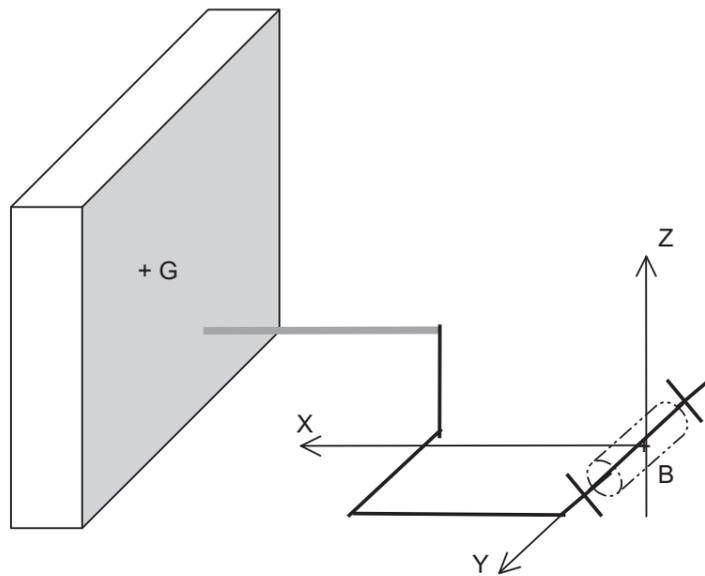
**Résultats : (N & N.mm)**

$$\{T_{\text{blocage}} \rightarrow 9\}_A = \begin{Bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & \end{Bmatrix}_{(XYZ)} \quad \{T7 \rightarrow 9\}_A = \begin{Bmatrix} \\ \\ \end{Bmatrix}_{(XYZ)}$$



## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

**B-** On s'intéresse maintenant à l'équilibre du solide **S7**, dans le repère (BXYZ) cette fois-ci. Le solide S7 est constitué du bras 7, de la platine 9, du support spécifique et du boîtier de navigateur.



Suivre le même plan que pour l'étude précédente afin de compléter ci-dessous le bilan des actions mécaniques extérieures qui s'exercent sur le solide S7 (Attention, l'origine du repère est maintenant le point B et l'axe de la liaison pivot a changé).

**Bilan des actions mécaniques qui s'exercent sur le solide S7 isolé :**

**Action de l'inertie sur S7:** au point G (..... ;..... ;.....) dans le repère (BXYZ)

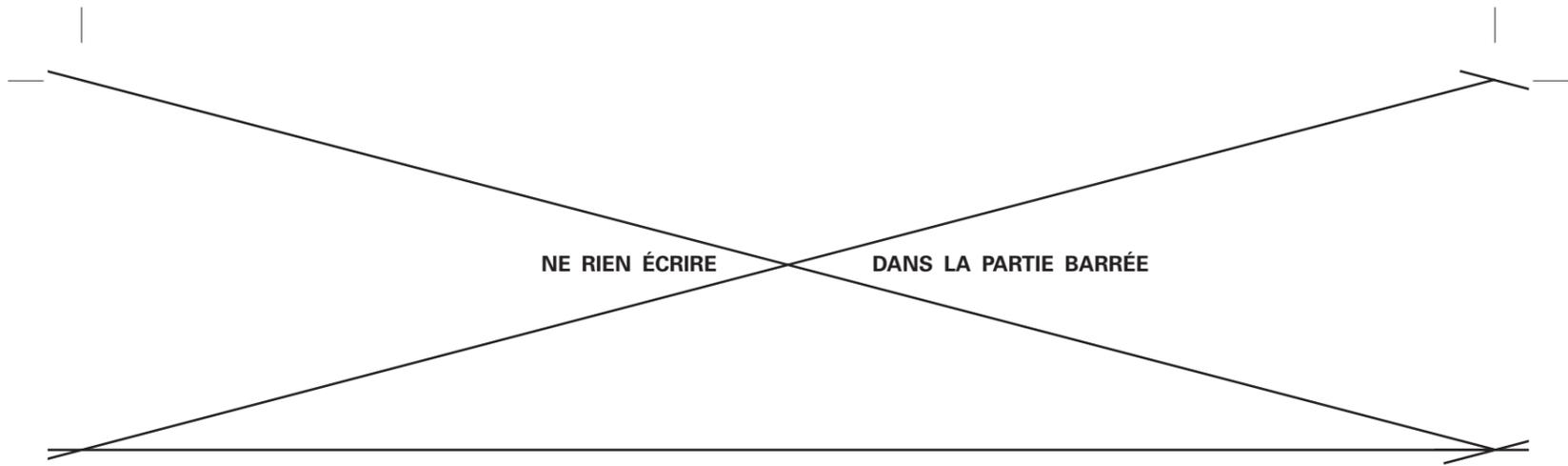
$$\{T_{inertie} \rightarrow 7\}_G = \begin{Bmatrix} +6N & 0 \\ +6N & 0 \\ -6N & 0 \end{Bmatrix}_{(BXYZ)} \mapsto \begin{Bmatrix} \phantom{+6N} & \phantom{0} \\ \phantom{+6N} & \phantom{0} \\ \phantom{-6N} & \phantom{0} \end{Bmatrix}_B \}_{(BXYZ)}$$

**Action de blocage sur S7:** au point B (0, 0, 0)

$$\{T_{blocage} \rightarrow 7\}_B = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}_{(BXYZ)}$$

**Action de 1 sur S7:** au point B (0, 0, 0)

$$\{T_1 \rightarrow 7\}_B = \begin{Bmatrix} \phantom{0} \\ \phantom{0} \\ \phantom{0} \end{Bmatrix}_{(BXYZ)}$$



## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

Exprimer ci-dessous le principe fondamental de la statique, écrire les équations de l'équilibre au point B (origine du nouveau repère) et déterminer les inconnues :

**Principe Fondamental de la Statique :**

**Équations de l'équilibre au point B :**

Résultante / X :

Résultante / Y :

Résultante / Z :

Moment / X :

Moment / Y :

Moment / Z :

**Résolution :**

**Résultats : (N & N.mm)**

$$\left\{ T_{\text{blocage}} \rightarrow 7 \right\}_B = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{Bmatrix}_{(BXYZ)} \quad \left\{ T_1 \rightarrow 7 \right\}_B = \begin{Bmatrix} \phantom{0} \\ \phantom{0} \\ \phantom{0} \end{Bmatrix}_{(BXYZ)}$$

NE RIEN ÉCRIRE

DANS LA PARTIE BARRÉE

## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

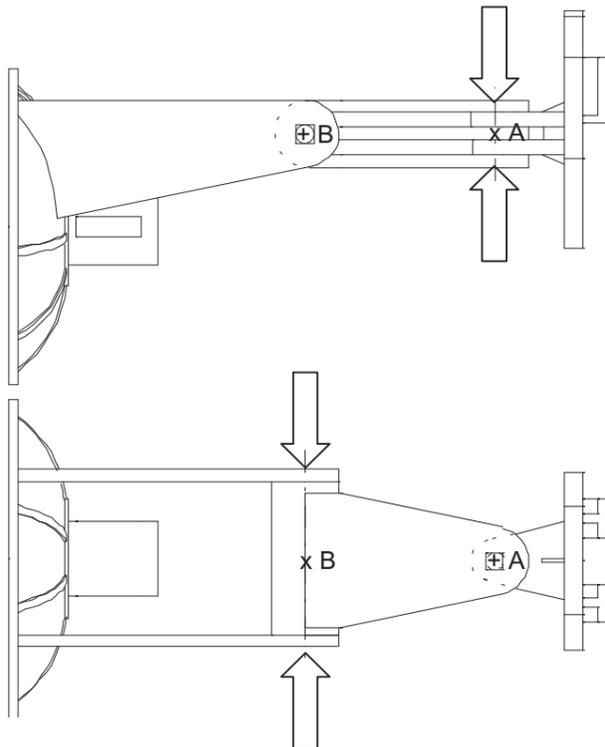
**C- Retour à la technologie :** On veut vérifier qu'un serrage modéré exercé par l'utilisateur sur les boutons 11, pourra provoquer l'action de blocage par adhérence sur les surfaces annulaires de contact entre les pièces concernées: platine 9 et bras 7 d'une part, bras 7 et embase 1 d'autre part. A ce niveau de l'étude, il n'est pas tenu compte des rainures radiales de la rondelle 6 et de la forme équivalente sur le bras 7.

