

BACCALAUREAT TECHNOLOGIQUE
SERIE SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES
Génie Mécanique Option A et B

SESSION 2006

LEVE-VITRE DE 407

Epreuve : Etude des constructions

Durée : 6 Heures

Coefficient : 8

AUCUN DOCUMENT AUTORISÉ

MOYENS DE CALCUL AUTORISÉS

Calculatrice de poches y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (conformément à la circulaire 99-186 du 16 novembre 1999)

Ce sujet comprend 3 dossiers de couleurs différentes :

- **Dossier Technique (DT1 à DT13)jaune**
- **Dossier Travail demandé (pages TD1/10 à TD13/13)vert**
- **Dossier Documents Réponses (DR1 à DR7)blanc**

Les candidats rédigeront les réponses sur les « Documents Réponses » prévus à cet effet.
Les Documents Réponses seront insérés et agrafés dans une feuille de copie double officielle.

Tous les documents réponses, même vierges, sont à remettre en fin d'épreuve.

DOSSIER DOCUMENTS TECHNIQUES

Ce dossier comporte 13 documents numérotés de DT1 à DT13 :

DT1 : Présentation / Enoncé du besoin

DT2 : Graphe des fonctions / Tableau des fonctions

DT3 : FAST partiel

DT4 : Principe de fonctionnement manuel

DT5 : Principe de fonctionnement électrique/Chaîne de puissance/ Détail FT122^(*)

DT6 : Détail FT21^(*)

DT7 : Détail FT21^(*)/ Détail FT121(FT20)

DT8 : Détail FT200

DT9 : Para métrages des grandeurs intervenant dans la fonction FT12

DT10 : Paramétrage des éléments géométriques intervenant dans FT21^(*)

DT11 : Photos/ maquette numérique/ Schéma plan

DT12 : Mise en plan du boîtier frein FT21^(*)

DT13 : Cartographie de la répartition de contrainte sur la zone FT1242 du patin 9

LEVE-VITRE DE 407

1 - Présentation

Le marché des lève-vitres



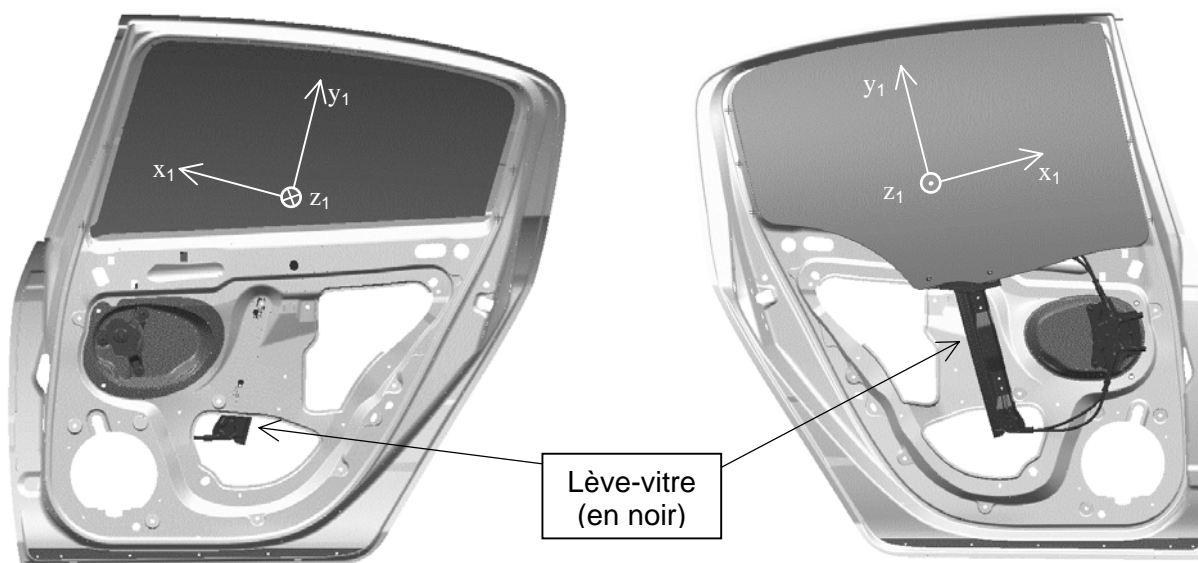
Le marché des lève-vitres en Europe s'élève à environ 1,2 milliards € pour un volume d'environ 50 millions de pièces.

La société allemande Brose, qui produit le lève-vitre objet de l'étude, estime sa part de marché à environ 50% en Europe, soit un chiffre d'affaires d'environ 600 millions €.

Le système conçu par Brose se retrouve sur de nombreux modèles actuels de toutes marques (Mercedes, Citroën...).

Dans ce dossier il est présenté implanté sur une porte arrière de la Peugeot 407.

Implantation dans la portière



Vue d'ensemble de l'implantation du mécanisme depuis « l'intérieur » du véhicule (garnitures et manivelle enlevées).

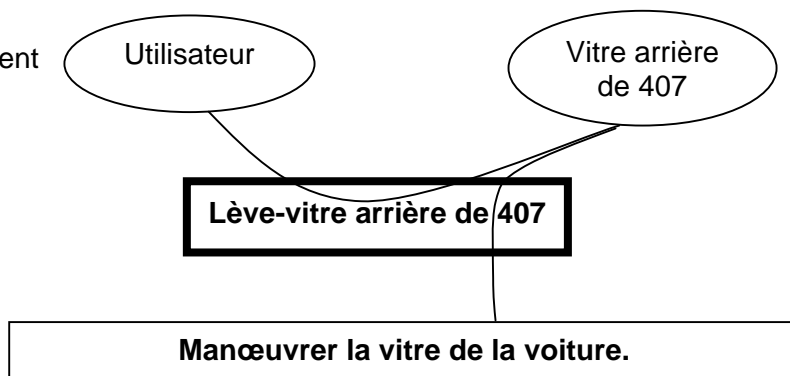
Vue d'ensemble de l'implantation du mécanisme depuis « l'extérieur » du véhicule (panneau de porte enlevé).

2 – Analyse fonctionnelle

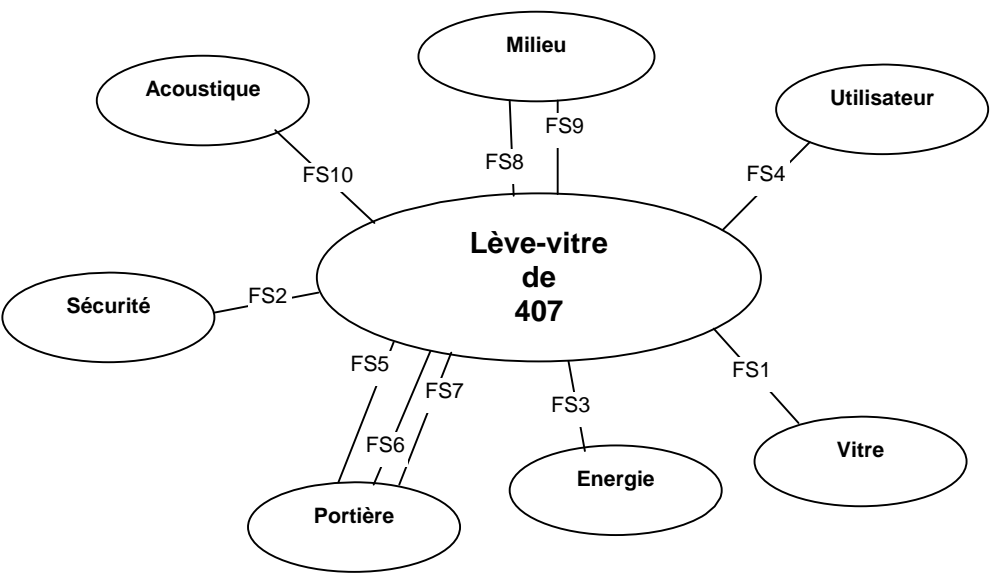
2-1 – Enoncé du besoin.

Deux phases de fonctionnement sont distinguées :

- fonctionnement manuel
- fonctionnement électrique



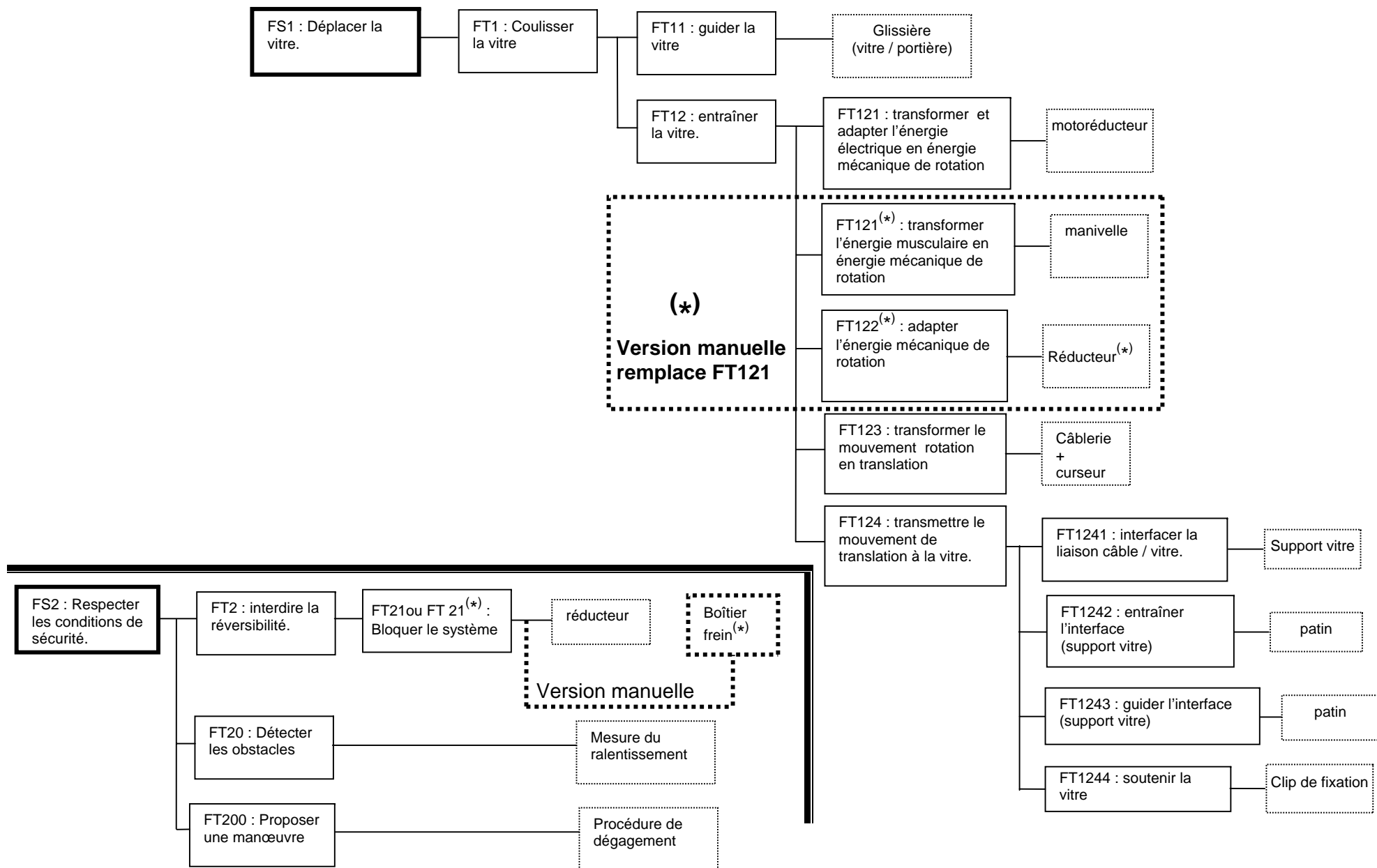
2-2 - Graphe des fonctions (point de vue système).



2-3 - Fonctions de service prises en compte lors du développement du lève-vitre

FS1	DEPLACER la <i>vitre</i>
FS2	RESPECTER les <i>conditions</i> de sécurité
FS3	UTILISER l' <i>énergie</i> électrique disponible
FS4 ^(*)	UTILISER l' <i>énergie</i> manuelle.- ^(*) version manuelle
FS5	UTILISER une <i>portière</i> de 407
FS56	FACILITER la <i>maintenance</i>
FS7	INTEGRER Le <i>design</i>
FS8	RESISTER aux <i>efforts</i> de fonctionnement
FS9	RESISTER aux <i>conditions</i> climatiques
FS10	LIMITER les <i>bruits</i> de fonctionnement

2-4 - FAST partiel des fonctions de service FS1 et FS2 sur les versions motorisée et manuelle.



3 - Principe de fonctionnement.

3-1 - Fonctionnement manuel

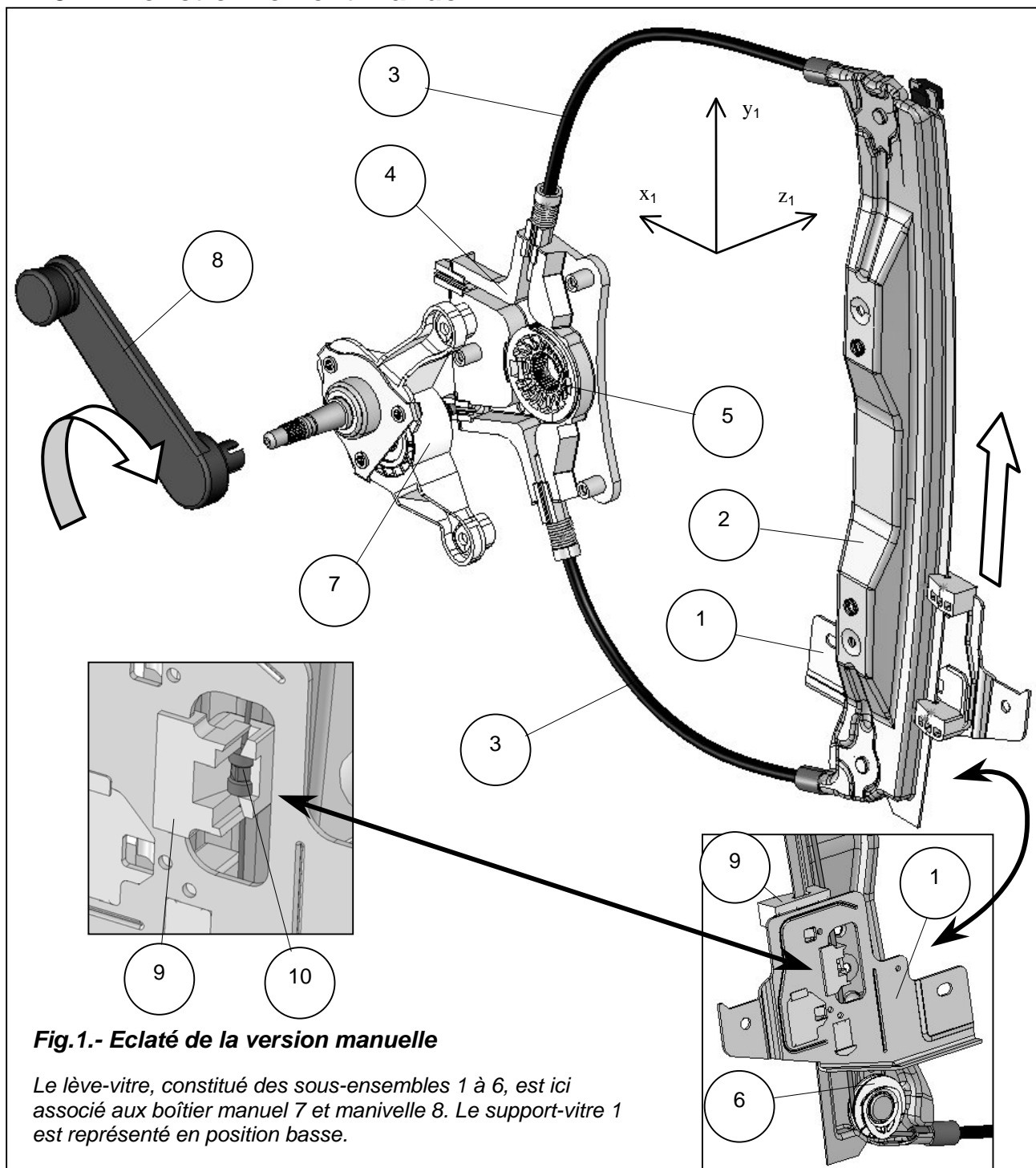


Fig.1.- Eclaté de la version manuelle

Le lève-vitre, constitué des sous-ensembles 1 à 6, est ici associé aux boîtier manuel 7 et manivelle 8. Le support-vitre 1 est représenté en position basse.

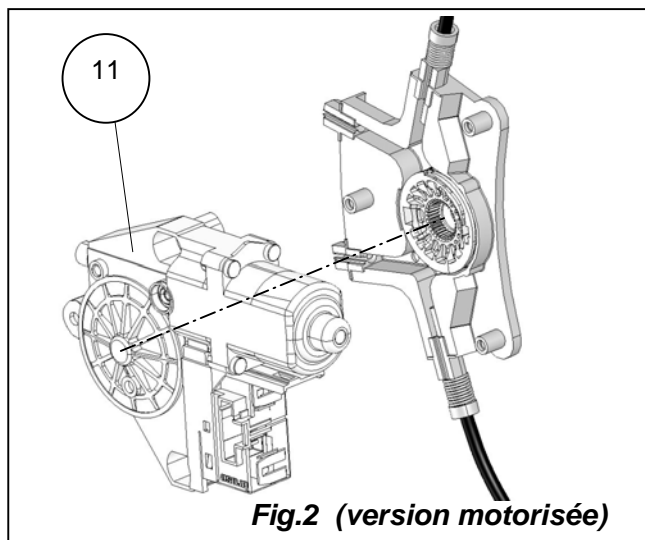
Le couple nécessaire au levage de la vitre est appliqué sur le **tambour 5** par l'opérateur via la **manivelle 8** et le **boîtier réducteur-frein 7**.

Le tambour, en liaison pivot avec le **carter 4**, entraîne un câble dont le guidage est assuré par des **gaines semi-rigides 3**⁽¹⁾, puis par les **poulies de renvoi 6** se trouvant aux deux extrémités du **rail de guidage 2**.

Le déplacement du câble entraîne le déplacement du **support-vitre 1** supportant la vitre (non représentée) par l'intermédiaire du **curseur 10**, solidaire du câble, clipé dans le **patin de support 9** (Cf. détails). Le patin 9 sert également au support 10 d'élément de guidage le long du rail 2.

