Banque PT, France

Session 2003, filière PT

Sciences industrielles III

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Introduction
- Partie I, 1.1 : solution avec volets en liaison pivot et commande électrique
- Partie I, 1.2.1 : articulation des volets à la structure
- Partie I, 1.2.2 à 1.2.4 : actionneur thermomécanique, came et ressort de rappel
- Partie II, II.1 : cotation fonctionnelle du carter de l'actionneur
- Partie II, II.2 : réalisation du carter de l'actionneur
- Partie II, II.3 : étude constructive de l'amplificateur

Sujet reproduit sans retouche à partir de la page suivante.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/banque-pt/pt/2003/si-3

Prepa Help ne revendique aucun droit sur le sujet, propriété de l'organisateur du concours.

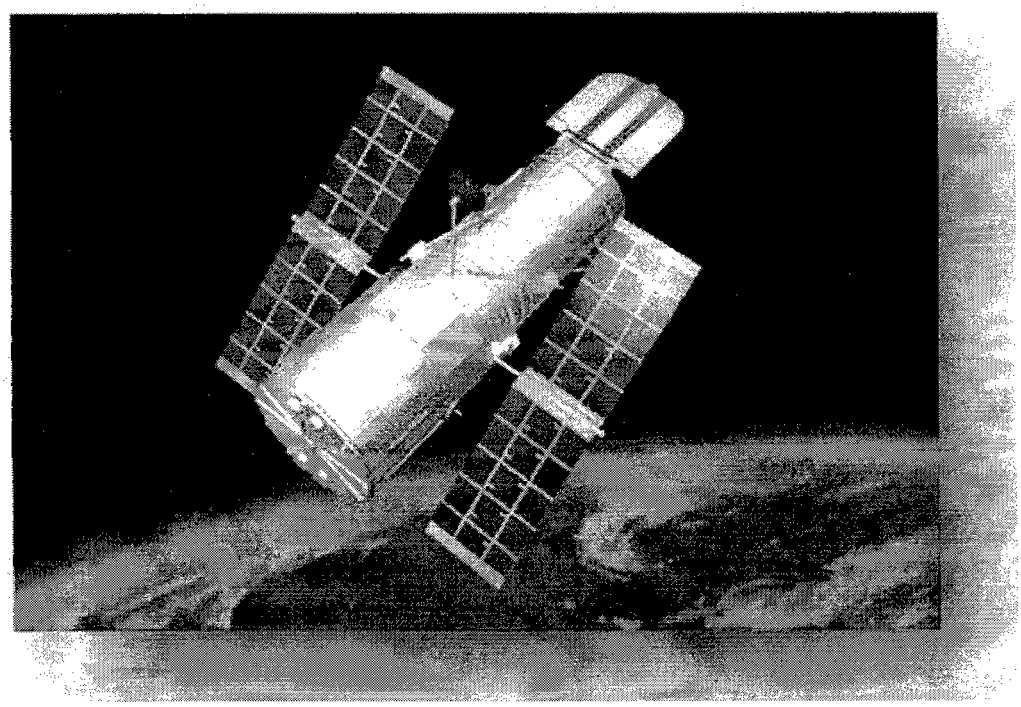
U23F

❋ Banque filière PT ❋

Epreuve de Sciences Industrielles III

Durée 6 h

Volets de protection thermique d'une sonde spatiale d'observation de planètes du système solaire



Volet de protection lumineuse, à l'avant du télescope spatial HUBBLE, en position ouverte.

INSTRUCTIONS GENERALES ET STRUCTURE DU DOSSIER

Matériel autorisé :

Tous instruments de dessin industriel.
Calculatrice de poche non imprimante, sans document d'accompagnement.

Cette épreuve comporte :

INTRODUCTION : Volets de protection thermique de la fenêtre d'observation d'une sonde spatiale.
PARTIE I : Etude d'architecture de l'articulation et de la commande des volets.
PARTIE II : Conception de l'actionneur thermomécanique et de l'amplificateur mécanique.

Le dossier est constitué de :

Cette page d'Instructions générales et structure du dossier.

Un fascicule de 12 pages comportant les figures suivantes :
Figure 1 : Les trois positions des volets de la fenêtre d'observation en fonction de la température T de la structure métallique du satellite.
Figure 2 : Inventaire des entrées et sorties de la partie commande des volets.
Figure 3 : Schéma de principe d'un volet en position normale et de sa commande par came, amplificateur et actionneur thermomécanique.
Figure 4 : Modèle d'étude de la section équivalente d'un soufflet formé de p=6 ondes.
Figure 5 : Vue générale de l'actionneur et de l'amplificateur.
Figure 6 : Vue du carter de l'actionneur.

Documents numérotés :
Document I : (document réponse **à rendre non plié**). Solution avec volets en liaison pivot et commande électrique.
Document II : (document réponse, recto et verso, **à rendre non plié**). Articulation des volets à la structure métallique de la sonde.
Document III : Sous-ensemble SE1 : actionneur thermomécanique.
Document IV : Carter de l'actionneur.
Document V : (calque réponse **à rendre non plié**). Phase 10.
Document VI : (calque réponse **à rendre non plié**). Phases 20 et 30.
Document VII : Silhouette du brut initial et du carter usiné de l'actionneur.
Document VIII : Epures à l'échelle 2,5 des pignons et schéma d'agencement.

Un calque préimprimé de format A3 (**à rendre non plié**).

Documents à rendre en fin d'épreuve :

Feuilles de copie.
Document I.
Document II, recto et verso.
Document V.
Document VI.
Calque préimprimé.

INTRODUCTION : Volets de protection thermique de la fenêtre d'observation d'une sonde spatiale

Une sonde spatiale est généralement constituée d'une structure métallique, souvent en alliage d'aluminium, sur laquelle sont fixés les instruments d'observation et de communication. L'ensemble est protégé par un matelassage multicouche isolant dans lequel se trouve ménagée une fenêtre d'observation, voire plusieurs. Si la sonde est destinée à l'étude d'une planète du système solaire proche du soleil, cette fenêtre risque, lorsqu'elle est orientée vers le soleil, de recevoir un flux thermique important. Par exemple 2600 W/m^2 au voisinage de Vénus ou 14 600 W/m^2 au voisinage de Mercure. Ce flux thermique externe, s'ajoutant au flux thermique interne produit par la dissipation thermique des équipements électriques, conduit à une augmentation de la température T de la structure métallique. Au contraire, lorsque la fenêtre du satellite est orientée vers le fond cosmique, considéré comme un corps noir qui rayonne à 2,7K, la structure métallique dissipe son énergie et se refroidit. Ceci se produit en particulier durant les phases de vol interplanétaire, lorsque la sonde est en sommeil et que son activité électrique se trouve réduite.

Or, le fonctionnement correct des composants optoélectroniques des instruments fixés sur la structure métallique de la sonde exige impérativement que la température de cette structure soit comprise entre une valeur maximale (Tmax = 60°C) et une valeur minimale (Tmin = 20°C). Au delà de ces valeurs les effets thermomécaniques peuvent produire un dysfonctionnement de ces composants et conduire à la panne des instruments. Une méthode de protection thermique des instruments de la sonde consiste à équiper la fenêtre d'observation avec des volets mobiles.

Pour satisfaire les besoins à venir, les organisations intéressées par la recherche spatiale engagent des programmes de recherche de solutions, par anticipation, avec des industriels spécialisés.

Dans le cas étudié ici, voir la Figure 1, on suppose que les volets de protection de la fenêtre sont en liaison pivot avec la structure métallique. Au nombre de quatre, ils ont même longueur et, pour simplifier, même largeur. Ils peuvent prendre trois positions :
- Lorsque la température T de la structure métallique du satellite est comprise entre les deux valeurs extrêmes, $T_{min}<T<T_{max}$, les volets se trouvent en position "normale" (n). La fenêtre d'observation est ouverte (Fig. 1a). Chaque volet dégage une surface au travers de laquelle un ou plusieurs instruments peuvent réaliser leurs mesures.
- Lorsque la fenêtre d'observation est face au soleil et que la température de la structure métallique de la sonde devient supérieure à sa valeur maximale, $T \geq T_{max}$, les volets viennent en position (c) dite "fermée chaude" (Fig. 1b). Les volets présentent vers le soleil l'une de leurs deux faces. Cette face est recouverte d'une protection thermique multicouche capable de résister à de fortes températures, de l'ordre de 400°C, mais dotée de performances d'isolation limitées.
- Lorsque la fenêtre d'observation est face au fond cosmique, et que la température de la structure métallique du satellite devient inférieure à sa valeur minimale, $T \leq T_{min}$, les volets viennent en position (f) dite "fermée froide". Les volets présentent alors leur autre face à la source froide. Cette autre face est couverte d'une protection thermique multicouche qui possède d'excellentes caractéristiques d'isolation thermique mais qui se dégraderait sous l'effet prolongé d'un flux thermique élevé.

Une société de haute technologie, AER, étudie et réalise un démonstrateur d'un système d'articulation et de commande original des volets.

Dans le cas d'un fonctionnement satisfaisant et d'un coût compétitif, ce système pourra être choisi pour équiper un satellite d'observation d'une planète proche du soleil dont le lancement pourrait intervenir dans le courant de la prochaine décennie.