Dans cette partie, les valeurs de Moments de blocage utilisées seront celles données ci-dessous (ces valeurs sont légèrement supérieures à celles déterminées précédemment):

$$|M_A| = 350 \text{ N.mm}$$

$$|M_B| = 800 \text{ N.mm}$$

Le Couple (ou Moment) de frottement sur une surface de contact annulaire, comme le Couple (ou Moment) de serrage qu'il faut exercer sur le bouton 11 pour provoquer l'effort de tension désiré sur la "tige" du boulon peuvent être calculés avec les relations données Document 8 du Dossier Technique:



Ci-contre, repasser en rouge la "trace" des surfaces de contact visibles entre platine 9, bras 7 et embase 1.

Les informations utiles à la suite sont données ci-dessous:

	Embase 1 / Bras 7	Bras 7 / Platine 9
N	2	4
R	8	5
r	2.25	2.25

Bien que dans le cas de pièces en ABS, le coefficient de frottement soit plus important, pour notre application, et afin de se placer en sécurité, il sera pris égal à:

$$f = 0,1$$

Pour les deux cas, calculer l'effort "presseur" capable de provoquer un couple de frottement en mesure de bloquer les rotations en A et B.

**En B;  $C_f = |M_B| = 800 \text{ N.mm}$**

**$F_B =$**

**en A;  $C_f = |M_A| = 350 \text{ N.mm}$**

**$F_A =$**

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

A partir des informations figurant sur les Documents 5 et 8 du Dossier technique, compléter le tableau ci-dessous:

Boulon $\varnothing d$	Pas $p$	$\varnothing d_2$	$\varnothing D_m$	$f_f$	$f_t$
M...			10.75	0.35	0.1

Pour les deux cas, calculer le Couple (ou Moment) de serrage qu'il faut exercer sur le bouton 11 pour provoquer l'effort de tension désiré sur la "tige" du boulon afin de bloquer les rotations en A et B.

en B, on prendra  $F_B = 710 \text{ N}$

$C_s =$

---

en A, on prendra  $F_A = 235 \text{ N}$

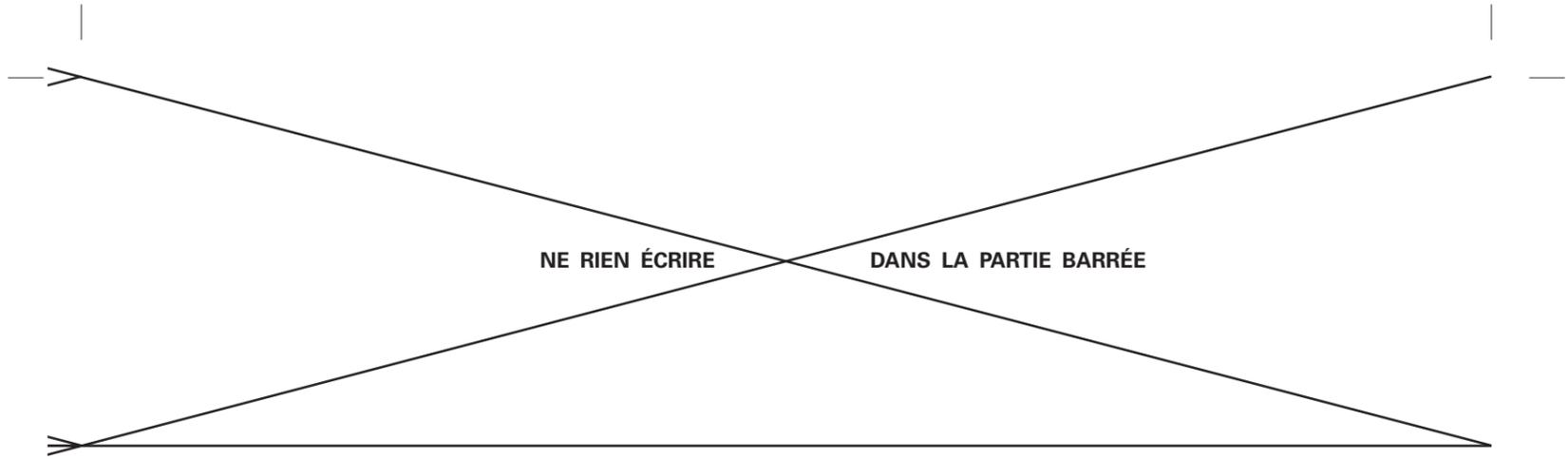
$C_s =$

**Conclusions :** Le cahier des charges fonctionnel donné Document 3 du Dossier Technique limite la valeur du moment de serrage que l'utilisateur devra exercer sur les boutons. Relever et indiquer la valeur maximale permise.

**Blocage en B :** Indiquer si ce critère du cahier des charges est respecté et conclure quant à la solution technique définitive choisie par le constructeur : rainures radiales de la rondelle 6 et forme équivalente sur le bras 7.

**Blocage en A :** Indiquer si ce critère du cahier des charges est respecté.

En aurait-il été de même avec seulement deux surfaces de contact, soit si  $N = 2$  ?



## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

### 2-3- Tenue aux contraintes du bras 7:

En utilisant les résultats et les informations donnés documents 9 et 10 du Dossier Technique:

1. Énumérer les différentes sollicitations auxquelles est soumis le bras 7.
  
2. Relever et reporter ci-dessous les coordonnées des efforts intérieurs (efforts de cohésion) au centre des sections situées en B et en A:

En B; pour  $x = 0$  mm (en N et N.mm)

$$\{T_{cohésion}\}_B = \left\{ \begin{array}{l} N = \\ T_y = \\ T_z = \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} Mt = \\ Mfy = \\ Mfz = \end{array} \right. \Bigg\}_{(BXYZ)}$$

en A; pour  $x = 45$  mm (en N et N.mm)

$$\{T_{cohésion}\}_A = \left\{ \begin{array}{l} N = \\ T_y = \\ T_z = \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} Mt = \\ Mfy = \\ Mfz = \end{array} \right. \Bigg\}_{(AXYZ)}$$

On a constaté que la contrainte la plus importante est la contrainte normale due à la flexion dont on donne les expressions ci-après:

$$\sigma_{1 \text{ flexion MAXI}} = \frac{-Mfz_{MAXI}}{I_{GZ}} \times y_{MAXI}$$

$$\sigma_{2 \text{ flexion MAXI}} = \frac{Mfy_{MAXI}}{I_{GY}} \times z_{MAXI}$$

3. Calculer les contraintes maximales de flexion dans les sections situées en B:

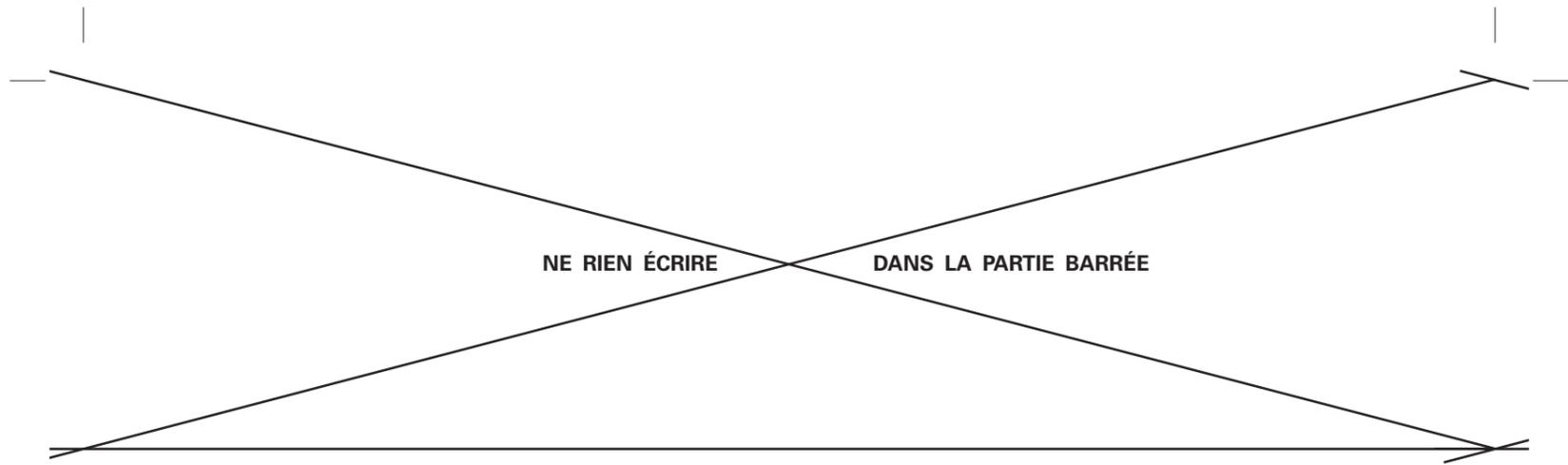
Contraintes dans la section située en B:

$$|\sigma_{1 \text{ flexion B MAXI}}| =$$

$$|\sigma_{2 \text{ flexion B MAXI}}| =$$

Calculer la somme des deux contraintes de flexion précédente:

$$|\sigma_{\text{flexion B TOTALE}}| = |\sigma_{1 \text{ flexion B MAXI}}| + |\sigma_{2 \text{ flexion B MAXI}}| =$$



## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

4. De la même façon on trouverait pour la section située en A:

$$|\sigma_{1 \text{ flexion A MAXI}}| = 1,22 \text{ N/mm}^2 \text{ (ou MPa)} \quad \text{et} \quad |\sigma_{2 \text{ flexion A MAXI}}| = 0,90 \text{ N/mm}^2 \text{ (ou MPa)}$$

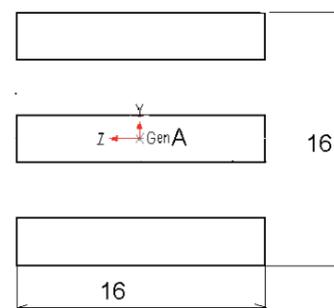
soit au total :

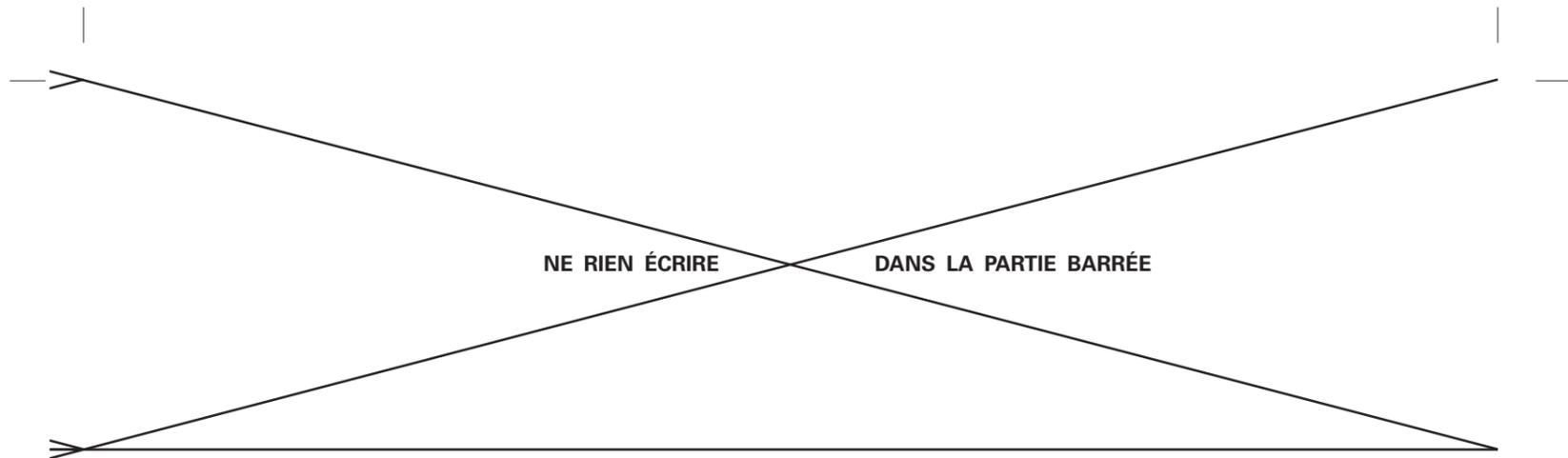
$$|\sigma_{\text{flexion A TOTALE}}| = |\sigma_{1 \text{ flexion A MAXI}}| + |\sigma_{2 \text{ flexion A MAXI}}| = 2,12 \text{ N/mm}^2 \text{ (ou MPa)}$$

5. Parmi ces deux sections situées en A et B, laquelle subit la contrainte normale de flexion la plus importante ? Est-ce la même section qui supporte les Moments de flexion les plus grand ? Expliquer cela.

6. La limite élastique minimum du matériau risque-t-elle d'être atteinte ? Calculer le coefficient de sécurité constaté ici.

7. Est-ce le critère de résistance ou un autre qui a conduit le concepteur à choisir cette forme de section en A. Commenter et argumenter votre réponse.





## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

**2-4- L'étude qui suit permet de valider les solutions techniques retenues par le constructeur pour réaliser la "fixation" du support de navigateur dans l'habitacle du véhicule.** Le mécanisme de "fixation" est schématisé Document 7 du Dossier Technique.

*Cette "fixation" est réalisée par aspiration (effet ventouse), au moyen de la Membrane 2 surmoulée sur le Tirant 3. La déformation de la Membrane et l'aspiration qui s'en suit est obtenue lorsque l'utilisateur bascule le Levier 4 vers le bas (Z négatif).*

*Durant ce basculement, le point D du Levier 4 glisse sous charge sur l'Embase 1. Ceci peut provoquer une usure précoce des surfaces de contact.*

On veut connaître la vitesse de glissement du point D pour la position du mécanisme dessinée page suivante de ce dossier.

### Hypothèses et données:

- Le mécanisme considéré possède le plan (O,Z,X) comme plan de symétrie. Tous les mouvements se produisent dans ce plan ou autour d'axes perpendiculaires à ce plan (Y). Le mécanisme peut être considéré comme un mécanisme cinématiquement plan.
- La Membrane 2 ne sera pas prise en compte dans cette étude.
- Le guidage entre le Tirant 3 et l'Embase 1 est assimilé à une liaison glissière de direction (X).
- L'articulation entre le Levier 4 et le Tirant 3 est assimilé à une liaison pivot d'axe (C,Y).
- Le contact entre le Levier 4 et l'Embase 1 est assimilé à une liaison ponctuelle de normale (D,X).

### Travail demandé :

1. Quel est le mouvement du Tirant 3 par rapport à l'Embase 1 ?

Mouvement de 3 / 1:

Pourquoi peut-on affirmer que  $\vec{V}_{D \in 3/1}$  est équipollent (identique) à  $\vec{V}_{C \in 3/1}$  ?

Tracer sur la figure page suivante le support de  $\vec{V}_{D \in 3/1}$

2. Quel est le mouvement du Levier 4 par rapport au Tirant 3 ? Quelle est la trajectoire du point D pour ce mouvement ? Tracer cette trajectoire sur la figure page suivante.

Mouvement de 4 / 3:

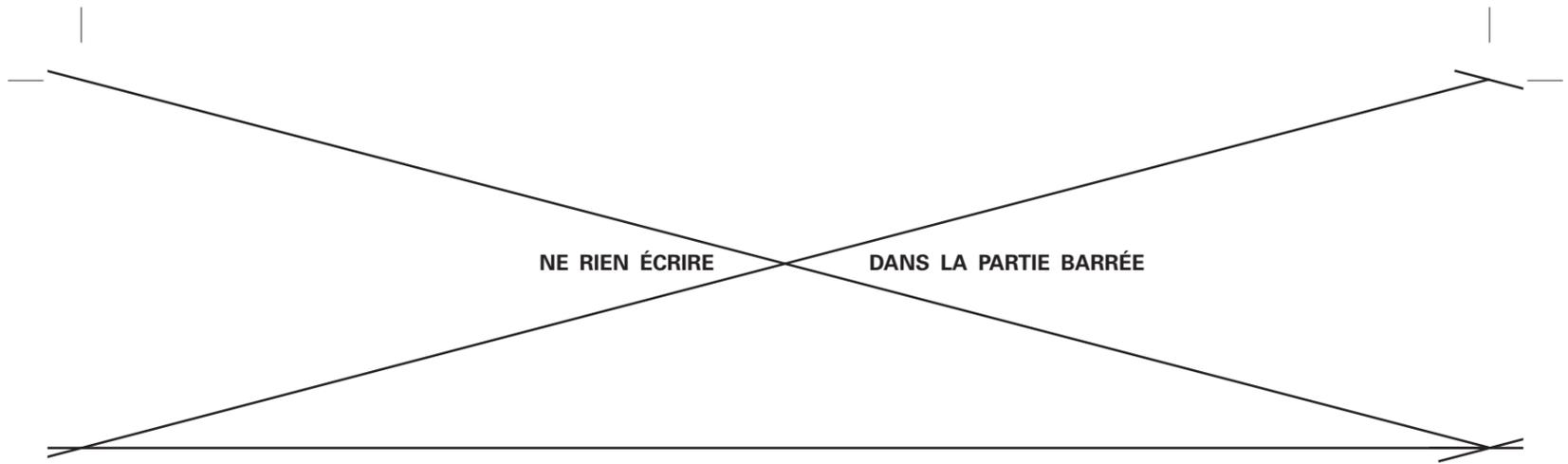
Trajectoire de  $D \in 4 / 3$ :

3. Le basculement du levier de un quart de tour se produit en une demi seconde.

Calculer (en rd/s) la vitesse angulaire  $\omega_{4/3} =$

et sachant que  $CD = 7 \text{ mm}$ , montrer que  $\|\vec{V}_{D \in 4/3}\| = 22 \text{ mm/s}$  environ

Tracer sur la figure le vecteur vitesse  $\vec{V}_{D \in 4/3}$  (1 mm/s sera représenté par 2 mm).



## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

- Sachant que le Levier 4 glisse en D sur l'Embase 1 selon la direction (D, Z), tracer sur la figure le support du vecteur vitesse de glissement  $V_{D \in 4/1}$ .
- Utiliser la relation de composition des vitesses pour déterminer, graphiquement sur la figure, la vitesse de glissement.

$$\vec{V}_{D \in 4/1} =$$

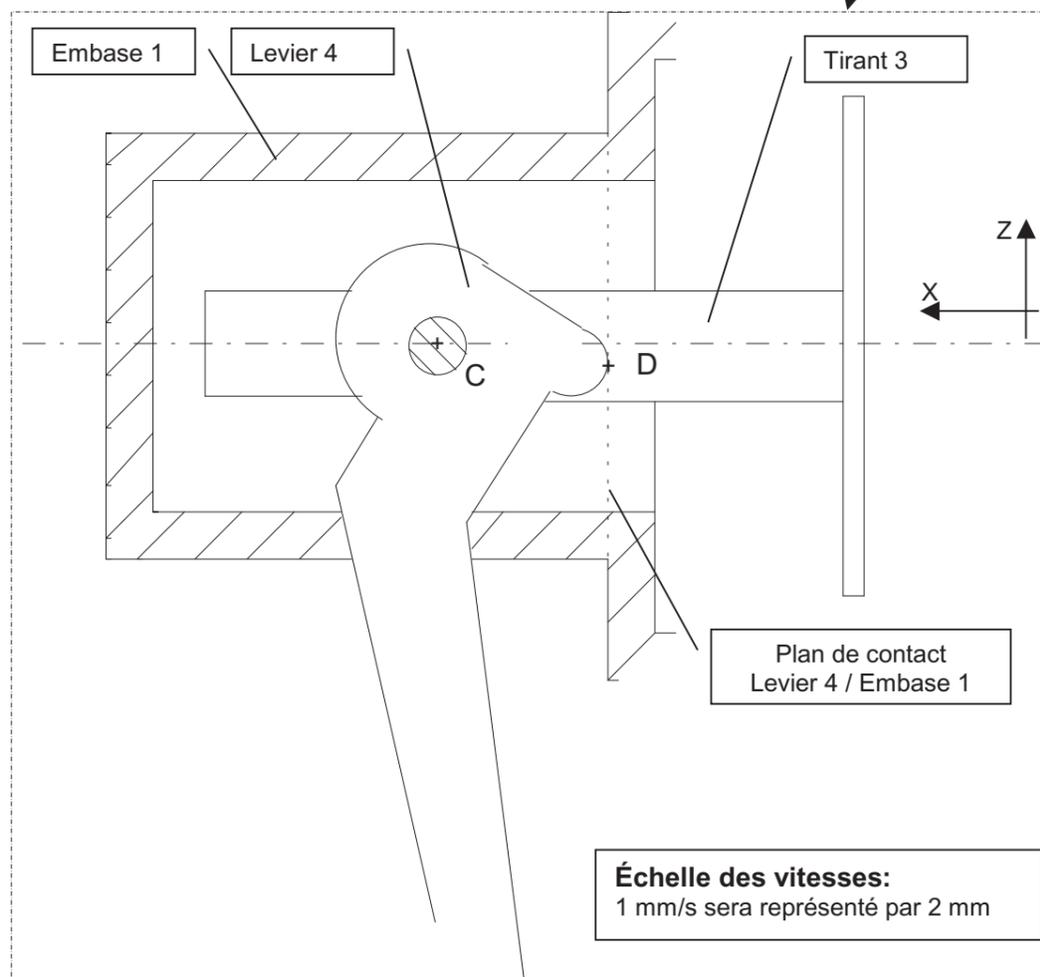
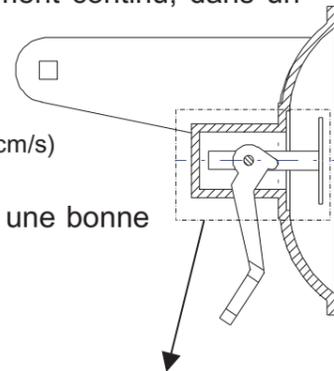
soit graphiquement  $\|\vec{V}_{D \in 4/1}\| =$

- Afin de garantir une bonne tenue à l'usure en fonctionnement continu, dans un contact ABS sur ABS, le produit PV ne devrait pas excéder **3,5 MPa.cm/s**.

Le produit PV se calcule ainsi:  $PV = p_{\text{contact}} \times V_{\text{glissement}}$  (MPa.cm/s)

Déterminer la pression de contact maximale qui permettra une bonne tenue à l'usure en fonctionnement continu:

$$p_{\text{contact Maxi}} =$$

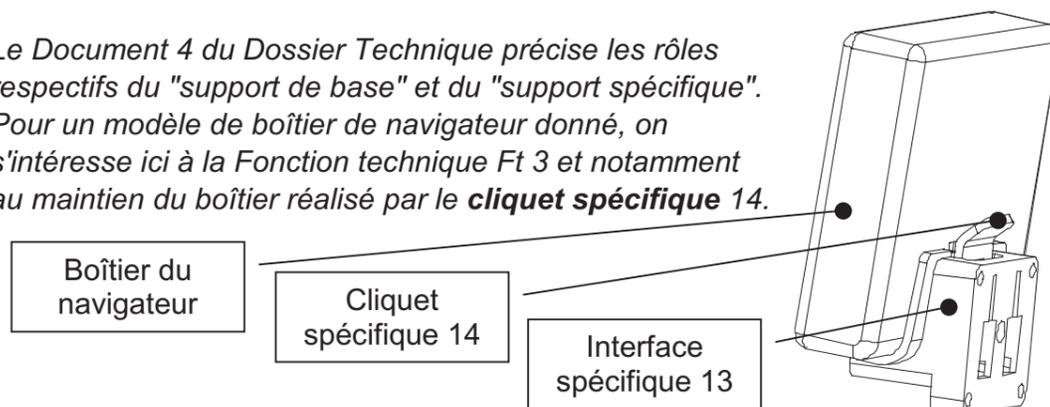


NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

### 3- FONCTIONNEMENT DU CLIQUET SPECIFIQUE 14:

Le Document 4 du Dossier Technique précise les rôles respectifs du "support de base" et du "support spécifique". Pour un modèle de boîtier de navigateur donné, on s'intéresse ici à la Fonction technique Ft 3 et notamment au maintien du boîtier réalisé par le **cliquet spécifique 14**.



Les Documents 11 et 12 du Dossier Technique donnent les résultats d'une étude des déformations et contraintes du cliquet en ABS pour les situations décrites ci-dessous.

Les conditions de bon fonctionnement du cliquet 14 sont :

Lors de l'encliquetage (ou du désencliquetage) du boîtier de navigateur :

- A-** L'action normale maximum de l'utilisateur (Force de 30 N) qui déforme le cliquet doit provoquer un déplacement vertical de la forme en crochet du cliquet supérieur à 1 mm.
- B-** Une action excessive de l'utilisateur (Force de 40 N) ne doit pas détériorer le cliquet. Pour ce type d'application on prend comme Résistance pratique :  **$R_p = 0,6 \times R_{max}$** .

Pour le bon maintien du boîtier de navigateur un déplacement vertical maximum de 0,5 mm de la forme en crochet du cliquet doit être conservé : déformation résiduelle

- C-** Cette déformation résiduelle doit assurer, en réaction, un effort vertical de maintien sur le boîtier supérieur à 2 N.
- D-** Cette déformation résiduelle ne doit pas risquer de détériorer le cliquet. Pour ce type d'application on prend comme Résistance pratique :  **$R_p = 0,6 \times R_{max}$** .