⁽¹⁾ système utilisé pour les câbles de freins de vélo

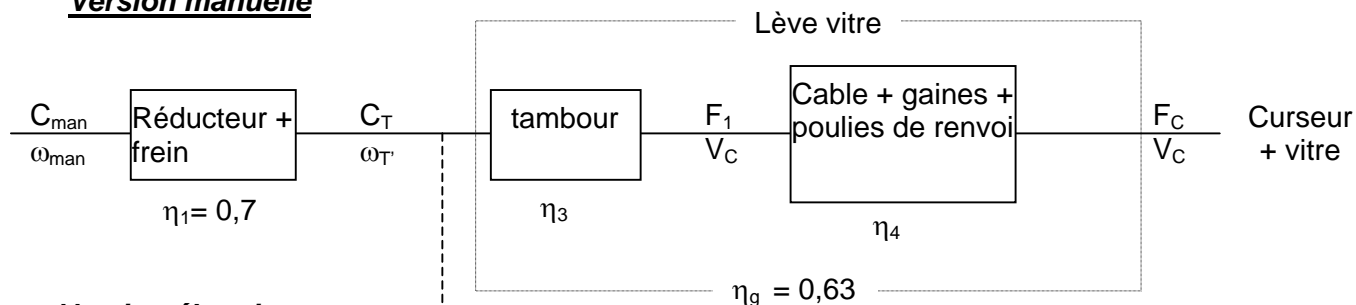
3-2 - Fonctionnement électrique



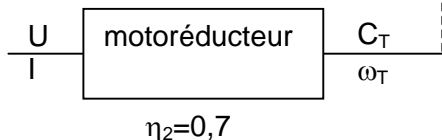
Selon les modèles, le lève-vitre arrière peut être associé à un **motoréducteur 11** qui remplace l'ensemble {7+8} de la version manuelle.

3-3 - Chaîne de transmission de puissance

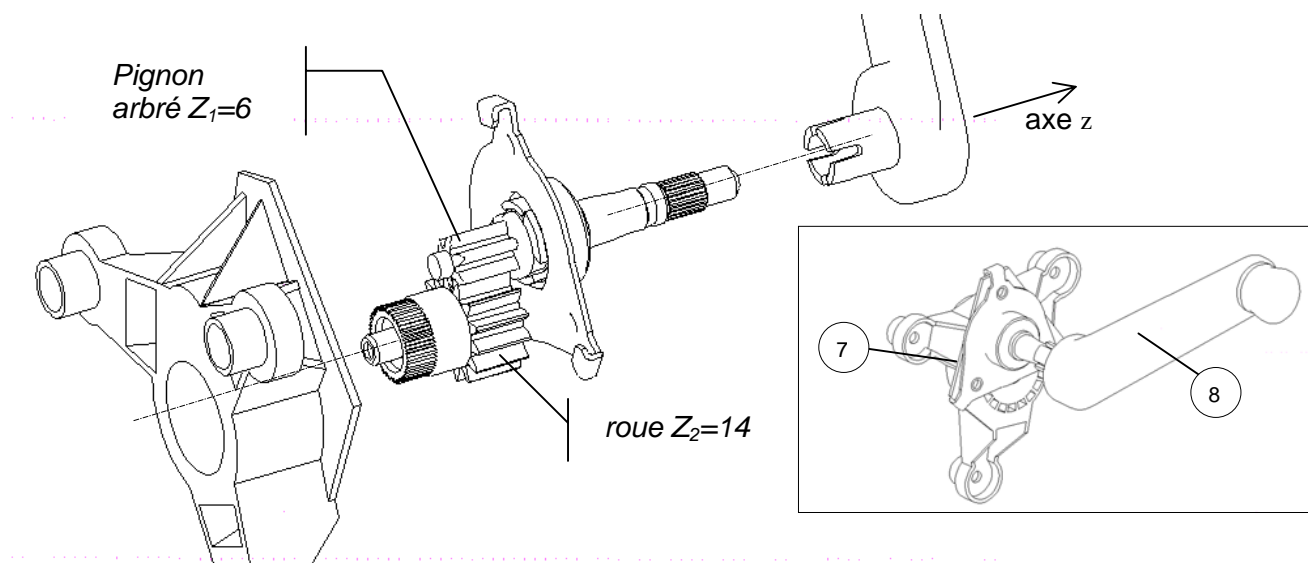
Version manuelle



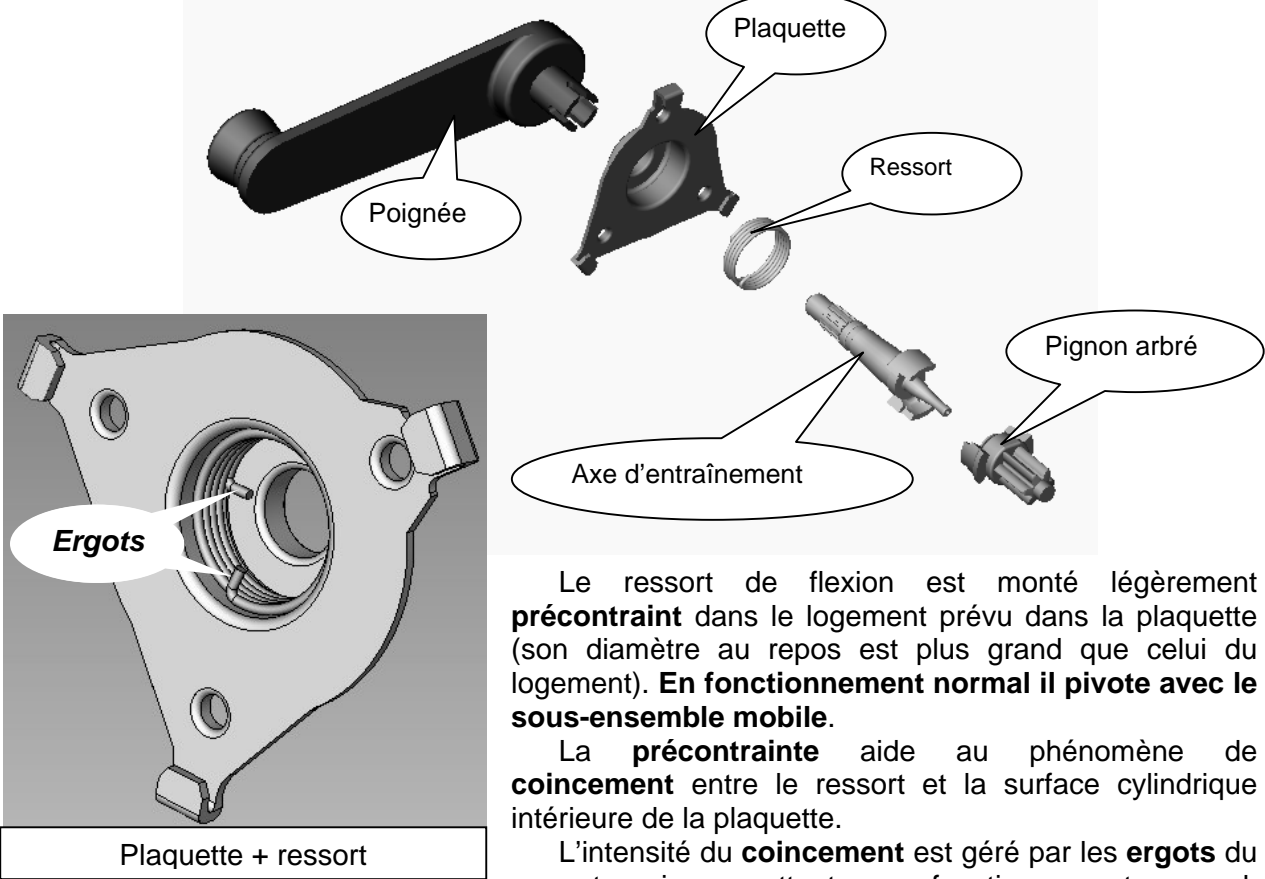
Version électrique



3-4 Détail de la fonction technique FT122(*) ((*) :version manuelle).



3-5 Détail de la fonction technique FT21(*).



Le ressort de flexion est monté légèrement **précontraint** dans le logement prévu dans la plaquette (son diamètre au repos est plus grand que celui du logement). **En fonctionnement normal il pivote avec le sous-ensemble mobile.**

La **précontrainte** aide au phénomène de **coincement** entre le ressort et la surface cylindrique intérieure de la plaquette.

L'intensité du **coincement** est gérée par les **ergots** du ressort qui permettent, en fonctionnement normal, l'entraînement du ressort en rotation. Selon le sens du mouvement de rotation de l'ensemble (levée ou descente de vitre) et selon la pièce d'entraînement (axe ou pignon), le **ressort** va pivoter en **glissant** dans le logement ou se **bloquer**. **En fonctionnement normal, les ergots du ressort sont pilotés par les surfaces correspondantes de l'axe d'entraînement.**

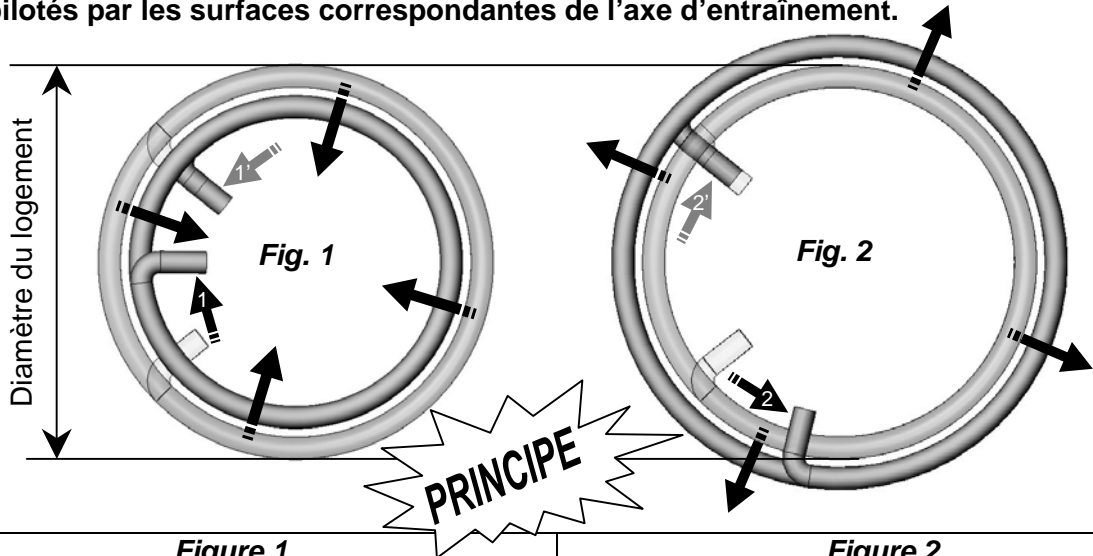
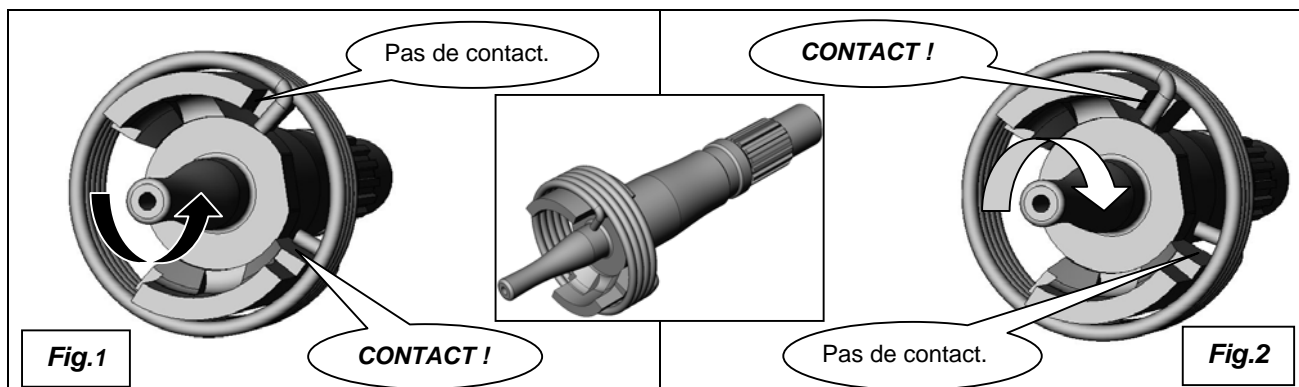
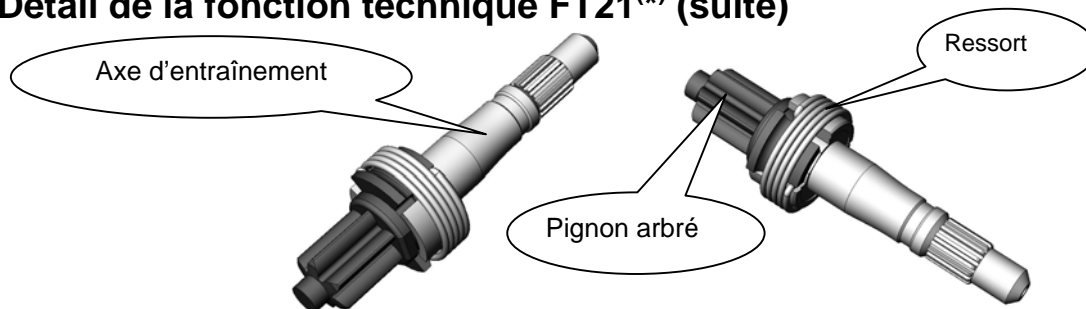


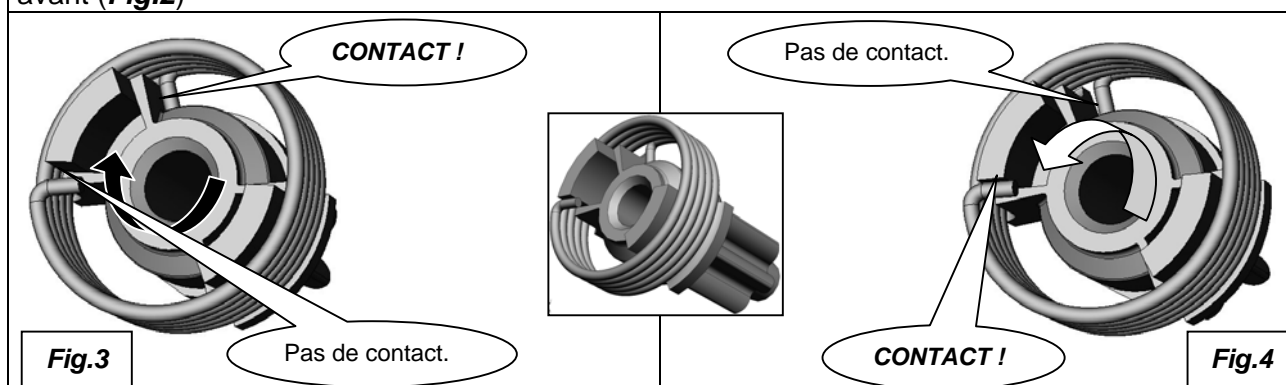
Figure 1	Figure 2
Lorsque l'on rapproche angulairement les deux ergots (face avant :1 ; face arrière :1'), le ressort a tendance à s'enrouler sur lui-même. Donc son diamètre diminue .	Lorsque l'on éloigne angulairement les deux ergots (face avant :2 ; face arrière :2'), le ressort a tendance à se dérouler autour de lui-même. Donc son diamètre augmente .

Dans la mesure où le ressort est **freiné** en rotation (précontrainte) par l'**adhérence** dans le **logement** de la plaquette, il suffit d'agir uniquement sur un seul des deux ergots pour obtenir la tendance à la déformation.

Détail de la fonction technique FT21^(*) (suite)



Il existe entre le **ressort** et l'**axe d'entraînement** un battement **angulaire** permettant, selon le sens de rotation de l'axe, d'obtenir un contact **soit** avec l'ergot arrière (**Fig.1**) **soit** avec l'ergot avant (**Fig.2**)



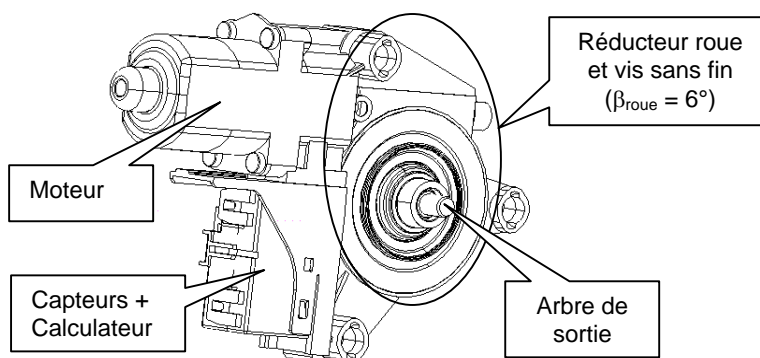
Il existe entre le **ressort** et le **pignon arbré** un battement **angulaire** permettant, selon le sens de rotation du pignon, d'obtenir un contact **soit** avec l'ergot avant (**Fig.3**) **soit** avec l'ergot arrière (**Fig.4**)

Il existe aussi entre l'**axe d'entraînement** et le **pignon arbré** un battement **angulaire** permettant **exclusivement** au ressort d'être entraîné par l'axe **ou** le pignon :

OU **axe d'entraînement (menant) \Rightarrow ressort \Rightarrow pignon (si décroincement du ressort)**
pignon (menant) \Rightarrow ressort \Rightarrow axe d'entraînement (si décroincement du ressort)

3-6 Détail de la fonction technique FT121 (et FT20).

Le motoréducteur est équipé de capteurs à effet hall qui permettent de connaître la position angulaire de l'arbre moteur à tout instant, ainsi que sa vitesse angulaire, grâce au calculateur intégré.



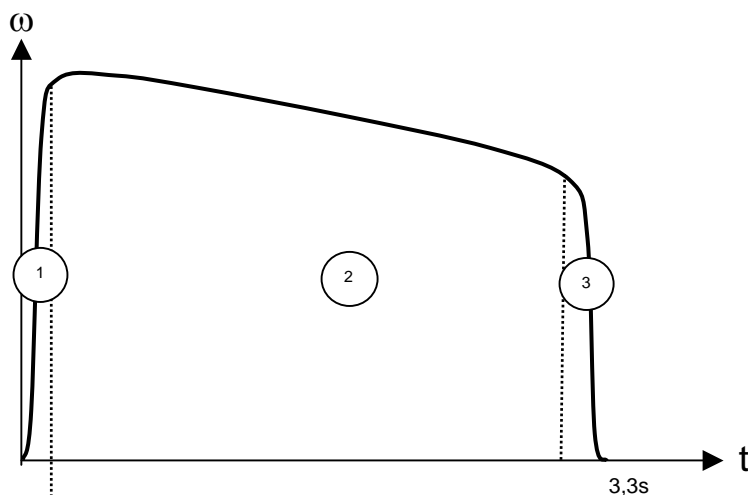
3-7 Détail de la fonction technique FT200.

Lorsque le calculateur détecte une variation significative⁽¹⁾ de la vitesse angulaire lors de la phase de levée, il déclenche alors l'inversion du sens de rotation de l'arbre moteur, entraînant alors la descente de la vitre sur environ 200 mm.