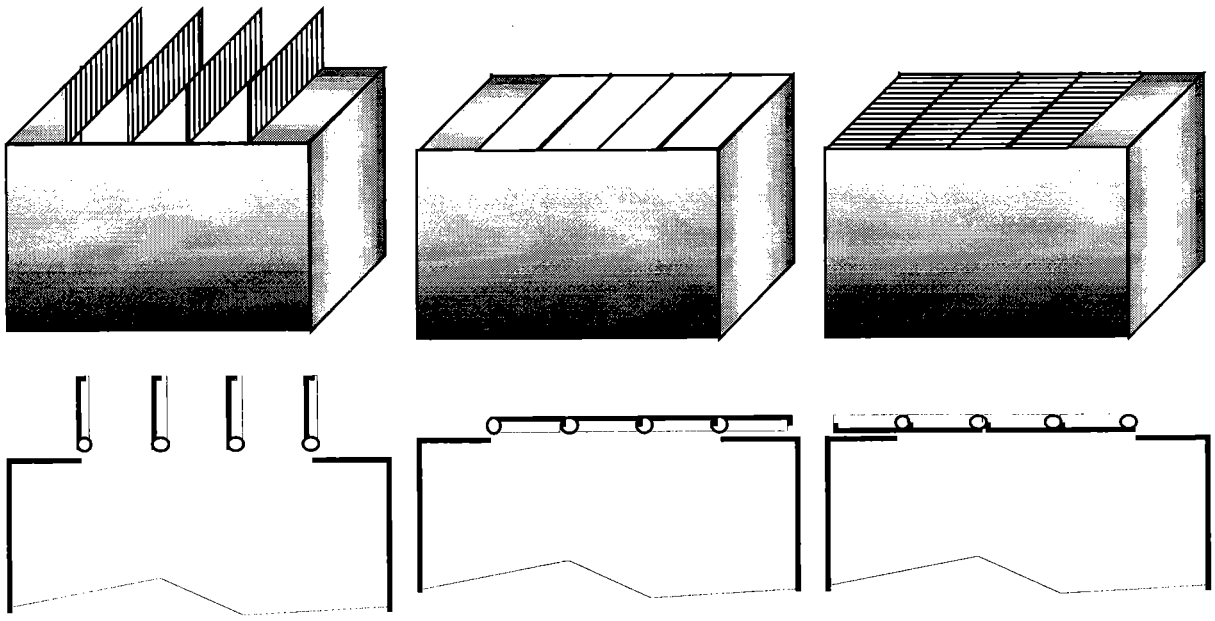


Fig. 1a : Volets en position (n) "normale". La fenêtre ouverte permet l'observation. $T\ min < T < T\ max$

Fig. 1b : Volets en position (c) "fermée chaude". Ils empêchent le réchauffement de la structure. $T \geq T\ max$

Fig. 1c : Volets en position (f) "fermée froide". Ils empêchent le refroidissement de la structure. $T \leq T\ min$

Figure 1 : Les trois positions des volets de la fenêtre d'observation en fonction de la température T de la structure métallique du satellite

L'articulation et la commande des volets constitue l'objet de cette étude. De nombreuses solutions permettent de réaliser ces fonctions. Le choix d'une solution particulière dépend de nombreux paramètres dont ceux liés à la fiabilité. Une étude d'architecture se justifie et nécessite d'explorer différentes solutions.

PARTIE I : Etude d'architecture de l'articulation et de la commande des volets

I.1 : Solution avec volets en liaison pivot et commande électrique

Question I.1.a : Parmi les mécanismes classiques de transfert de chaleur énoncer ceux qui sont responsables, dans l'espace, de l'élévation de température des composants optoélectroniques des instruments de la sonde, sous l'effet du soleil, à travers la fenêtre supposée ouverte, volets en position normale (n).

Chaque volet est en liaison pivot d'axe $(A_i, \vec{y})$ avec la structure métallique, voir Document I.

Sa position est commandée par un moteur électrique. L'arbre du moteur est en liaison pivot d'axe $\vec{x}$ avec la structure métallique. Chaque volet porte un bras A_iB_i dont l'extrémité B_i est reliée à l'arbre du moteur par une chaîne de solides.

Question I.1.b : Représenter sur le Document I (à rendre non plié) le schéma cinématique d'un mécanisme qui agit sur l'extrémité B_i des volets et transforme la

rotation de l'arbre du moteur électrique en rotation des volets. En vue d'un gain de poids, chercher à minimiser le nombre des solides du mécanisme.

Question I.1.c : Si la distance A_iB_i = 16 mm donner la valeur numérique du déplacement d'un point B_i, en projection sur $\vec{x}$, en supposant, pour simplifier, une rotation théorique des volets de 180°.

La commande de la position des volets est fonction de l'information donnée par un capteur de température fixé sur la structure métallique de la sonde. La température T mesurée permet, par comparaison avec les deux températures limites Tmin et Tmax la création de deux informations logiques c et f définis pas le tableau ci-dessous.

Température T	T≤Tmin	Tmin<T<Tmax	T≥Tmax
Information f	1	0	0
Information c	0	0	1

Tableau de définition des informations f et c en fonction de la température T

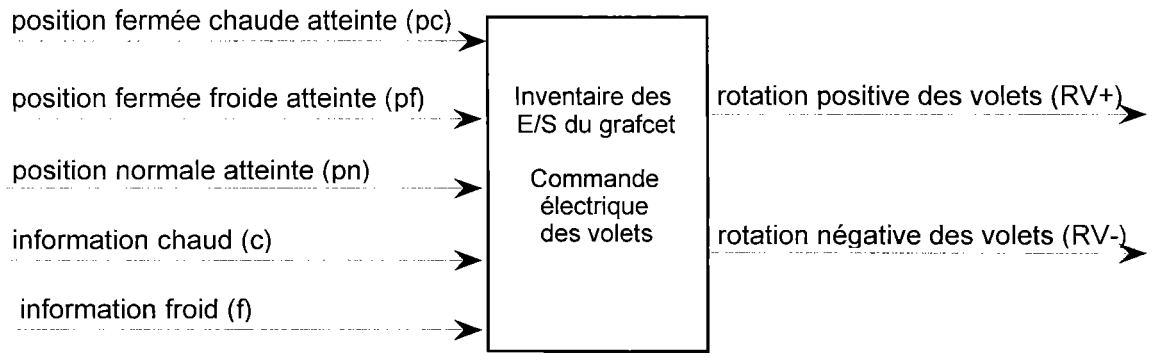


Figure 2 : Inventaire des entrées et sorties de la partie commande des volets

La rotation positive des volets, (RV+), amène ceux ci de leurs positions (f) à (n) ou (n) à (c).
La rotation négative des volets, (RV-), les amène de leurs positions (c) à (n) ou (n) à (f).

Question I.1.d : A partir de l'inventaire des entrées et sorties de la Figure 2, représenter sur le Document I (à rendre non plié) le grafcet de commande des volets. La situation initiale est définie par la position normale (n) des volets.

I.2 : Solution avec volets à articulations multiples et commande thermomécanique

La Société AER développe un actionneur thermomécanique, voir le schéma de principe sur la figure 3. Toute variation de la température du fluide contenu dans le réservoir entraîne, par dilatation, une variation de son volume et la translation de la tige d'un piston suivant l'axe $\vec{x}$. Ces translations sont d'amplitudes faibles comme ce sera vu au paragraphe 1.2.2. Il convient donc d'interposer un amplificateur mécanique schématisé par un levier mais dont l'étude réaliste est demandée dans la Partie II.
La tige de sortie de l'amplificateur déplace une came à deux rampes qui commande la translation de la tige HG. Cette came est étudiée au paragraphe I.2.3.
Enfin, une autre manière d'amplifier la rotation du volet consiste à utiliser des biellettes articulées comme celles qui sont étudiés au paragraphe I.2.1.

Question I.2 : Sachant que toute exposition, sans protection, de la fenêtre de mesure au flux thermique, conduirait à la destruction irrémédiable de la sonde, donner en

quelques mots les avantages de la commande des volets par actionneur thermomécanique par rapport à une commande électrique.

I.2.1 : Articulation des volets à la structure métallique de la sonde

Afin d'autoriser les faibles déplacements produits par l'actionneur thermomécanique, la société AER propose l'architecture dont la figure 3 donne un schéma de principe.

Un seul volet, en position normale (n), est représenté. La translation suivant $\vec{x}$ de la came à deux rampes commande la translation suivant $\vec{z}$ de la tige HG considérée en liaison glissière avec la structure métallique de la sonde. La biellette GF est en liaison pivot d'axe $(G,\vec{y})$ avec la tige HG. Elle est aussi en liaison pivot d'axe $(F,\vec{y})$ avec la biellette FD et la barre EF liée au volet. Les biellettes FD et EC sont en liaisons pivots d'axes $(F,\vec{y})$ et $(E,\vec{y})$ avec le volet. Elles sont en liaisons pivots d'axes $(D,\vec{y})$ et $(C,\vec{y})$ avec la structure métallique.
Cet ensemble de solides articulés transforme la translation de la tige HG en une rotation du volet.
On donne :

CD = FE = d = 8 mm

CE = DF = ℓ = 16 mm

FG = 16 mm

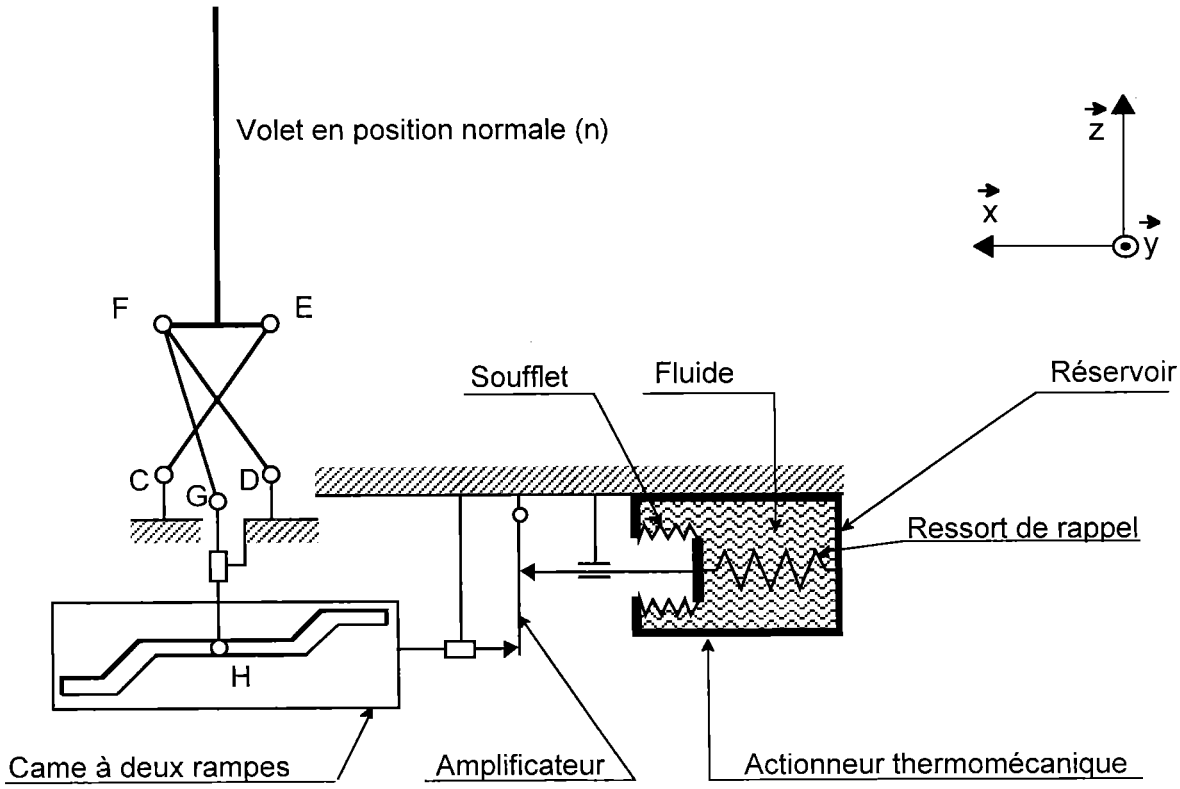


Figure 3 : Schéma de principe d'un volet en position normale et de sa commande par came, amplificateur et actionneur thermomécanique

On se propose d'analyser le fonctionnement mécanique de l'articulation des volets.
On cherche d'abord à déterminer graphiquement l'amplitude des déplacements du point H, par rapport à la structure métallique, afin d'amener le volet de la position normale (n) à la position fermée chaude (c) d'une part, et à la position fermée froide (f) d'autre part.

