Banque PT, France

Session 2004, filière PT

Sciences industrielles II

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- A : cahier des charges fonctionnel
- B : étude et éléments de solutions proposés
- C.2.1 : élaboration de solutions techniques
- C.2.2 : étude de fabrication d'une pièce
- C.2.3, schéma cinématique, mobilités et hyperstatisme
- C.2.3, étude dynamique du système vis-écrou
- C.3 : dessin d'étude de construction mécanique

Copie non officielle du sujet, à partir de la page suivante.

Copie du sujet officiel sans la seconde feuille de calque ; l'énoncé, les documents, les notices et les dessins pour réponses sont complets.

Résumé des parties, chapitres de cours liés et autres années :
prepahelp.com/annales/banque-pt/pt/2004/si-2

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

K14G

❋ BANQUE FILIERE PT ❋

Epreuve de Sciences Industrielles II

Durée : 6h00

Composition du sujet :

- 1 cahier de 20 pages de texte, numérotées de 1 à 20 ;
- 8 documents format A4, intitulés « Document *i* », avec *i* = 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, et 1 document format A3, intitulé « Document 3 », tous imprimés au recto seulement, sauf le Document 7 ;
- 2 feuilles format A3 pliées, imprimées recto verso, respectivement intitulées « Notice justificative 1/2 », « Notice justificative 2/2 », à rendre en fin d'épreuve ;
- 2 feuilles format A3, pré imprimées au recto seulement, intitulées « Dessin pour réponses n°1 » et « Dessin pour réponses n°2 », à rendre en fin d'épreuve ;
- 2 feuilles de calque format A3, pré imprimées, intitulées « Calque n°1 » et « Calque n°2 » à rendre en fin d'épreuve.

TOUTE AUTRE DOCUMENTATION EST INTERDITE

Matériel autorisé : tous instruments usuels du dessinateur.

TOUTES LES CALCULATRICES SONT INTERDITES, QUEL QU'EN SOIT LE TYPE, AINSI QUE LES AGENDAS ELECTRONIQUES ET LES TELEPHONES PORTABLES

Gestion du temps : En admettant une durée d'une heure pour la lecture et l'assimilation du sujet, il est vivement conseillé de consacrer entre 1 h 30 min. et 2 h au maximum à la réponse aux questions de la notice et 3 h à 3 h 30 min. au tracé des dessins.

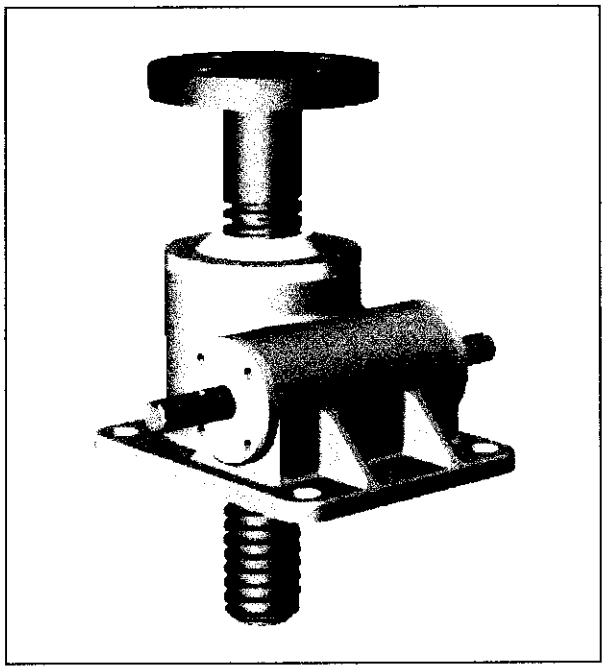


Figure 1 - *Exemple de vérin mécanique linéaire, à système vis-écrou glissant à filet trapézoïdal.*

ETUDE D'UN VERIN ELECTROMECANIQUE LINEAIRE A SYSTEME VIS - ECROU

A - Cahier des Charges Fonctionnel *(Extraits)*

A.1 – Présentation du problème.

A.1.1 – Le produit « actionneur » et son marché.

L'usage d'actionneurs est largement répandu dans la conception de machines de production, de matériels d'équipement immobilier ou industriel, de véhicules en tous genres, etc.

Les actionneurs rendent service aux producteurs de ces matériels ou installations, en constituant des sous-ensembles de performances connues et garanties, qu'il est possible de choisir sur catalogue, réalisés le plus souvent en série par des entreprises spécialisées, directement intégrables dans le matériel ou l'installation à produire, à coût moindre que s'il fallait les fabriquer spécifiquement pour chaque application particulière.

Les actionneurs agissent sur des parties mobiles de structures, de machines, des objets isolés, des matières solides divisées, des fluides en mouvement, etc.

Les actionneurs peuvent réaliser, de manière exclusive ou cumulative, plusieurs fonctions :

- convertir de l'énergie disponible (électrique, chimique, thermique, fluide, potentielle, etc.) en énergie mécanique ;
- transformer l'énergie mécanique (reçue, si cette forme d'énergie est directement disponible, ou issue de la conversion précédente) pour :
  - changer la nature du mouvement véhiculant cette énergie ;
  - adapter son terme intensif (effort, couple) et son terme extensif (course rectiligne ou angulaire) à l'usage qui en sera fait.

A titre d'exemple, la **figure 1, page 1**, représente un actionneur dit « vérin mécanique linéaire à système vis-écrou », n'assurant pas la fonction de conversion d'énergie (il reçoit directement de l'énergie mécanique), mais seulement celle de transformation de l'énergie mécanique reçue dans un mouvement de rotation en énergie mécanique dans un mouvement de translation.

A.1.2 – Le produit à concevoir.

La société qui vous confie une étude produit notamment des **vérins électromécaniques linéaires à système vis-écrou**. Un tel actionneur convertit d'abord l'énergie électrique qu'il reçoit en énergie mécanique sous forme d'un couple dans un mouvement de rotation, ce qui est réalisé par un moteur électrique. Il transforme ensuite cette énergie mécanique en effort exercé dans un mouvement de translation, par utilisation d'un système de transformation de mouvement à vis-écrou.

Ces vérins sont conçus et réalisés de manière modulaire, ce qui permet à la société de proposer dans son catalogue une certaine diversité au niveau des types de moteurs et de leurs performances, au niveau des types de systèmes vis-écrou, au niveau enfin des types de liaison de ces vérins avec les pièces ou parties de structures qui les reçoivent.

Actuellement, la fonction d'adaptation n'est assurée que dans des proportions restreintes, par choix initial de la vitesse du moteur (parmi un très petit nombre de valeurs possibles) et des caractéristiques du système vis-écrou (nombre limité de valeurs possibles de pas et de nombre de filets).

La société envisage d'élargir la plage de choix possible en assignant aux vérins actuels une fonction supplémentaire d'adaptation de l'énergie mécanique à l'utilisation envisagée, par modification de la vitesse de rotation produite par le moteur électrique à l'aide d'un réducteur de vitesse interposé entre le moteur électrique et le système vis-écrou. La **figure 2, ci-dessous**, représente l'agencement des trois principaux sous-ensembles de la partie opérative du vérin à étudier. Il sera alors possible à l'acquéreur d'un tel actionneur de choisir la réduction la mieux adaptée à son problème, et même de la faire évoluer au cours de la vie du vérin, par simple changement de la chaîne cinématique interne du réducteur de vitesse.

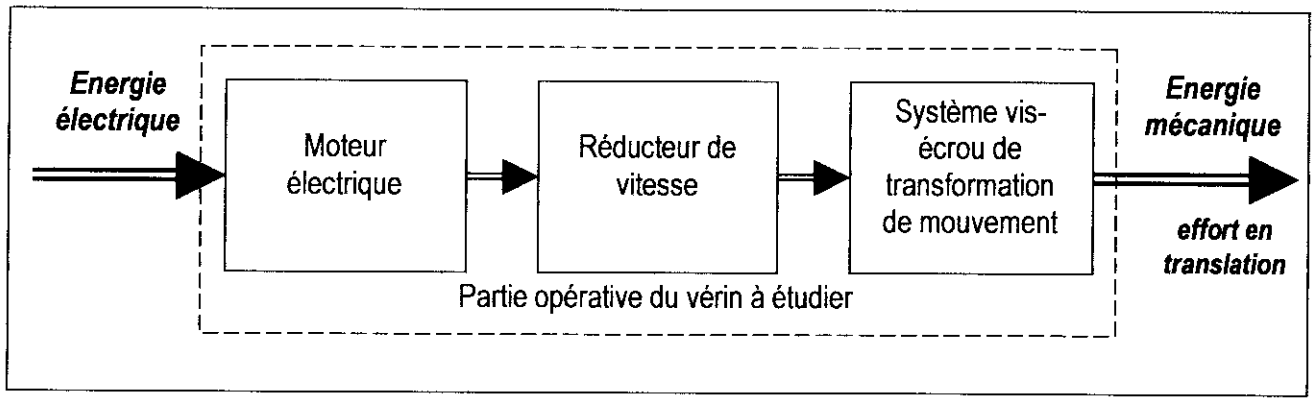


Figure 2 - *Agencement des principaux sous-ensembles du vérin à étudier.*

Actuellement, la société produit 20 000 vérins par an, à peu près également répartis sur les 5 « tailles » proposées par le catalogue. Une taille correspond à un niveau d'effort maximal développable par le vérin, déterminé par la tenue mécanique des composants du vérin et les possibilités d'utilisation du moteur choisi. La société estime que l'augmentation des possibilités de ses produits augmentera leur intérêt et, en conséquence, les ventes d'environ 1 000 unités par an pour chaque taille.

A.1.3 – Le contexte du projet.

Limites de l'étude : l'étude demandée ne porte que sur la partie opérative du vérin.

Choix de concept :
- chacun des sous-ensembles reste un module interchangeable ;
- les moteurs électriques sont des composants achetés.

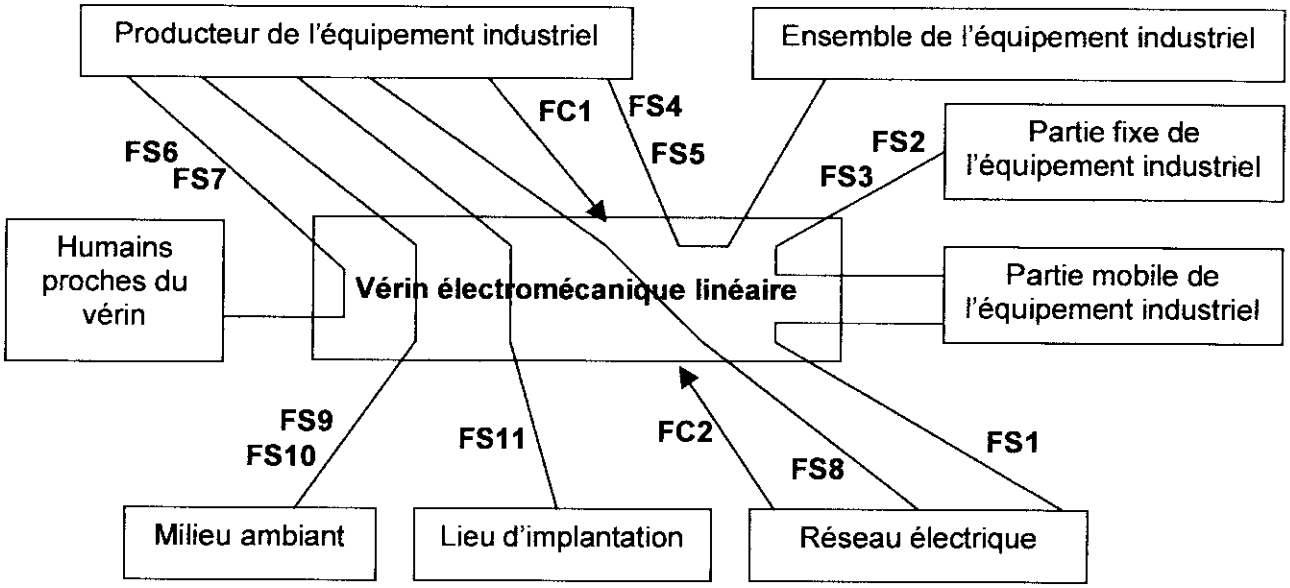
A.2 – Analyse fonctionnelle du besoin. *(extrait)*

Parmi toutes les situations du cycle de vie du produit, il ne sera considéré que la situation de fonctionnement opérationnel. De plus, son étude sera présentée sous une forme simplifiée.

Bien que les énoncés fonctionnels, les critères de caractérisation des fonctions et la majeure partie des niveaux retenus soient généraux, indépendants de la « taille » du vérin (en termes d'effort), quelques niveaux sont exprimés en référence aux capacités propres à chaque taille de vérin.

Enfin, quelques niveaux sont définis sous forme de plages de valeurs correspondant aux choix optionnels laissés à l'acquéreur du vérin : ils concernent la vitesse et la course du vérin.

A.2.1 - Graphe des interacteurs.



A.2.2 - Enoncés des fonctions de service et des contraintes

Fonctions principales :

FS1 Convertir l'énergie électrique en énergie mécanique.

FS2 Faire varier la distance entre une zone de la partie mobile de l'équipement et une zone de la partie fixe.

FS3 Exercer un effort sur la partie mobile de l'équipement en prenant appui sur la partie fixe.

Fonctions secondaires :

FS4 S'intégrer à l'équipement industriel.

FS5 Résister aux conditions de service sans perturbation du fonctionnement. (démarrages, durée de fonctionnement, surcharges éventuelles, etc.)

FS6 Ne pas engendrer de danger pour les humains proches sur le site (pièces en mouvement, courant électrique, formes dangereuses, instabilité, etc.).

FS7 Ne pas émettre un bruit insupportable pour les humains proches.

FS8 Limiter la consommation énergétique.

FS9 Résister aux effets du milieu ambiant. (température, éléments agressifs solides, liquides ou gazeux, chocs d'autres objets, etc.)

FS10 Eviter l'accumulation de salissures externes.

FS11 Ne pas salir le lieu d'implantation.

Contraintes :

FC1 Etre d'un coût acceptable.

FC2 Etre adapté au réseau électrique.

A.2.3 - Caractérisation des fonctions.

Le tableau est présenté **page 5, ci-contre**.