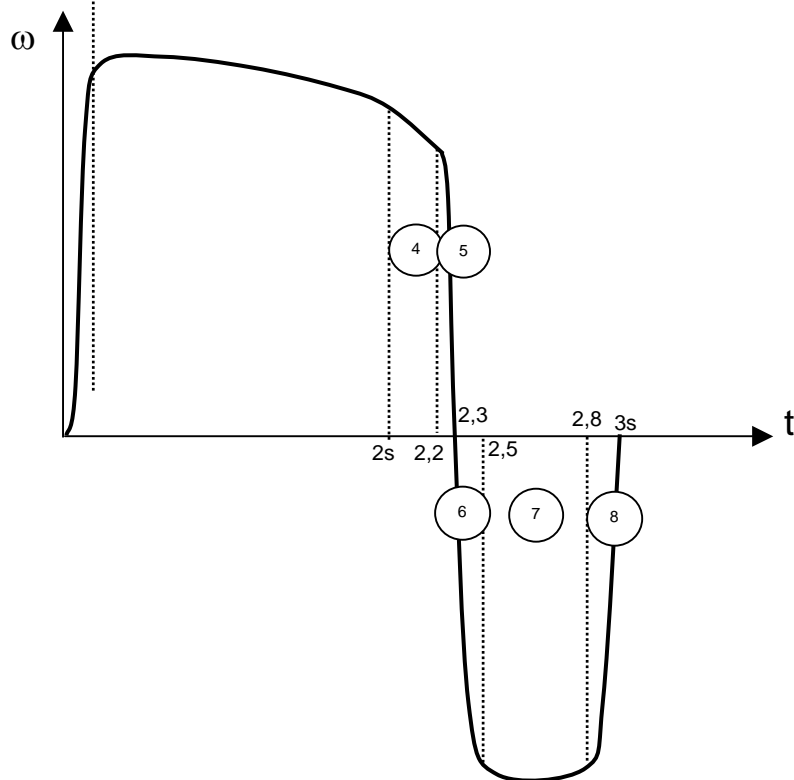
Les graphes ci-dessous donnent les variations de la vitesse angulaire sur l'arbre de sortie du motoréducteur en fonction du temps dans les deux cas suivants :

- levée de vitre « normale ».- Courbe C1
- levée de vitre avec rencontre d'obstacle et procédure de dégagement.- courbe C2

⁽¹⁾ un algorithme de calcul relativement complexe permet de savoir si la variation de vitesse enregistrée correspond bien à la rencontre d'un obstacle.



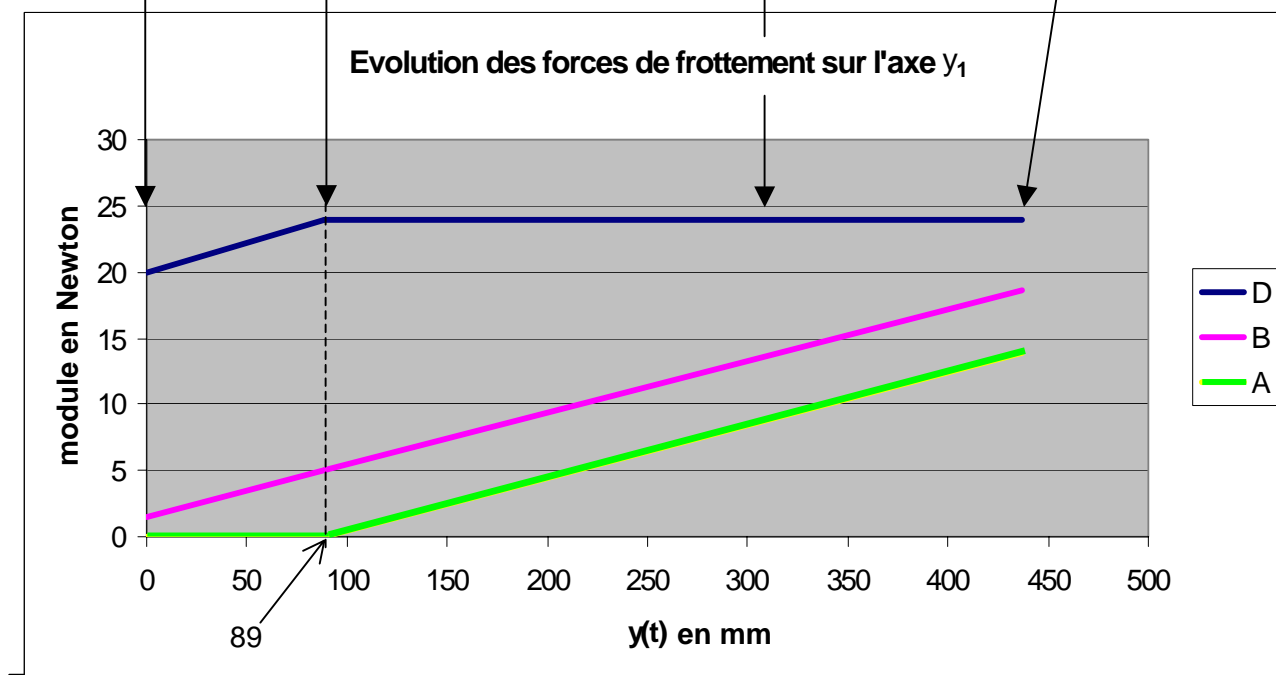
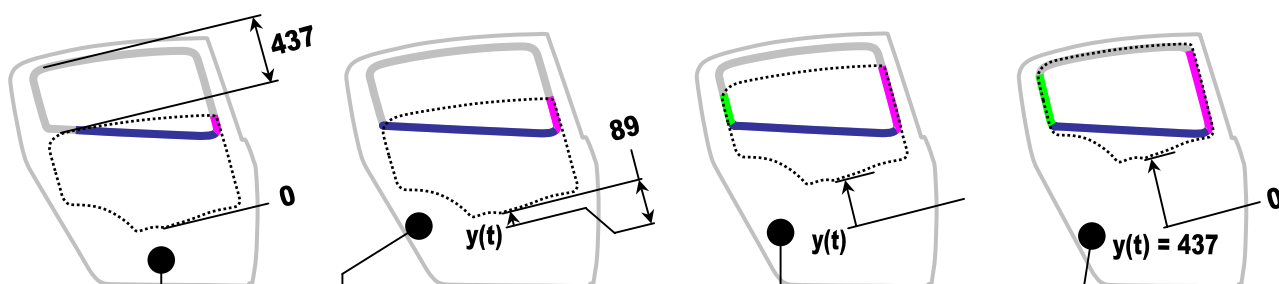
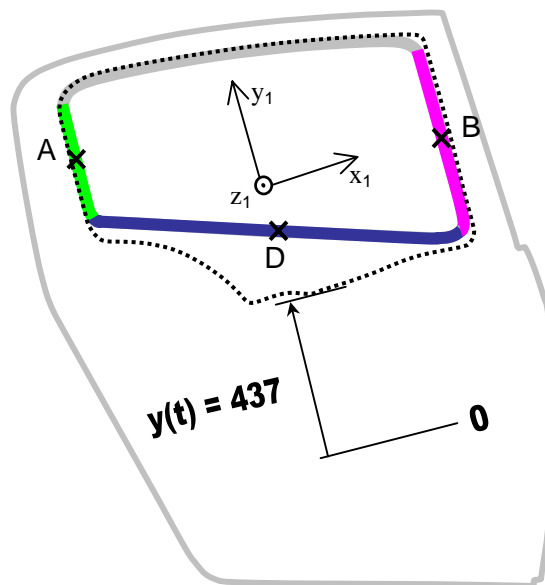
C1 - Vitesse angulaire en sortie de motoréducteur pendant la levée de vitre.



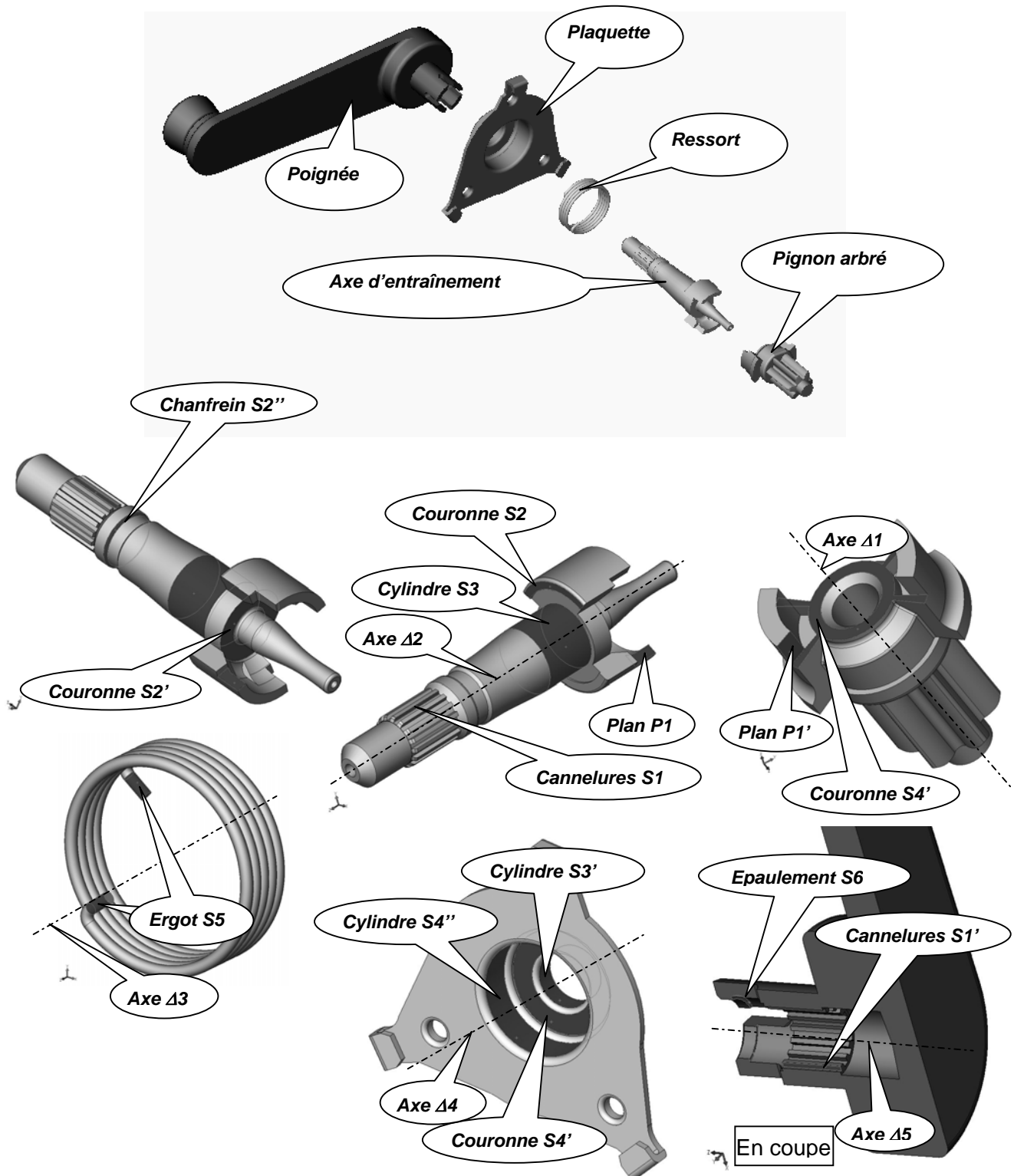
C2 - Vitesse angulaire en sortie de motoréducteur pendant la levée de vitre, avec rencontre d'obstacle.

3-8 Evolution de l'intensité des forces (en N) de frottement $\|\vec{A}_{1 \rightarrow S}\|$, $\|\vec{B}_{2 \rightarrow S}\|$ et $\|\vec{D}_{4 \rightarrow S}\|$ intervenant dans la fonction technique FT12

Les points **A**, **B** et **D** se trouvent à **tout moment** au **milieu** des **LONGUEURS** engagées.



3-9 Éléments géométriques intervenant dans la mise en place des contraintes d'assemblage relatives à la fonction technique FT21(*)



Lève-vitre de 407

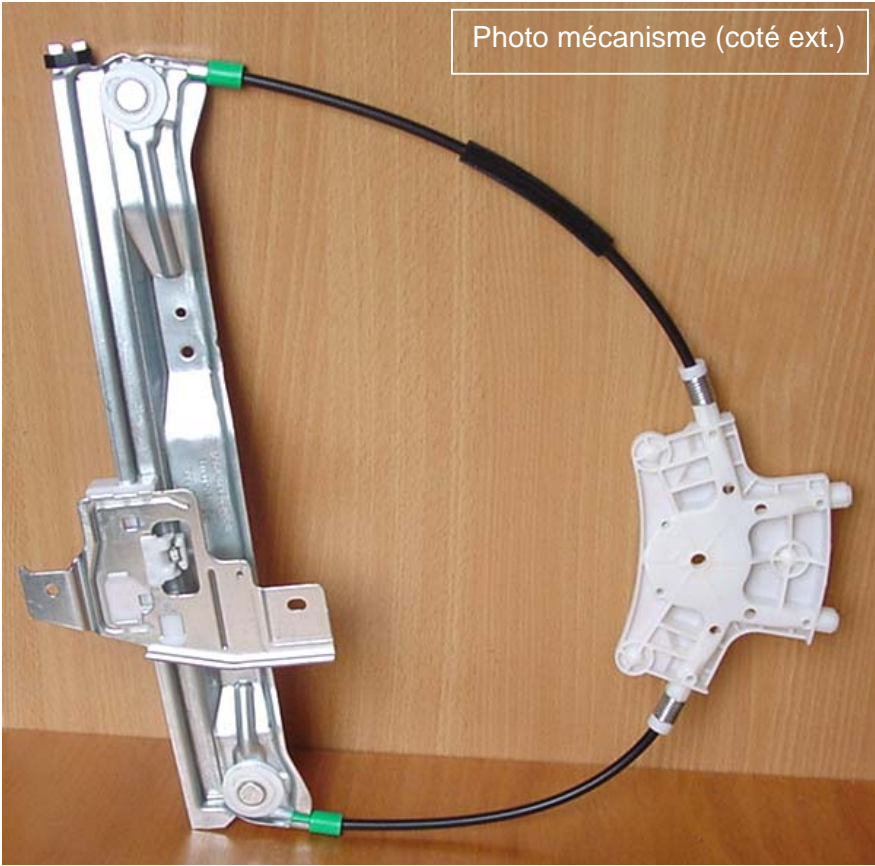


Photo mécanisme (coté ext.)

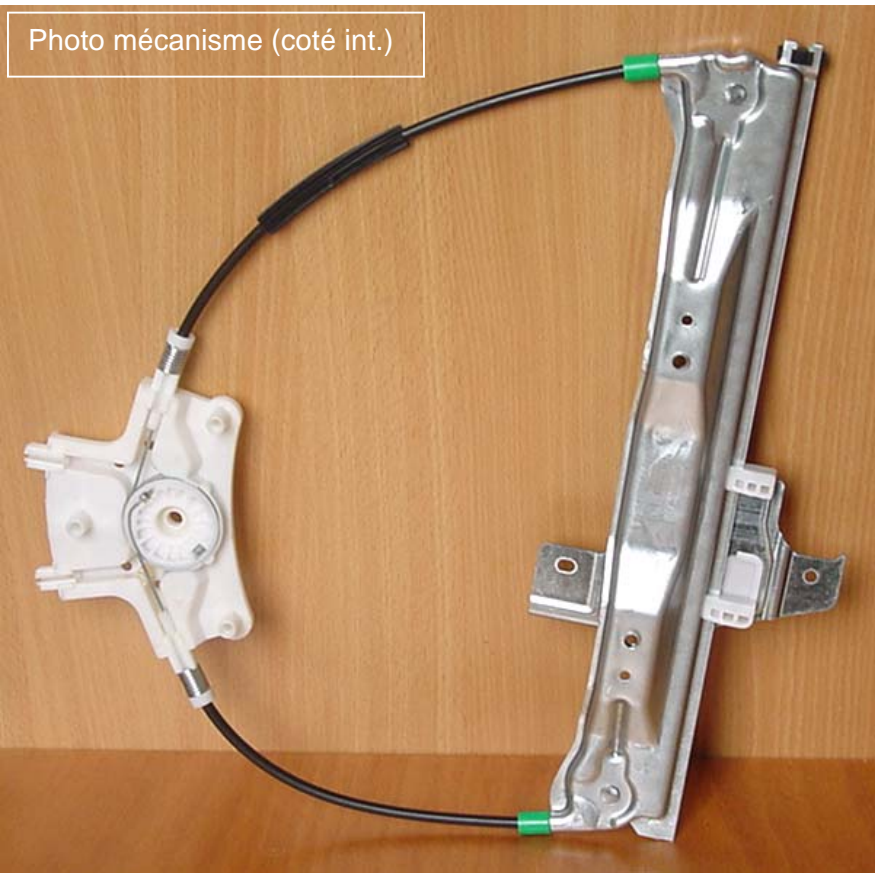
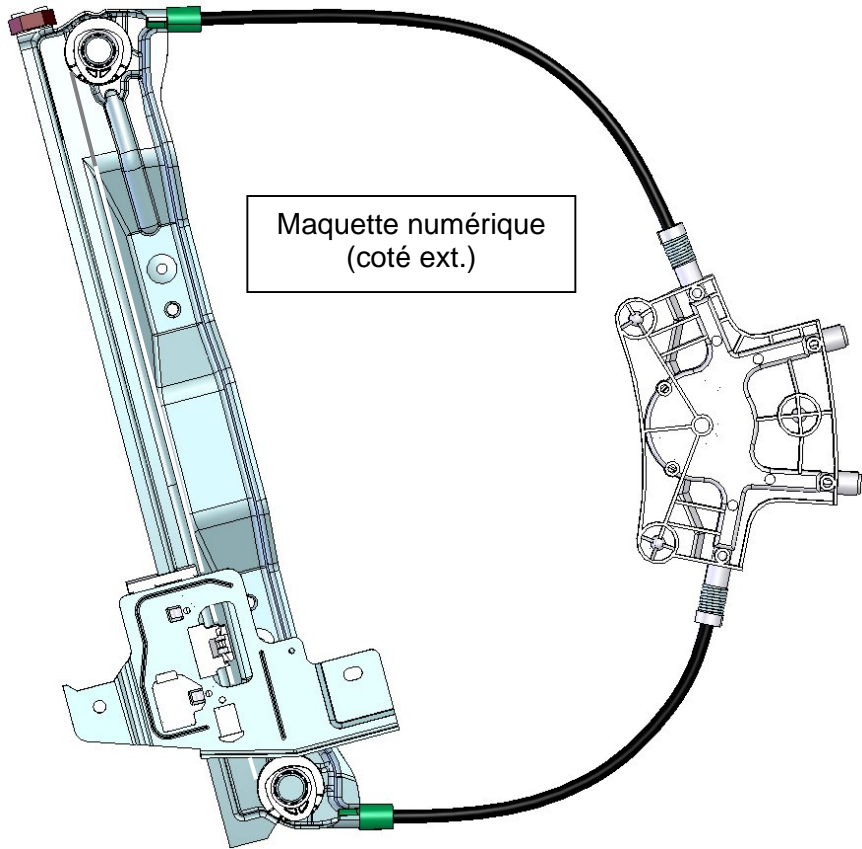
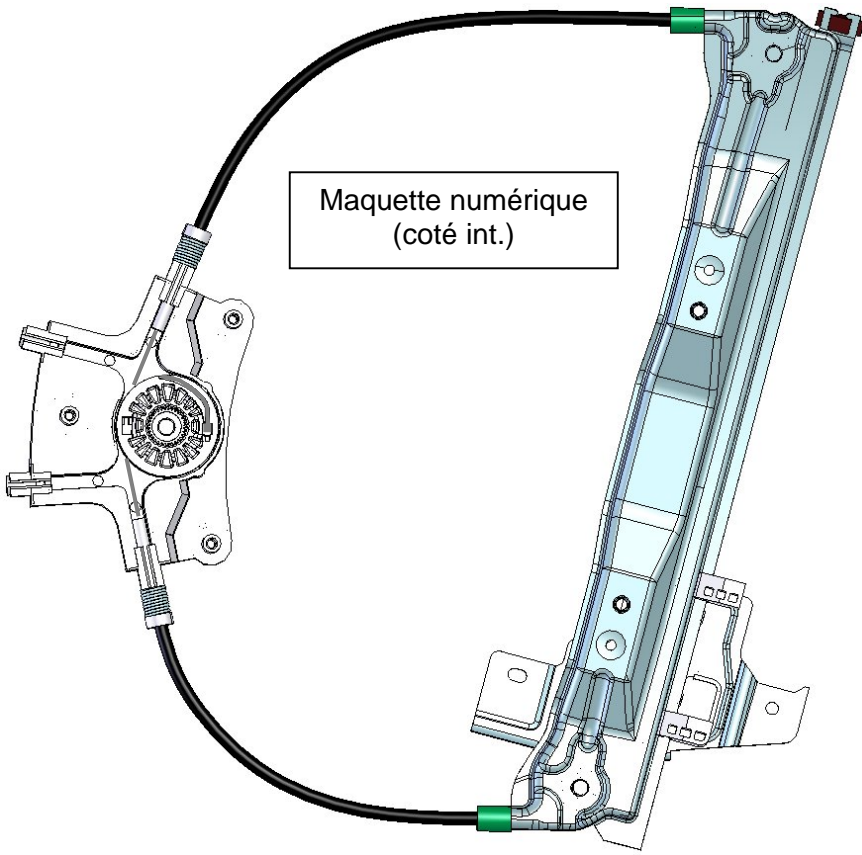


Photo mécanisme (coté int.)