Expliquer ci-dessous si les conditions de bon fonctionnement du cliquet 14 sont vérifiées, et préciser si nécessaires les propriétés du matériau qui seraient nécessaires:

Condition A:

Condition B:

$R_p = \dots\dots\dots$  à  $\dots\dots\dots$  MPa

Condition C:

Condition D:

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

### 4- RELATION PRODUIT – PROCÉDE – MATERIAU :

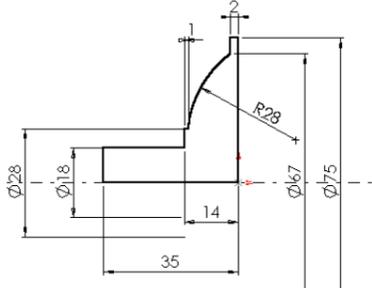
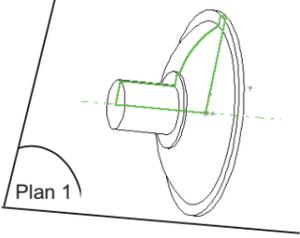
#### 4.1 Modélisation de la forme de l'embase 1:

La "forme fonctionnelle" de l'embase 1 est définie Document 6 du Dossier Technique.  
Cette forme permet de réaliser les fonctions attendues pour la pièce, sans prendre en compte les contraintes liées ni au procédé, ni au matériau envisagé.

La description de la fonction donnée ne se réfère à aucun logiciel de CAO en particulier.

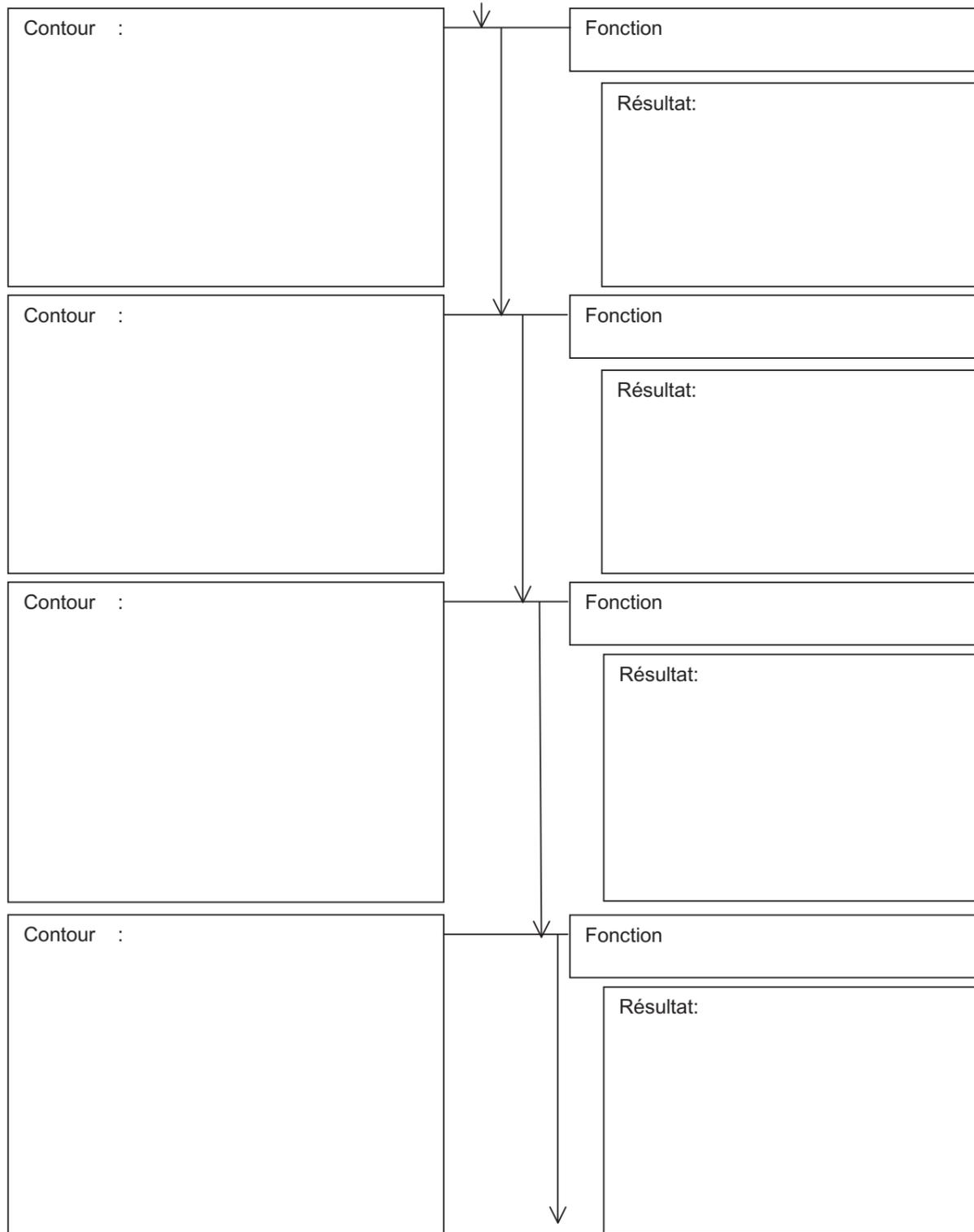
A- Illustrer les étapes nécessaires à la création de cette forme. Compléter les différents cadres ainsi:

- Contour "n": Représenter et coter à main levée les contours utiles à la création des formes : les cotes indiquées seront **exclusivement** celles qui figurent sur le document 6. Les plans ou faces qui contiennent ces contours seront indiqués .
- Fonction: Indiquer avec précision les fonctions qui permettent de créer la forme.
- Résultat: Représenter à main levée la perspective du résultat obtenu. Les plans ou faces qui contiennent les contours y seront repérés au fur et à mesure. Vous pourrez limiter la perspective au voisinage de la forme créée à chaque étape.

Contour 1 : sur le plan 1 (plan de Face) 	Fonction de création d'un volume plein par Révolution de 360° autour d'un axe horizontal
Contour 2 :	Résultat: 
Contour 3 :	Résultat:
	Résultat:

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

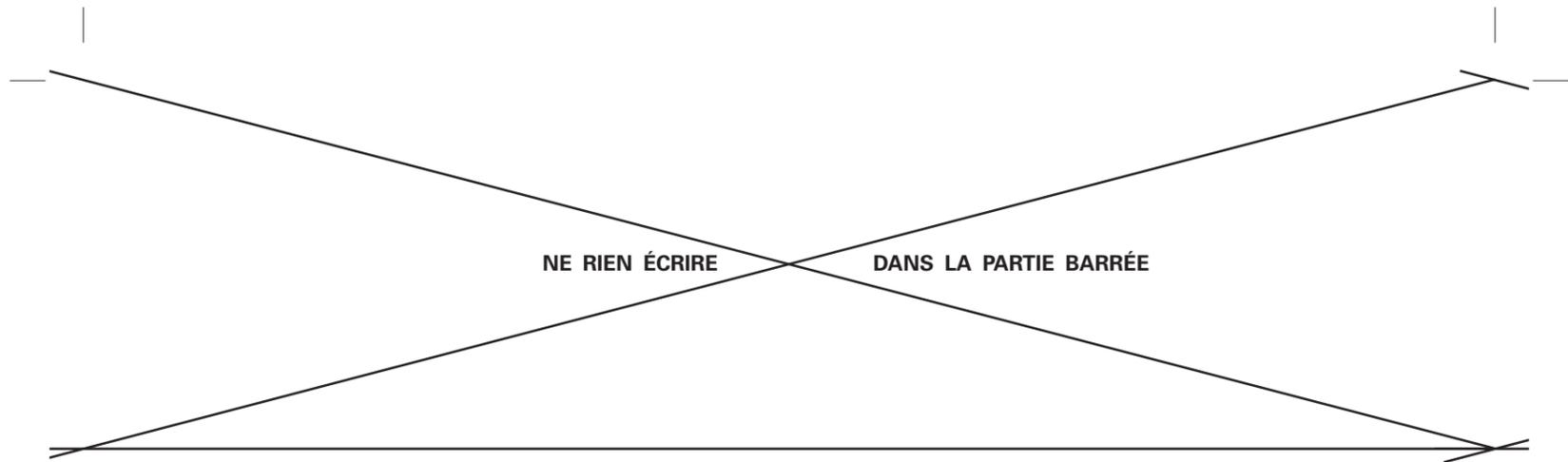
## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER



Suite éventuelle sur copie

- B. **Application sur poste informatique:** Avec le logiciel de CAO, vous appliquerez la méthode de création de la forme de l'embase 1 que vous avez décrite ci-avant. Selon les résultats obtenus, vous pourrez apporter toutes les modifications utiles à l'obtention de la forme attendue et vous mettrez le graphe à jour.