Question I.2.1.a : Tracer sur l'ébauche supérieure du Document II, recto (à rendre non plié), à l'échelle 5, à la règle et au compas, les points EF et G dans leur position initiale (volet ouvert en position normale (n)).
On suppose que le mouvement de la came déplace le point G au point G' de telle façon que l'angle $(\overrightarrow{DF},\overrightarrow{DF'}) = -30°$ autour de l'axe $\vec{y}$. Tracer sur le même schéma les nouvelles positions E'F'G' des points EFG.
Positionner le point J' tel que $\overrightarrow{E'J'} = \overrightarrow{CD}$. Préciser la courbe sur laquelle se trouve le point J'.
Montrer que la droite DE' est bissectrice de l'angle $\widehat{F'E'J'}$.
En déduire l'orientation du segment DE" pour que l'angle $\widehat{F''E''J''}$ soit un angle droit.

Question I.2.1.b : Sur l'ébauche inférieure du Document II, recto, tracer à la règle et au compas, la position E_c du point E' pour laquelle la position E_cF_c de la barre EF est orthogonale à sa position normale (n). Cette position correspond à une rotation de -90° du volet autour de l'axe $\vec{y}$, volet en position fermée chaude (c). En déduire la position G_c du point G.
Sur le même schéma, construire les positions E_f F_f et G_f des points E' F' G' pour lesquelles le volet a tourné de + 90° autour de l'axe $\vec{y}$ et se trouve en position fermée froide (f).
Estimer graphiquement les valeurs numériques des déplacements G_fG et GG_c du point G, suivant l'axe $\vec{z}$. Ecrire leur valeur numérique vraie, en mm, sur le dessin. Comparer le déplacement G_fG_c à la valeur du déplacement du point B trouvée à la question I.1.c.

En vue de comprendre l'influence des paramètres géométriques sur la cinématique de la liaison, on considère le volet dans sa position normale (n), au début de son mouvement de fermeture vers la position fermée chaude (f). La came impose aux points H et G de la tige HG une vitesse $\vec{V}(G \in \text{tige/structure}) = u\vec{z}$ par rapport à la structure. Tous les corps constituant le mécanisme sont des solides indéformables.

Question I.2.1.c : Sur l'ébauche supérieure du Document II, verso, est représenté le vecteur $u\vec{z}$. Tracer le vecteur vitesse $\vec{V}(F \in \text{volet/structure})$ du point F du volet par rapport à la structure.
Ecrire en fonction de u et des angles α et β définis sur l'ébauche le module du vecteur $\vec{V}(F \in \text{volet/structure})$.
Positionner le centre instantané de rotation I du mouvement du volet par rapport à la structure.
Ecrire en fonction de u, α, β et ℓ le module du vecteur vitesse de rotation du volet par rapport à la structure.

Le volet est soumis à l'action des biellettes GF, CE, DF et à un couple de résultante nulle et de moment dû au frottement C_{fr} $\vec{y}$, supposé connu.
En vue d'aborder des calculs de résistance, on considère, pour simplifier : que la sonde est en apesanteur, que le volet est dans sa position normale (n), au début de son mouvement de fermeture vers la position fermée chaude (f), que toutes les liaisons sont parfaites et que tous les points des solides constituant la liaison sont soumis à des accélérations nulles.
Le point K est le centre d'une section droite de la tige HG voisine de G. La portion KG de la tige HG est uniquement soumise à l'action de la biellette GF et au torseur des actions de cohésion exercées par la partie HK sur la partie KG. On désigne par N la projection sur $\vec{z}$ de la résultante de ce torseur de cohésion.

Question I.2.1.d : Sur l'ébauche inférieure du Document II, verso, est représenté le vecteur $N\vec{z}$. En définissant à chaque fois le système isolé, en faisant le bilan des actions mécaniques et en précisant le théorème utilisé on demande d'abord de tracer

et de calculer en fonction de N la force exercée par la biellette GF sur le volet, puis de calculer la composante N en fonction de C_{fr}, α, β et ℓ et enfin de justifier le type de sollicitation, à savoir traction ou compression, de chacune des biellettes CE et DF.
Calculer, en fonction de C_{fr}, α, β, ℓ et u la puissance développée par le torseur de cohésion exercé par HK sur KG, dans le champ des vitesses de la question 1.2.1.c.

I.2.2 : Etude de l'actionneur thermomécanique

La figure 3 donne le schéma de principe de l'actionneur thermomécanique. Le document III en donne un dessin d'ensemble.

On souhaite calculer la translation de l'extrémité du soufflet, portant le piston et sa tige, en fonction de l'augmentation de température de l'actionneur. Un réservoir est constitué par le carter de l'actionneur thermomécanique, en alliage d'aluminium et béryllium, et par le soufflet dont les coefficients de dilatation thermique linéique α_{ab} sont supposés identiques.
Ce réservoir est rempli d'une huile de silicone dont le coefficient de dilatation thermique volumique est α_s. À 20°C on considère que le volume de l'huile est identique au volume du réservoir et est noté V_0.
Le soufflet est schématisé par un tube cylindrique, de même coefficient de dilatation que le réservoir, dans lequel se translate suivant l'axe $\vec{x}$, un piston de surface équivalente S_e.
L'application numérique utilisera les valeurs suivantes :

$\alpha_{ab} = 13{,}9\ 10^{-6}\ K^{-1}$
$\alpha_s = 1\ 000\ 10^{-6}\ K^{-1}$
$V_0 = 19\ 000\ mm^3$
$S_e = 107\ mm^2$

Question I.2.2.a : Donner l'expression littérale puis calculer la valeur numérique, en $mm^3.K^{-1}$, de l'augmentation de volume ΔV_{ab} du réservoir, pour une augmentation de température de celui-ci de 1°C.
Donner l'expression littérale puis calculer la valeur numérique, en $mm^3.K^{-1}$, de l'augmentation de volume ΔV_s de l'huile de silicone pour une augmentation de température de celle-ci de 1°C.
Donner l'expression littérale puis calculer la valeur numérique, en $mm.K^{-1}$, du déplacement Δa de l'extrémité mobile du soufflet de l'actionneur pour une augmentation de température de l'actionneur de 1°C.

La figure 6 et le document III décrivent le carter de l'actionneur. Il est composé d'une semelle d'appui permettant sa fixation sur la structure métallique et de deux cavités de révolution. L'une contient le soufflet, le piston et le ressort de rappel. L'autre contient la majeure partie de l'huile de silicone.

Question I.2.2.b : La température de l'huile de l'actionneur thermomécanique doit suivre, sans retard excessif, la température de la structure métallique. Pour cela, l'actionneur est en contact avec la structure par une semelle de surface importante, à travers une fine couche de colle thermoconductrice et fixé par quatre vis. Ecrire en quelques phrases ou/et schémas pourquoi la surface interne de la cavité de révolution qui contient la majeure partie de l'huile n'est pas un cylindre unique (document III) mais présente des saillies annulaires.

On souhaite calculer la surface équivalente S_e du vérin associé au soufflet. Un détail du soufflet est montré sur le Document III. Le soufflet est composé d'une succession alternée de deux formes de coupelles soudées entre-elles. Le modèle de calcul choisi est décrit dans la figure 4 qui représente un soufflet formé de p=6 ondes, soit de 2p coupelles. Chaque coupelle est modélisée par un tronc de cône de hauteur h.

Le modèle de calcul de la section réduite du vérin équivalent est construit sur les hypothèses suivantes :
- chacune des 2p coupelles du soufflet est tronc conique,
- elle le reste au cours de sa déformation,
- le déplacement de tout point de la coupelle est uniquement axial.

Ainsi, seule la hauteur h du tronc de cône subit une variation dh. La dilatation du fluide produit un déplacement 2p dh de la tige du piston. Pour simplifier, les dilatations du réservoir et du soufflet sont supposées nulles.

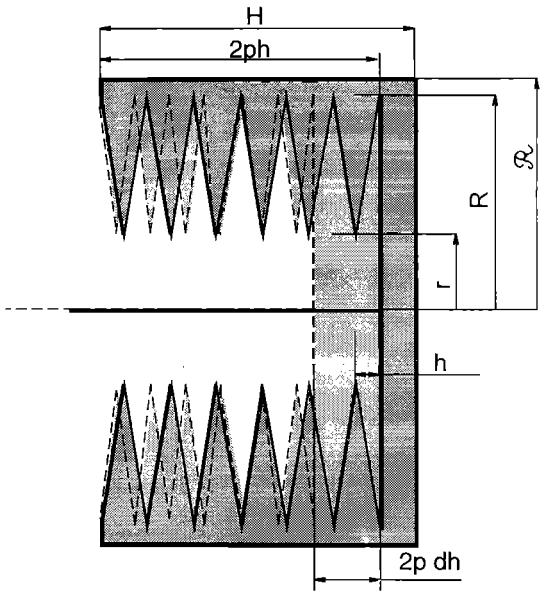


Figure 4 : Modèle d'étude de la section équivalente d'un soufflet formé de p=6 ondes

Question I.2.2.c : Calculer le volume initial du fluide contenu entre le réservoir et le soufflet, en fonction des paramètres $\mathcal{R}$, R, r, h, H et p.

En différenciant l'expression du volume par rapport au paramètre h, en déduire l'expression littérale de la section équivalente S_e du vérin associé au soufflet

Calculer la section réduite, en mm^2, pour les valeurs suivantes des paramètres :

R = 7,4 mm

r = 3,7 mm

I.2.3 : Etude de la came

On suppose que le multiplicateur permet une translation de la came de 0,4 mm/°C. On admet, pour simplifier, que les déplacements GfG et GGc sont égaux et valent 4 mm.