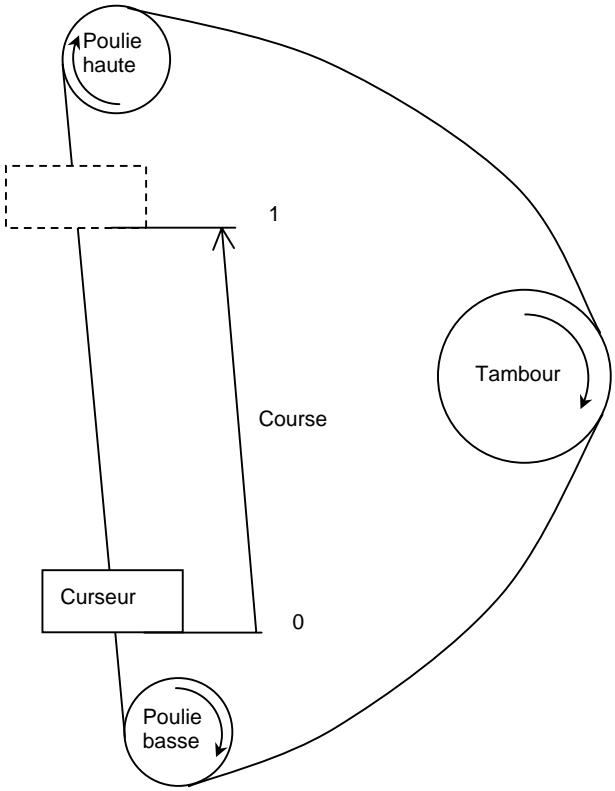


Maquette numérique (coté ext.)

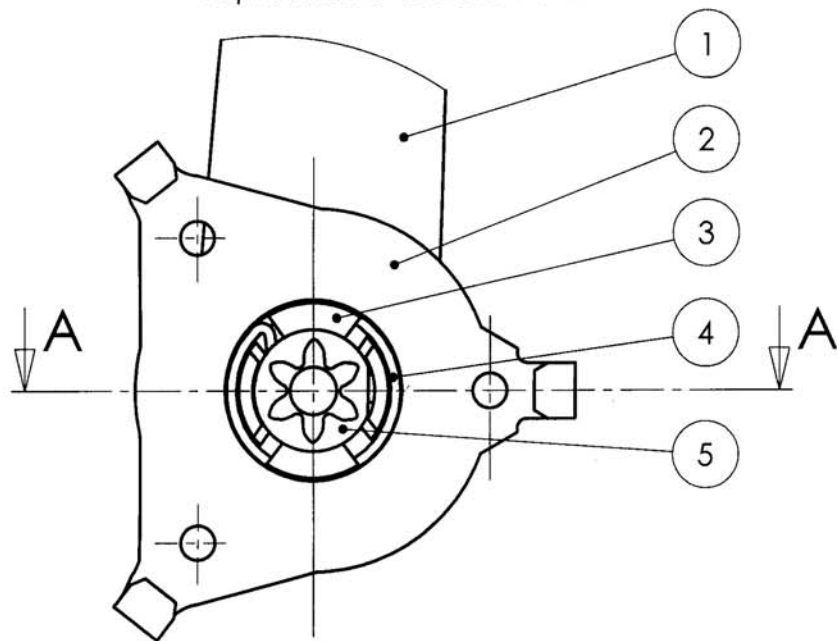


Maquette numérique (coté int.)

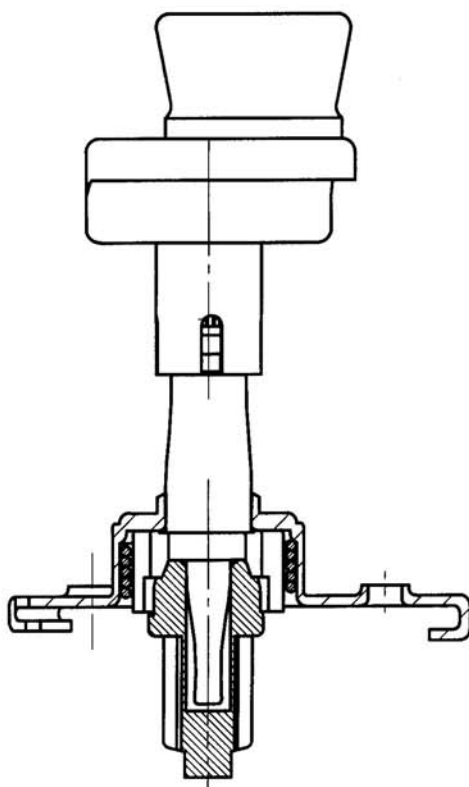
Schéma plan



La poignée n'est pas représentée entièrement

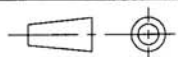


A-A



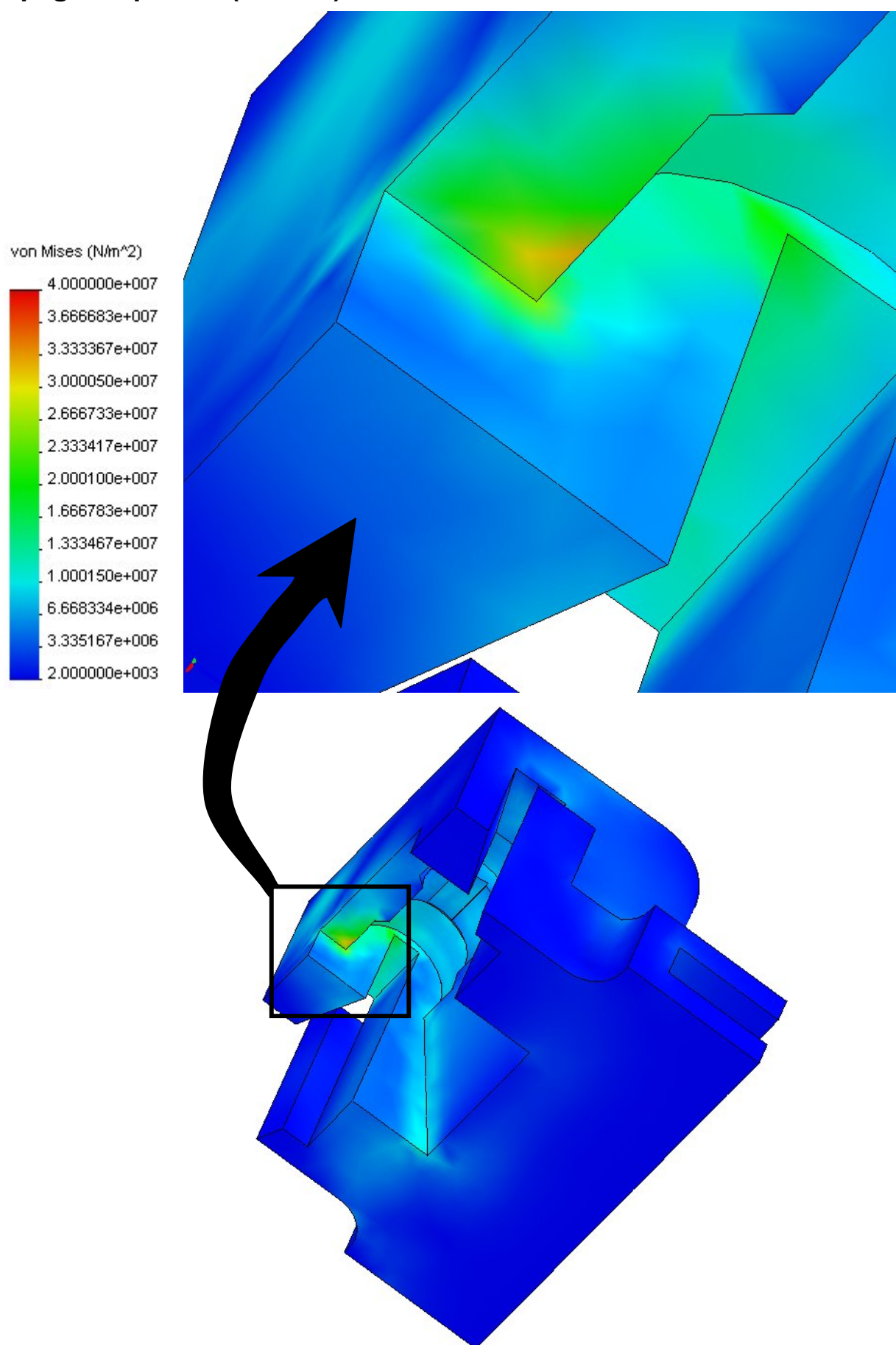
5	pignon arbré
4	ressort
3	axe d'entraînement
2	plaquette
1	poignée
Rep.	Désignation
BOITIER FREIN	
LEVE VITRE	

Edition d'éducation de SolidWorks
Licence pour un usage éducatif uniquement



A4

3-10 Cartographie couleur de la répartition de contraintes sur la zone de clipage du patin 9 (FT1242)



DOSSIER DOCUMENTS TRAVAIL

Ce dossier comporte **9** feuilles numérotées de **TD1** à **TD13**

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties la durée suivante :

(30 min) Lecture du dossier et des documents techniques	30 min
A - (30 min) Analyse fonctionnelle du système TD 1/13	30 min
B - (45 min) Etude de la fonction FS2 : Respecter la sécurité TD 1/13	
1 - Etude de la fonction FT21 : Bloquer le système TD 2/13	30 min
2 - Etude de la fonction FT200 : Proposer une manœuvre TD 2/13	15 min
C - (4h15 min) Etude de la fonction FS1 : Déplacer la vitre TD 2/13	
1 - Etude de la fonction FT1 :Coulisser la vitre (45 min) TD 2/13	
1.1 - Détermination de l'effort intervenant dans FT11 : Guider la vitre TD 2/13	45 min
2 - Etude de la fonction FT12 (version électrique) (1h00)..... TD 5/12	
2.1 - Détermination du couple intervenant dans FT121 TD 5/13	15 min
2.2 - Détermination de la vitesse de rotation intervenant dans FT121..... TD 6/13	15 min
2.3 - Détermination du couple satisfaisant FT1 : Coulisser la vitre TD 6/13	15 min
2.4 – Choix du motoréducteur satisfaisant FT1 TD 6/13	15 min
3 - Etude de la fonction FT12 (version manuelle) (30 min) TD 7/13	
3.1 - Détermination de l'effort satisfaisant FT121 ^(*) TD 7/13	20 min
3.2 - Détermination de l'énergie satisfaisant FT122 ^(*) TD 8/13	10 min
4 - Etude de la fonction FT124 (2h00) TD 9/13	
4.1 – Choix de matériau satisfaisant FT1242 TD 9/13	15 min
4.2 – Choix de matériau satisfaisant FT1243 TD 10/13	15 min
4.3 – Production d'idée constructive satisfaisant FT1244..... TD 11/13	1h30

*Toutes les parties ainsi que les sous-parties sont indépendantes.
Toutefois, il est conseillé de commencer par la première partie.*

A - analyse fonctionnelle (version motorisée)

A partir des DT2 et DT3 :

- Identifier les sous-ensembles réalisant certaines fonctions techniques
- Comprendre la cinématique du système

Question A.1

Sur le **document DR1**, compléter le **FAST** décomposant la fonction **FT12** en associant à chaque fonction le support technique qui la réalise.

Question A.2

Sur le schéma cinématique du **document DR1**, identifier les différents éléments du lève-vitre et inscrire leur nom dans la case correspondante.

B – Etude de la fonction FS2

1 - Etude de la fonction FT21

A partir des DT3, DT5 et DT6 :

Afin d'éviter les vols, le système doit être irréversible (que ce soit en version manuelle ou motorisée), c'est-à-dire qu'en exerçant un effort sur la vitre (vers le haut ou vers le bas), le tambour ne doit pas être entraîné en rotation; autrement dit, on ne doit pas pouvoir actionner la vitre en agissant directement dessus.

Question B.1.1

En vous appuyant sur les **DT5**, **DT6** et **DT7**, compléter le **DR2** et conclure.

Question B.1.2

Sur la version motorisée du lève-vitre, comment est garantie l'irréversibilité ?

Question B.1.3

En vous appuyant sur les **DT6**, **DT7** et **DT12**, compléter le **DR3**.

Question B.1.4

Compléter le **DR3** à l'aide du **DT10**.

2 – Etude de la fonction FT200:

Répondre sur feuille de copie

Sur la version motorisée, le risque de « l'effet guillotine » est particulièrement présent pour les enfants lorsque le conducteur actionne la vitre arrière depuis sa place.

C'est pourquoi la plupart des constructeurs intègre un dispositif anti-pincement destiné à garantir la sécurité des utilisateurs. Ce dispositif est expliqué sur le **DT8**.

Question B.2.1

Après analyse de la courbe **C1**, comment expliquez-vous la pente négative de la phase 2 ?
(ω_{Tambour} n'est pas constante)

Question B.2.2

Donner la **nature** du mouvement pour la **phase 1** et pour la **phase 3**.

Question B.2.3

A quel **instant** se produit la rencontre de l'**obstacle** ?

Question B.2.4

Que se passe t-il **physiquement** dans la **phase 4** ?

Question B.2.5

A quel **instant** se produit l'**inversion** ?

Question B.2.6

Combien de temps **dure** la **descente** de la vitre ?

C - Etude de la fonction FS 1 :

1 - Détermination de l'effort intervenant dans FT11 :

Répondre sur feuille de copie

On souhaite déterminer l'effort à appliquer sur le curseur en **C** pour permettre la levée de la vitre.

Cet effort n'est pas nécessairement constant pendant toute la phase de levée, car les forces de frottement dans les coulisses sont proportionnelles à la longueur de vitre « en prise » dans les coulisses (**voir DT9**).

Il convient donc de déterminer dans un premier temps quelle position permet de trouver l'effort maxi avant de le calculer.

A partir du DT8 :

Question C.1.1

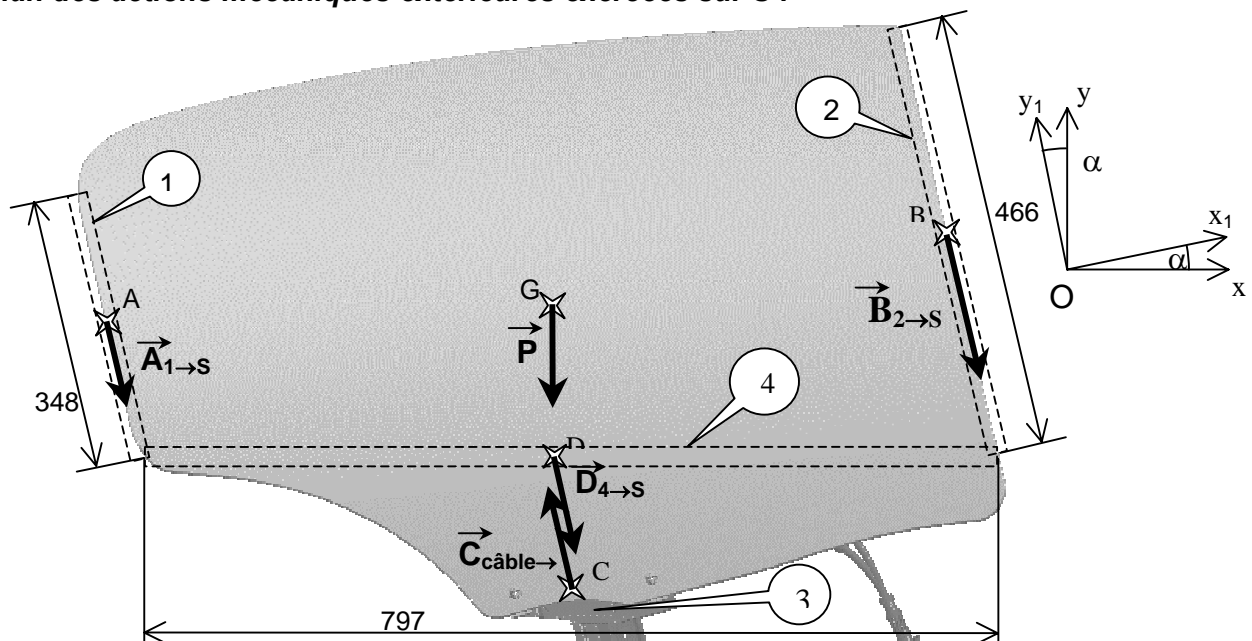
Justifier que l'étude du système dans la position haute permet de trouver l'effort maxi nécessaire à la levée.