Fonction	Critères	Niveaux
FS1	• Puissance du moteur électrique. • Fréquence de rotation du moteur électrique.	• 250 W. • 1 390 min^{-1}.
FS2	• Course maximale du vérin. • Vitesse de translation de la tige du vérin par rapport à son corps.	• 250 à 1 000 mm (1). • 1,25 à 2,5 $m.min^{-1}$, soit 21 à 42 $mm.s^{-1}$ (2).
FS3	• Effort maximal développé par le vérin. • Degré d'hyperstaticité de la chaîne fermée { partie fixe / partie mobile / actionneur }.	• 2 000 N. • H = 0.
FS4	• Encombrement axial maximal (tige rentrée). • Encombrement transversal maximal.	• course + 300 mm. • 300 mm x 300 mm.
FS5	• Fréquence des cycles d'utilisation (aller + retour). • Durée annuelle de fonctionnement. • Durée minimale de fonctionnement avant première panne. • Durée minimale de fonctionnement entre pannes. • Durée maximale d'indisponibilité pour panne. • Taux maximal de non démarrage. • Marge par rapport aux états limites de ruine.	• 30 h^{-1}. • 2 000 h. • 2 000 h. • 500 h. • 1 semaine. • 10^{-4}. • 2.
FS6	• Classe de protection électrique. • Nombre d'arêtes vives accessibles aux mains. • Possibilité d'accès en service d'une partie corporelle humaine.	• IP 55. • aucune. • aucune.
FS7	• Niveau de pression acoustique maximale due au vérin, à 1 m du vérin.	• 70 dB(A).
FS8	• Consommation énergétique maximale.	• 600 Wh.
FS9	• Température minimale de fonctionnement. • Température maximale de fonctionnement. • Corrosion d'un matériau au contact d'eau. • Corrosion d'un matériau au contact d'un autre, en atmosphère humide. • Energie maximale de choc subi par le vérin ne l'empêchant pas de bien fonctionner.	• - 20°C. • 50°C. • aucune au bout de - mois, à 20°C. • aucune au bout de 2 ans, à 20°C. • 5 J.
FS10	• Rétention d'eau, de boue ou de poussière par les formes extérieures.	• aucune.
FS11	• Traces déposées ou projetées sur le lieu d'implantation.	• aucune au bout de 2 ans.
FC1	• Prix d'achat maximal.	•
FC2	• Tension de courant électrique. • Fréquence du secteur. • Puissance disponible.	• triphasé 380 V + T. • 50 Hz. • ≤ 2,5 kW.

(1) Quatre variantes de réalisation sont prévues, de valeurs de courses 250, 500, 750 et 1 000 mm.
(2) Suivant la réduction du sous-ensemble réducteur.

Tournez la page S.V.P.

B - Etude et éléments de solutions proposés

B.1 – Architecture générale.

Comme indiqué plus haut, l'entreprise a adopté le principe d'une conception et d'une réalisation modulaires de ses vérins, qu'elle demande donc au candidat (faisant office de concepteur) de respecter. La **figure 3, ci-dessous** présente l'agencement retenu pour les différents sous-ensembles énumérés sur la **figure 2, page 3**. Pour satisfaire la contrainte d'encombrement axial (cf. **FS4, pages 4 et 5**), une disposition « repliée » (avec le moteur disposé à côté du fourreau de guidage) a été adoptée : le carter de réducteur est la pièce maîtresse de la structure du vérin, à laquelle sont respectivement liés le moteur électrique et le socle du fourreau. Le système vis-écrou est contenu dans l'ensemble du socle et du fourreau.

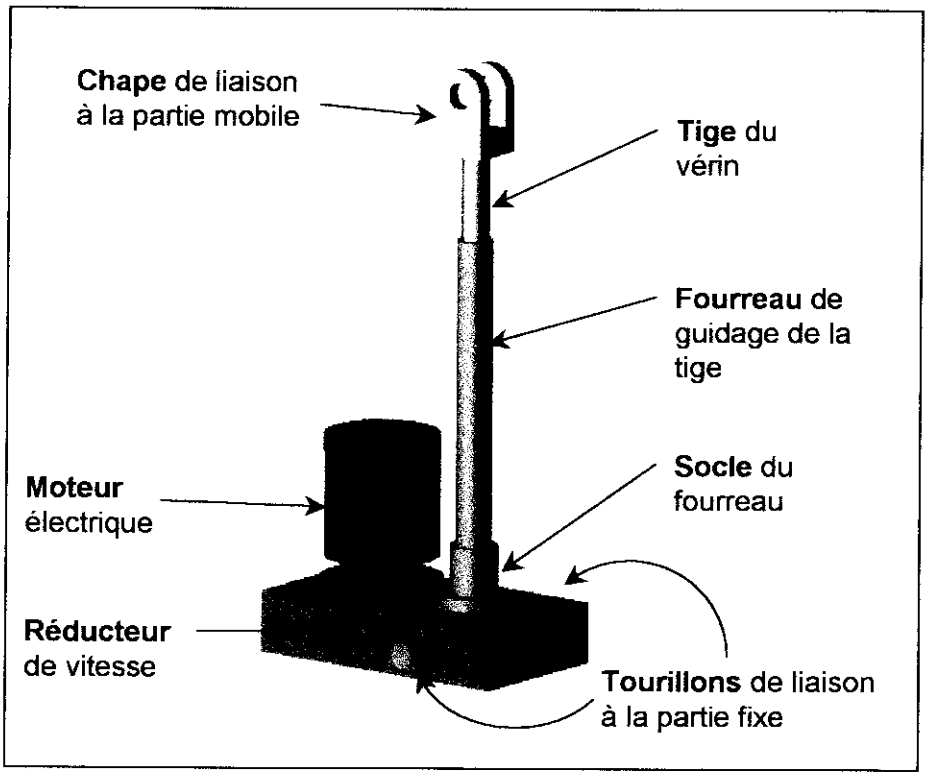


Figure 3 - *Agencement des principaux sous-ensembles du vérin à étudier et de ses liaisons.*

C'est également par ce carter que le vérin est lié à la partie fixe de l'équipement : deux tourillons, solidaires du carter du réducteur, participent à la réalisation d'une articulation. La tige du vérin, qui est plus ou moins sortie du fourreau, est liée à la partie mobile de l'équipement par une chape participant à une autre articulation. Ces liaisons sont évidemment réalisées avec les degrés de mobilités nécessaires pour un fonctionnement globalement isostatique de l'ensemble de l'équipement. Leur étude ne sera pas abordée, sauf partiellement pour les tourillons du carter.

B.2 – Description des choix retenus pour les divers modules.

B.2.1 - Le système vis-écrou.

Même si d'autres schémas sont d'abord utilisés dans les questions de la partie C.2.3 – Modélisation mécanique, **c'est finalement le schéma cinématique de la figure 7, page 16, qui est adopté**. Il conduit à un schéma technologique du système vis-écrou qui est représenté de manière simplifiée par la **figure 4, ci-après**. Ce choix est justifié par le souci de protection en fonctionnement du système vis-écrou : c'est une tige (lisse) qui sort du fourreau qui la guide,

et non directement la vis ; cette tige est creuse, fermée en bout, et contient la vis qui se trouve donc isolée du milieu extérieur. Le fourreau est fixé sur le carter du réducteur par l'intermédiaire du socle.

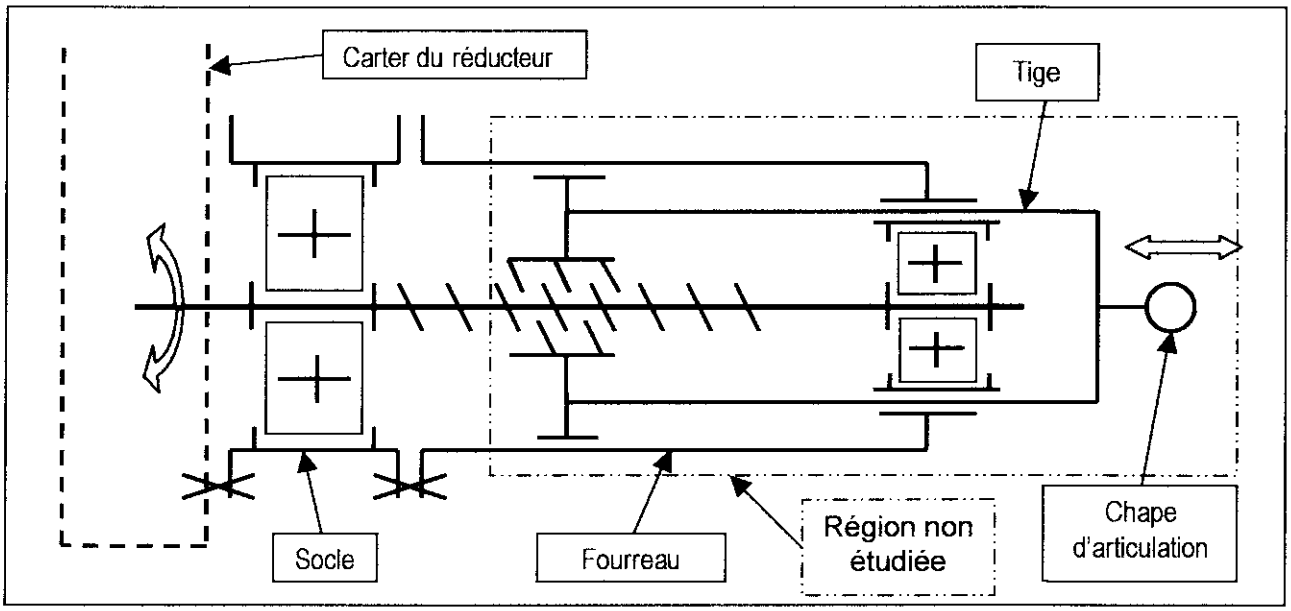


Figure 4 - *Schéma technologique simplifié du système vis-écrou.*

Le **document 1, sur feuille A4 séparée,** définit partiellement, à l'échelle 1:1, la forme de l'extrémité de la vis traversant le socle. Pour faciliter son travail de conception, le détail de la forme du bout d'arbre de vis est laissé au libre choix du candidat. Dans sa partie filetée, cette vis a un diamètre nominal d = 16 mm, un profil carré de pas p = 4 mm, dont le détail est défini par la **figure 6, page 16**.

Le socle sera obtenu à partir d'une préforme moulée. Dans un souci de recherche d'économie à la fabrication, il a été décidé d'utiliser une préforme ayant les mêmes formes externes qu'un socle déjà fabriqué pour un autre type de vérin : cela permettra d'utiliser le même modèle en ne créant qu'une nouvelle boîte à noyau. Le **document 2, sur feuille A4 séparée, intitulé « Socle – *Préforme moulée* »**, définit l'ensemble de cette préforme actuelle. Le **document 3, sur feuille A3 séparée, intitulé « Socle – *Dessin de définition du produit fini* »**, définit l'ensemble des usinage du socle actuel.

Par ailleurs, afin d'utiliser des fourreaux déjà couramment usinés dans la société, il est décidé de s'aligner sur les formes et dimensions existantes ; pour le vérin étudié, il s'agira d'un fourreau de diamètre extérieur 35, fileté M35x2 à son extrémité. Le taraudage du socle où se visse le fourreau se trouve donc ainsi imposé.

Le **document 4, sur feuille A4 séparée,** définit, à l'échelle 1:1, la partie ainsi déjà définie de la forme du socle, à respecter par le candidat dans son travail de conception : forme externe complète et forme interne partielle pour la liaison du fourreau.

Le **document 5, sur feuille A4 séparée,** définit partiellement, à l'échelle 1:1, la forme de l'extrémité du fourreau venant se visser dans le socle. Le vissage est réalisé jusqu'à appui de l'extrémité du fourreau sur le fond plan du taraudage du socle.

L'étude de la partie contenue à l'intérieur du cadre tracé en mixte fin sur la **figure 4** n'est pas demandée : la tige, son guidage en translation dans le fourreau, le guidage en rotation et en translation, par rapport à la tige, de l'extrémité de la vis la plus éloignée du réducteur.

B.2.2 - Le moteur.

Compte tenu du rendement prévisionnel du système vis-écrou, il a été choisi un moteur électrique asynchrone triphasé fermé, de niveau de protection IP55, de puissance nominale P = 250 W et de fréquence de rotation nominale N_m = 1 390 min^{-1}. Le **document 6, sur feuille A4 séparée,** définit, à l'échelle 1:1, les formes du bout d'arbre du moteur et de son flasque de fixation.

B.2.3 - Le réducteur de vitesse.

La nécessité géométrique d'un entraxe important entre les axes de ses arbres d'entrée et de sortie, résultant du choix d'agencement présenté **figure 3, page 6**, la faible puissance à transmettre, la recherche d'un rapport de réduction modéré, ont conduit à l'adoption, pour la transmission interne à ce réducteur, d'un système poulies et courroie dentée (ou crantée ou « synchrone ») à profil curviligne au pas de 3 mm. Ces composants seront achetés sur catalogue. Le **document 7, imprimé recto verso sur feuille séparée**, définit la courroie retenue. En se reportant au **document 8, sur feuille séparée**, on pourra voir l'allure de la forme extérieure des poulies recevant cette courroie ; leurs formes intérieures ne sont pas définies car elles sont usinées à la demande.

B.2.3.1 – Les poulies.

L'adaptation de vitesse aux besoins de l'acquéreur (vitesse de translation de la tige du vérin par rapport à son fourreau) (cf. **FS2, pages 4 et 5**) sera obtenue par le choix d'un couple de poulies approprié, réalisant la réduction souhaitée entre le moteur (fréquence de rotation donnée) et la vis. Le producteur de ces composants de transmission propose dans son catalogue une série complète de poulies dont les nombres de dents sont échelonnés d'unité en unité sur une plage très large couvrant largement le besoin pour cette réalisation dans laquelle on retiendra :

Tailles extrêmes des poulies	Petite poulie	Grande poulie
Nombre minimal de dents	$Z_{1\,min} = 31$	$Z_{2\,min} = 69$
Nombre maximal de dents	$Z_{1\,max} = 45$	$Z_{2\,max} = 138$

Utilisation des poulies	Petite poulie	Grande poulie
Réduction minimale	$Z_1 = Z_{1\,min} = 31$	$Z_2 = Z_{2\,min} = 69$
Réduction maximale	$Z_1 = Z_{1\,min} = 31$	$Z_2 = Z_{2\,max} = 138$
Encombrement maximal	$Z_{1\,max} = 45$	$Z_{2\,max} = 138$

La petite poulie sera fixée directement sur le bout d'arbre du moteur dont les formes sont définies sur le **document 6, déjà cité,** et ne peuvent être modifiées ; ce sera la poulie motrice. La grande poulie sera fixée sur le bout d'arbre de la vis du système vis-écrou ; ce sera la poulie réceptrice. Contrairement au bout d'arbre du moteur, les formes de ce bout d'arbre ne sont pas précisées (cf. **document 1, déjà cité**) et seront à définir dans la partie « conception ». De même, les formes des poulies pour leur liaison aux arbres, ne sont pas définies : c'est toujours à l'acquéreur de préciser ce qu'il souhaite ou de les finir lui-même ; vous aurez la tâche de préciser vos choix de formes et de dimensions.

C'est la combinaison à encombrement maximal des poulies qui sera retenue pour la partie « Conception ». Le **document 8,** déjà cité, présente à l'échelle 1:1 les formes extérieures des deux poulies retenues.

B.2.3.2 – La courroie et le réglage.

En ce qui concerne les courroies proposées dans le catalogue, elles sont caractérisées par le pas de leur denture, leur largeur et leur longueur ; ce sont obligatoirement des courroies fermées sur elles-même. Le pas choisi est 3 mm (cf. 1er alinéa du paragraphe courant). La largeur choisie est de 15 mm ; les poulies définies par le document 6 lui sont adaptées.