Question I.2.3 : Dessiner, sur la copie, à l'échelle 5, l'allure de la rainure de la came qui entraîne un galet de centre H, de diamètre 4 mm. La géométrie de la rainure permet la commande suivante des volets :

- pour -20°C <T< 10°C les volets sont en position fermée froide (f), H_f est en position basse,
- pour 10°C <T< 20°C les volets sont entre les positions fermée froide (f) et normale (n),
- pour 20°C <T< 50°C les volets sont en position ouverte normale (n), H est en position médiane,
- pour 50°C <T< 60°C les volets sont entre les positions normale (n) et fermée chaude (c),
- pour 60°C <T< 70°C les volets sont en position fermée chaude (c), H_c est en position haute.

Aucune température inférieure à -20°C et supérieure à 70°C ne peut être atteinte.

I.2.4 : Etude du ressort de rappel

L'actionneur contient un ressort de rappel qui travaille en traction et comprime le fluide en permanence.

Question I.2.4.a : Expliquer en une phrase la nécessité de ce ressort de rappel.

Avant montage, au repos, ce ressort est à spires jointives.
Une fois monté dans l'actionneur et soumis à la température de fonctionnement la plus basse de -20°C, le ressort a ses spires légèrement décollées et subit une force de traction F_0.
L'extrémité mobile du soufflet subit un déplacement Δa pour une élévation de température de 1°C.
La raideur du ressort peut être calculée à partir de la formule ci dessous donnant l'expression théorique de sa flèche :

$$f = 8FD^3n/Gd^4$$

où:
f est la flèche du ressort,
F est la force de traction,
D est le diamètre moyen d'enroulement du ressort,
d est le diamètre du fil constituant le ressort
G est le module de cisaillement du matériau constituant le ressort avec $G = E/2(1+\nu)$,
E est le module d'élasticité du matériau,
ν est le coefficient de Poisson du matériau,
n est le nombre de spires du ressort.

Question I.2.4.b : La température supportée par l'actionneur pouvant être comprise entre -20°C et 70°C, calculer algébriquement et numériquement, en mm, l'allongement du ressort quand sa température croit de -20°C à +70°C.
Calculer algébriquement et numériquement en $N.mm^{-1}$ la raideur k du ressort.
En déduire la force maximale Fmax de traction appliquée au ressort.
On donne les valeurs numériques suivantes :
$F_0 = 10$ N
D = 14,8 mm
d = 1,7 mm
n = 15
$\Delta a = 0,173$ mm.K^{-1}
E = 200 000 Mpa
$\nu = 0,28$

Question I.2.4.c : Le ressort est tendu par deux forces opposées F. Isoler une partie du ressort attaché au piston. Dessiner la ligne moyenne du fil constituant cette partie de ressort. Calculer le torseur de cohésion en un point de la ligne moyenne du fil constituant le ressort en reportant sur le dessin les angles et les axes utilisés. Représenter sur le dessin les actions mécaniques extérieures appliquées à la partie du ressort isolée. En supposant que la ligne moyenne est une hélice de faible pas, montrer que le fil constituant le ressort est principalement sollicité en torsion dont le moment a pour expression C = F D/2.
Calculer littéralement et numériquement la contrainte maximale que subit le ressort en ne prenant en compte que cette torsion.

PARTIE II : Conception de l'actionneur thermomécanique et de l'amplificateur mécanique.

L'actionneur thermomécanique SE1 et l'amplificateur SE2 (Figure 5) sont assemblés entre eux par une liaison plane et quatre goujons spéciaux calibrés, assurant à la fois le positionnement transversal et la fixation.

SE1 est constitué (document III) :

- d'un réservoir à huile de silicone
- d'un ensemble : piston - soufflet - ressort
- de la liaison par vis entre la semelle de l'actionneur et la structure du satellite. La conductibilité thermique étant assurée par une colle spéciale thermoconductrice.

SE2 est l'amplificateur de la figure 3.

L'amplification est réalisée par engrenages entre la translation de la tige du piston de SE1 et celle de la crémaillère de sortie.

La crémaillère de sortie est ensuite reliée à la came à deux rampes.

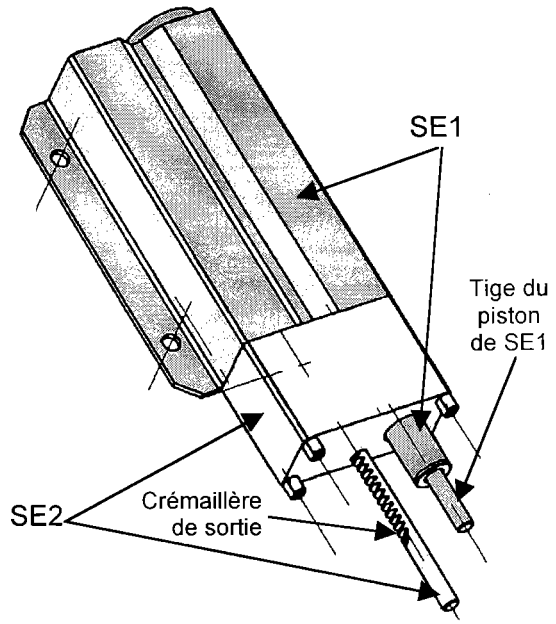


Figure 5 : Vue générale de l'actionneur et de l'amplificateur

II.1 Etude de la cotation fonctionnelle de SE1 :

Sur le dessin technique du carter de l'actionneur (document IV) ont été portées plusieurs tolérances dimensionnelles et géométriques, permettant de respecter des conditions fonctionnelles techniques

Question II.1.a : Choisir une tolérance dimensionnelle et en donner sa signification normalisée.

Question II.1.b : Quelles surfaces et tolérances dimensionnelles et géométriques du carter de l'actionneur permettent d'assurer, sans collision avec le carter, le déplacement du piston et du soufflet ?
Donner la signification de la (ou des) tolérance(s) géométrique(s) utilisée(s).

Question II.1.c : Donner la signification normalisée des deux tolérances | // | 0.02 | A | et | ⌖ | Ø0,05 | B-C | G |. Énoncer pour chacune d'elle la fonction technique correspondante.

Question II.1.d : Sur la copie, dessiner la forme, et indiquer les surfaces et les dimensions du calibre fonctionnel (gabarit de contrôle), correspondant à la tolérance | ⌖ | Ø0 Ⓜ | A | DⓂ | FⓂ | et les indications qui lui sont associées.

Question II.1.e : Sur la copie, à l'aide d'un dessin à main levée, proposer, sur une vue en projection du carter de l'actionneur, une tolérance de 0,2 mm de défaut de forme quelconque avec références, permettant de satisfaire la condition technique :
"la crémaillère de sortie (de diamètre maxi Ø 4mm), de l'amplificateur, n'entre pas en collision avec le carter de l'actionneur, et se trouve à une distance minimum de 0,4 mm de ce carter".
On fera l'hypothèse que la variation du positionnement relatif entre les deux parties SE1 et SE2, due au jeu, est négligeable.

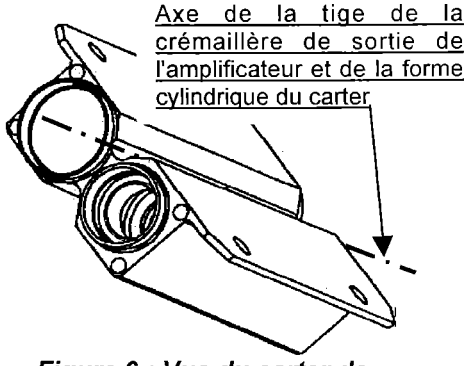


Figure 6 : Vue du carter de l'actionneur

On rappelle que les deux sous ensembles SE1 et SE2 (Figure 5) sont assemblés entre eux par une liaison plane et quatre goujons spéciaux calibrés.
Justifier en quelques lignes le choix de la (ou des) références spécifiées retenues.
Afin de calculer les dimensions théoriques exactes, la position nominale de l'axe de la crémaillère de sortie est définie par l'intersection d'un plan situé à 3,5 mm du plan B-C, et du plan de symétrie situé à égales distances des axes du vérin et du réservoir

II.2 Réalisation du carter de l'actionneur :

Le matériau utilisé est obtenu par frittage, le brut est une forme parallélépipédique de dimensions 22x91x62mm. Compte tenu du faible nombre de prototypes à réaliser, chaque carter est réalisé en pièce unitaire par enlèvement de copeaux en cinq phases. Les deux premières phases sont réalisées sur MOCN 3 axes, à broche verticale, la troisième et la quatrième phases sont réalisées sur MOCN 3 axes, à broche horizontale. Les sept trous de passage du fluide, d'axes perpendiculaires à l'axe du piston, sont, dans une cinquième phase, réalisés par électroérosion et ne font pas l'objet des questions posées.
Dans chaque phase d'usinage, toutes les surfaces accessibles par les outils de coupe sont réalisées sans démontage de la pièce.
Les deux questions suivantes sont à rédiger sur les documents réponses V et VI, le document VII donne des épures du carter usiné et du brut initial.

Question II.2.1 : Au cours de la première phase (Phase 10), la surface de référence spécifiée B-C fait partie de l'ensemble des surfaces usinées. Sur le document réponse V, à l'aide de schémas, représenter la forme de la pièce avant usinage, les surfaces usinées, l'isostatique de la mise en position de la pièce, puis indiquer le nom et la forme des outils utilisés.

Question II.2.2 : Sur le document réponse VI, proposer à l'aide de schémas, pour chacune des deux phases deux et trois (Phases 20 et 30) : la forme générale de la pièce avant usinage, les surfaces usinées, l'isostatique de la mise en position de la pièce, le bridage, et indiquer par une flèche le sens d'accessibilité des outils.

II.3 Étude constructive de l'amplificateur (sous-ensemble SE2)

Les limites extérieures de l'espace alloué à l'amplificateur, dans le satellite, doivent être impérativement respectées (Calque préimprimé).
Le carter de l'amplificateur est entièrement usiné dans la masse à partir d'un parallélépipède d'alliage d'aluminium béryllium.
Afin d'obtenir une meilleure rigidité, le carter est constitué de cinq faces possédant les ouvertures nécessaires aux passages des crémaillères et à la fixation des guidages des différents pignons. La sixième face, définie sur la vue de droite du calque préimprimé, sert d'interface avec l'actionneur.
Dans l'espace, les matériaux métalliques en contact ont tendance à se souder entre eux.
Les vitesses relatives entre pignons et carter ainsi qu'entre crémaillère et carter sont très faibles. Les efforts dans les liaisons sont négligeables.
Par conséquent entre la crémaillère de sortie et le carter est interposée et fixée une bague de friction en polyimide d'épaisseur 0,5 mm fabriquée spécialement. De même, les guidages des arbres des différents pignons par rapport au carter, sont en polyimide. Ils sont usinés dans la masse, peuvent prendre toute forme de révolution (dont celle d'une bague), et peuvent être montés serrés.