On étudie donc l'équilibre de l'ensemble **S = {vitre + curseur}** en position haute, avant fermeture :

Hypothèses :

- Solides indéformables
 - Problème plan (0,x,y)
 - masse de l'ensemble S : $m_s = 3,5 \text{ kg}$
 - force linéaire de frottement dans les coulisses
verticales : $0,04 \text{ N/mm}$
 - force linéaire de frottement au niveau du joint lècheur
horizontal : $0,03 \text{ N/mm}$
- accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
 - $\alpha = 15^\circ$
 - liaison parfaite en C entre le rail de guidage
et le curseur
 - R(O,x,y,z) : repère lié au bâti
 - R₁(G,x₁,y₁,z₁) : repère lié à la vitre

Bilan des actions mécaniques extérieures exercées sur S :



Attention : sur le schéma les actions de liaison en C dues à l'action du rail sur le curseur ne sont pas représentées (cf. dans le bilan ${}_C\{T_{3 \rightarrow S}\}$)

- **En A**, centre de la zone de contact entre la **vitre** et la **coulisse gauche 1**, les actions mécaniques de contact sont modélisées par le glisseur $A_1\{T_{1 \rightarrow S}\}$ dont la résultante est parallèle à y_1 :

$$\left\{ T_{I \rightarrow S} \right\}_A = \left\{ \begin{matrix} \vec{A}_{I \rightarrow S} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_A = \left\{ \begin{matrix} 0 & 0 \\ -348 \times 0,04 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \right\}_{R_I} \quad \text{unités: N et N.m}$$

- **En B**, centre de la zone de contact entre la **vitre** et la **coulisse droite 2**, les actions mécaniques de contact sont modélisées par le glisseur $_B\{\mathbf{T}_{2 \rightarrow S}\}$ dont la résultante est parallèle à y_1 .
- **En C**, centre de la liaison glissière d'axe y_1 entre le **curseur** et le **rail de guidage 3**, les actions mécaniques de contact sont modélisées par le torseur $_C\{\mathbf{T}_{3 \rightarrow S}\}$. Cette liaison est supposée parfaite.

- **Egalement en C**, point d'ancrage du **câble** qui actionne le **curseur**, les actions mécaniques de contact sont modélisées par le glisseur ${}_C\{T_{\text{câble} \rightarrow S}\}$.

$${}_C\left\{T_{\text{câble} \rightarrow S}\right\}_{R_1} = {}_C\left\{C_{\text{câble} \rightarrow S}\right\}_{R_1} = {}_C\left\{\begin{matrix} 0 & 0 \\ F_C & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{R_1}$$

- **En D**, centre de la zone de contact « horizontale » entre la **vitre** et le **joint lècheur 4**, les actions mécaniques de contact sont modélisées par le glisseur ${}_D\{T_{4 \rightarrow S}\}$.

$${}_D\left\{T_{4 \rightarrow S}\right\}_{R_1} = {}_D\left\{D_{4 \rightarrow S}\right\}_{R_1} = {}_D\left\{\begin{matrix} 0 & 0 \\ -(387+410) \times 0,03 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{R_1} = {}_D\left\{\begin{matrix} 0 & 0 \\ -29,3 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{R_1}$$

- **En G**, centre de gravité de l'ensemble, l'action de la **pesanteur** est modélisée par le glisseur ${}_G\{T_{\text{pes} \rightarrow S}\}$

Question C.1.2

Quelle est la longueur de vitre « en prise » avec la coulisse droite ?

Question C.1.3

Sachant que la force de **frottement** pour les coulisses verticales est de **0,04 N/mm**, donner l'expression du torseur ${}_B\{T_{cd \rightarrow S}\}$ dans le repère R_1 (unités : N et Nm)

Question C.1.4

Calculer la norme du poids de l'ensemble **S** ($\|\vec{P}\|$).

Question C.1.5

Donner l'expression de ${}_G\{T_{\text{pes} \rightarrow S}\}$ dans **R** (unités : N et Nm)

Question C.1.6

- On Donne l'expression de ${}_G\{T_{\text{pes} \rightarrow S}\}$ dans R_1 :

$${}_G\left\{T_{\text{pes} \rightarrow S}\right\}_{R_1} = {}_G\left\{A_{1 \rightarrow S}\right\}_{R_1} = {}_G\left\{\begin{matrix} -\|P\| x \sin \alpha & 0 \\ -\|P\| x \cos \alpha & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{R_1}$$

Faire l'application numérique et donner les valeurs chiffrées des composantes du torseur ${}_G\{T_{\text{pes} \rightarrow S}\}$ dans R_1 (unités : N et Nm)

Question C.1.7

Donner les degrés de liberté de la **liaison glissière d'axe (C,y₁)**, dans le repère R_1 .

Question C.1.8

En déduire dans le repère $R_1(O, x_1, y_1, z_1)$ l'expression du torseur des actions mécaniques transmissibles par la glissière d'axe **(C, y₁)** : ${}_C\{T_{3 \rightarrow S}\}$

Question C.1.9

Compte tenu du fait que le **problème** est dans le **plan (O, x₁, y₁)**, quelles sont les **composantes** de ${}_C\{T_{3 \rightarrow S}\}$ qui sont **nulls** ?

On étudie l'**équilibre** de **S** sous l'effet de toutes les **actions** mécaniques **extérieures** qui lui sont **appliquées**.

Question C.1.10

Donner l'expression du **PFS** au **point C** sous forme de **torseurs** (ne pas développer).

Question C.1.11

En exploitant uniquement le **théorème de la résultante** en projection sur y_1 , déterminer la **force** sur le **curseur** nécessaire à la levée : F_c .

2 - Etude de la fonction FT12 (version motorisée) : (fonctions FT121 et FT123)

Choisir un motoréducteur permettant d'actionner la vitre en répondant au cahier des charges.

2.1 - Détermination du couple $C_{levée}$ que doit fournir le motoréducteur pour satisfaire la fonction FT121.

Répondre sur feuille de copie

Quels que soient les résultats trouvés dans la partie C.1, on estime la valeur de la **force de levée** en fin de course (avant fermeture) à : $F_c = 100\text{ N}$

Question C.2.1.1.

Quelle est la **nature** du **mouvement** du **tambour** par rapport au **carter** (préciser l'axe) ? En vous appuyant sur le **schéma de principe** ci-dessous (fig. 2), en déduire l'expression littérale de la vitesse linéaire V_c du **câble** en fonction des paramètres fournis (tous les paramètres n'interviennent pas nécessairement).

Question C. 2.1.2

En exploitant les données sur la chaîne de transmission de puissance (**voir DT5**) :

Donner l'expression de la puissance P_e en **entrée**, et de la puissance P_s en **sortie** du lève-vitre.

Question C. 2.1.3

Déduire des questions C.2.1.1 et C.2.1.2 l'expression **littérale** du rendement η_g en fonction de F_c , R_T et C_T .

Question C. 2.1.4

Donner alors l'expression **littérale** du couple C_T à appliquer sur le **tambour**.

Faire l'application numérique.

Entraînement du tambour par le motoréducteur

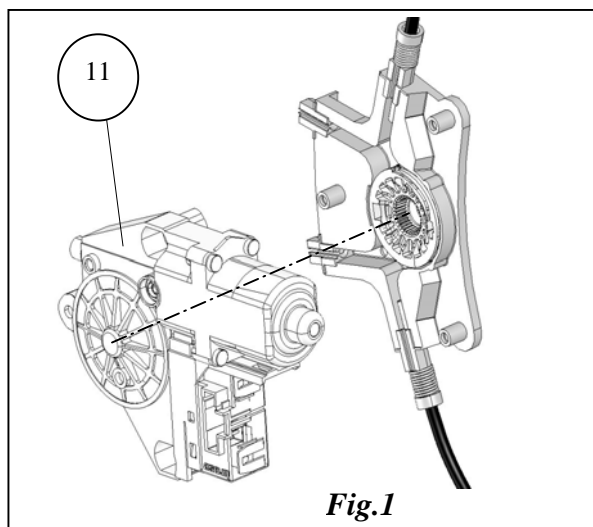
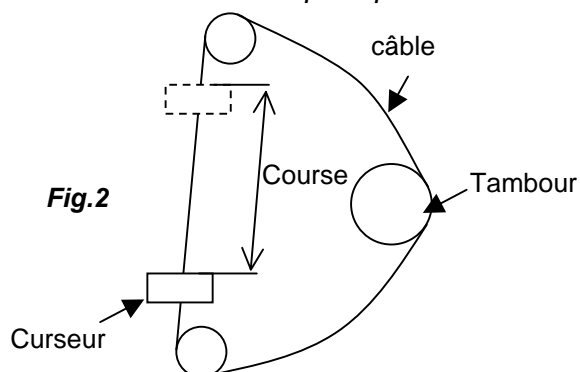


Schéma de principe du lève-vitre



Paramètres :

V_c : vitesse linéaire du câble = vitesse du curseur

ω_T : vitesse angulaire du tambour

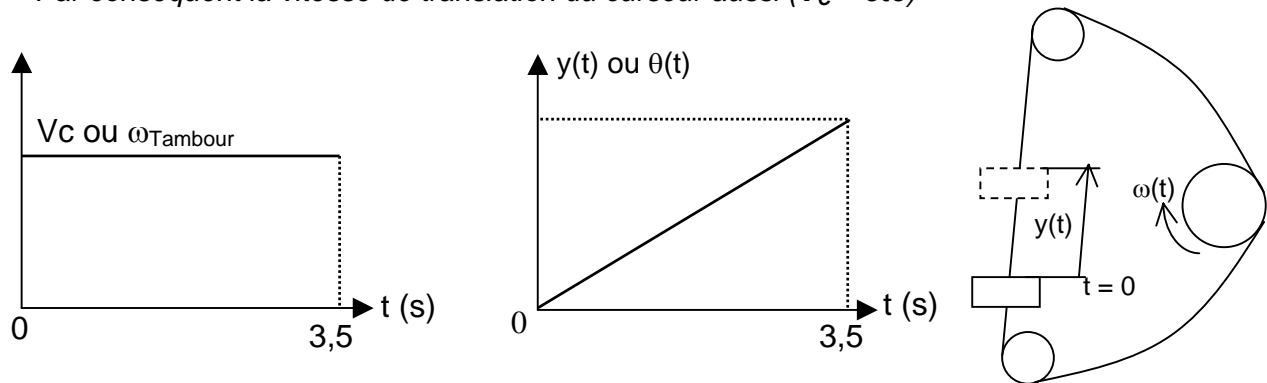
R_T : rayon du tambour ; $R_T = 23,8\text{ mm}$

C_T : couple sur le tambour

2.2 - Détermination de la vitesse de rotation N_T que doit fournir le motoréducteur pour satisfaire la fonction FT121.

Répondre sur feuille de copie

Hypothèse : le **mouvement** de rotation fourni par le motoréducteur est **uniforme** ($\omega_T = \text{cte}$).
Par conséquent la vitesse de translation du curseur aussi ($V_c = \text{cte}$)



Question C. 2.2.1

Donner la **valeur** du **déplacement** du curseur $y(t)$ pour $t = 3,5 \text{ s}$ (voir DT9).

Question C. 2.2.2

Calculer la vitesse V_c du **câble** pour obtenir une **levée** de vitre en **3,5 s**.

Question C. 2.2.3

Calculer en **rad/s** la vitesse angulaire du tambour ω_T pour obtenir une **levée** de vitre en **3,5 s**.
En **déduire** N_T en **tr/min**.

2.3 - Détermination du couple satisfaisant la fonction FT1

Répondre sur feuille de copie

En phase de fermeture : au bilan des forces effectué dans la partie 1.1 s'ajoutent les forces de frottement de la coulisse horizontale supérieure, lorsque la vitre pénètre celle-ci en fin de course.

On **estime** dans ce cas que **l'effort** de fermeture fourni par le **câble** sur le **curseur** atteint la **valeur**

$$\underline{F_{\max} = 140 \text{ N}}$$

Question C. 2.3.1

Déterminer la **valeur** du couple C_{\max} que doit **fournir** le **motoréducteur** pour assurer la **fermeture** de la vitre.

2.4 - Choix du motoréducteur satisfaisant la fonction FT1

Répondre sur le document DR3

Question C. 2.4.1

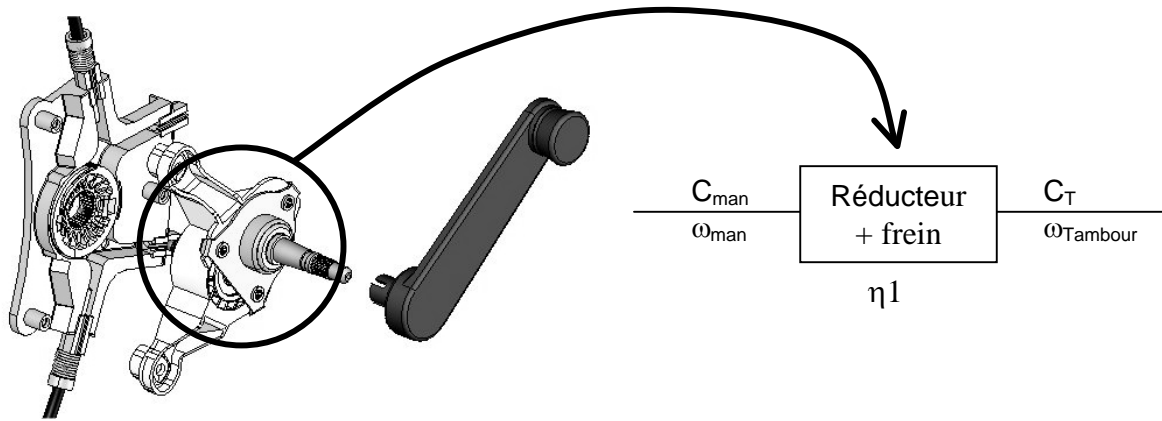
En exploitant les résultats des études précédentes, compléter le **DR4** et **proposer** un **motoréducteur** convenant à notre application.

3 - Etude de la fonction FT12 (version manuelle) : (fonctions FT121^(*) et FT122^(*))

3.1 - Détermination de l'effort satisfaisant la fonction FT121^(*)

Répondre sur feuille de copie et sur le document DR4

Ci-dessous : entraînement du tambour par le boîtier manuel associé à la manivelle



Quelque soient les résultats de la partie 1, on prendra pour le couple C_T sur le tambour la valeur **$C_T = 6 \text{ Nm}$**

Question C.3.1.1

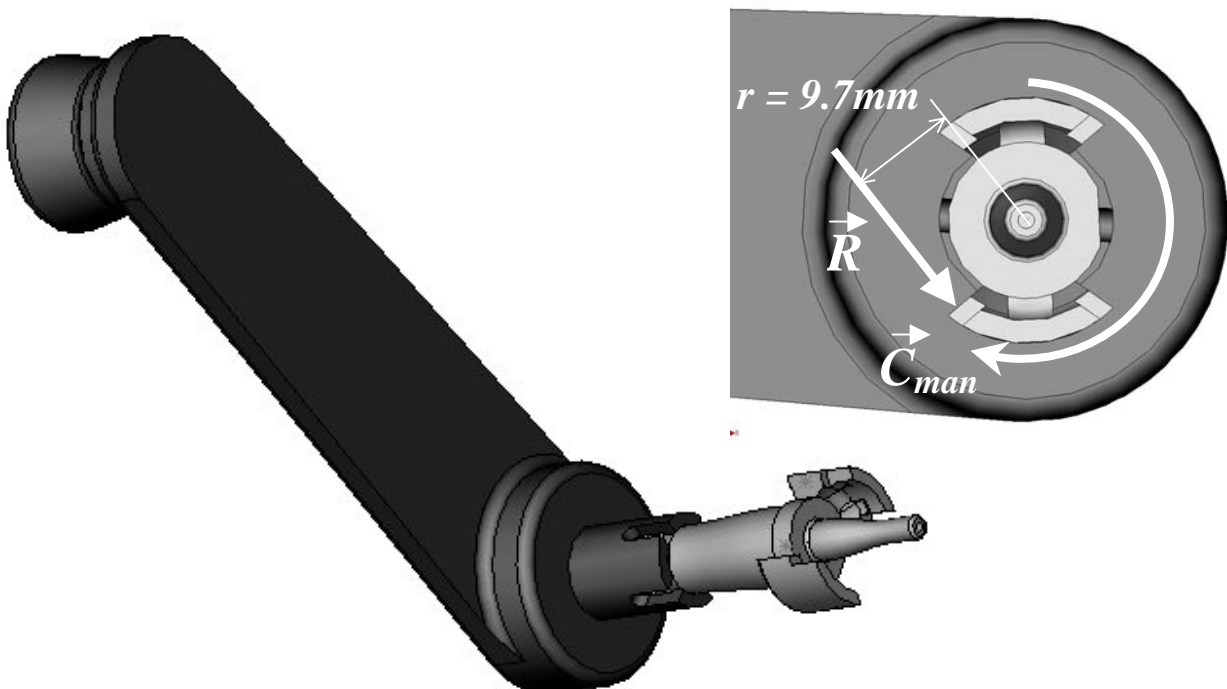
Grâce aux **DT5**, déterminer l'expression **littérale** du **rapport** de réduction **k** du **réducteur** à engrenages contenu dans le boîtier. Faire l'application numérique.

Question C.3.1.2

Donner l'expression **littérale** du rendement η_1 en fonction de C_T , C_{man} et **k**.

Question C.3.1.3

Déterminer l'effort **R** correspondant sur la surface d'entraînement de l'axe d'entraînement.



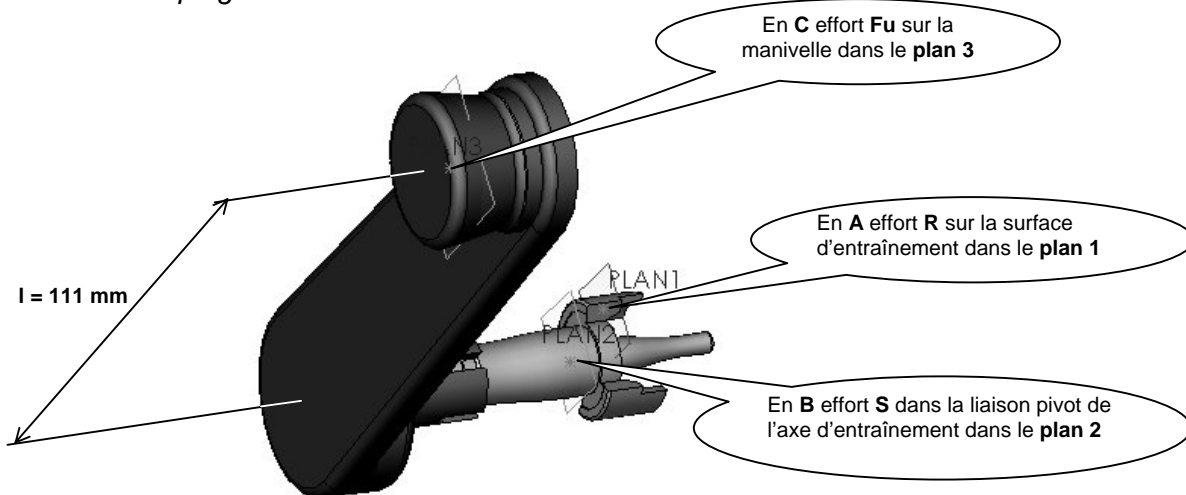
Pour obtenir l'effort **Fu** sur la manivelle, il **suffit** de considérer que les différents efforts sur le système « axe d'entraînement+manivelle » se trouvent dans **des plans parallèles** (voir figure ci-dessous).