**ATTENTION :** Le fichier sera enregistré sous le nom : **Embase FF**



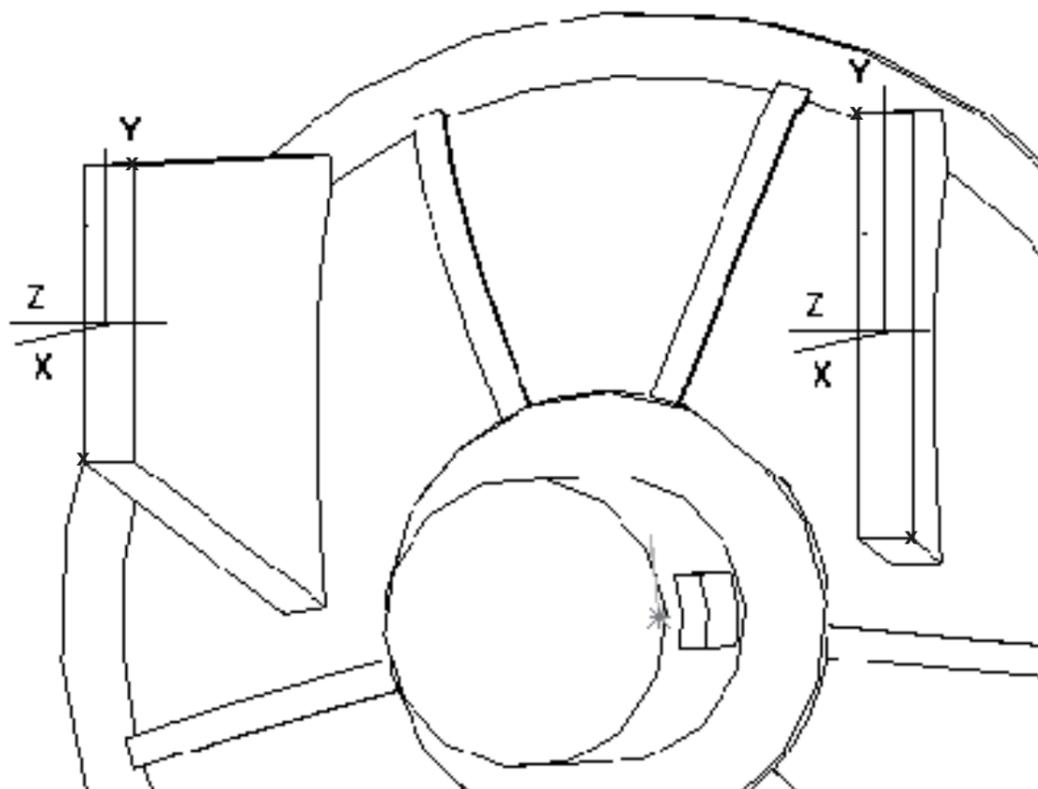
## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

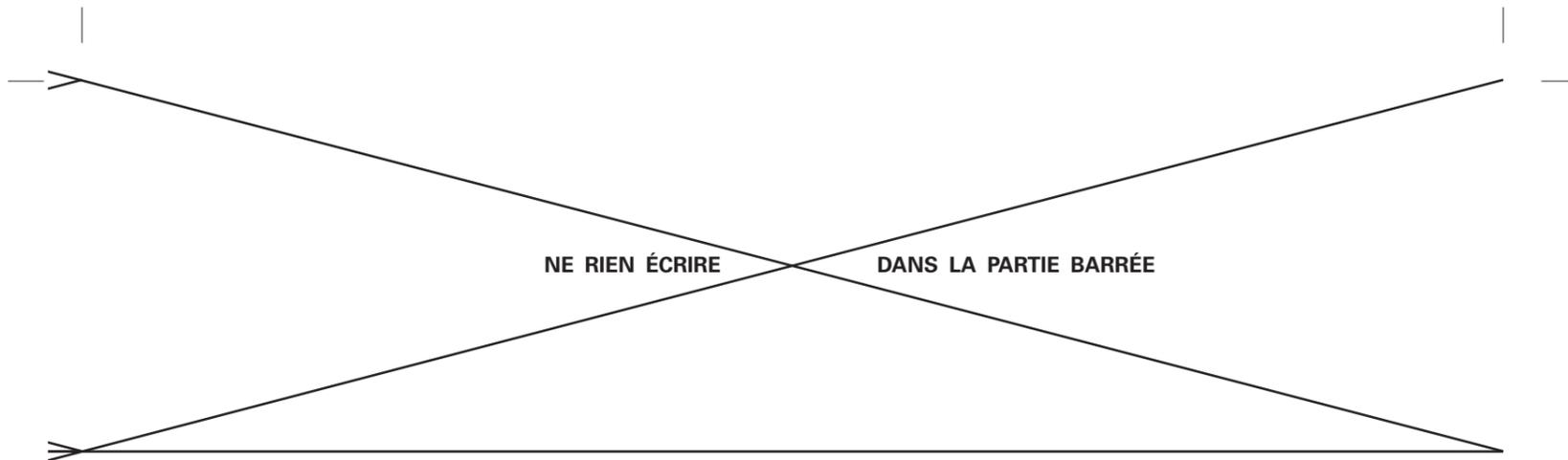
### 4.2 Répartition des contraintes dans l'embase 1:

Le Document 13 du Dossier Technique visualise la répartition des contraintes normales dans l'Embase 1. On pourra remarquer que la valeur de contrainte notée  $7.665 \text{ e-}002 \text{ N/mm}^2$  ( $7.665 \times 10^{-2} \text{ N/mm}^2$ ) est une valeur quasiment nulle.

Sur la perspective ci-dessous:

1. Représenter aux 4 points marqués d'une croix, les vecteurs "contrainte normale" qui agissent en traction et compression sur les sections (S1) et (S2) ( $1 \text{ N/mm}^2$  sera représenté par  $10 \text{ mm}$ ).
2. Ces valeurs de contrainte sont-elles importantes (en regard des propriétés du matériau) ?
3. Sur les sections (S1) et (S2), tracer la direction moyenne qui relie les points où la contrainte normale est nulle (ou quasiment). Ceci correspond à la ligne neutre (ou fibre neutre) de la section.
4. Sur les sections (S1) et (S2), colorier en vert les zones où la valeur absolue de contrainte normale est inférieure à  $2 \text{ N/mm}^2$ .





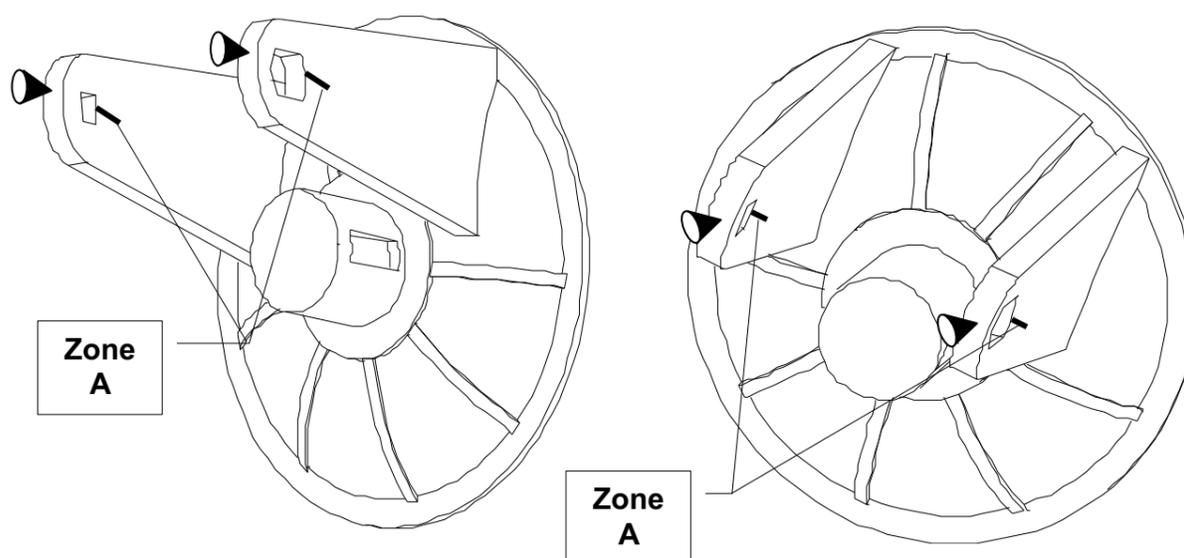
## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

### 4.3 Validation du choix du procédé :

*Le Document 14 du Dossier Technique montre le résultat d'une simulation d'injection réalisée dans le cadre de la pré-étude :*

**En relation avec les résultats de l'étude précédente § 4.2**

1. La qualité matière jugée « moyenne » se situe-t-elle dans des zones particulièrement sollicitées ? Commenter et argumenter votre réponse.
2. Sur la ou les perspectives ci-dessous, et comme cela a été fait pour la zone A, compléter le repérage des zones où des lignes de soudure peuvent se former.