Le choix de la longueur de la courroie est moins souple que celui du nombre de dents des poulies : pour le pas choisi, l'étagement des longueurs proposées par le catalogue est de l'ordre de 20 à 40 mm. Il en résulte qu'il est impossible de trouver une courroie de longueur exactement adaptée à la combinaison des diamètres de poulies choisis et de leur entraxe.

Une solution pourrait être de faire varier l'entraxe des poulies. La conception du carter en serait compliquée, et l'encombrement transversal du vérin augmenté. Cette solution a été rejetée.

L'autre solution pour résoudre le problème de longueur de courroie, qui est retenue ici, est d'avoir recours à un galet compensateur (parfois dit galet « tendeur », bien qu'il ne soit pas indispensable de mettre en tension ce type de courroie au montage).

Il a été décidé de privilégier la résolution de la contrainte de limitation de l'encombrement transversal (cf. **FS4, pages 4 et 5**), en adoptant un entraxe minimal compatible avec l'encombrement du moteur et du socle. La valeur d'entraxe retenue est de 128 mm ; c'est elle qui est représentée sur le **calque pré-imprimé** destiné à la conception.

Toujours pour satisfaire au mieux la contrainte de limitation de l'encombrement transversal, le galet compensateur sera disposé à l'extérieur de la courroie et non à l'intérieur. Ce choix augmente les arcs d'enroulement, mais contre-fléchit la courroie ce qui réduit sa durée de vie ; cela reste acceptable ici puisque le vérin est utilisé de manière discontinue.

La définition de la trajectoire du galet compensateur, en direction et limites de course nécessaire, est tracée sur le **calque pré-imprimé** destiné à la conception. Le **document 9, sur feuille séparée**, définit les formes externes du galet compensateur, qui sera guidé en rotation par un roulement combiné à aiguilles et à billes à choisir (sans calcul) parmi ceux proposés par le même document.

B.2.3.3 – Le carter.

Comme déjà précisé, les composants cinématiques définis ci-dessus sont contenus dans un carter sur lequel sont fixés le moteur et le socle du fourreau (cf. **début du § B.1 et figure 3, page 6**). C'est également ce carter qui porte les deux tourillons de son articulation sur la partie fixe de l'équipement. Pour des raisons mécaniques évidentes, l'axe commun de ces tourillons doit être concourant avec l'axe de la vis et de son fourreau, et lui être perpendiculaire.

C - Etude de conception en construction mécanique

C.1 – Présentation du travail à rendre.

Comme indiqué plus haut en page 1, en admettant une durée d'une heure pour la lecture et l'assimilation du sujet, il est vivement conseillé de consacrer entre 1 h 30 min. et 2 h au maximum à la réponse aux questions de la notice et 3 h à 3 h 30 min. au tracé du dessin.

Les réponses seront fournies uniquement sur les six documents présentés ci-dessous.

1 – Notice justificative (40 % de la note globale).

Fournir les réponses sur **les deux documents respectivement intitulés « Notice justificative 1/2 » et « Notice justificative 2/2 », de format A3 horizontal, pliés, pré imprimés recto verso,** et sur **les deux documents respectivement intitulés « Dessin pour réponse n°1 » et « Dessin pour réponse n°2 », de format A3 horizontal, pré imprimés au recto seulement,** qui sont joints au sujet **et seront à rendre non pliés.**

Les réponses sur feuilles de copies additionnelles ou sur papier de brouillon ne seront pas acceptées.

2 – Dessin d'étude de construction mécanique (60 % de la note globale).

Il est à tracer sur **les deux calques pré imprimés de format A3V, intitulés « Calque n°1 » et « Calque n°2 »** , joints au sujet.

C.2 – Notice justificative.

Consignes spécifiques

Sur les notices justificatives, les réponses seront fournies dans les limites des cadres prévus pour chaque question.

Compte tenu de l'interdiction d'utiliser toute calculette, les calculs seront réalisés de manière approchée.

Il sera tenu compte, dans la notation, de la clarté et de la concision des réponses. Les schémas doivent être lisibles, précis, et respecter la normalisation en vigueur.

Les écritures au crayon ne seront pas acceptées. La qualité de l'écriture, de l'orthographe et de la syntaxe sera prise en compte dans l'évaluation.

C.2.1 – Elaboration de solutions techniques.

C.2.1.1 – Etude du guidage de la vis du système vis-écrou.

Le schéma technologique de la **figure 4, page 7**, décrit un guidage de la vis dans l'ensemble du socle et du fourreau réalisé par deux roulements, très éloignés l'un de l'autre, positionnés aux deux extrémités de la vis : l'un implanté dans le socle, l'autre à l'extrémité opposée du fourreau.

Dans un premier temps, on envisage d'implanter dans le socle non pas un, mais deux roulements à une rangée de billes à contact oblique repérés **A1** et **A2**, montés en opposition, associés à un roulement rigide à une rangée de billes repéré **B** monté libre axialement à l'autre extrémité de la vis suivant les dispositions de la **figure 4**. Sauf cas très particulier d'agencement, une hyperstaticité globale du guidage de la vis en résultera ; elle peut toutefois être considérée comme peu influente, compte tenu de la grande longueur de la vis et de sa faible section qui lui confèrent une souplesse certaine en flexion, et son effet sera négligé.

Q1 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R1 de la notice 1/2.***

1) En application de la règle générale définissant l'ajustement des roulements **A1** et **A2** sur ou dans les pièces qui les reçoivent, indiquer les tolérances à spécifier pour leurs portées sur la vis et dans le socle. Justifier clairement vos choix.

2) Parmi les deux dispositions fournies sous forme de schémas dans le ***cadre R1***, indiquer celle qui est préférable vis-à-vis des critères de facilité de montage-démontage, de facilité de réglage et de simplicité de la solution. *(consignes de réponse définies sur la notice)*

3) Sur le schéma retenu, préciser les arrêts axiaux fonctionnels fixes et réglables à réaliser dans la solution technique.

Dans un second temps, dans un souci d'abaissement de coût, on décide de remplacer les deux roulements à une rangée de billes à contact oblique séparés par **un unique roulement à deux rangées de billes à contact oblique**. Le modèle retenu est **un roulement 3201 A-2RS1, étanche, graissé à vie,** caractérisé par :

d = 12 mm ; D = 32 mm ; B = 15,9 mm r = 0,6 mm (rayon de bord des bagues) ;

C_0 = 5 600 N ; C = 10 000 N ; $P_0 = F_r + 0{,}63\,F_a$;

$P = X.F_r + Y.F_a$ avec X et Y définis dans le tableau ci-dessous :

e = 0,86	$F_a / F_r \leq e$	$F_a / F_r > e$
X	1	0,6
Y	0,7	1,2

On admettra qu'en fonctionnement, sous effort axial maximal, outre le couple transmis, la poulie réceptrice exerce sur le bout d'arbre de la vis un effort radial résultant F_{rp} = 130 N, appliqué en un point noté P de l'axe de la vis, situé à a = 50 mm environ du centre du roulement étudié, qui sera noté A. On admettra également que l'étude est réalisée dans la situation de la plus petite longueur possible de course (250 mm), ce qui conduit à une distance L = 300 mm entre le centre du roulement A et celui du roulement B situé à l'autre extrémité de la vis.

On se place dans l'hypothèse d'une utilisation conforme à celle définie dans le cahier des charges (cf. **FS3, pages 4 et 5**), en présence de l'effort maximal et à vitesse constante.

Q2 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R2 de la notice 1/2.***

1) Etablir la modélisation graphique claire, précise et complète qui permettra de déterminer les actions s'exerçant sur le roulement A.

2) Déterminer effectivement la valeur des actions s'exerçant sur ce roulement.

3) Calculer (en tours) la durée de vie probable usuelle du roulement A. Quelle sera la proportion de la population de roulements mis en service à ne pas atteindre cette durée ?

4) Avec quelle périodicité faudra-t-il changer ce roulement ? (cf. **FS5, pages 4 et 5**)

C.2.1.2 – Tourillons du vérin.

A la fin du paragraphe B.1, page 6, sur la figure 3, puis en rappel **à la fin du paragraphe B.2.3, page 9**, ont été annoncées l'existence et la position de deux tourillons, solidaires du carter du réducteur, d'axe commun, concourant et perpendiculaire par rapport à l'axe du vérin, et participant à son articulation sur la partie fixe de l'équipement.

Chaque tourillon est de forme cylindrique de révolution, de diamètre d = 16 mm, de longueur nette t = 14 mm (chanfreins déduits). On admettra, à ce stade de l'étude, que les plans de mi-

longueur des deux tourillons sont approximativement distants de $\Delta = 200$ mm et symétriquement disposés par rapport à l'axe de la vis. On admettra pour la question suivante que ces tourillons sont réalisés en acier, et que le berceau qui les recevra est réalisé en fonte grise à graphite lamellaire. L'articulation sera graissée au montage. On se placera bien sûr dans la phase de fonctionnement sous effort axial maximal, dans laquelle on admettra que le couple d'inter efforts transmis dans le système vis-écrou vaut $C_v = 3{,}0$ N.m.

Q3 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R3 de la notice 1/2.***

1) Quel critère de vérification du bon comportement en service de ces tourillons convient-il d'appliquer ? Détailler son expression en fonction des paramètres.
2) Quelle valeur admissible de la grandeur de référence peut-on considérer ? En préciser les conditions de validité.
3) Les dimensions des tourillons sont-elles alors satisfaisantes ?

C.2.1.3 – Clavetage de la poulie motrice.

Le **document 6** présente le moteur électrique dans son état de livraison. On admettra qu'il fonctionne en conditions nominales (cf. **§ B.2.2, page 8**).

Q4 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R4 de la notice 1/2.***

1) Quel critère de vérification du bon comportement en service de la clavette convient-il d'appliquer ? Préciser l'expression de ce critère en fonction de paramètres qui seront définis sur un dessin en coupe de l'arbre.
2) Quelle valeur admissible de la grandeur de référence peut-on considérer ? En préciser les conditions de validité.
3) Les dimensions de la clavette sont-elles satisfaisantes ?

C.2.1.4 – Matériaux.

Q5 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R5 de la notice 1/2.***

Sur les **documents 2, 3 et 4** est indiqué près des titres de ces documents : *EN GJL 350*. Sur le **document 1**, dans la même région, est indiqué : *35CrAlMo6-12*. Sur le **document 5** est indiqué *S355JR*. Enfin, sur le dessin de l'écrou (qui n'est pas fourni), est indiqué : *CuZn19Al6*. Donner la signification détaillée de chacune de ces indications : nature du matériau, composition.

C.2.1.5 – Protection - Etanchéité.

Q6 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R6 de la notice 1/2.***

Sur les **figures 3 et 4, respectivement pages 6 et 7**, on peut voir que la tige cylindrique lisse du vérin entre et sort alternativement du fourreau. Quelle(s) solution(s) peut-on mettre en place à l'interface pour empêcher les entrées de corps étrangers solides ou liquides à l'intérieur du fourreau ? La ou les solutions proposées seront désignées par leur nom, représentées par un ou plusieurs croquis clairs, décrites et commentées brièvement.

C.2.2 – Etude de fabrication d'une pièce.

La production est de l'ordre de 4 000 pièces/an, réalisées par lots de 400 pièces/mois.

Consignes spécifiques.

Les réponses aux questions Q7 à Q12 de cette partie « Etude de fabrication » appelant une expression graphique des réponses, le candidat se reportera au préalable aux **consignes spécifiques relatives aux travaux graphiques rédigées au § C.3.2. pages 19 et 20**.

C.2.2.1 – Etude de fonderie.

La préforme du socle actuel définie par le **document 2, sur feuille A4 séparée**, est obtenue par fonderie en moule destructible avec modèle permanent. Il a été décidé de disposer l'axe du modèle horizontalement dans le châssis. On admettra la tenue de noyaux en sable aggloméré assurée pour des diamètres pouvant descendre jusqu'à un minimum de 12 mm avec une longueur allant jusqu'à un maximum de deux fois le diamètre.

*Les réponses seront à tracer aux instruments, à l'échelle 1:1, sur le document « **Dessin pour réponses n°1** » sur lequel la représentation de la pièce a été simplifiée en la limitant à une silhouette en trait fin des seules formes de révolution.*

La différenciation graphique claire des diverses parties du moule, du modèle, des noyaux, etc. pourra utiliser des couleurs, des hachures, des grisés différents.

Q7 – Après avoir ajouté, les nervures du socle sur les 3 vues en leur donnant l'orientation qui vous semble la plus favorable, représentez clairement sur les vues 1 et 2 la surface de joint que vous proposez.

Q8 – Sur les deux mêmes vues, tracez en trait fort les contours de la pièce en y intégrant les dépouilles qu'il vous parait nécessaire de prévoir.

Q9 – Sur la vue 2, dessiner le moule prêt à être coulé. Le système d'alimentation (remplissage + masselotage) ne sera pas représenté. Repérer clairement le demi-moule supérieur, le demi-moule inférieur, le ou les noyaux et leurs portées, le ou les jeux fonctionnels.

Q10 – Sur la vue 3, dessiner l'élément d'outillage « modèle » en précisant clairement s'il est en une ou plusieurs parties. En cas de besoin, il peut être tracé une ou plusieurs vues auxiliaires à partir de la vue 3 ; dans ce cas, les repérer clairement. (On ne demande pas le dessin de la ou des boîtes à noyaux)

C.2.2.2 – Etude d'enlèvement de matière.

Le **document 3, sur feuille A3 séparée**, présente le dessin de définition du produit fini relatif au socle du fourreau vérin dans sa version actuelle. De manière plus précise, ce dessin donne une définition complète des formes et dimensions, et une définition partielle de leurs tolérances.

Les dernières opération d'enlèvement de matière sur la pièce sont le perçage et le lamage des 4 trous de passage des vis, respectivement repérés F et G sur le **document 3**. L'étude ne portera que sur le perçage des 4 trous ∅7 repérés F.

Les outils utilisables sont des forets à deux lèvres de série normale, en acier « super rapide » HSS revêtu de nitrure de titane, à queue cylindrique, caractérisés par :

- diamètre : 7 mm ;
- longueur totale : 109 mm ;
- longueur taillée : 69 mm ;

et conforme à la photographie de la **figure 8, ci-après**.