Selon les principes de la statique il est possible de **ramener** ces efforts dans le **même plan** (voir DR4) :

en **A** sur la surface d'entraînement : effort **R**

en **B** sur l'axe de la liaison pivot : effort **S**

en **C** sur la poignée de la manivelle : effort **Fu**



Question C.3.1.4

A partir des données précédentes, déterminer **graphiquement** sur le **DR4** la force **Fu** que doit exercer l'utilisateur sur la **manivelle** pour lever la vitre.

3.2 - Etude de l'énergie satisfaisant la fonction FT122^(*)

Répondre sur feuille de copie

Question C.3.2.1

Calculer le nombre de tours de tambour n_T nécessaires à la levée. (passage du niveau 0 au niveau 1)

Question C.3.2.2

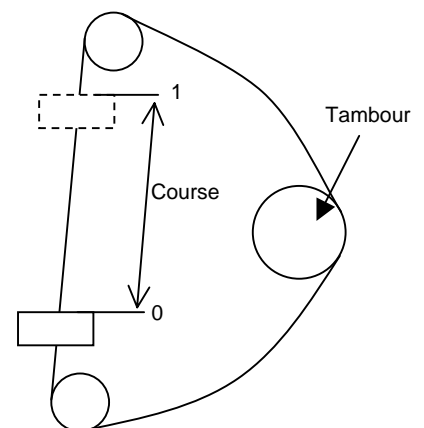
En déduire le nombre de tours de manivelle n_m nécessaires.

On considère que l'effort **Fu** déterminé est **trop important** pour un enfant. En effet, cet effort ne devrait pas dépasser **35 N** pour que l'énergie à produire pendant la manœuvre reste à sa portée.

Sachant que l'énergie à produire par l'utilisateur s'exprime de la manière suivante :

$$W_0^1 = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot l \cdot F_u$$

Où : l = longueur de la manivelle (en m) et $n = n_m$



Question C.3.2.3

Calculer W_0^1 avec $F_u = 35 \text{ N}$

Question C.3.2.4

Proposez des solutions pour **réduire** la valeur de cet effort avec $W_0^1 = \text{constante}$, dans les deux cas suivant :

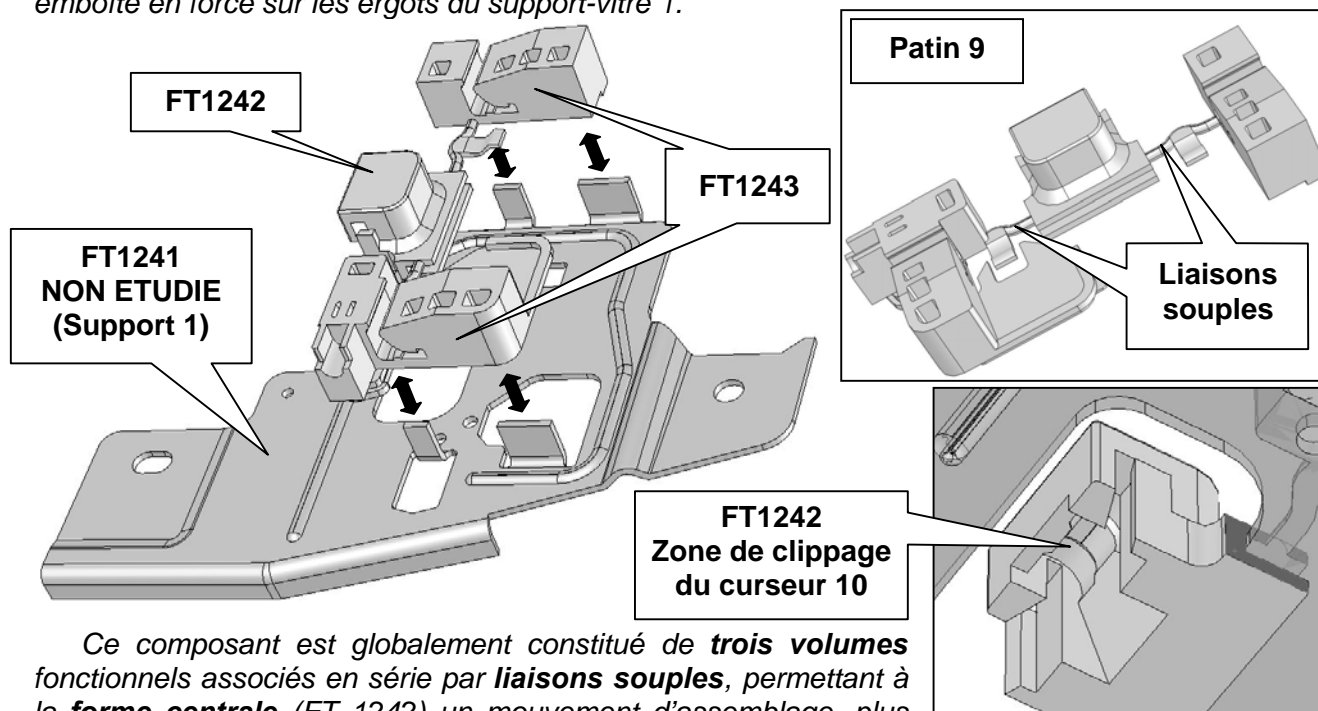
a- le nombre de tours de manivelle est fixé.

b- la longueur de manivelle est fixée.

4 - Etude de la fonction FT124 (fonctions FT1242, 1243 et 1244)

A partir du DT4 :

Le composant réalisant les fonctions techniques FT1242 et FT 1243 (patin de support 9) est emboîté en force sur les ergots du support-vitre 1.



Ce composant est globalement constitué de **trois volumes** fonctionnels associés en série par **liaisons souples**, permettant à la **forme centrale** (FT 1242) un mouvement d'assemblage, plus complexe que celui présenté ci-dessus, l'amenant à **pincer** la tôle du support-vitre 1 (1 représenté en transparence ci-contre).

Les **volumes fonctionnels** ainsi que les **liaisons souples** forment une **continuité** de matériau.

4.1 - Choix de matériau satisfaisant la fonction FT1242

Répondre sur le document DR5

Les critères proposés ci-dessous correspondent à des caractéristiques exigées pour le matériau à choisir, et non pas aux caractéristiques liées aux formes des volumes obtenus dans ce matériau.

Les niveaux de critère correspondent aux exigences particulières liées à la fonction FT1242 et aux choix constructeur.

Les niveaux de flexibilité caractérisent l'importance liée au respect du niveau de critère (0⇒non négociable, 5⇒supplémentaire)

Critère		Niveau de critère	Niveau de flexibilité
Souplesse (déformation élastique)		+ gde. possible	1
Résistance	chocs	amortissant	5
	Elastique (Re en Mpa)	+ gde. possible	3
	Fatigue (clippage-déclippage)	10 opérations	4
	corrosion	inoxydable	1
Durée de vie (vieillessement)		7 ans	3
Coût		+ faible possible	0
Masse		+ faible possible	2
entretien		aucun	0

Question C.4.1.1

A partir du **DT4** et des données précédentes, remplir le tableau de compatibilité des matériaux proposé sur le **DR5**.

Question C.4.1.2

Sur le **DR5**, choisir le matériau qui semble le mieux convenir à la fonction FT1242 à partir des résultats obtenus (totaux de toutes les lignes et des lignes en fond gris).

4.2 - Choix de matériau satisfaisant la fonction FT1243

Répondre sur le document DR5

Réaliser la fonction FT1243 consiste à créer une liaison glissière entre le support-vitre et le rail de guidage 2. (Etude partie A)

La surface de friction sur le rail est de bonne qualité (faible rugosité) mais présente la même courbure que la vitre

Le matériau du rail est l'acier.

Critère		Niveau de critère	Niveau de flexibilité
Qualité du glissement		+ gde. Possible	1
Qualité de la liaison		Aucun jeu Aucun coincement	0
Résistance	usure (friction)	10 ⁵ courses	2
	corrosion	inoxydable	1
Durée de vie (vieillessement)		7 ans	3
Silence de fonctionnement		+ gd. Possible	1
Coût		+ faible possible	0
Masse		+ faible possible	2
entretien		aucun	0

Question C.4.2.1

A partir du **DT4** et des données précédentes, remplir le tableau de compatibilité des matériaux proposé sur le **DR5**.

Question C.4.2.2

Sur le **DR5**, choisir le matériau qui semble le mieux convenir à la fonction FT1243 FT1242 à partir des résultats obtenus (totaux de toutes les lignes et des lignes en fond gris).

Afin de prévenir tout dysfonctionnement (déformation permanente, rupture, etc.) de la zone de clipage (FT1242) du patin 9, le matériau employé doit garantir un coefficient de sécurité minimum « s » de 1,2.

Question C.4.2.3

En consultant sur le document **DT13** la cartographie couleur de la répartition de contraintes, estimer la valeur de la contrainte maximale « σ_{\max} » sur la zone de clipage.

Question C.4.2.4

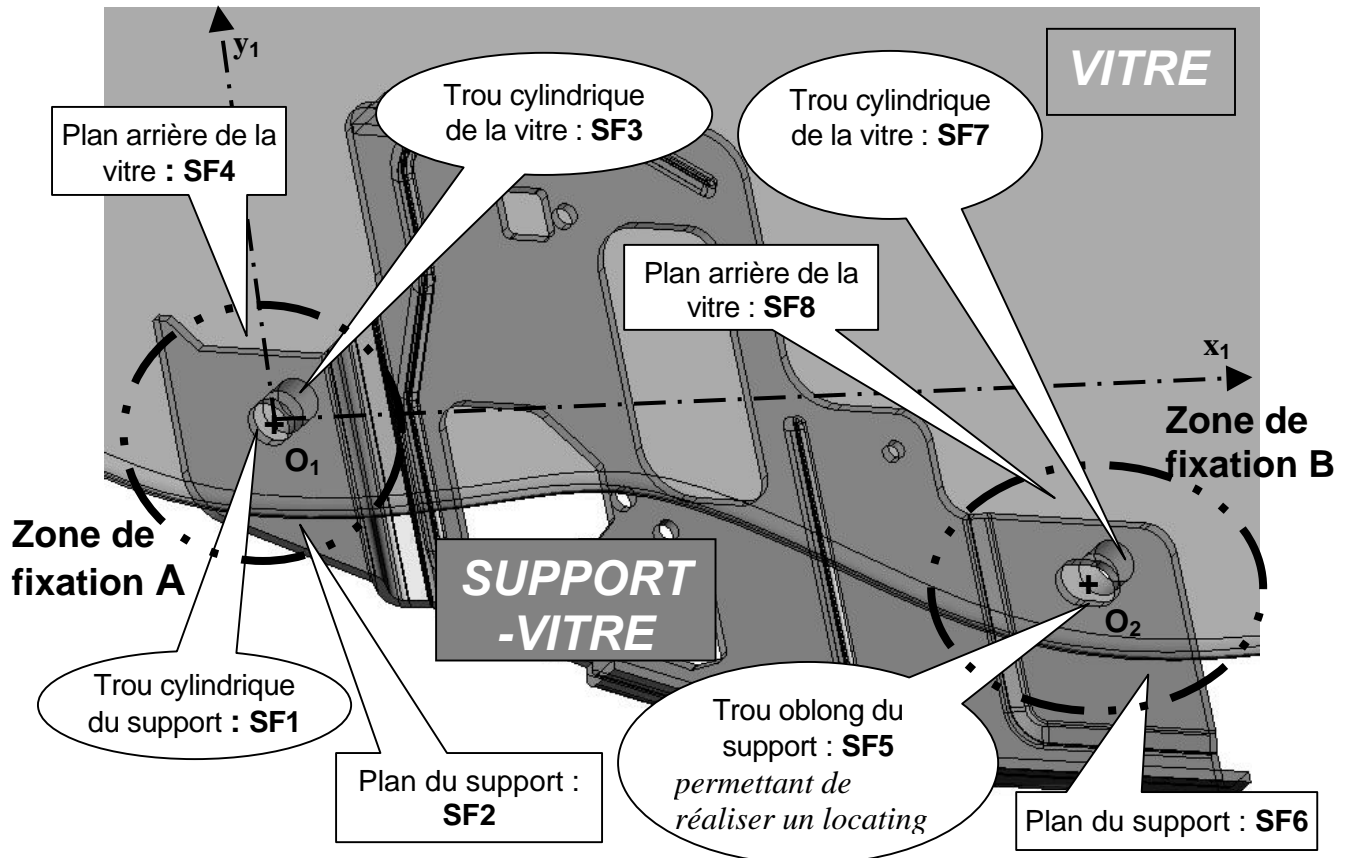
sur le **DR5**, calculer le coefficient de sécurité pour chaque matériau et conclure sur le matériau à choisir pour réaliser le patin de support 9.

Question C.4.2.5

sur le **DR5**, déterminer le procédé employé pour réaliser le patin 9.

4.3 – Production d'idée constructive satisfaisant la fonction FT1244

Le mouvement sera transmis du support-vitre à la vitre par l'intermédiaire d'une pièce appelée 'fixation', cette pièce devra respecter des critères précis caractérisant la fonction FT1244. Les surfaces fonctionnelles assurant la mise en position de la vitre par rapport au support-vitre sont localisées dans deux zones définies par la figure ci-dessous, leur repérage y est également donné.



Définition géométrique des surfaces de mise en position (MIP) vitre/support-vitre

Diamètres des alésages circulaires :

$\varnothing_{SF1} = \varnothing_{SF3} = \varnothing_{SF7} = 6 \text{ mm}$
SF1 et SF3 sont coaxiaux

Longueur des alésages :

$L_{SF1} = L_{SF5} = 1,5 \text{ mm}$;
 $L_{SF3} = L_{SF7} = 4 \text{ mm}$

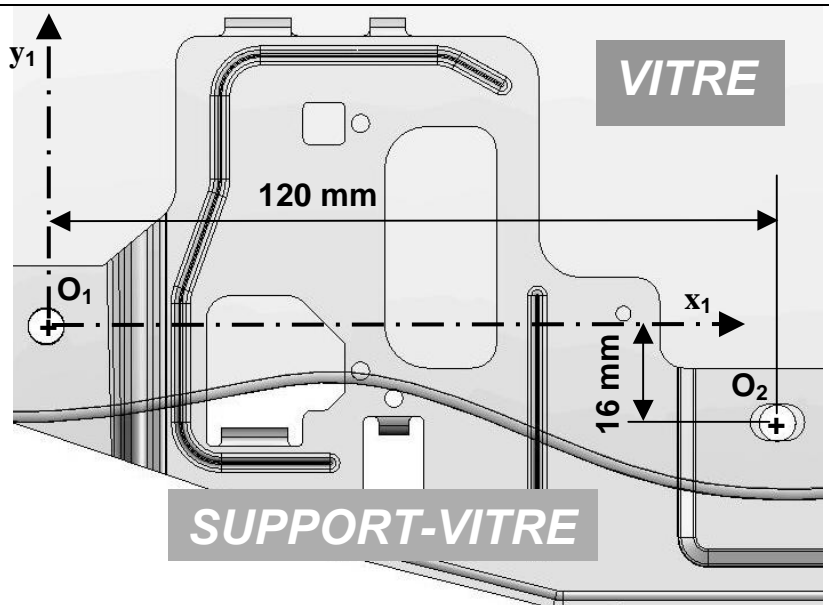
Distance entre les plans :

$[SF2, SF4] = [SF6, SF8] = 2 \text{ mm}$

Position relative des plans :

SF2 et SF6 sont coplanaires

SF4 et SF8 sont coplanaires



La solution adoptée pour réaliser la fonction FT1244 devra respecter les solutions imposées suivantes issues d'une étude préliminaire.

Structure et procédé d'obtention du clip de fixation

La pièce sera réalisée par moulage plastique, elle sera constituée de 2 « plots » de fixation destinés à l'assemblage en zones A et B, ces plots seront réunis par un cordon de matière qui sera obtenu par la conservation des canaux d'alimentation lors du moulage de la pièce. Cette solution a été utilisée pour le patin de support-vitre 1 présenté précédemment.

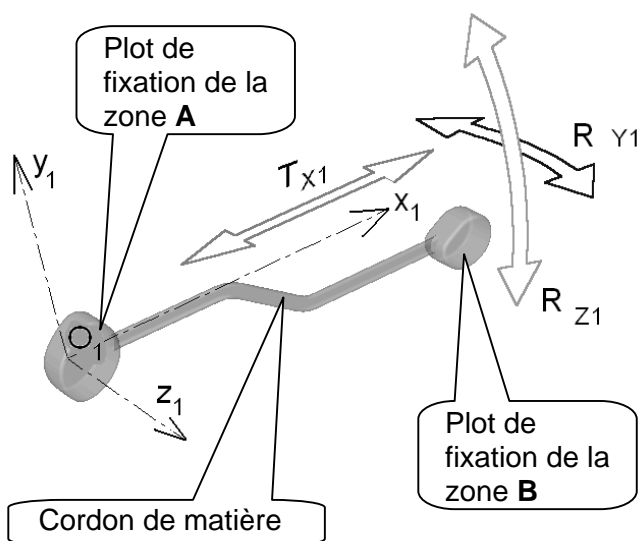
Cette structure aura l'avantage de permettre un pré-positionnement du clip de fixation tout en permettant des mouvements d'ajustage du plot de la zone B.