3. A part pour la zone A, ces lignes de soudure se situent-elles dans des zones où leur présence peut-être néfaste à la tenue mécanique de la pièce ? Commenter et argumenter votre réponse.

NE RIEN ÉCRIRE DANS LA PARTIE BARRÉE

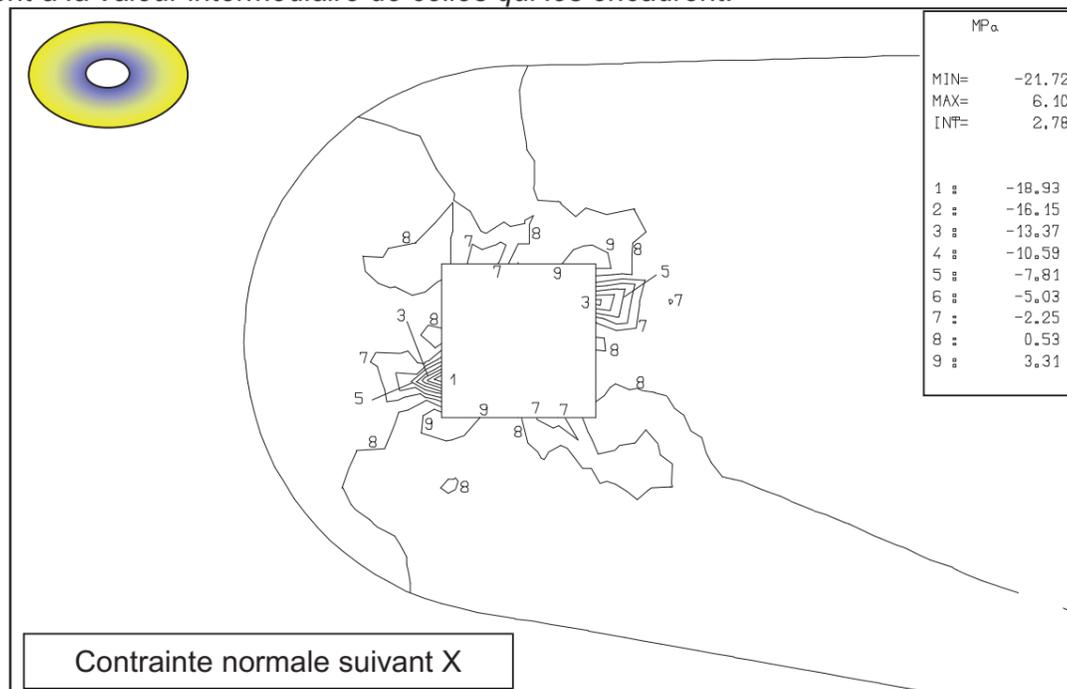
## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

Lors du blocage de la liaison pivot entre l'embase 1 et le bras 7, le moment de serrage que l'utilisateur exerce sur le bouton 11 est transmis par le boulon 8 au niveau de l'évidement de forme carrée. Cela crée localement des contraintes autour de cette zone.

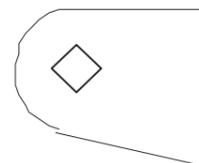
L'illustration ci-dessous visualise ces contraintes normales locales sous forme d'isolignes.

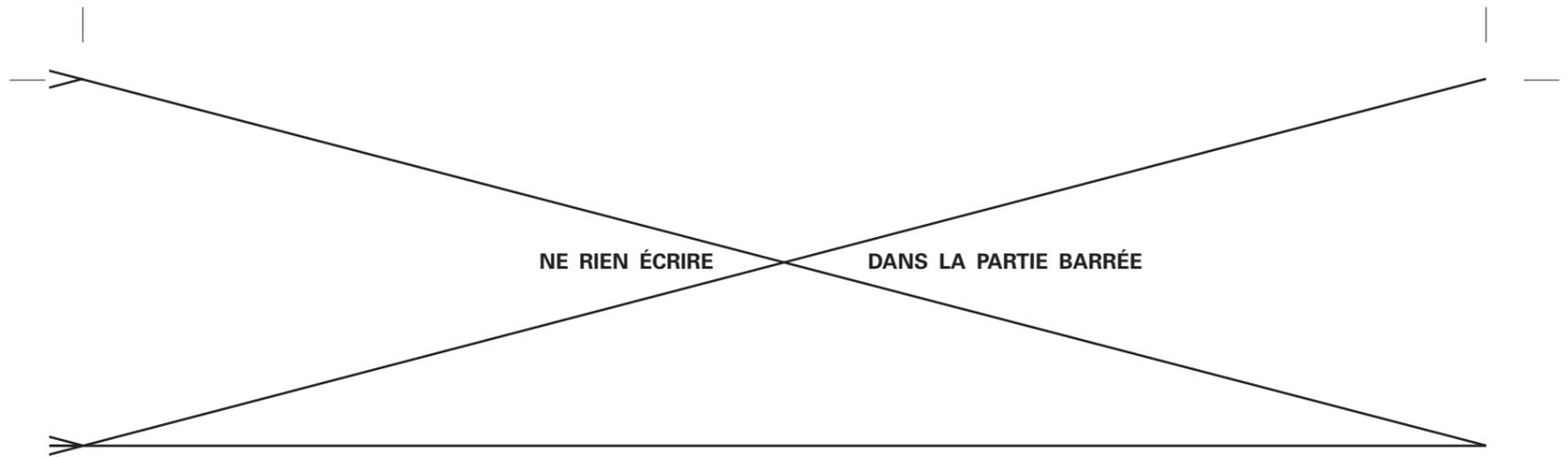
Les isolignes sont des lignes qui relient les points de la pièce où la valeur de la contrainte est la même.

La numérotation de ces lignes renvoie à la légende. Celles qui ne sont pas numérotées se situent à la valeur intermédiaire de celles qui les encadrent.



4. Sur l'illustration ci-dessus, reporter la ligne de soudure relative à la zone A et repérer en rouge clair les zones « tendues » et en bleu clair celles qui sont « comprimées ».
5. Expliquer ainsi de quelle façon peut se comporter la matière de part et d'autre de cette ligne de soudure ?
6. Le changement d'orientation du trou carré, comme cela est montré sur la figure ci-contre, peut-il améliorer la tenue de la pièce dans cette zone ? Commenter et argumenter votre réponse.
7. Que peut-on dire de l'orientation de l'évidement équivalent sur l'autre « patte » ?





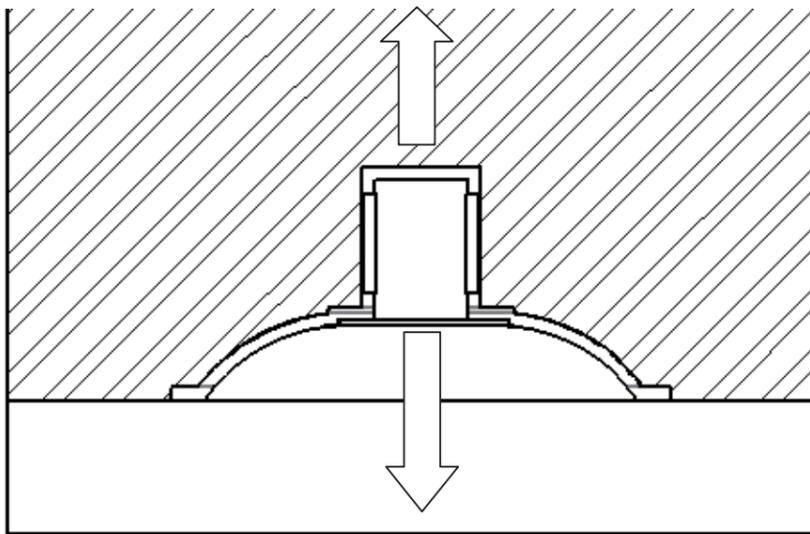
## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