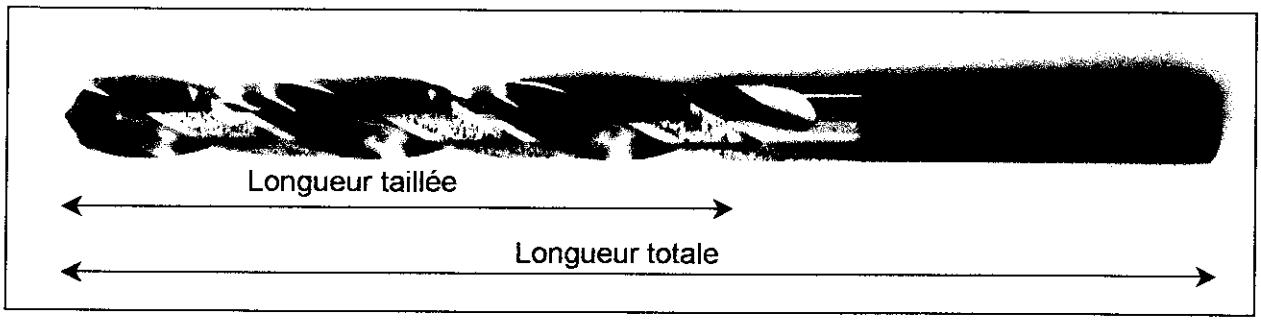


Figure 8 - *Foret.*

*Les réponses seront à tracer aux instruments, à l'échelle 1:1, en respectant des proportions réalistes, sur le document « **Dessin pour réponses n°2** » sur lequel la pièce a été représentée dans son état juste avant le perçage des 4 trous considérés.*

Q11 – Schématiser votre proposition pour l'outillage de mise en position et de maintien en position permettant le perçage direct des 4 trous sans opération préliminaire, pour une réalisation avec direction de perçage verticale. La représentation symbolique rappelée sur la **figure 9, ci-après**, sera utilisée.

Q12 – Sur les diverses vues du **dessin pour réponses n°2**, dessiner la pièce de l'outillage qui sera en contact avec la surface D (et avec d'autres surfaces, éventuellement). Situer sa position par rapport à la table de la machine en représentant partiellement celle-ci sur les vues appropriées. Coter partiellement ce dessin pour préciser les dimensions d'interface.

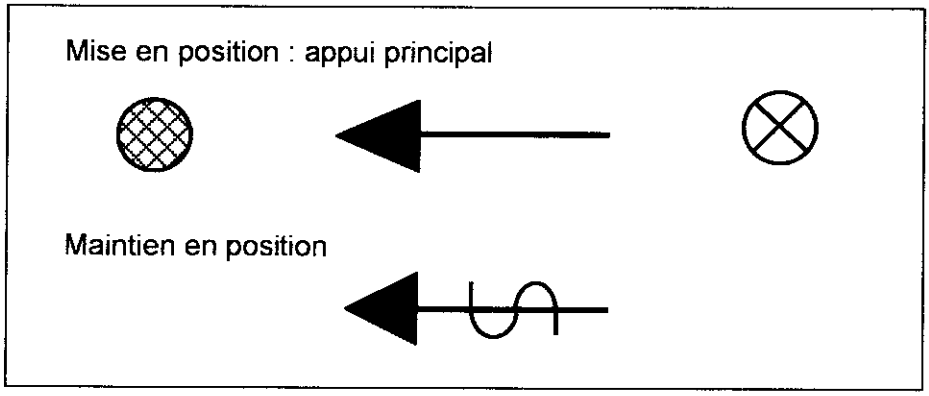


Figure 9 - *Symboles de schématisation pour outillages de mise et de maintien en position.*

C.2.3 – Modélisation mécanique.

C.2.3.1 – Schéma cinématique, mobilités, hyperstaticité.

La **figure 5 ci-après** propose un schéma cinématique minimal de la partie « système vis-écrou » du vérin mécanique linéaire. La signification des symboles de schématisation utilisés est directement précisée sur la figure, ainsi que le repérage des pièces principales.

Q13 – *Inscrire votre réponse dans le **cadre R13 de la notice 2/2.***

Proposer le schéma cinématique minimal qui correspondrait à un mouvement de sortie de translation de la vis obtenu à partir d'un entraînement en rotation de l'écrou.

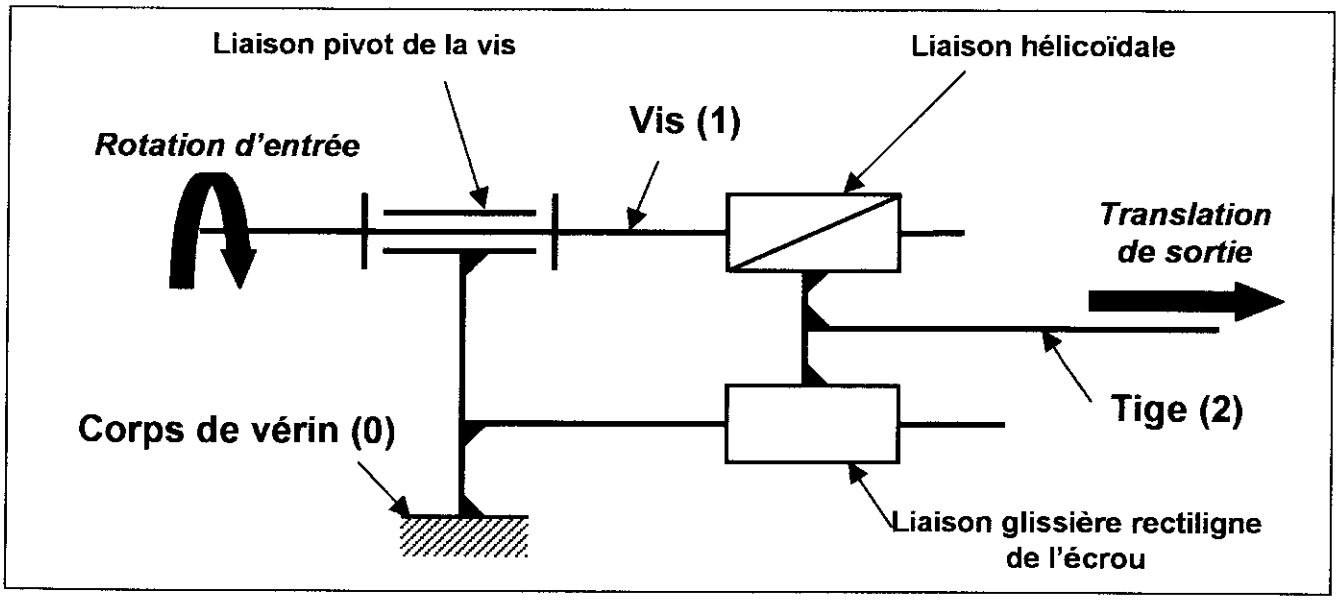


Figure 5 - *Schéma cinématique minimal du système vis-écrou du vérin linéaire mécanique.*

Q14 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R14 de la notice 2/2.***

On revient au schéma cinématique minimal de la **figure 5, ci-dessus**, et on pose l'hypothèse que toutes ses liaisons sont parfaites, y compris la liaison hélicoïdale. A l'aide d'une analyse dont il n'est pas demandé de fournir le détail, donner pour le mécanisme défini par ce schéma :

- le nombre total d'inconnues statiques ;
- le nombre total de mobilités internes ;
- le degré global d'hyperstaticité.

Dans l'espace restant dans le bas du même cadre, préciser les conditions fonctionnelles géométriques à imposer au système pour permettre son fonctionnement.

Par simplification, pour les **questions Q15 à Q21**, le profil du filetage sera supposé carré et non trapézoïdal, ce qui sera considéré n'avoir qu'une influence négligeable sur les résultats qualitatifs et quantitatifs.

Q15 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R15 de la notice 2/2.***

La **figure 6, ci-après,** précise le profil carré de filetage utilisé. On considèrera un couple vis-écrou à sens d'hélice à droite, à 5 spires de filet simple en prise. Compte tenu de la présence simultanée d'un jeu radial à fond de filet de la vis comme de l'écrou, ainsi que d'un jeu axial ***a***, proposer un modèle de cette liaison hélicoïdale réelle. Répondre dans le cadre défini, en écrivant, dans l'espace laissé à la droite du symbole de chaque composante des éléments de réduction du torseur cinématique, la valeur indicative codée qui doit lui être affectée en respectant le code suivant :

0 : composante de mobilité réelle nulle ;

ε : mobilité réduite due au(x) jeu(x) ;

m : mobilité cinématiquement significative.

Ecrire dans le même cadre la ou les équations liant les composantes significatives entre elles.

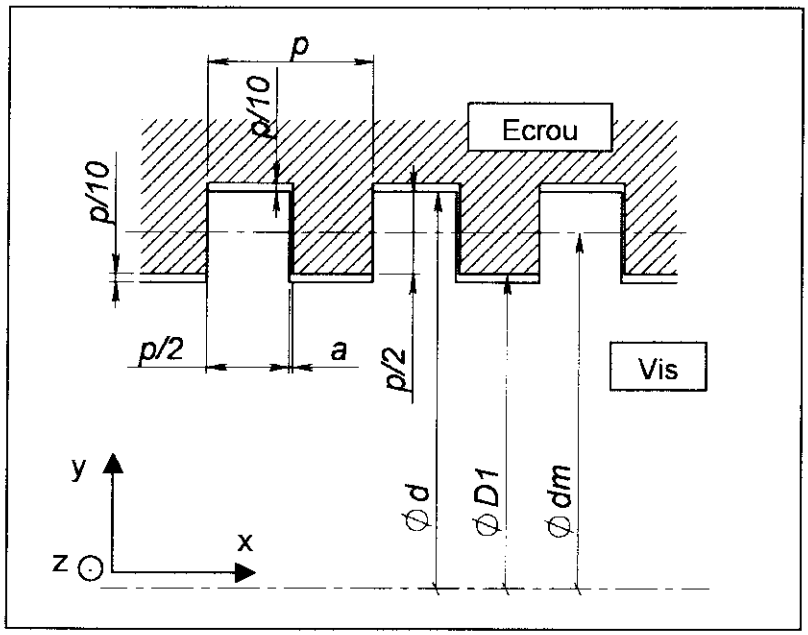


Figure 6 - Définition du profil carré de filetage.

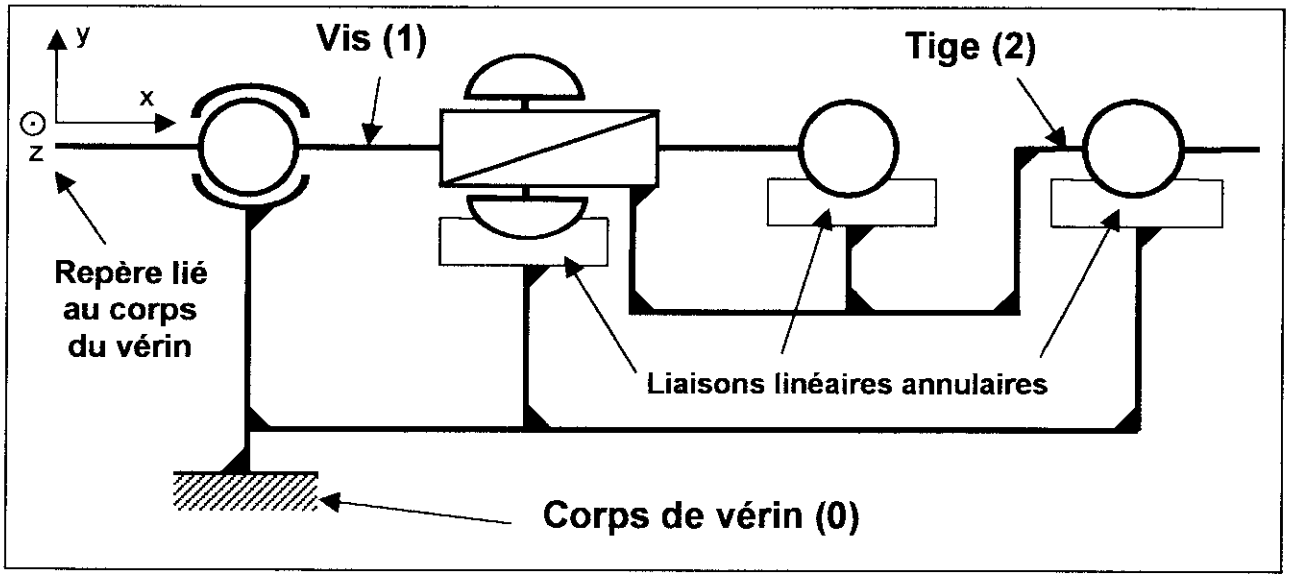


Figure 7 - *Schéma cinématique architectural d'un système vis-écrou de vérin mécanique linéaire.*

Q16 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R16 de la notice 2/2.***

La **figure 7 ci-dessus** représente le schéma cinématique architectural d'une réalisation de vérin mécanique linéaire dans lequel on cherche toujours à obtenir la translation d'une tige de sortie par rapport au corps du vérin à partir de la mise en rotation de la vis par rapport au même corps. Dans le cadre défini, indiquer les mobilités à ajouter ou à supprimer sous la forme indiquée par les deux exemples suivants :

- $\bar{V}_{z\,8/9}$: la barre de surlignage traduirait la suppression de la mobilité en translation de la pièce 8 par rapport à la pièce 9, selon l'axe ***z*** d'un repère général ***(x, y, z)*** propre au corps du vérin ;
- $\omega_{x\,6/5}$: l'absence de barre de surlignage, traduirait l'ajout de la mobilité en rotation de la pièce 6 par rapport à la pièce 5, selon l'axe ***x*** du repère général.

C.2.3.2 – Etude dynamique du système vis-écrou.

Q17 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R17 de la notice 2/2.***

A l'aide du tracé d'une figure simple et d'explications brèves, établir la relation littérale entre l'angle α d'inclinaison d'hélice et les principaux paramètres définissant l'hélice « moyenne » : p son pas et d_m son diamètre d'enroulement. Cette hélice moyenne est tracée sur le flanc hélicoïdal du filet de la vis, à mi-hauteur de sa partie en contact avec le flanc de filet de l'écrou ; d_m est appelé diamètre « moyen » du profil.

Pour les **questions Q18 à Q21**, il sera admis que, pour la vis considérée, $\alpha \approx$ ***Arc tan 0,091***.

La **figure du cadre R18** représente en perspective une portion de la vis à filet carré à droite (enroulement en hélice à droite du filet de la vis). L'écrou en prise avec cette vis sur un nombre entier de spires n'est pas représenté, mais il sera supposé être en contact avec la vis sur le flanc hélicoïdal supérieur du filet de celle-ci, visible sur la figure.

Q18 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R18 de la notice 2/2.***

1) Représenter sur la figure, par une flèche ascendante ou descendante, le vecteur $\vec{F}_{2/1}$ représentant l'effort axial résultant exercé par l'écrou sur la vis.
2) Représenter, en marge gauche de la figure, par une flèche convenablement orientée, le vecteur vitesse de translation $\vec{V}_{2/0}$ de l'écrou associé au vecteur vitesse de rotation $\vec{\omega}_{1/0}$ de la vis représenté sur la figure.
3) Représenter sur la figure le vecteur effort élémentaire $\vec{dF}_{2/1}$ exercé par l'écrou sur la vis sur un élément sectoriel d'aire entourant le point courant M de la partie en contact du flanc de filet, supposé situé sur l'hélice moyenne. Il sera admis que l'effort élémentaire $\vec{dF}_{2/1}$ s'applique en M. On notera φ l'angle de frottement associé au facteur de frottement μ régnant entre les flancs hélicoïdaux en contact du filet de vis et du filet d'écrou. On admettra que $\mu = 0,12$.
4) $(\vec{r},\vec{t},\vec{a})$ constitue un repère local en M, dont les directions sont définies comme respectivement radiale, tangentielle (ou circonférentielle), et axiale en ce point. Représenter sur la figure les coordonnées dF_r, dF_t et dF_a de $\vec{dF}_{2/1}$, respectivement suivant les directions radiale, circonférentielle et axiale en M.
5) Toujours sur la même figure, tracer le vecteur représentant le moment élémentaire $\vec{dC}$ de manœuvre de la vis (couple à exercer sur celle-ci) associé à l'effort élémentaire $\vec{dF}_{2/1}$, et le vecteur représentant le couple $\vec{C}$ global de manœuvre de la vis.