Ces petits mouvements sont :

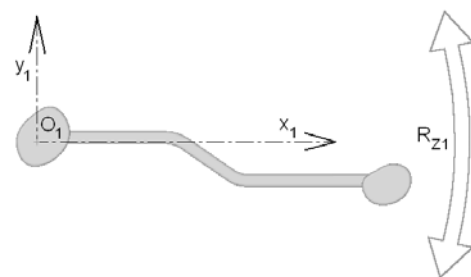
- Rotation d'axe (O_1, \vec{y}_1) ;
- Rotation d'axe (O_1, \vec{z}_1) ;
- Translation d'axe (O_1, \vec{x}_1) ;

La déformation élastique du cordon de matière devra faciliter ces mouvements

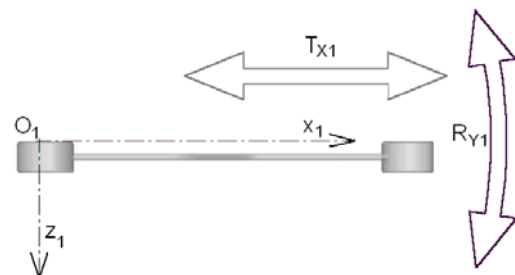
Structure du clip de fixation et comportement



Vue de face



Vue de dessus



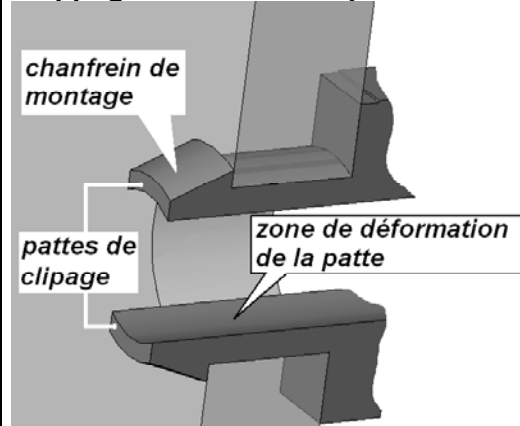
Maintien en position (MAP) du clip de fixation

Cette fonction sera réalisée par clipage indémontable par traction. L'allure générale des pattes de clipage est donnée sur la figure ci-contre, leur nombre est à définir.

Les surfaces utilisées pour le passage des pattes de clipage seront les alésages du support-vitre (SF1, SF 5) et de la vitre (SF 3, SF 7) définies sur la page TD 11/13.

Pour avoir l'assurance d'une rigidité correcte de la pièce, il faut renforcer les zones de déformation après montage par ajout d'une pièce complémentaire à définir.

Clippage indémontable par traction



L'objet de l'étude relative au document réponse DR6 est de proposer une solution de réalisation d'un modèle numérique 3D respectant les contraintes suivantes :

- *Mise en position (MIP) du plot de fixation de la zone A ;*
- *Continuité de matière entre les plots de fixation des zones A et B.*

*Les plots de fixation des zones A et B étant semblables, seul le premier sera étudié.
La fonction MAP n'est pas abordée dans cette première étude.*

Question C.4.3.1

En vous appuyant sur le document **TD 11** , compléter la 1^{ère} colonne du tableau du **DR 6** en précisant les surfaces fonctionnelle (S.F.) de la vitre et du support-vitre qui seront en contact avec le volume créé lors de chacune des fonctions.

Dessiner la section d'esquisse de la fonction, avec toutes les cotes définissant cette section ainsi que toutes les cotes et contraintes définissant le placement de cette section dans le repère (O_1, x_1, y_1, z_1).

*Les cotes des surfaces fonctionnelles de la vitre et du support-vitre sont données sur la page **TD 11**.*

Les limites de volume non spécifiées devront être définies en tenant compte de la fonctionnalité de la pièce.

Une solution constructive de la fonction FT 1244 sera représentée sur le document réponse DR7, le clip de fixation sera représenté en situation.

Question C.4.3.2

En vous appuyant sur les pages **TD11** et **TD12**, représenter le **plot de fixation de la zone A** du clip à **l'échelle 3** sur le document réponse **DR7** :

- En vue extérieure, sans la vitre,
- En coupe A-A ,
- Dans toute autre vue annexe que vous jugerez nécessaire pour définir la solution.

Un soin particulier est demandé pour la définition du maintien en position (MAP) du plot de la zone de fixation A.

DOSSIER DOCUMENTS REPONSES

Ce dossier comporte 7 documents numérotés de DR1 à DR7

- DR1 : Analyse et compréhension du système
- DR2 : Etude du système de blocage satisfaisant la fonction FT21^(*)
- DR3 : Etude du montage du système de blocage satisfaisant la fonction FT21^(*)
- DR4 : Etude du dimensionnement des éléments satisfaisant les fonction FT121 et FT121^(*)
- DR5 : Choix de matériau satisfaisant les fonction FT1242 et FT1243
- DR6 : Conception CAO satisfaisant la fonction FT1244
- DR7 : Production d'idée satisfaisant la fonction FT1244

**Tous ces documents, même non remplis, sont à joindre à la copie
en fin d'épreuve**

Question A.1

Supports techniques à placer dans le FAST :

Tambour + câble + poulie	Engrenage roue et vis sans fin Moteur électrique	Curseur + support de vitre
--------------------------	--	----------------------------

FT12 : entraîner la vitre.

FT121 : transformer et adapter l'énergie électrique en énergie mécanique de rotation

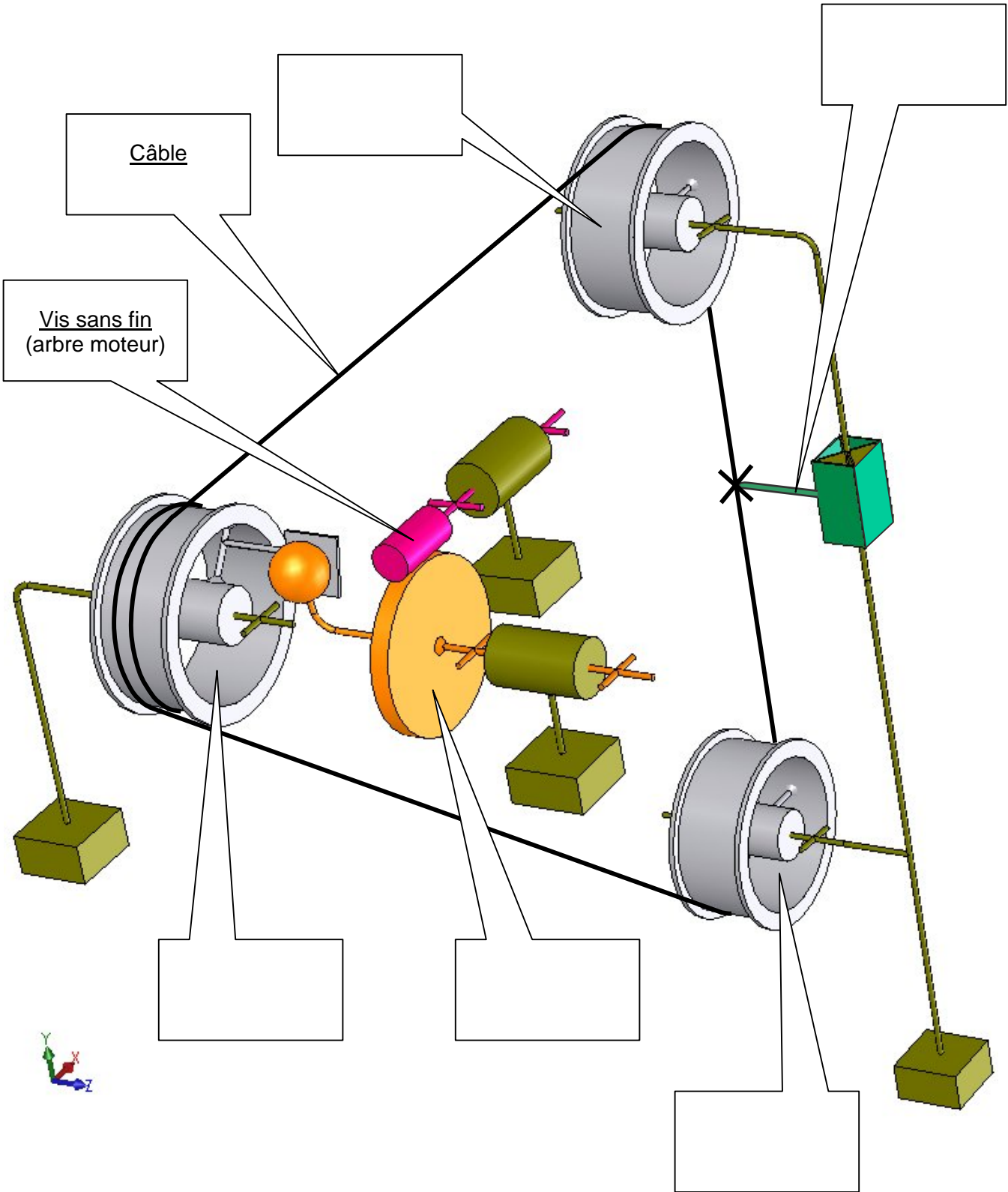
FT123 : transformer le mouvement de rotation en mouvement de translation

FT124 : transmettre le mouvement de translation à la vitre.

Question A.2

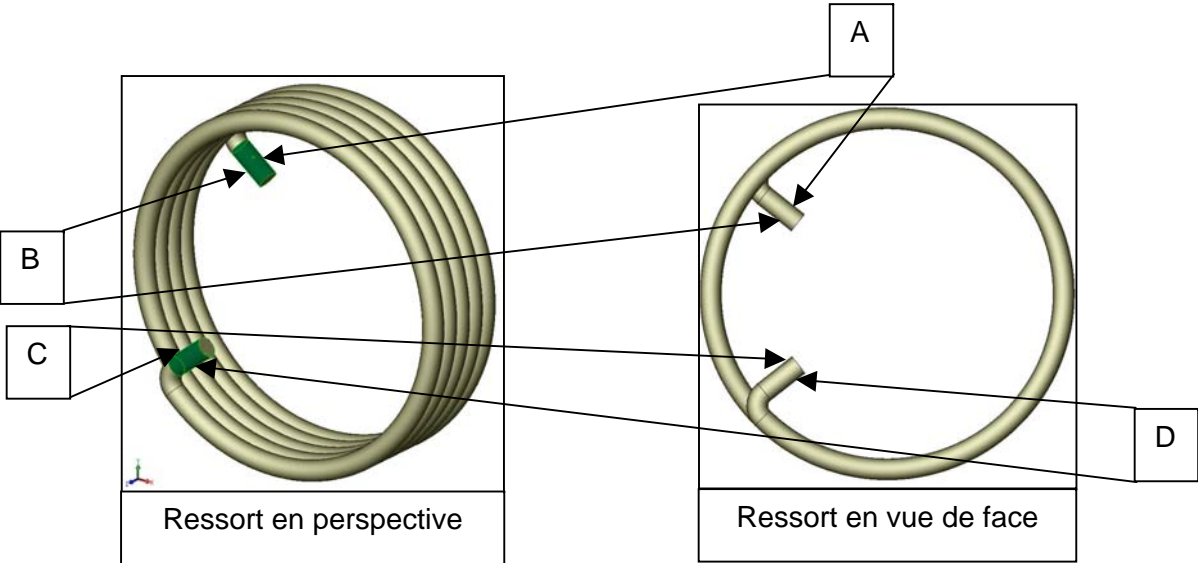
Supports techniques à placer dans le schéma :

Tambour Roue dentée Support-vitre (entraîné par le câble)	Poulie de renvoi haute Poulie de renvoi basse
---	--



Question B.1.1

A partir des DT3, DT5 et DT6 :



Lorsque l'utilisateur actionne la vitre avec la manivelle

Quelle est la pièce « menante »? (Celle qui entraîne les autres)	
Axe d'entraînement	<input type="checkbox"/>
Pignon arbré	<input type="checkbox"/>

(Répondre en cochant la case correspondante)

Indiquer les zones du ressort (A, B, C ou D) qui peuvent être en contact avec la pièce « menante » :			
A	B	C	D

(Répondre en entourant la zone correspondante)

Dans ce cas, quel est le comportement du ressort ?	
Son diamètre moyen :	
augmente	<input type="checkbox"/>
diminue	<input type="checkbox"/>

(Répondre en cochant la case correspondante)

Quelle est l'incidence sur la transmission du mouvement ?
Réponse

Lorsque l'utilisateur actionne la vitre directement

Quelle est la pièce « menante »? (Celle qui entraîne les autres)	
Axe d'entraînement	<input type="checkbox"/>
Pignon arbré	<input type="checkbox"/>

(Répondre en cochant la case correspondante)

Indiquer les zones du ressort (A, B, C ou D) qui peuvent être en contact avec la pièce « menante » :			
A	B	C	D

(Répondre en entourant la zone correspondante)

Dans ce cas, quel est le comportement du ressort ?	
Son diamètre moyen :	
augmente	<input type="checkbox"/>
diminue	<input type="checkbox"/>

(Répondre en cochant la case correspondante)

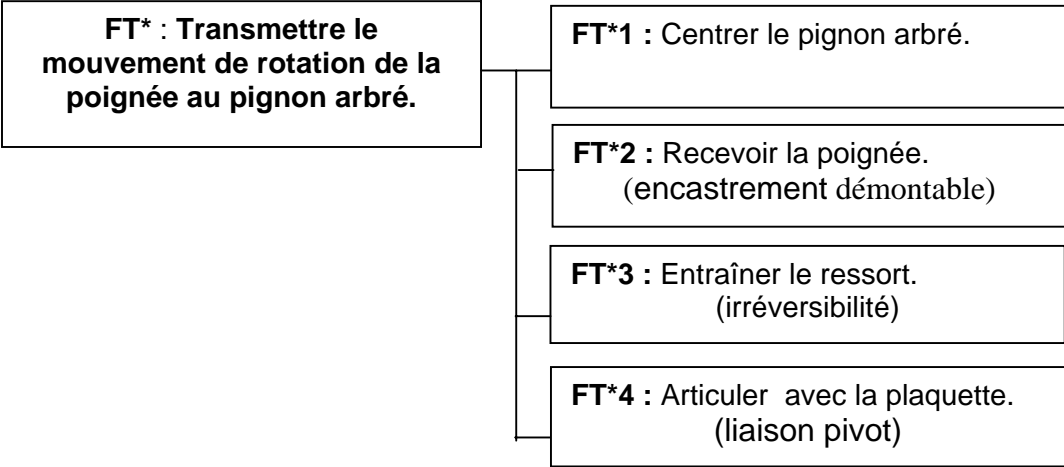
Quelle est l'incidence sur le contact entre le ressort et la plaquette ?
Réponse

Quelle est l'incidence sur la transmission du mouvement ?
Réponse

Question B.1.2

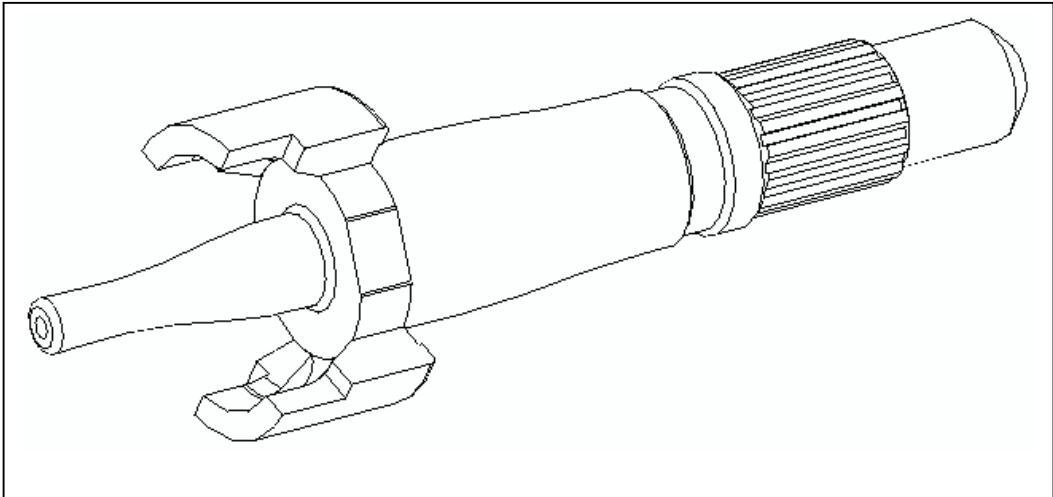
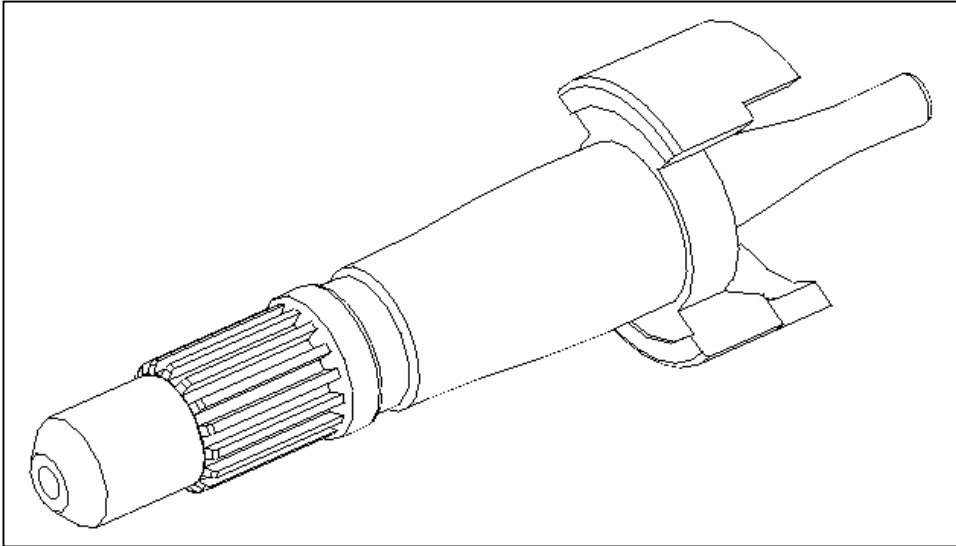
Sur la version motorisée du lève-vitre, comment est garantie l'irréversibilité ?
Réponse

Question B.1.3



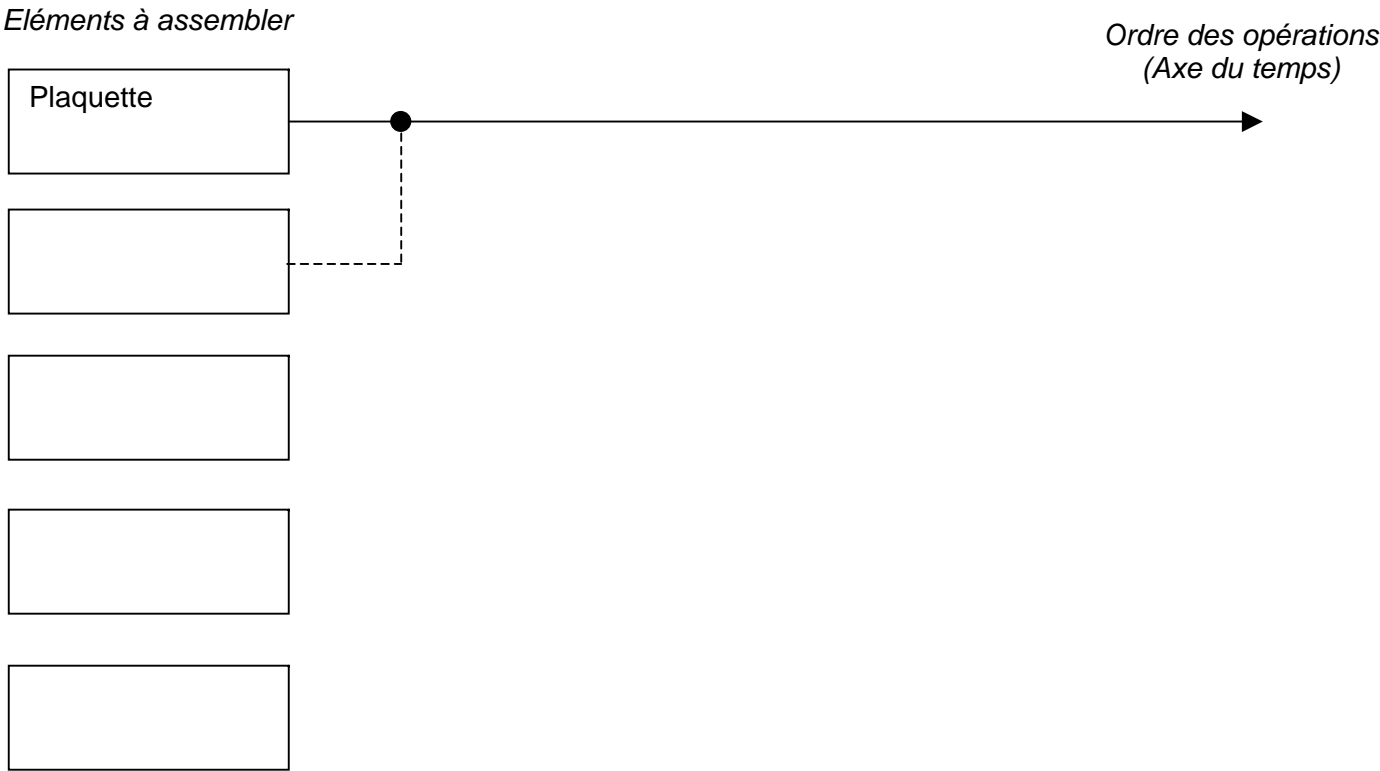
Repérer en les coloriant les surfaces fonctionnelles de l'axe d'entraînement représenté ci-dessous :

- Colorier en **bleu** les surfaces permettant la fonction FT1 ;
- Colorier en **rouge** les surfaces permettant la fonction FT2 ;
- Colorier en **vert** les surfaces permettant la fonction FT3 ;
- Colorier en **jaune** les surfaces permettant la fonction FT4 ;



Question B.1.4

A l'aide des DT6, DT10 et DT12, compléter le graphe de montage du boîtier frein.