Les formes à définir doivent satisfaire aussi bien les contraintes de fonctionnement que les contraintes d'assemblage et de fabrication.
Le document VIII donne les épures et les caractéristiques des différentes roues dentées et un schéma d'agencement des pignons

Question II.3 : Définir sur le calque préimprimé à l'échelle 2,5 (à rendre non plié), avec toutes les vues, coupes et sections supplémentaires, jugées nécessaires, le dessin du sous-ensemble amplificateur. En particulier :

- Représenter en position les différents pignons.
- Concevoir la forme et les guidages des différents pignons : arbre primaire, secondaire et de renvoi. Le diamètre minimum des guidages est de 3,5 mm.
- Concevoir le guidage de la crémaillère de sortie.
- Concevoir la forme du carter de l'amplificateur obéissant aux deux critères suivants :
  - usinabilité,
  - assemblage.
- Concevoir la forme des goujons spéciaux assurant la fixation et le positionnement de SE2 par rapport à SE1 ainsi que leur liaison avec le carter de l'amplicateur. On admettra que les quatre goujons sont identiques et jouent le même rôle (liaison hyperstatique).

En plus de la représentation de tous les détails utiles, il est conseillé d'utiliser les vues suivantes, pour :

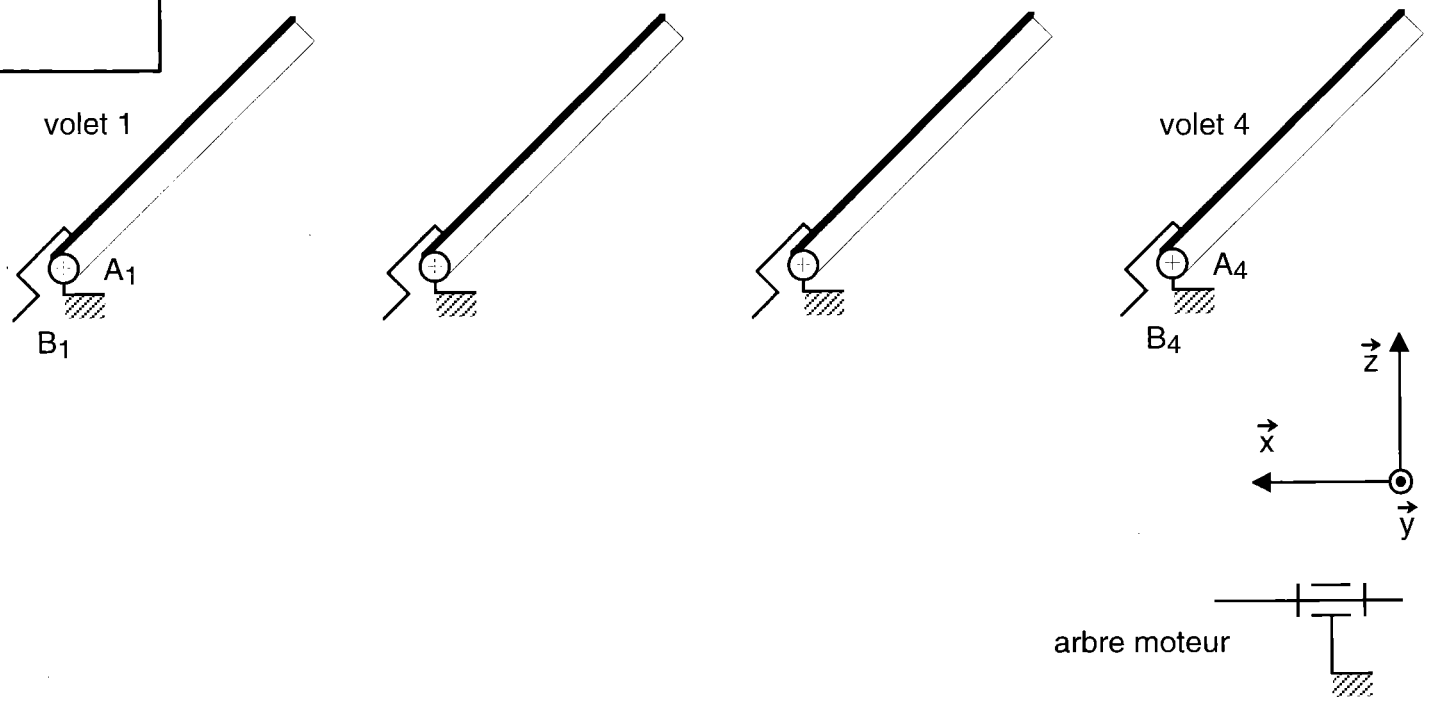
- sur la vue de face, coupe A-A, positionner les axes des arbres, les cercles primitifs et de tête de tous les pignons, et définir la liaison de la crémaillère de sortie,
- sur la vue de droite, définir la forme du carter,
- sur la coupe B-B, définir la forme du carter, des arbres primaire et secondaire, des crémaillères d'entrée et de sortie, ainsi que leurs guidages,
- sur la coupe C-C, définir la forme du carter, de l'arbre intermédiaire, des crémaillères d'entrée et de sortie, ainsi que leurs guidages. Cette coupe contient l'axe de l'arbre intermédiaire,
- sur la coupe D-D, définir la forme intérieure du carter,
- sur la vue suivant F, définir les formes extérieures de l'amplificateur,
- sur la vue de dessus définir une section partielle montrant la fixation entre SE1 et SE2 par un goujon.

NE RIEN ÉCRIRE

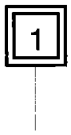
Document I : (document réponse à rendre non plié)