Q19 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R19 de la notice 2/2.***

En faisant intervenir tout paramètre jugé utile, exprimer littéralement :

1) la relation algébrique entre dF_t et dF_a ;

2) l'équation d'équilibre en moment projetée sur la direction axiale a, et la relation algébrique qui en découle entre dC et dF_t, ainsi que celle entre dC et dF_a ;

3) la relation entre dF_a et F ;

4) la relation entre C et dF_a, ainsi que la relation entre C et F qui en découle, en exprimant brièvement, mais clairement, la ou les hypothèses qu'il paraît utile de poser.

La **figure du cadre R20** représente, en perspective, une portion de la même vis à filet carré à droite, mais cette fois animée d'un mouvement de rotation de sens inverse de celui de la figure du cadre R6. L'écrou, toujours non représenté, sera supposé rester en contact avec la vis sur le même flanc hélicoïdal supérieur du filet de celle-ci, visible sur la figure.

Q20 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R20 de la notice 2/2.***

1) Représenter sur la figure, par une flèche ascendante ou descendante, le vecteur $\vec{F}_{2/1}$ représentant l'effort axial exercé par l'écrou sur la vis.

2) Représenter, en marge gauche de la figure, par une flèche convenablement orientée, le vecteur vitesse de translation $\vec{V}_{2/0}$ de l'écrou associé au vecteur de vitesse de rotation $\vec{\omega}_{1/0}$ de la vis.

3) Représenter sur la figure le vecteur effort élémentaire $\vec{dF}_{2/1}$ exercé par l'écrou sur la vis sur un élément sectoriel d'aire entourant le point courant M de la partie en contact du flanc de filet, toujours supposé situé sur l'hélice moyenne. Il sera admis que l'effort élémentaire $\vec{dF}_{2/1}$ s'applique en M. On notera φ l'angle de frottement associé au facteur de frottement μ régnant entre les flancs hélicoïdaux en contact du filet de vis et du filet d'écrou. On admettra encore que $\mu = 0{,}12$.

4) Représenter sur la figure les coordonnées dF_r, dF_t et dF_a de $\vec{dF}_{2/1}$, respectivement suivant les directions radiale, circonférentielle et axiale en M.

5) Toujours sur la même figure, tracer le vecteur représentant le moment élémentaire $\vec{dC}$ de manœuvre de la vis (couple à exercer sur celle-ci) associé à l'effort élémentaire $\vec{dF}_{2/1}$, et le vecteur représentant le couple $\vec{C}$ global de manœuvre de la vis.

Q21 – *Inscrire votre réponse dans le* ***cadre R21 de la notice 2/2.***

En faisant intervenir tout paramètre jugé utile, exprimer littéralement :

1) la relation algébrique entre dF_t et dF_a ;

2) l'équation d'équilibre en moment projetée sur la direction axiale a, et la relation algébrique qui en découle entre dC et dF_t, ainsi que celle entre dC et dF_a ;

3) la relation entre dF_a et F ;

4) la relation entre C et dF_a, ainsi que la relation entre C et F qui en découle, en exprimant brièvement, mais clairement, la ou les hypothèses qu'il paraît utile de poser ;

5) préciser s'il faut encore fournir de l'énergie à la vis pour la mettre en rotation dans le sens défini sur la **figure du cadre R20** ou si l'effort axial résultant $\vec{F}$ exercé par l'écrou sur la vis provoque spontanément cette mise en rotation.

C.3 – Dessin d'étude de construction mécanique.

C.3.1 - Présentation générale du travail de conception et de ses supports.

Pour cette partie de l'étude, il vous est demandé de définir, sur le **calque n°1, de format A3 vertical, pré imprimé, fourni avec le sujet**, l'ensemble du réducteur, du moteur, du socle, du fourreau et de ce qu'ils contiennent. Les éléments pré imprimés sur ce calque sont destinés à faciliter la mise en place de ces sous-ensembles. (voir **figure 10, ci-dessous**)

Les éléments fournis pré imprimés sont définis en vue de dessus et en vue de face. Plus précisément, le candidat trouvera, en vue de face, les axes verticaux de rotation du moteur et de la vis, une représentation partielle simplifiée du moteur électrique : seuls sont représentés la bride du moteur et un fragment de son corps. Le bout d'arbre n'est volontairement pas représenté afin de laisser libre le choix de la représentation de sa liaison avec la poulie. Les formes et dimensions du bout d'arbre définies sur le **document 6** devront être respectées.

Le candidat trouvera sur la vue de dessus, la représentation des deux poulies retenues pour cette étude de conception (combinaison possible des poulies utilisables de plus grand diamètres), la représentation en position correspondante correcte (pour la longueur de courroie utilisable) du galet compensateur, et la représentation des positions extrêmes attendues, notées ***G1*** et ***G2***, du centre de ce galet compensateur.

Le **calque n°2, de format A3 vertical, pré imprimé,** mais **vierge de tout élément prédéfini**, sera utilisé pour la représentation des vues annexes dessinées aux instruments et des croquis tracés à main levée, laissés à la discrétion du candidat.

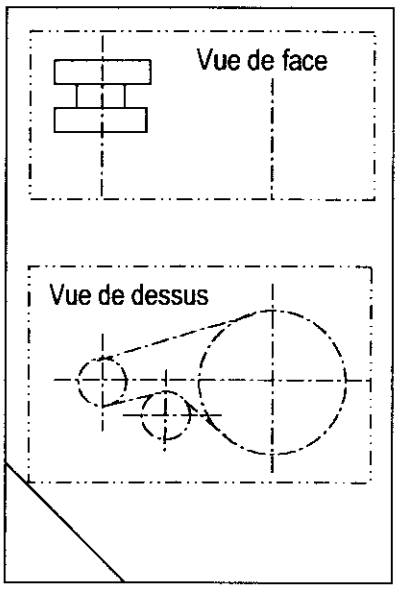


Figure 10 - Croquis de mise en page du calque pré imprimé fourni.

C.3.2 - Consignes spécifiques aux travaux graphiques.

Le dessin est à exécuter à l'échelle 1:1, aux instruments, avec pour l'essentiel mise au net au crayon respectant les épaisseurs de traits normalisées et les exigences d'une bonne lisibilité ; seuls les axes et les écritures seront tracés à l'encre noire. Les tracés de couleur ne sont pas admis. Les normes AFNOR seront respectées.

Les croquis à main levée seront exécutés au crayon, sans l'aide d'instruments (règle, équerre ou compas). La grosseur et la noirceur des traits assureront une lisibilité satisfaisante. Aucune échelle n'est imposée mais, toujours pour la lisibilité, il est demandé de la choisir au maximum compatible avec l'espace offert. De plus, il sera veillé à ce que les proportions des pièces soient convenablement respectées, afin de ne pas introduire de distorsion de compréhension à la

lecture. Le choix des points de vue assurera l'expression la plus claire possible des solutions retenues.

Les coupes, les positions de plans de coupes et les directions particulières d'observation seront clairement repérées en respectant les normes AFNOR en vigueur.

Les principales conditions fonctionnelles relatives aux liaisons représentées seront clairement indiquées en respectant les règles normalisées AFNOR.

C.3.3 - Choix constructifs retenus.

Ils ont été définis en **partie B, pages 6 à 9**, à laquelle le candidat se reportera. Le guidage de la vis dans le socle est réalisé par le roulement à deux rangées de billes à contact oblique défini en **introduction à la question Q2, page 11**. Et bien évidemment, le candidat se reportera également aux **documents 1, 4, 5, 6, 7, 8 et 9**, sur feuilles séparées.

C.3.4 - Travail demandé.

Afin d'assurer toutes les fonctions de service et de satisfaire toutes les contraintes définies dans la cahier des charges fonctionnel (**pages 4 et 5**), et en utilisant au mieux les éléments fournis sur le **calque n°1**, il est demandé :

1) de dessiner aux instruments, sur les vues de face et de dessus prédéfinies du **calque n°1**, ainsi que sur toutes vues locales complémentaires jugées utiles et tracées sur le **calque n°2** (ces vues imposées ou à choisir étant au gré du candidat extérieures ou en coupe), vos propositions de solutions pour la définition complète :

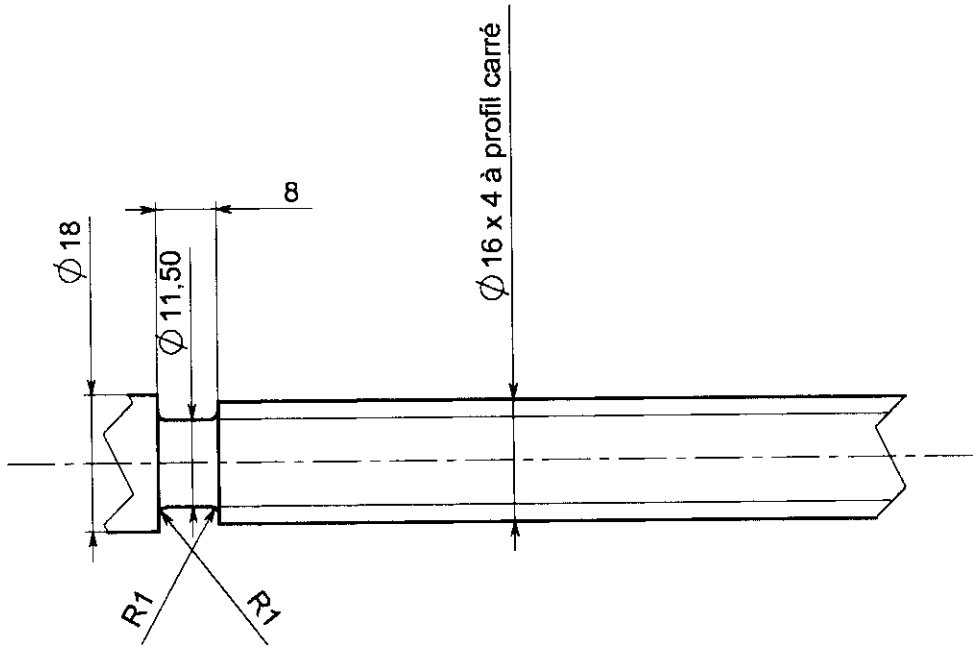
- du carter de réducteur, y compris de ses deux tourillons ;
- de la liaison du moteur à ce carter ;
- de la liaison du socle au carter de réducteur ;
- du guidage de la vis dans le socle ;
- des formes manquantes du socle ;
- de la liaison de la poulie motrice sur l'arbre du moteur et de la poulie réceptrice sur le bout d'arbre de la vis, lui-même à préciser à cette occasion ;
- du support et du guidage du galet compensateur ;
- du dispositif de réglage en position de ce galet ;
- des éventuels dispositifs de lubrification et de protection nécessaires au bon fonctionnement.

Prévoir toutes dispositions permettant d'assurer :

- la montabilité de l'ensemble étudié ;
- sa maintenabilité ;
- l'absence de risque pour les humains proches ;
- la protection du milieu externe vis-à-vis du milieu interne.

Le candidat pourra glisser sous ses calques les documents 1, 4, 5, 6, 8 et 9, tracés à l'échelle 1:1, pour en reproduire directement les parties qu'il jugera utiles.

2) De tracer à main levée, sur le **calque n°2, de format A3 vertical, fourni avec le sujet**, un ou plusieurs croquis perspectifs complétant la définition des formes externes ou internes du carter de réducteur, et respectant les **consignes spécifiques** énoncées au **§ C.3.2**.



Bout d'arbre recevant la poulie
et zone de guidage dans le socle

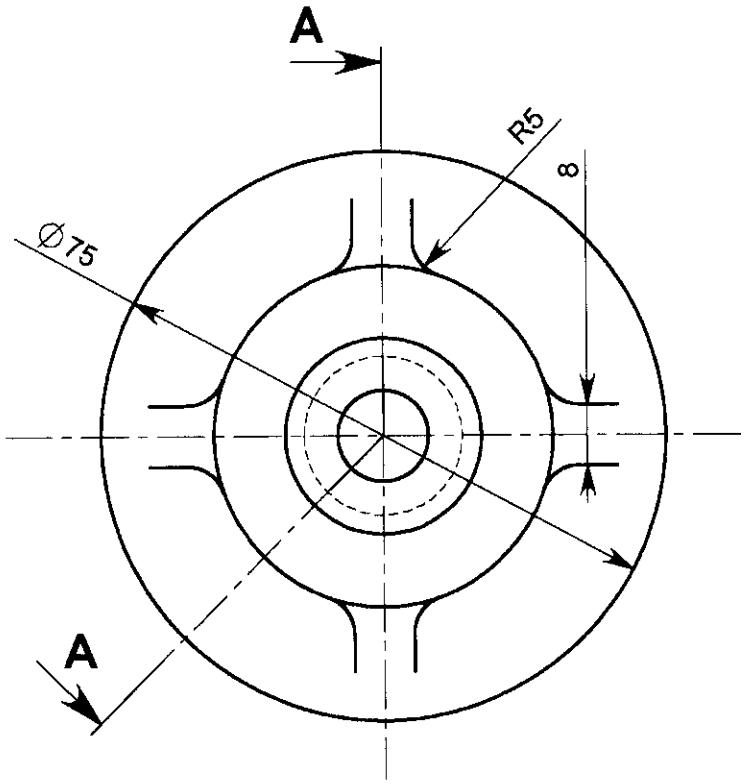
K14G

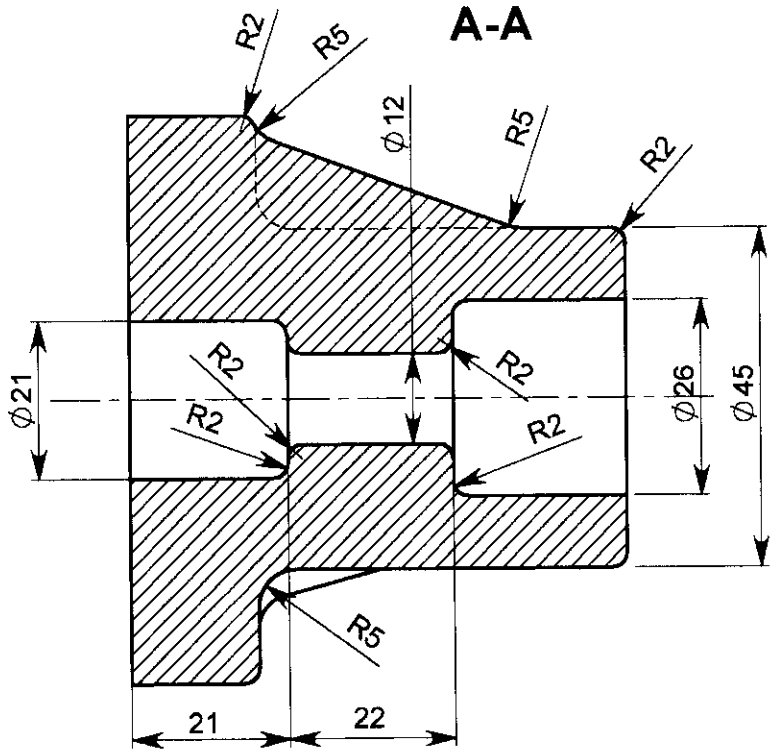
Document 1

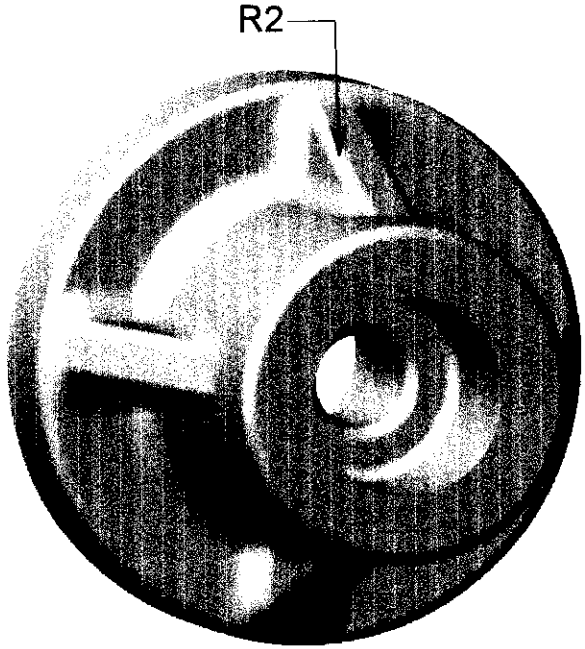
VIS (du système vis-écrou)