Compléter le tableau ci-dessous, permettant de réaliser l'assemblage sur logiciel de CAO des différentes pièces du boîtier frein

Liaison « réelle » entre pièces	Eléments géométriques à contraindre	Contraintes (coïncident, coaxial, parallèle, perpendiculaire, distance)
Pivot (ou encastrement selon adhérence) entre ressort et plaquette	$\Delta 4$ et $\Delta 3$	Coïncidents
Encastrement entre la poignée et l'axe		
Pivot entre l'axe d'entraînement et la plaquette		
Pivot entre le pignon arbré et l'axe d'entraînement		

Question C.2.4.1

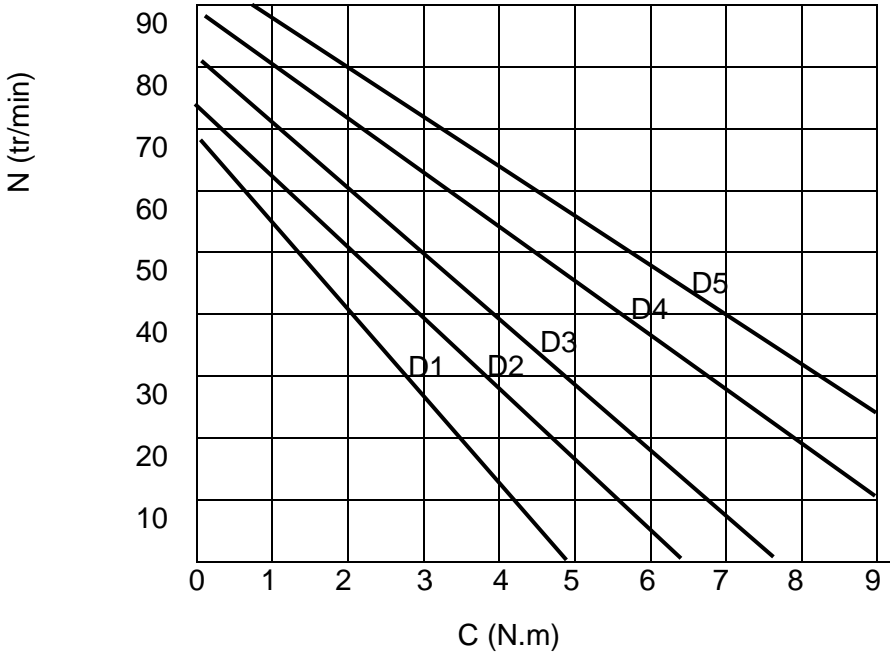
Critère de choix lié à la phase de levée :				
EN VERT placer sur la courbe le point de fonctionnement correspondant à C_T et N_T déterminés dans la partie C de l'étude.				
Si l'on ne considère que la phase de levée, quels sont les motoréducteurs qui conviennent ?				
D1	D2	D3	D4	D5

(Répondre en entourant vos choix)

Critère de choix lié à la phase de fermeture :	
EN BLEU placer sur la courbe la droite correspondant à C_{max} .	
Les motoréducteurs retenus à la question précédente permettent-ils tous d'obtenir le couple de fermeture ?	
Réponse	

Choix du motoréducteur :				
Compte tenu des deux critères précédents, proposer un motoréducteur convenant pour notre application.				
D1	D2	D3	D4	D5

(Répondre en entourant votre choix)

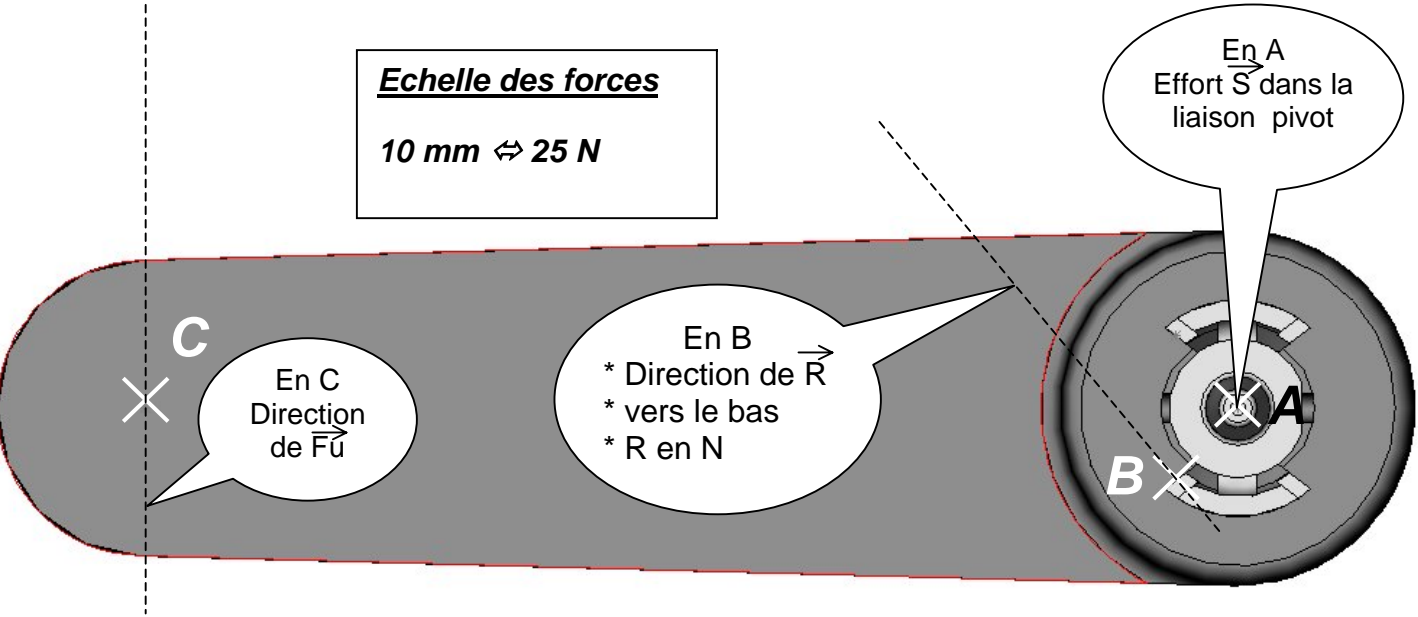


Courbes caractéristiques des motoréducteurs Brose type D (extraits)

Question C.3.1.3

Effort R
Réponse

(On prendra pour les tracés $R = 380\text{ N}$)



Réponse C.4.1.1

Remplir le tableau en classifiant chaque matériau pour chaque critère
(x = mauvais, xx = moyen, xxx = bon) chaque matériau

Critère		Acier (Re=280 MPa)	Aluminium (Re=180 MPa)	Bronze (Re=200 MPa)	Plastique (Re=55 MPa)
Souplesse (déformation élastique)					
Résistance	chocs				
	Elastique (Re en Mpa)				
	Fatigue (clipage-déclipage)				
	corrosion				
Durée de vie (vieillessement)					
Coût					
Masse					
entretien					
Total des croix					
Total des croix des lignes en fond gris					

Réponse C.4.1.2

Entourez votre choix

Acier	Aluminium	Bronze	Plastique
-------	-----------	--------	-----------

Réponse C.4.2.1

Remplir le tableau en classifiant chaque matériau pour chaque critère
(x = mauvais, xx = moyen, xxx = bon)

Critère		Acier (Re=280 MPa)	Aluminium (Re=180 MPa)	Bronze (Re=200 MPa)	Plastique (Re=55 MPa)
Qualité du glissement					
Qualité de la liaison					
Résistance	usure (friction)				
	corrosion				
Durée de vie (vieillessement)					
Silence de fonctionnement					
Coût					
Masse					
entretien					
Total des croix					
Total des croix des lignes en fond gris					

Réponse C.4.2.2

Entourer votre choix

Acier	Aluminium	Bronze	Plastique
-------	-----------	--------	-----------

Réponse C.4.2.3

Contrainte maximale

σ_{max} =

Réponse C.4.2.4

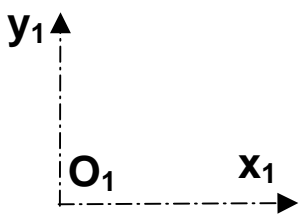
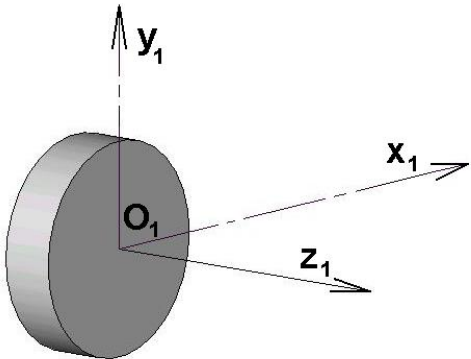
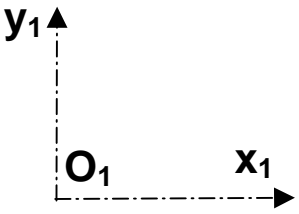
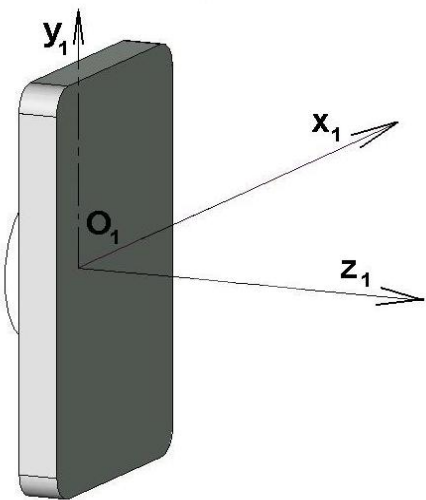
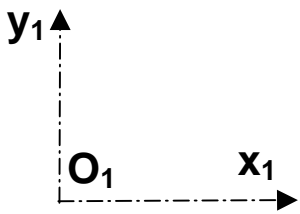
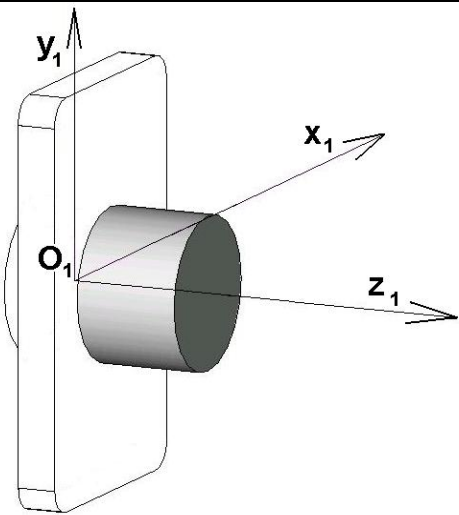

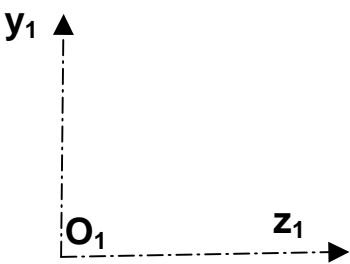
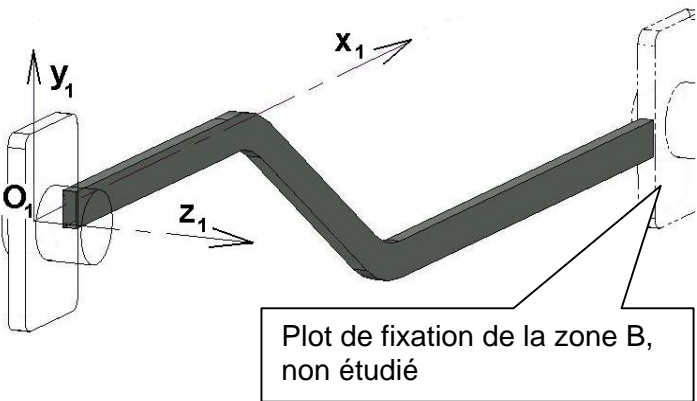
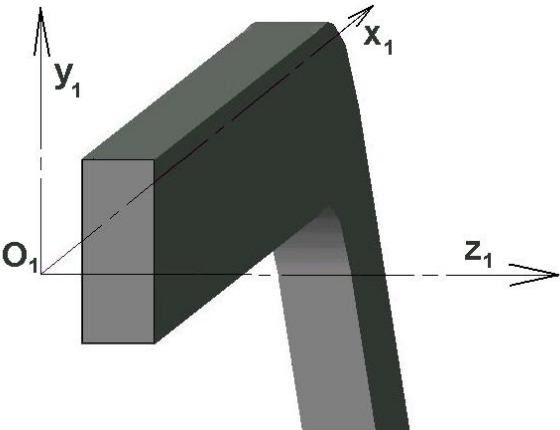
S _{acier} =	S _{Aluminium} =	S _{Bronze} =	S _{Plastique} =
<div>Conclure :</div>			

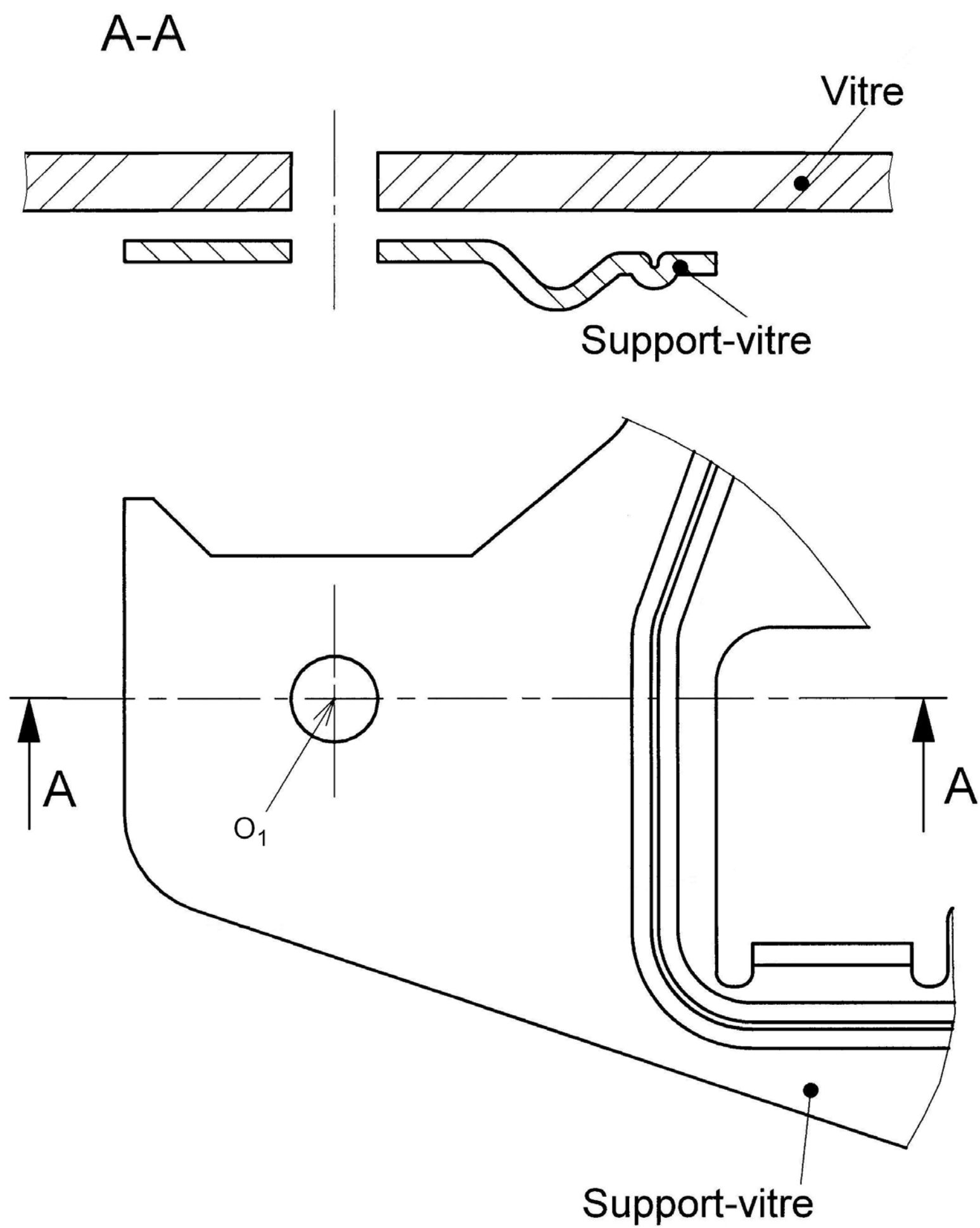
Réponse C.4.2.2

Entourez votre choix

Usinage par outil coupant	fonderie	Formage
------------------------------	----------	---------

Réponse C.4.3.1

S. F.	Edition de l'esquisse avec toutes les indications de cotes et de contraintes	Définition de la fonction et du plan d'esquisse	Résultat volumique de la fonction
			
			
			
	 		 



Echelle 3 : 1