Solution avec volets en liaison pivot et commande électrique

Réponse à la Question I.1.b



Réponse à la Question I.1.d

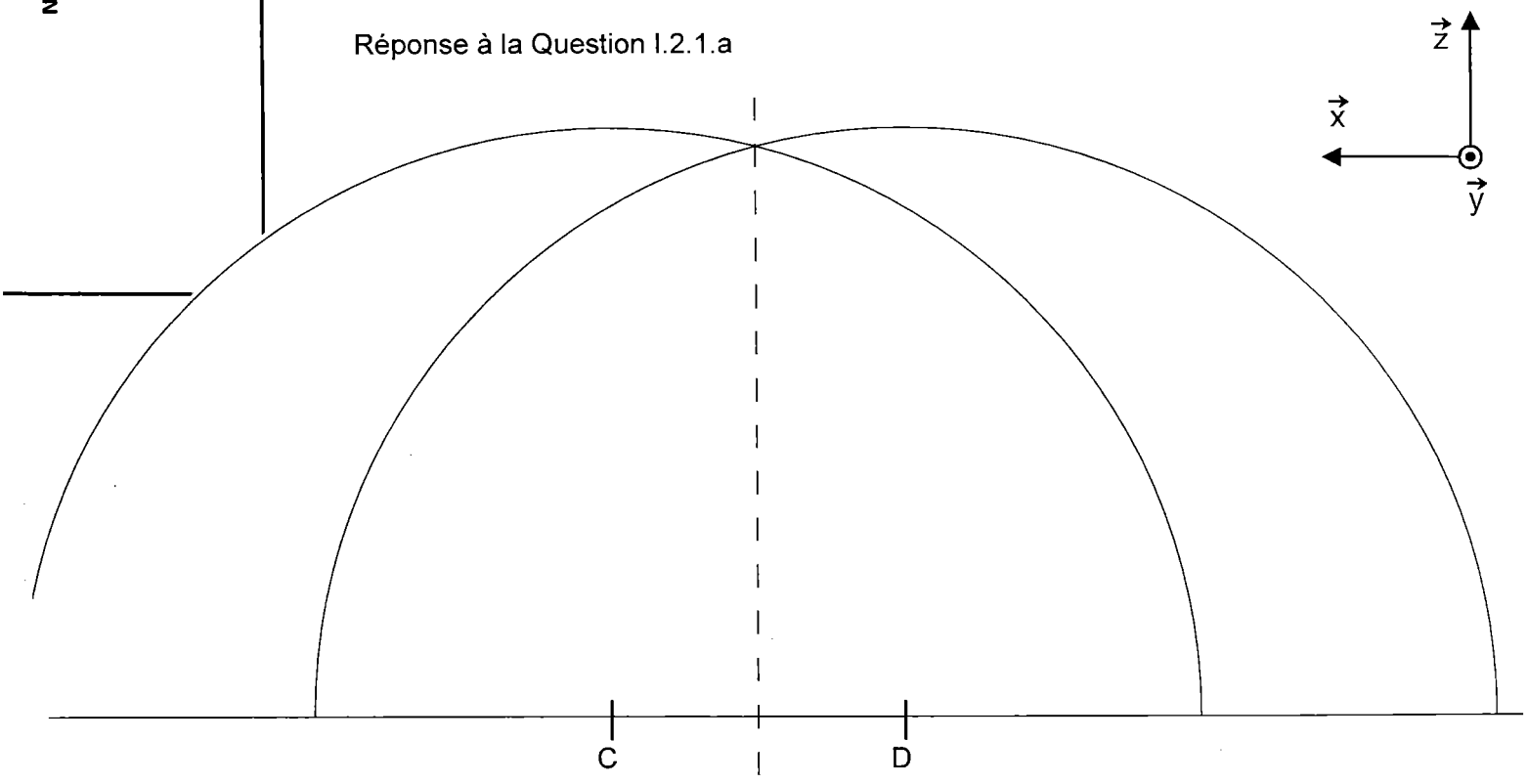


NE RIEN ÉCRIRE

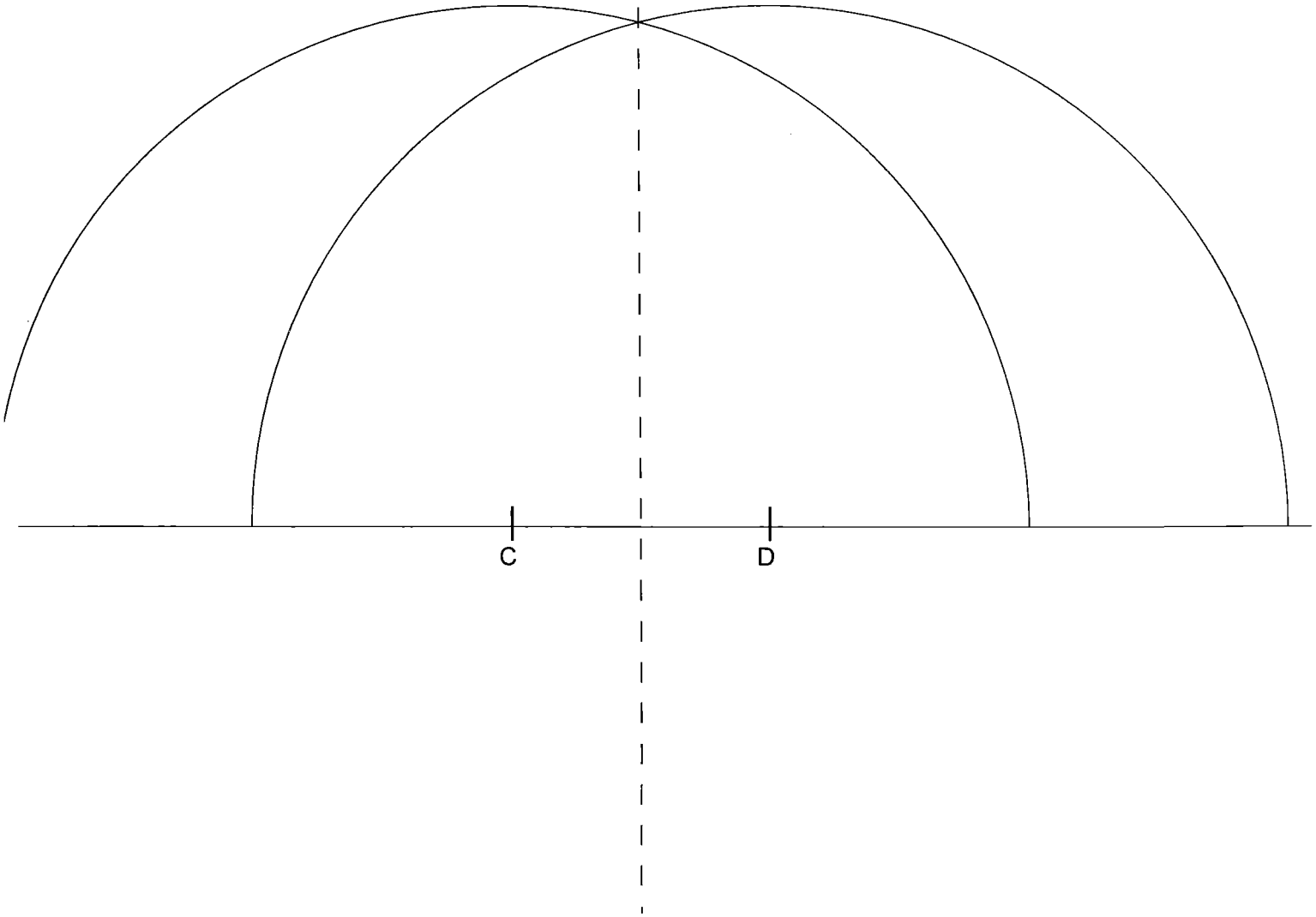
Document II, recto : (document réponse à rendre non plié)

Articulation des volets à la structure métallique de la sonde

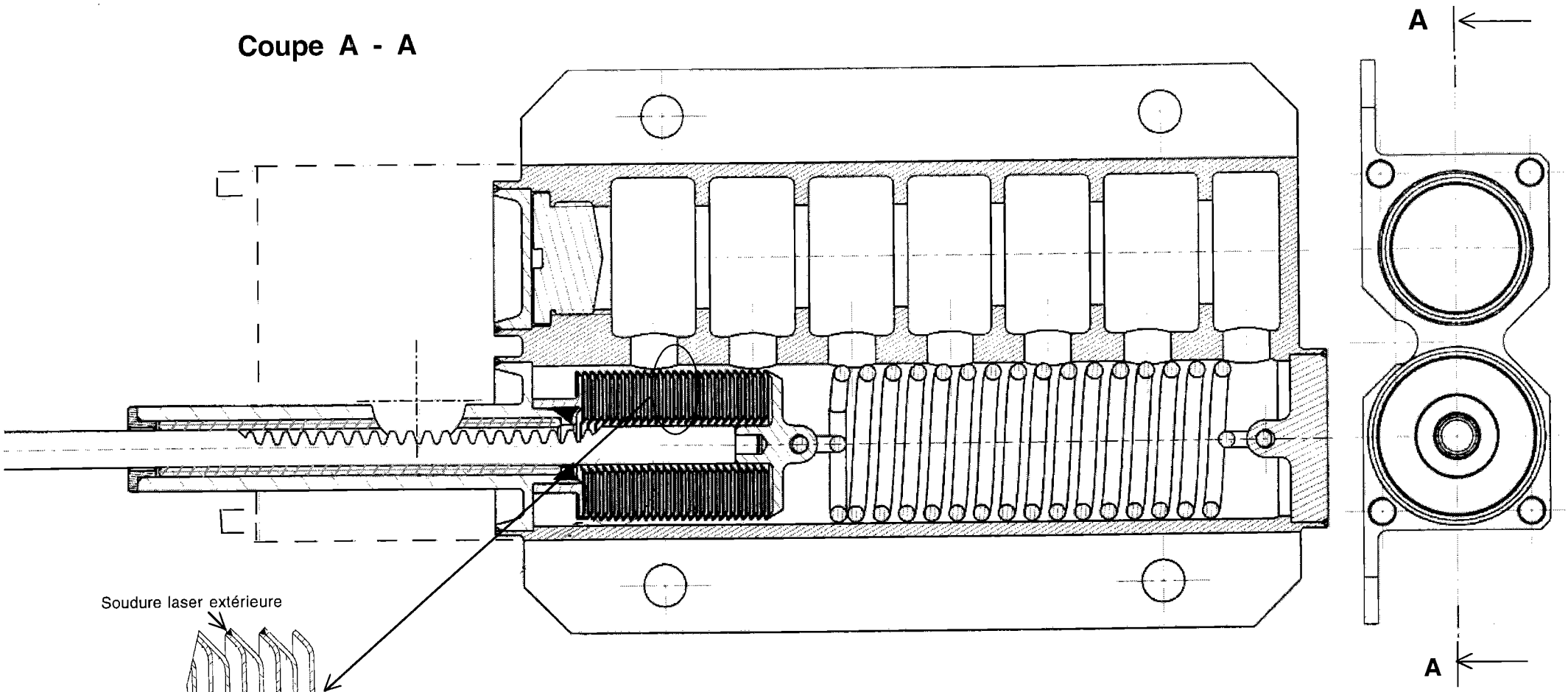
Réponse à la Question I.2.1.a

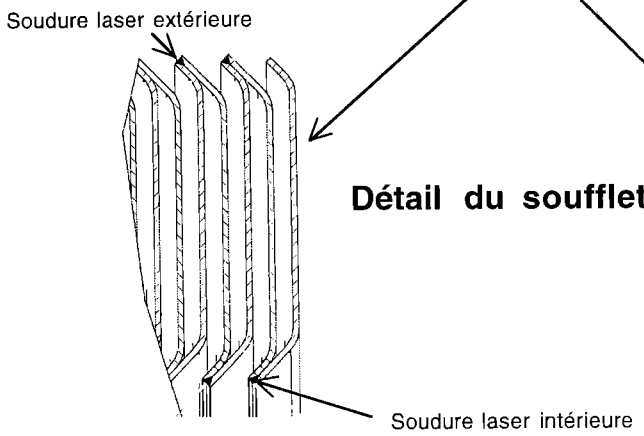


Réponses à la Questions I.2.1.b



Coupe A - A

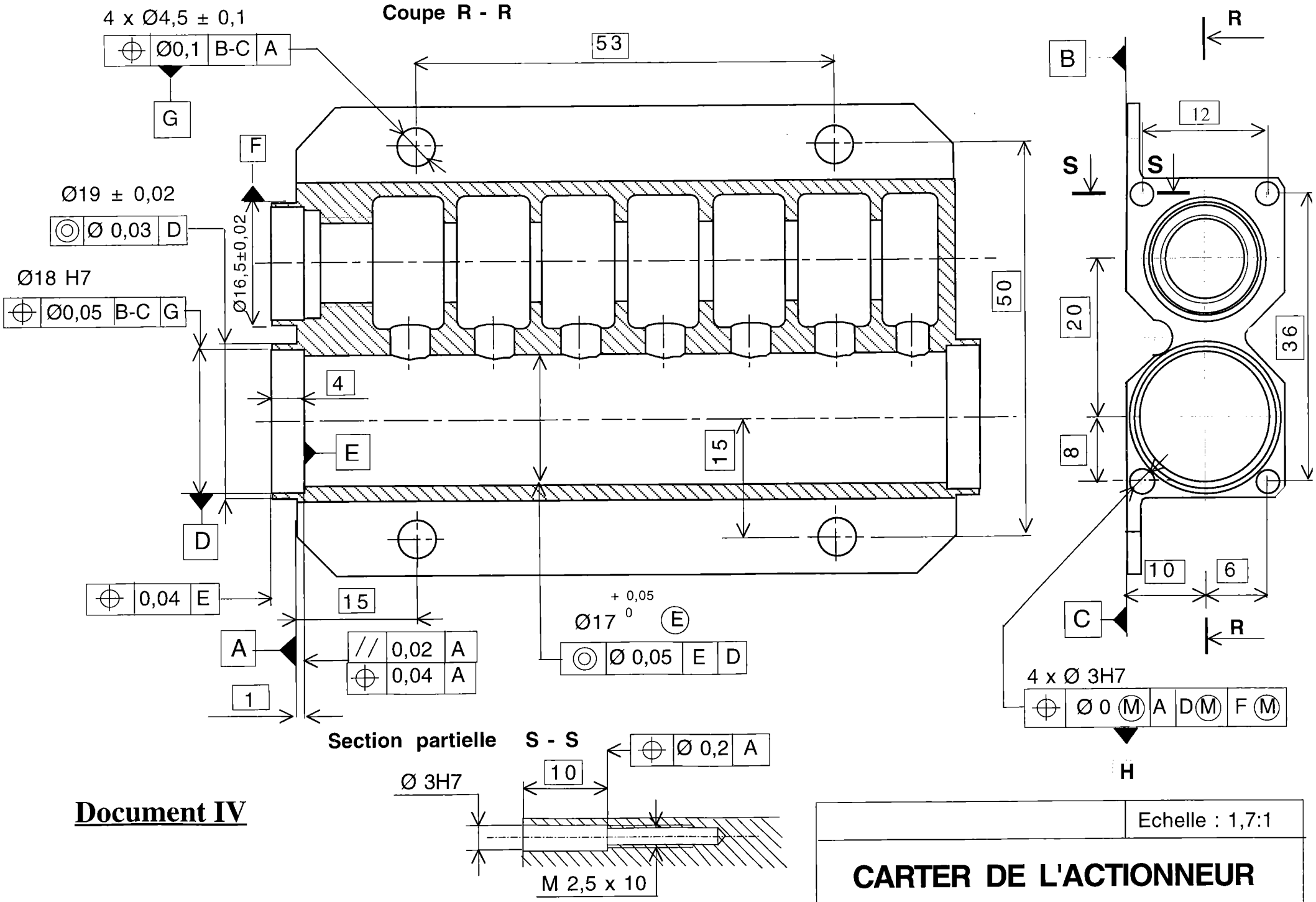




Détail du soufflet

Document III

	Echelle : 1,7:1
SOUS-ENSEMBLE SE1 : ACTIONNEUR THERMOMÉCANIQUE	



Document IV

Echelle : 1,7:1

CARTER DE L'ACTIONNEUR

NE RIEN ÉCRIRE

Phase 10	Ensemble : Actionneur à dilatation thermique	
	Élement : Corps	Matière : ALBEMET
Machine-Outil : MOCN 3 axes, à broche verticale		