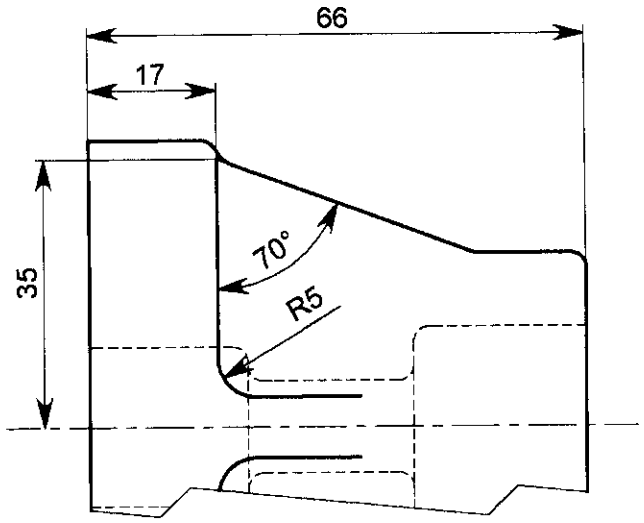
Extrémité de vis

Echelle 1:1 35CrAlMo6-12









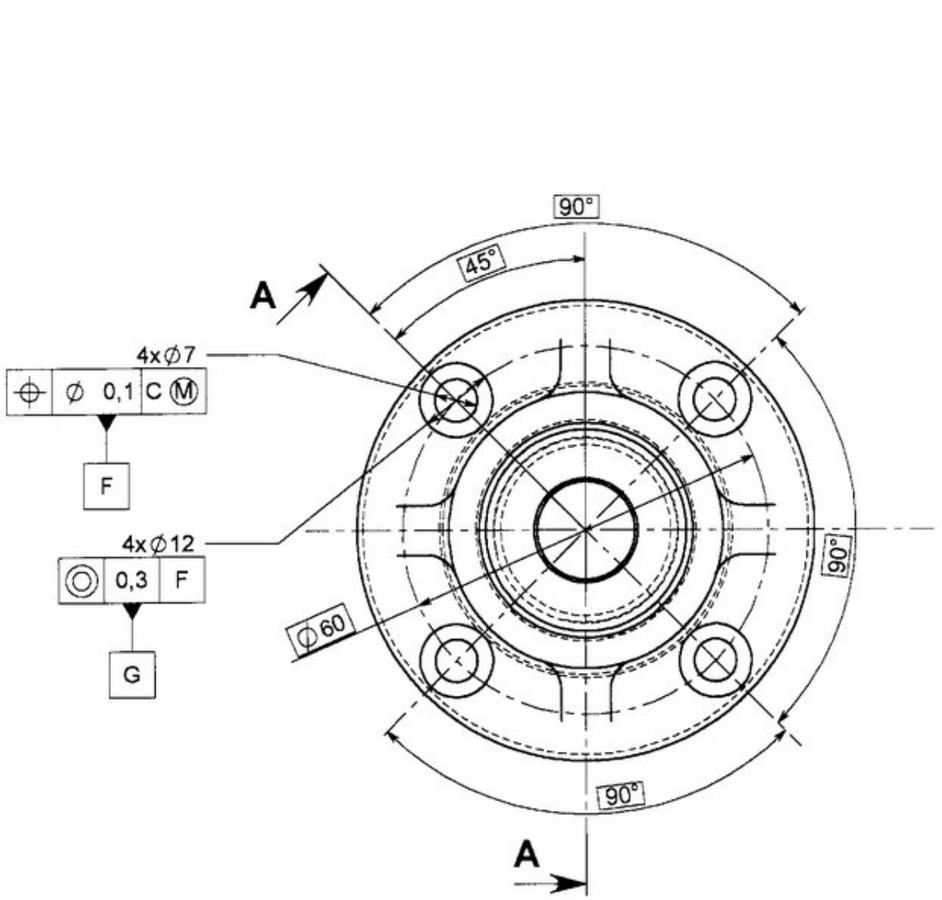
K14G

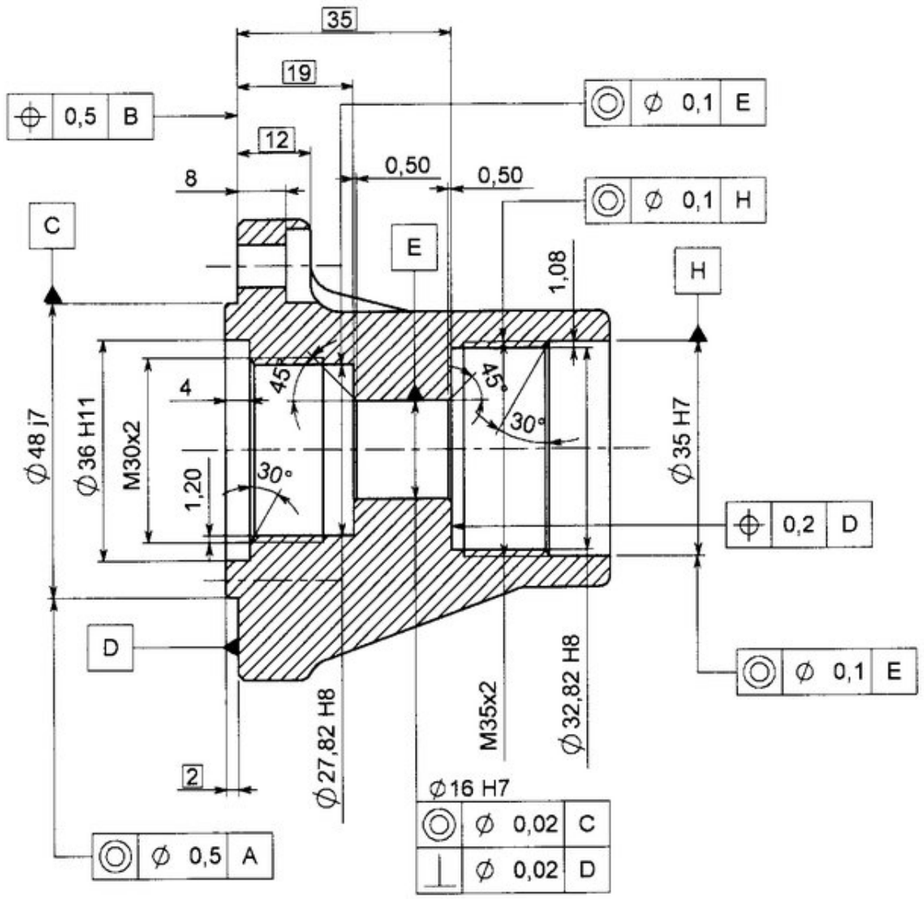
Document 2

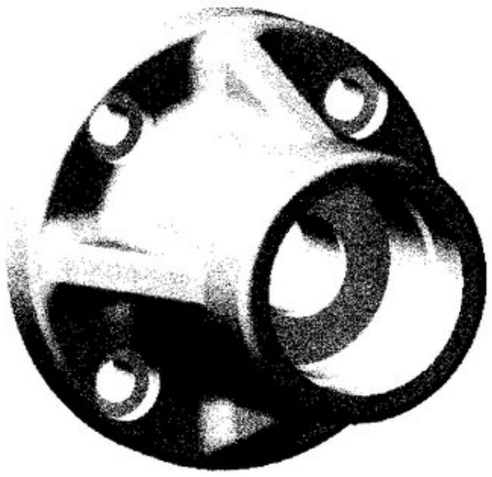
SOCLE

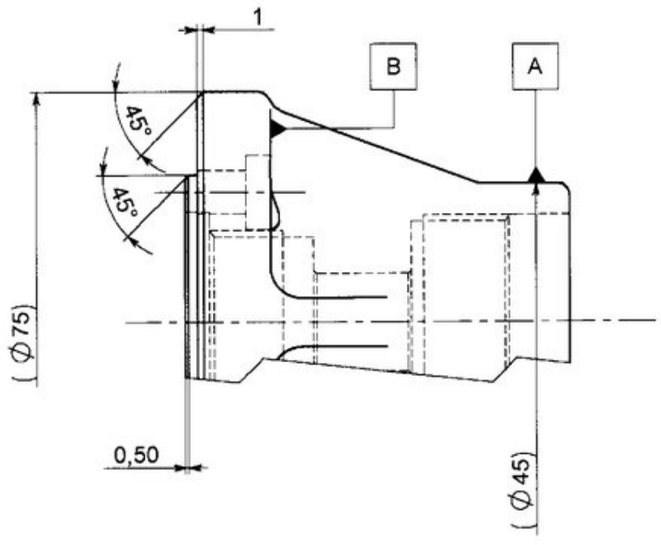
Préforme moulée

Echelle 1:1 EN GJL 350









Tolérance générale ISO 2768 - m.K

K14G

Document 3

SOCLE

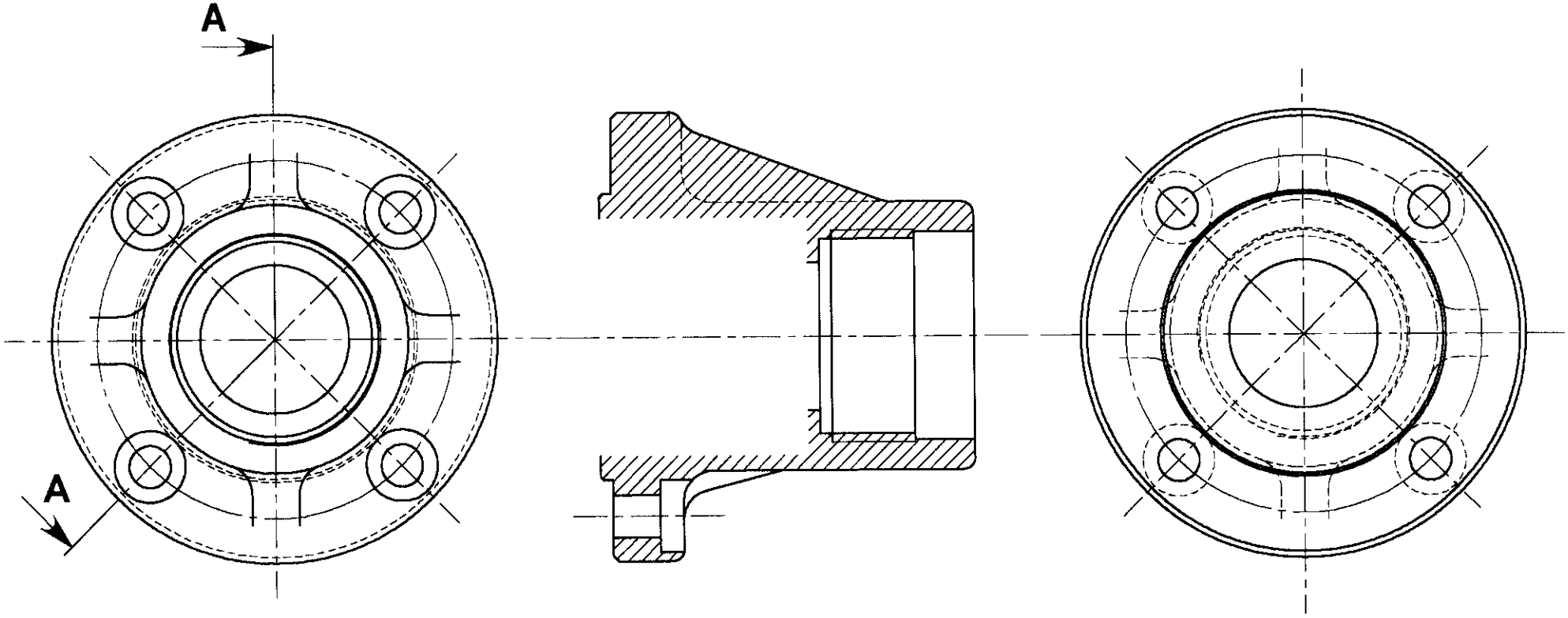
Dessin de définition du produit fini

Cotation partielle

Echelle 1:1

EN GJL 350

A-A



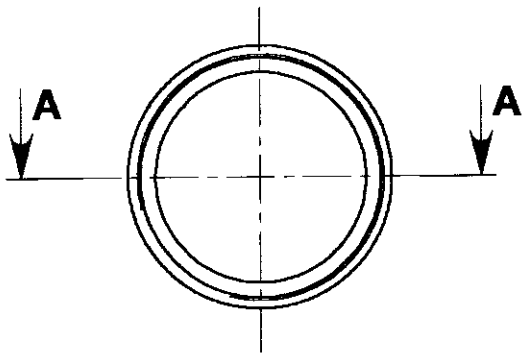
K14G

Document 4

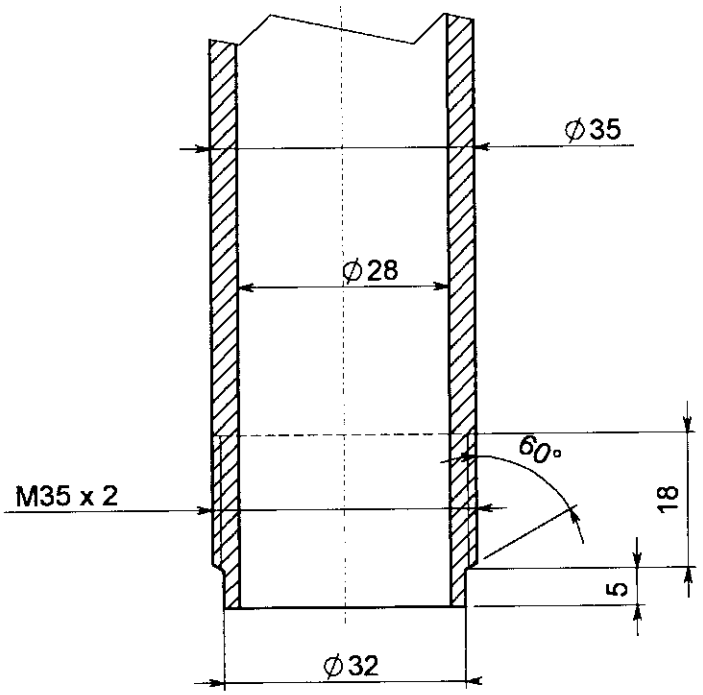
SOCLE

Formes à utiliser pour la conception

Echelle 1:1 EN GJL 350



A-A



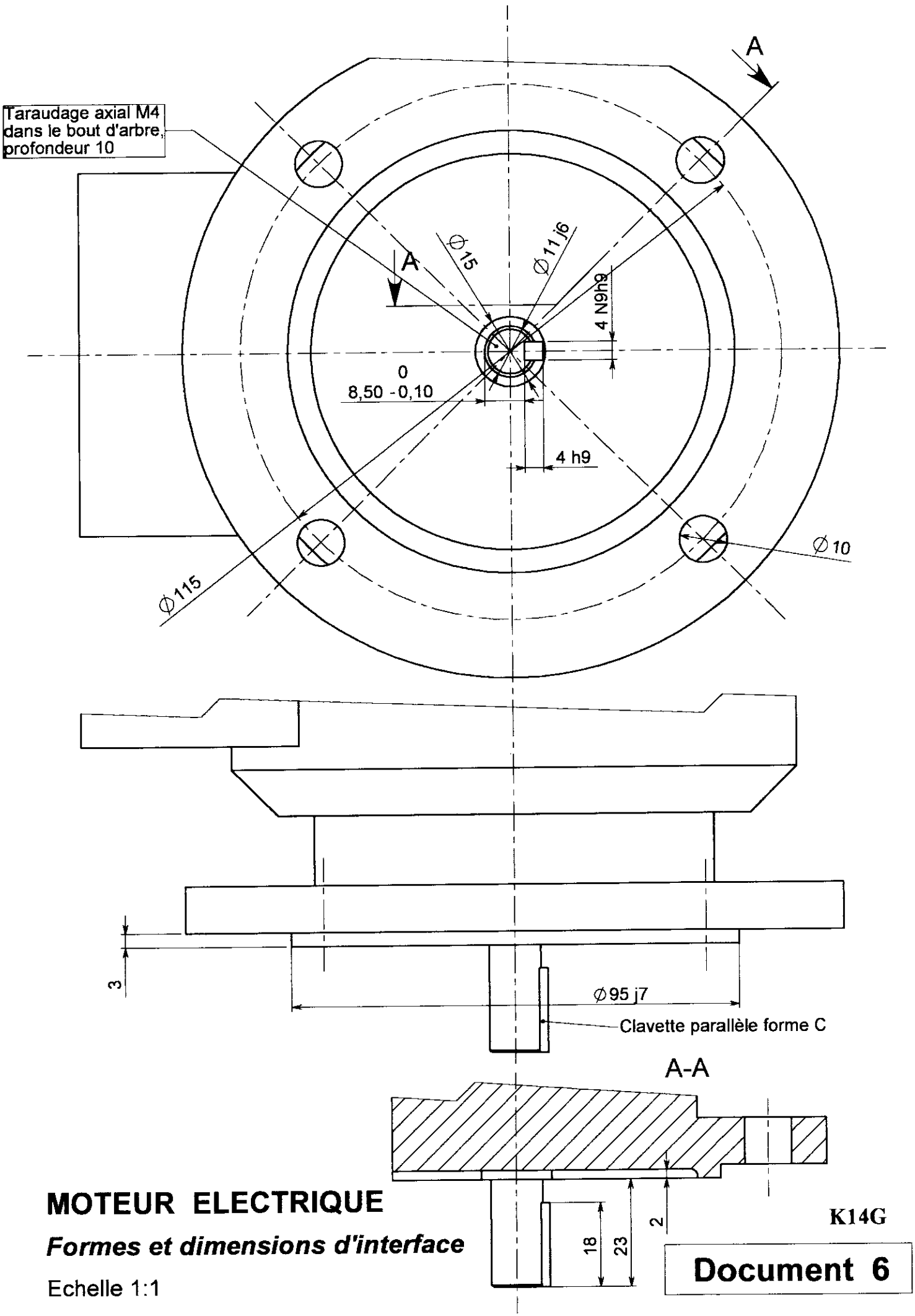
K14G

Document 5

FOURREAU

Extrémité vissée du fourreau

Echelle 1:1 S355JR



MOTEUR ELECTRIQUE

Formes et dimensions d'interface

Echelle 1:1

K14G

Document 6

Document 7

Composition de la courroie PowerGrip HTD®

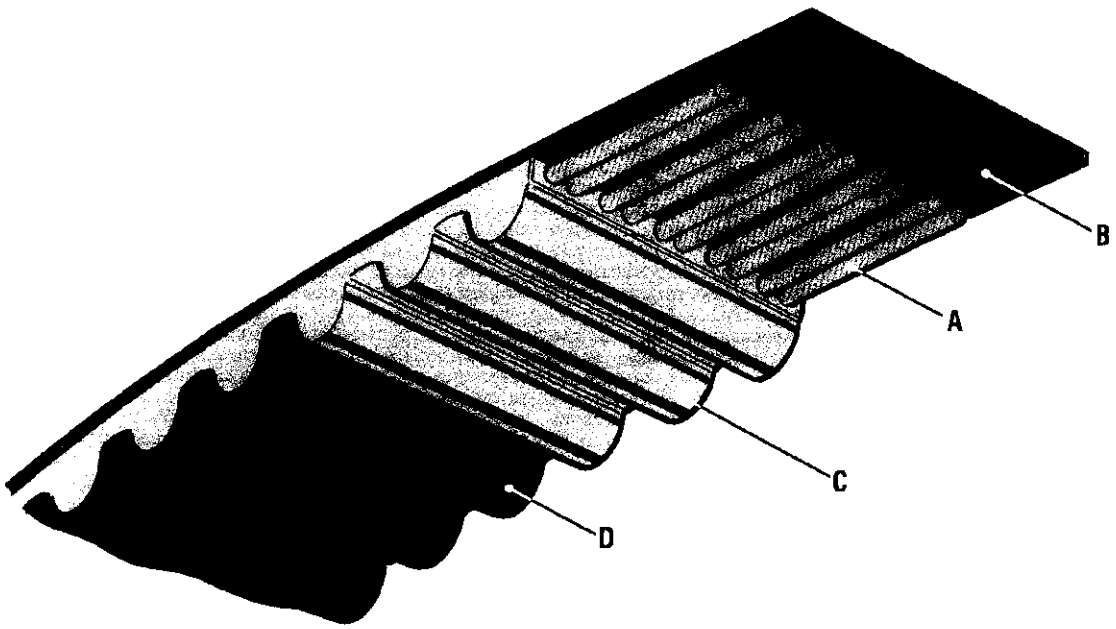
Les transmissions PowerGrip HTD® à entraînement positif fonctionnent sans maintenance, dans des applications à couples élevés. Elles présentent de nombreux avantages par rapport aux transmissions par chaînes et par engrenages.

AVANTAGES

- absence de lubrification
- absence de retension
- résistance à la corrosion
- excellente résistance à l'abrasion
- niveau sonore réduit
- fonctionnement propre
- absence de maintenance.

CONSTRUCTION

Le profil de la denture améliore considérablement la répartition uniforme et symétrique des efforts, permettant une charge totale supérieure. Les dents moulées permettent un engrènement positif dans les dents de la poulie et un passage avec une friction presque négligeable. Le système fonctionne comme un engrenage. La courroie est composée des 4 éléments suivants:



LES CÂBLÉS DE LA COURROIE A

Un élement de tractior sans fin, enroulé en hélice d'une manière extrêmement précise est le secret de l'énorme résistance de la courroie, de sa parfaite tenue aux contraintes, de flexion et de son allongement pratiquement nul.

REVÊTEMENT EN POLYCHLOROPRÈNE B

Le revêtement solide et souple enrôbe le câblé. Il est constitué par un polychloroprène résistant à l'usure, solidaire du câblé qu'il protège contre l'huile, l'humidité et toute autre action abrasive. Il résiste aussi à l'usure due à la friction, si la puissance est transmise par le dos de la courroie. Il résiste aux huiles.