### 4.4 Adaptation des formes au procédé:

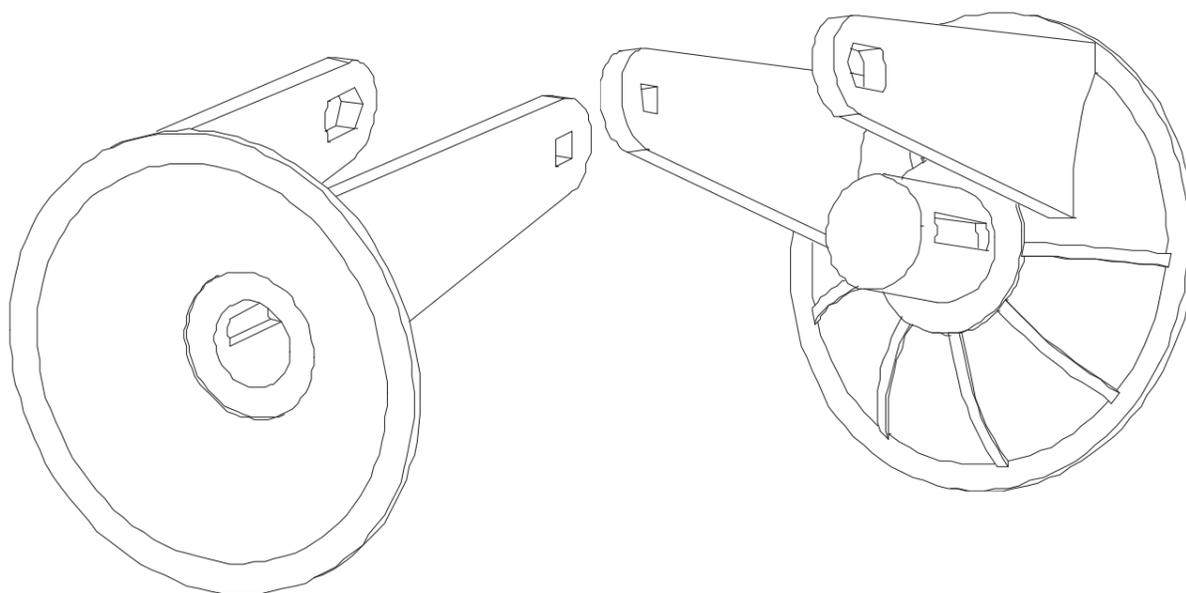
La "forme fonctionnelle" de l'embase 1 est définie Document 6 du Dossier Technique. Cette forme permet de réaliser les fonctions attendues, sans prendre en compte les contraintes liées ni au procédé, ni au matériau envisagé.

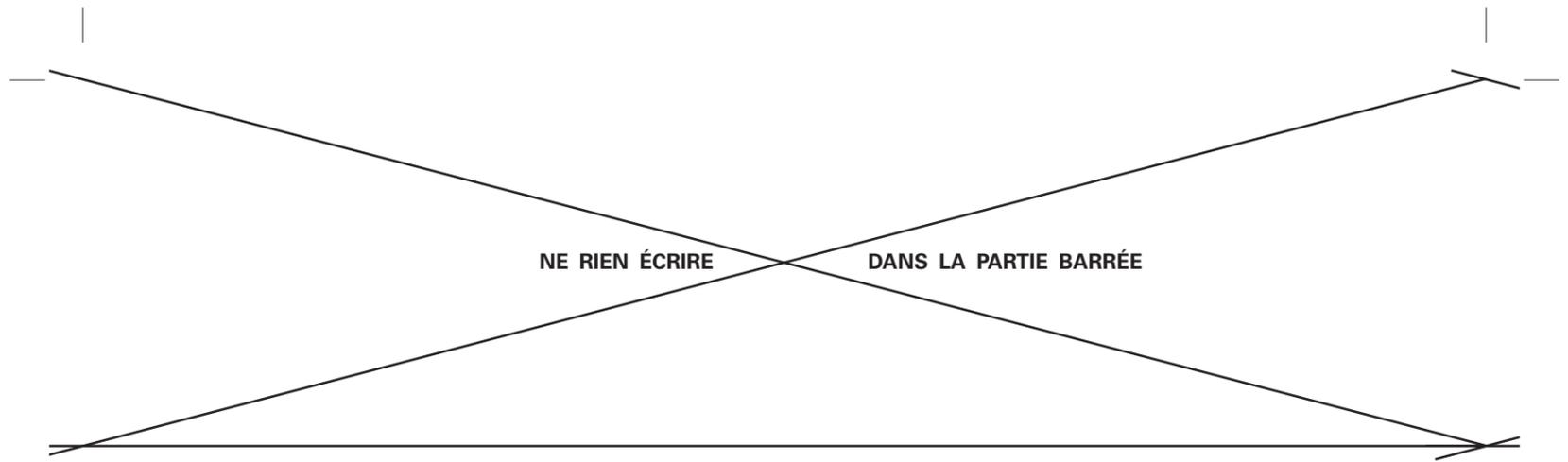
Le principe de moulage de l'embase 1 est illustré Document 15 du Dossier technique, il ne tient pas compte des répartitions entre partie mobile et partie fixe ni des adaptations de forme qui pourraient être utiles.

1. Sur l'illustration ci-dessous colorier en jaune l'intérieur de l'empreinte et, en prenant en compte la future dépouille, entourer en rouge les zones qui ne démouleront pas (contre dépouille).



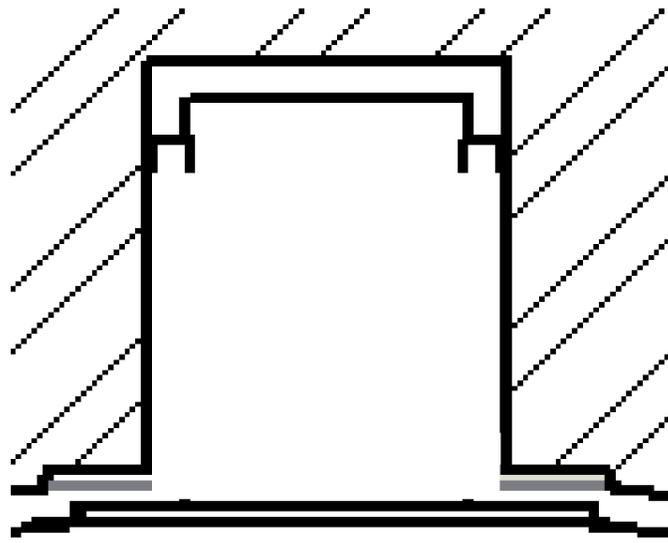
2. Repérer sur les vues ci-dessous les formes de la pièce qui ne démouleront pas.



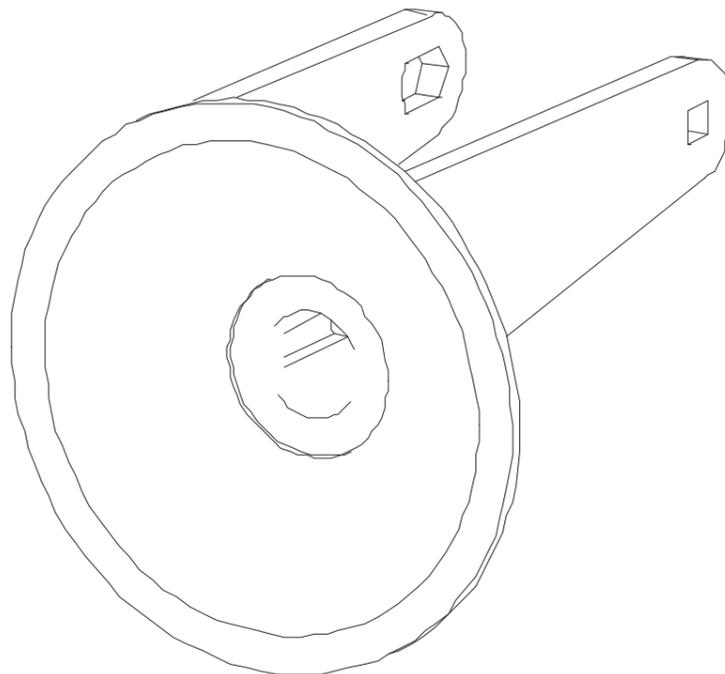


## SUPPORT DE NAVIGATEUR ROUTIER

3. Sur l'illustration ci-dessous, représenter les modifications de forme du moule qui permettront le démoulage de cette partie de la pièce.



4. Représenter sur la vue ci-dessous la nouvelle forme de la pièce ainsi obtenue.



5. Avec le logiciel de CAO, vous reprendrez le fichier Embase FF créé dans la partie 4.1-B, et vous appliquerez votre modification de la forme fonctionnelle de l'embase.  
**ATTENTION** : Le fichier obtenu sera enregistré sous le nouveau nom : **Embase FA**

De plus vous appliquerez à la pièce les dépouilles (1 degré) et les arrondis et congés (Rayon 0,25 mm minimum). Vous veillerez à obtenir une épaisseur sensiblement constante.