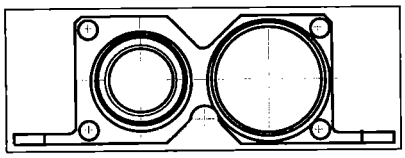
Document réponse V

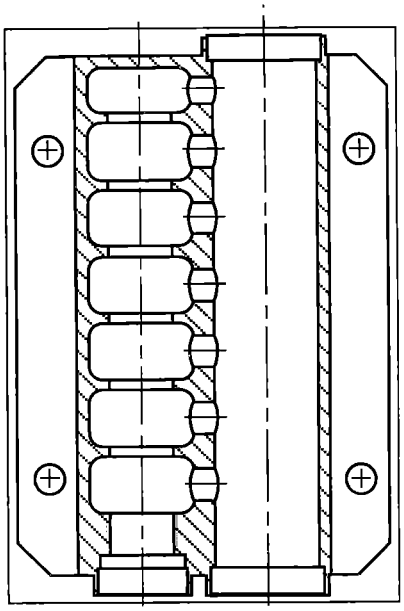
NE RIEN ÉCRIRE

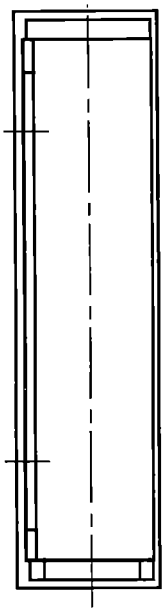
Phase 20	Ensemble : Actionneur à dilatation thermique	
	Élement : Corps	Matière : ALBEMET
Machine-Outil : MOCN 3 axes, à broche verticale		

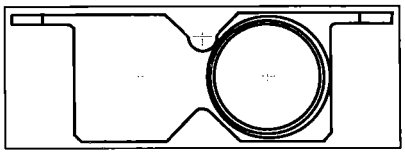
Phase 30	Ensemble : Actionneur à dilatation thermique	
	Élement : Corps	Matière : ALBEMET
Machine-Outil : MOCN 3 axes, à broche horizontale		

Document réponse VI





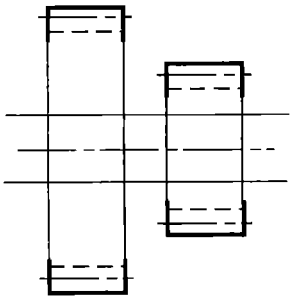




Document VII

Silhouettes du brut initial et du carter usiné de l'actionneur

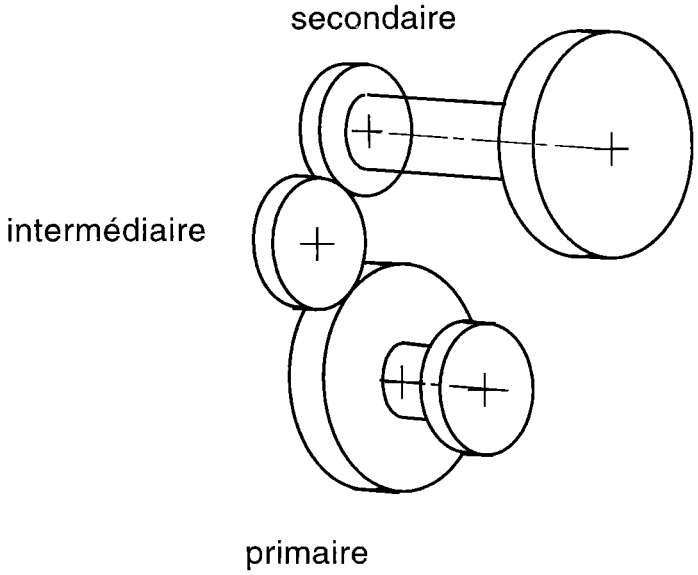
Pignons de l'arbre primaire



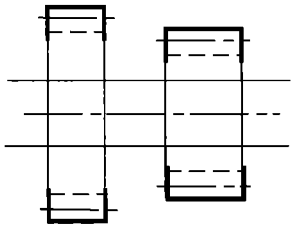
Z = 13 dents
module = 0,6
Ø primitif : 7,8 mm
Ø extérieur : 9 mm
largeur : 4 mm

Z = 23 dents
module = 0,6
Ø primitif : 13,8 mm
Ø extérieur : 15 mm
largeur : 4 mm

Shéma d'agencement des pignons



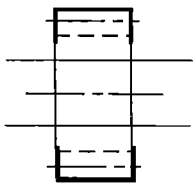
Pignons de l'arbre secondaire



Z = 13 dents
module = 0,6
Ø primitif : 7,8 mm
Ø extérieur : 9 mm
largeur : 4 mm

Z = 17 dents
module = 0,6
Ø primitif : 10,2 mm
Ø extérieur : 11,4 mm
largeur : 3 mm

Pignon de l'arbre intermédiaire



Z = 13 dents
module = 0,6
Ø primitif : 7,8 mm
Ø extérieur : 9 mm
largeur : 4 mm

Document VIII

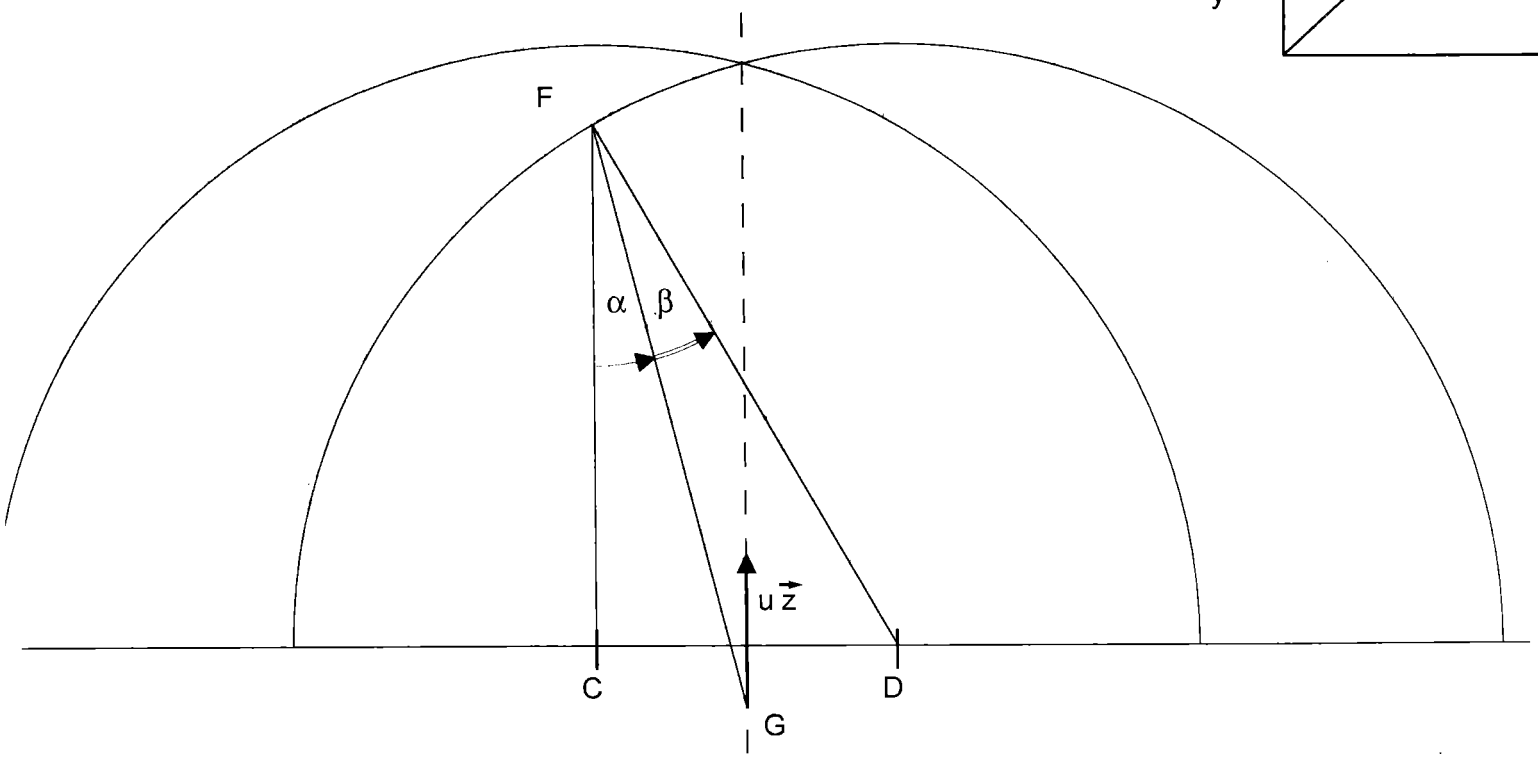
Épures à l'échelle 2,5 des pignons et schéma d'agencement

Document II, verso : (document réponse à rendre non plié)