DENTS EN POLYCHLOROPRÈNE C

Intégralement moulées au revêtement protégeant les câblés et fabriquées dans un polychloroprène modérément dur, résistant au cisaillement. Afin d'assurer le bon engagement avec les dents de la poulie, les dents sont moulées et espacées avec précision. Elles sont situées de telle façon que la base de la dent se trouve bien sur le même plan que la ligne primitive de la courroie; ainsi l'espacement des dents (pas circulaire) de la courroie n'est pas altéré lors de l'enroulement sur la poulie.

FACE EN NYLON D

Un tissu nylon recouvre les surfaces sujettes à usure; sa haute ténacité et son coefficient de frottement peu élevé, protègent les dents de la même manière que la cémentation renforce l'acier. Ce revêtement se polit à l'usage, il dure normalement plus longtemps que les autres éléments de la courroie.

Tournez la page S.V.P.

Spécifications des courroies POWERGRIP HTD®

Pour couvrir une large gamme de puissances, de vitesses et d'applications, les poulies et courroies existent en différentes dimensions.

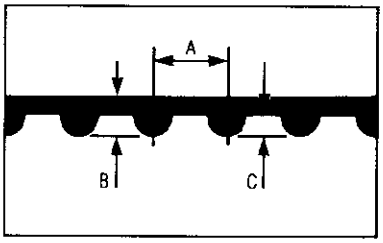
Les trois dimensions principales d'une courroie sont:

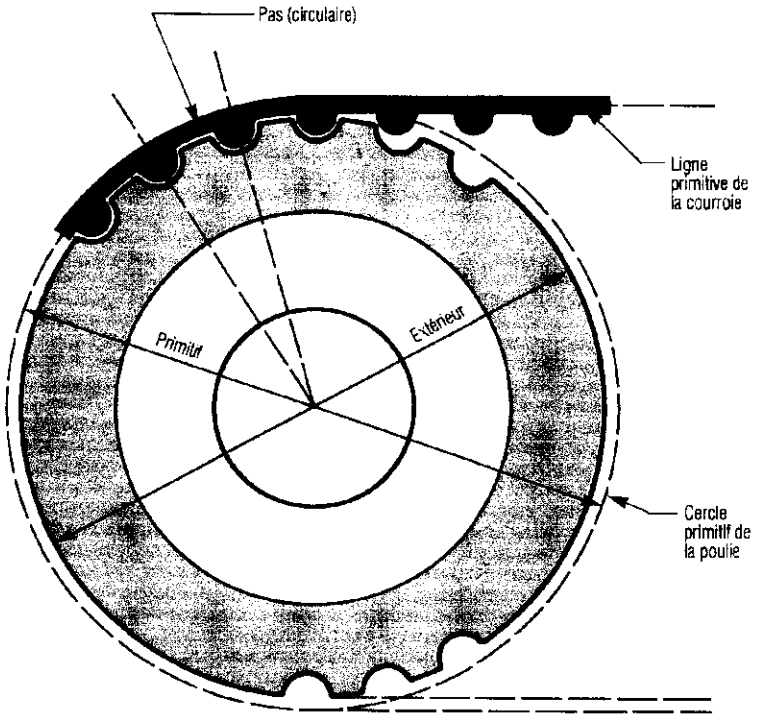
Longueur primitive Pas Largeur

Le pas de la courroie est défini par la distance en mm comprise entre deux dents juxtaposées mesurée sur la ligne primitive de la courroie. La longueur de la courroie correspond à la longueur totale (circonférence), mesurée sur la ligne primitive. La ligne primitive théorique d'une courroie HTD® se situe à l'intérieur de l'élément de traction.

Dimensions (en mm)

Pas Courroie	3	5	8	14	20
Pas "A"	3	5	8	14	20
Epaisseur totale de la courroie "B"	2.41	3.81	6.00	10.00	13.20
Hauteur de dent "C"	1.17	2.08	3.40	6.00	8.40





Les trois dimensions principales d'une poulie sont:

Nombre de dents Pas Largeur

Sur la poulie, le pas est la distance entre le centre des creux de dents mesurée sur le cercle primitif de la poulie. Le cercle primitif de la poulie coïncide avec la ligne primitive de la courroie correspondante. Le diamètre primitif de la poulie est toujours plus grand que son diamètre extérieur.

Toute courroie POWERGRIP HTD® doit être utilisée avec des poulies du même pas.