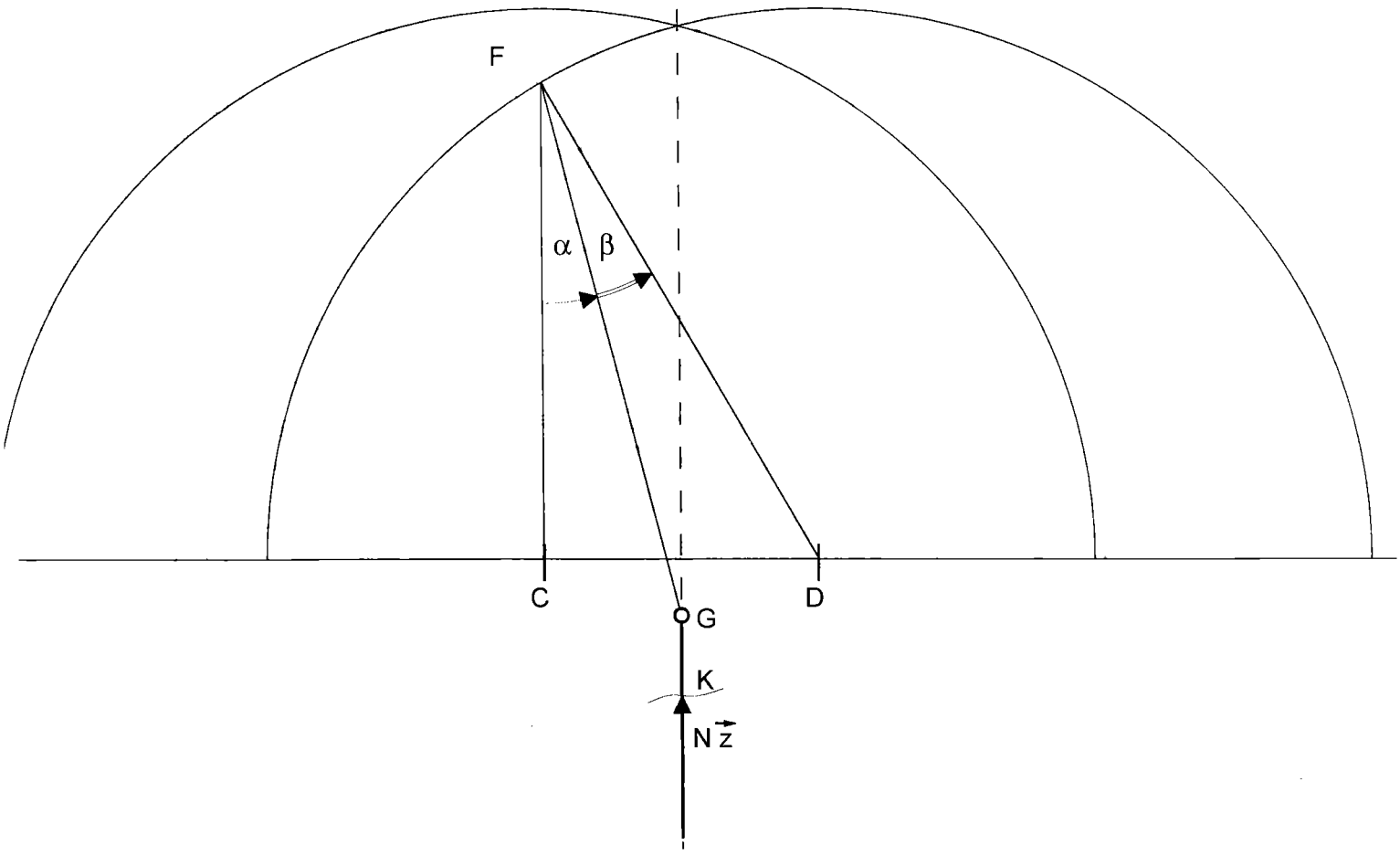
Articulation des volets à la structure métallique de la sonde

ne rien écrire dans la partie barrée

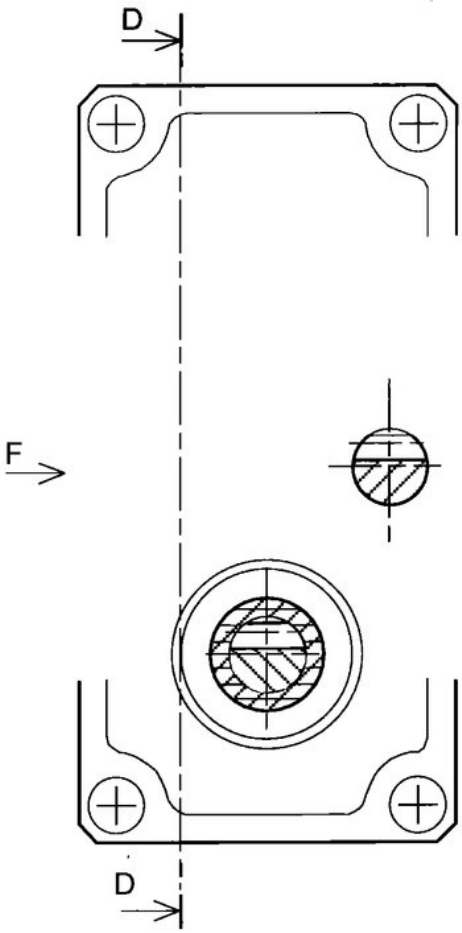
Réponse à la Question I.2.1.c



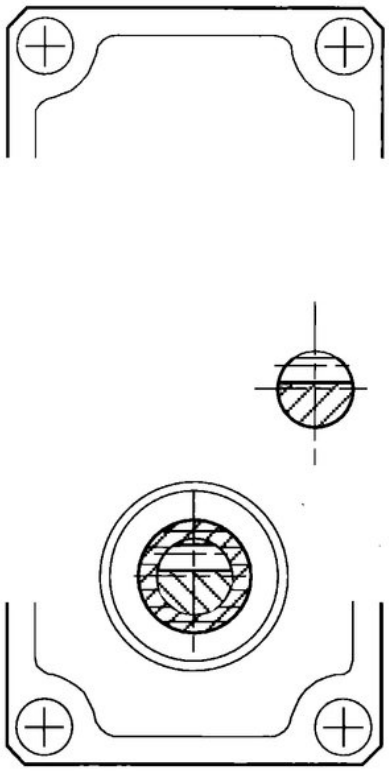
Réponse à la Question I.2.1.d



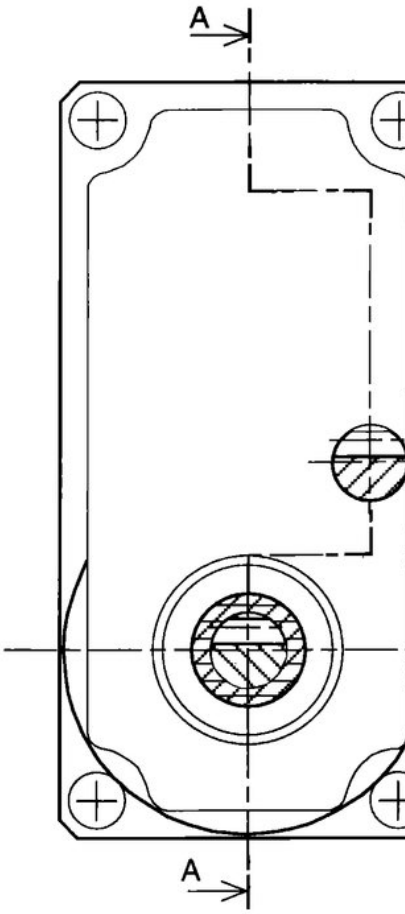
Coupe C-C



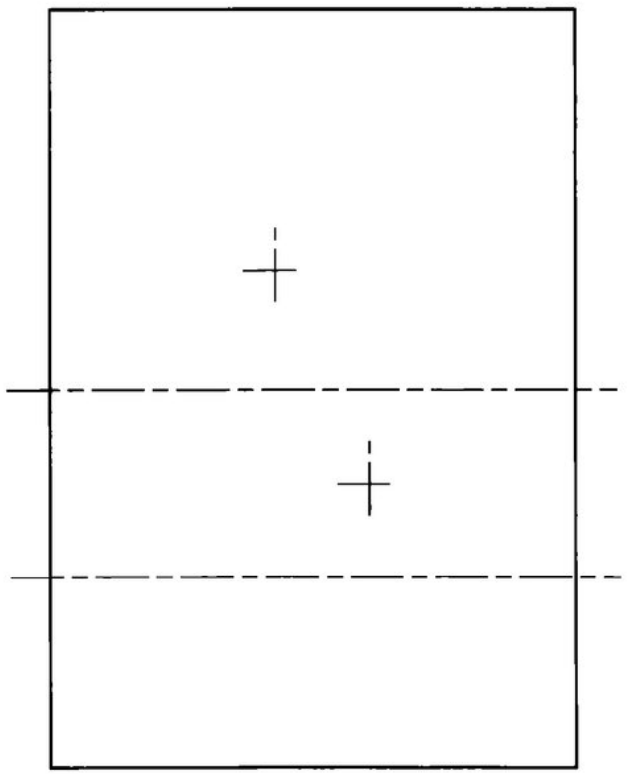
Coupe B-B



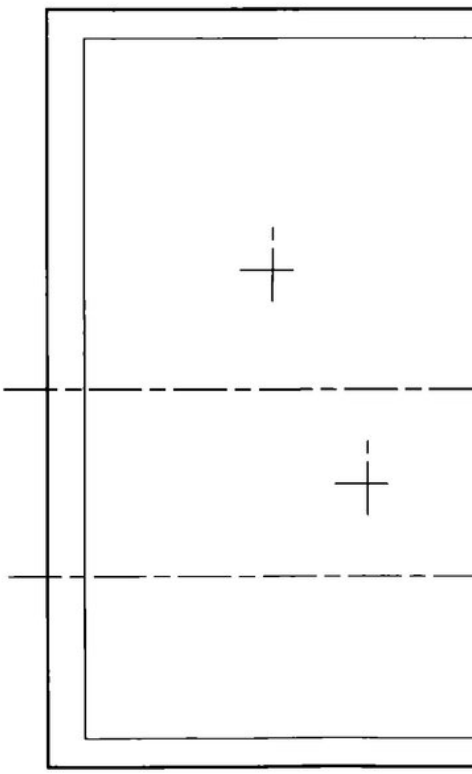
Vue de droite



Vue suivant F



Coupe D-D du Carter



Travailler les chapitres de ce sujet

Prepa Help suit le programme de PT chapitre par chapitre : cours détaillé, méthodes, pièges, exercices et problèmes corrigés pas à pas, tirés des concours. L'essai gratuit donne accès aux chapitres offerts de ta filière, sans carte bancaire.

Chapitres liés à ce sujet

- Modélisation des liaisons, graphe des liaisons et schéma cinématique
- Cinématique du solide : paramétrage, vitesse, taux de rotation et torseur cinématique
- Cinématique des mécanismes : composition des mouvements, contact ponctuel, lois entrée-sortie et fermetures
- Statique des solides : principe fondamental et stratégie d'isolement
- Transmetteurs de puissance et trains d'engrenages

Ouvrir l'essai gratuit

Scanne le code ou clique sur le bouton.

prepahelp.com/#essai

Une question sur le concours ou sur ta filière : **écrire sur WhatsApp**

Les autres années et épreuves : prepahelp.com/annales/banque-pt/pt