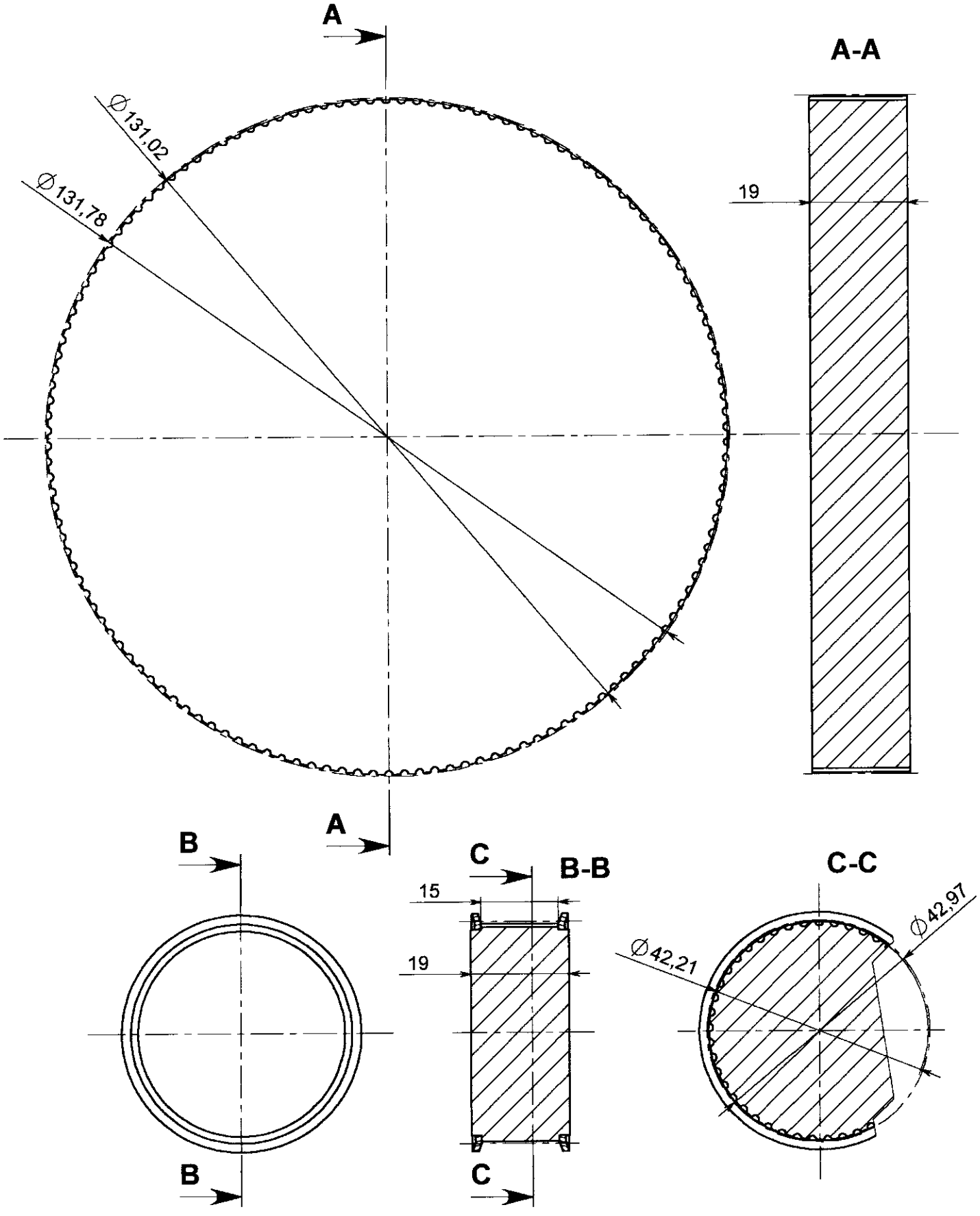
Les courroies Gates POWERGRIP HTD® sont disponibles dans 5 pas. Les dimensions des courroies standard sont reprises dans les tableaux des pages 10 et 11. Ceux-ci donnent la liste des courroies standard dans les pas de 3, 5, 8, 14 et 20M, leur longueur primitive, leur poids approximatif, leur nombre de dents et leur largeur standard. En utilisant ces renseignements, un code permet de commander une courroie déterminée:

Longueur primitive de la courroie (mm)	Pas de la courroie (mm)	Largeur de la courroie (mm)
640	8M	20
ou, 1190	14M	55

Les poulies pour les courroies POWERGRIP HTD® existent également dans les pas de 3, 5, 8, 14 et 20M. Leurs diamètres sont donnés aux pages 59 à 63. Le code des poulies est le suivant:

Nombre de dents	Pas (mm)	Largeur (mm)
P48	8M	50
ou, P36	14M	115

Tournez la page S.V.P.



K14G

C45

POULIES

138 dents sans joues
et
45 dents avec joues

Echelle 1:1

Document 8

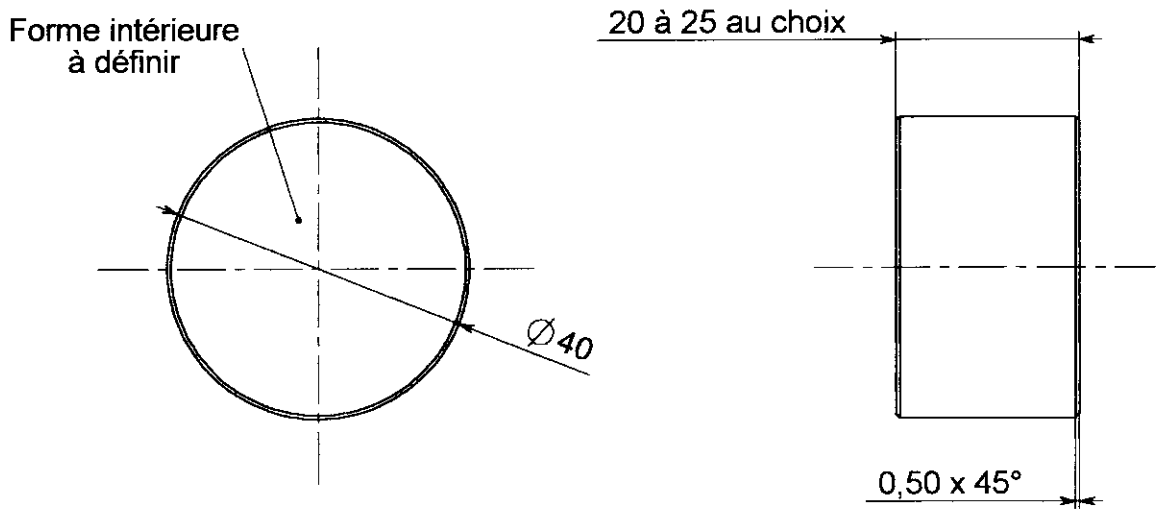
K14G

Document 9

GALET COMPENSATEUR

Formes externes

Echelle 1:1 Matériau à définir



ROULEMENTS POUR LE GALET COMPENSATEUR

Type à utiliser

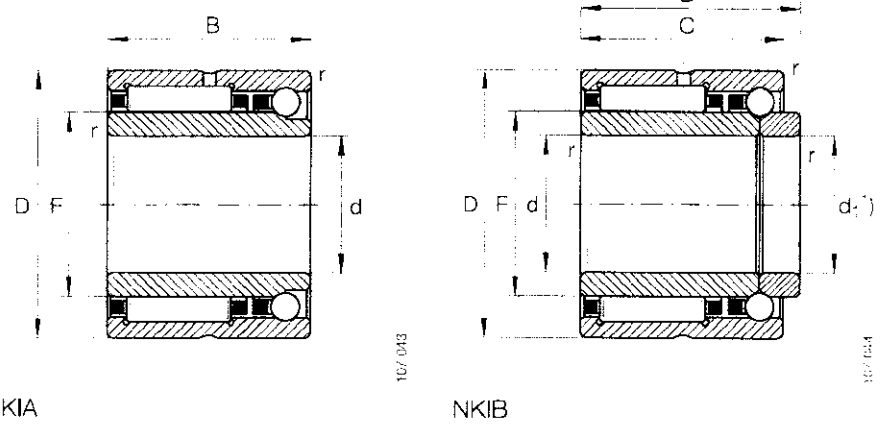
Roulements combinés à aiguilles et à billes

charges axiales dans un seul sens

Série NKIA

charges axiales dans les deux sens

Série NKIB



NKIA NKIB

Tableau de dimensions (en mm)

Diamètre d arbre	Désignation	Masse	Dimensions						Charges de base				Charge limite à la fatigue		Vitesse limite	Vitesse de base 2)
			d	F	D	B	C	r	radial		axial		radial	axial	n_G	n_B
									dyn. C kN	stat. C_0 kN	dyn. C kN	stat. C_0 kN	P_u kN	P_u kN		
		≈g						min.							min^{-1}	min^{-1}
12	**NKIA 5901**	40	12	16	24	16	–	0,3	7,6	8,3	2,7	3,45	1,19	0,128	24 000	21 000
	NKIB 5901	43	12	16	24	17,5	16	0,3	7,6	8,3	2,7	3,45	1,19	0,128	24 000	21 000
15	**NKIA 5902**	50	15	20	28	18	–	0,3	10,6	13,6	2,9	4,2	1,84	0,156	22 000	17 000
	NKIB 5902	52	15	20	28	20	18	0,3	10,6	13,6	2,9	4,2	1,84	0,156	22 000	17 000
17	**NKIA 5903**	56	17	22	30	18	–	0,3	11	14,6	3,15	4,9	1,97	0,181	21 000	15 000
	NKIB 5903	58	17	22	30	20	18	0,3	11	14,6	3,15	4,9	1,97	0,181	21 000	15 000

K14G

NOM : .....

Prénom : .....

Académie : .....

N° d'inscription : .....

CONCOURS BANQUE PT

SCIENCES INDUSTRIELLES II

NOTICE JUSTIFICATIVE 1/2

A rendre à la fin de l'épreuve

Dépliez la feuille S.V.P.

Ne rien écrire dans ce cadre

R1 1) Tolérances :

	Roulement A1	Roulement A2
Portée de la bague intérieure sur l'arbre		
Portée de la bague extérieure dans l'alésage		

Justification du choix des tolérances proposées :

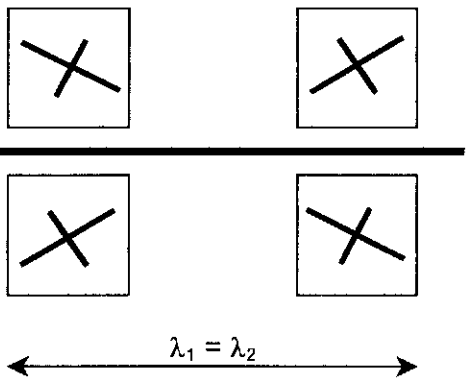
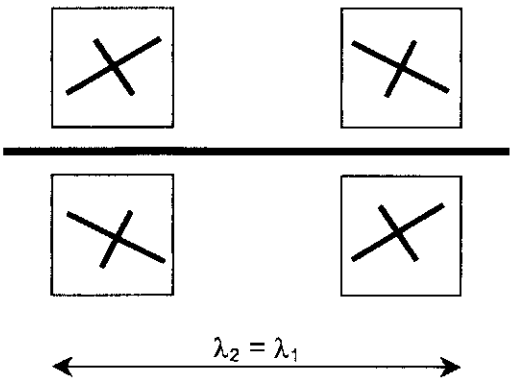
R1 2) & 3)

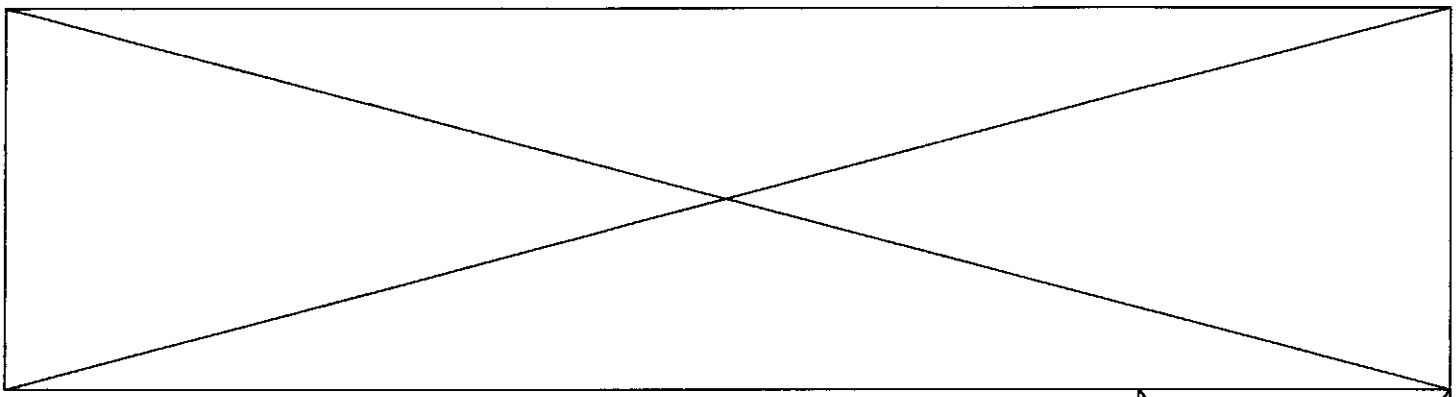
Répondre en utilisant les signes :

+ ***si la solution est favorable***

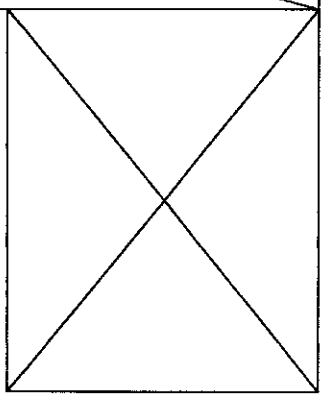
− ***si la solution est défavorable***

Exprimer le choix par une croix

	Montage 1	Montage 2
		
Facilité de montage et démontage		
Facilité de réglage		
Simplicité de la solution		
CHOIX		



R3 Vérification des tourillons du carter.



1) Critère de vérification :

2) Valeur admissible de la grandeur de référence et validité :

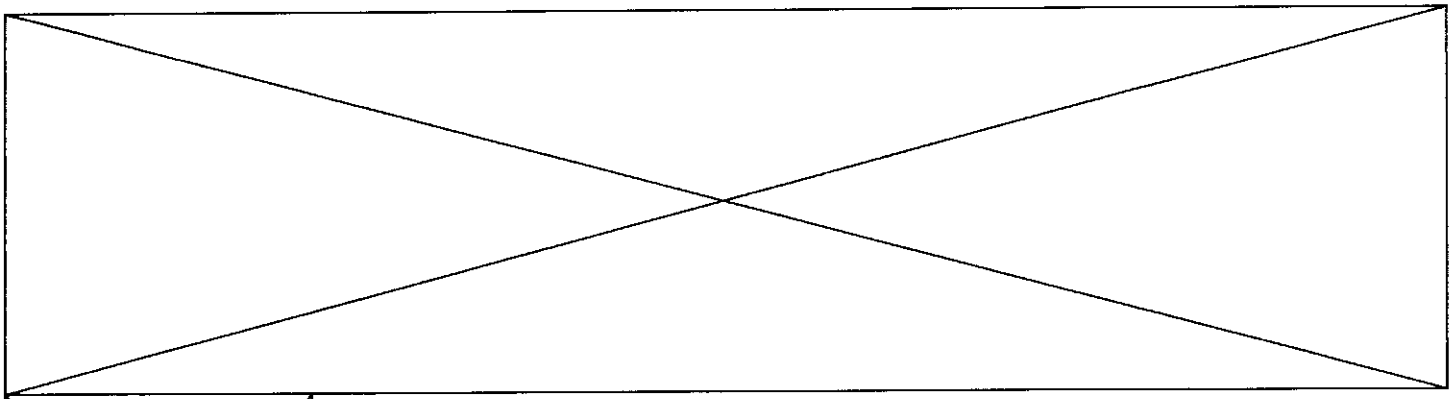
3) Vérification des dimensions :

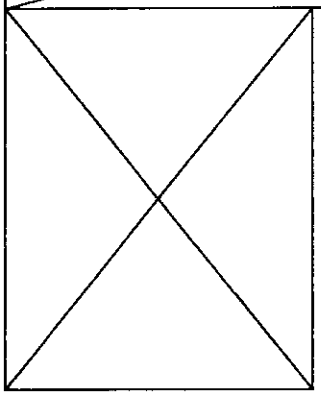
R4 Vérification du clavetage de la poulie motrice.

1) Critère de vérification :

2) Valeur admissible de la grandeur de référence et validité :

3) Vérification des dimensions :

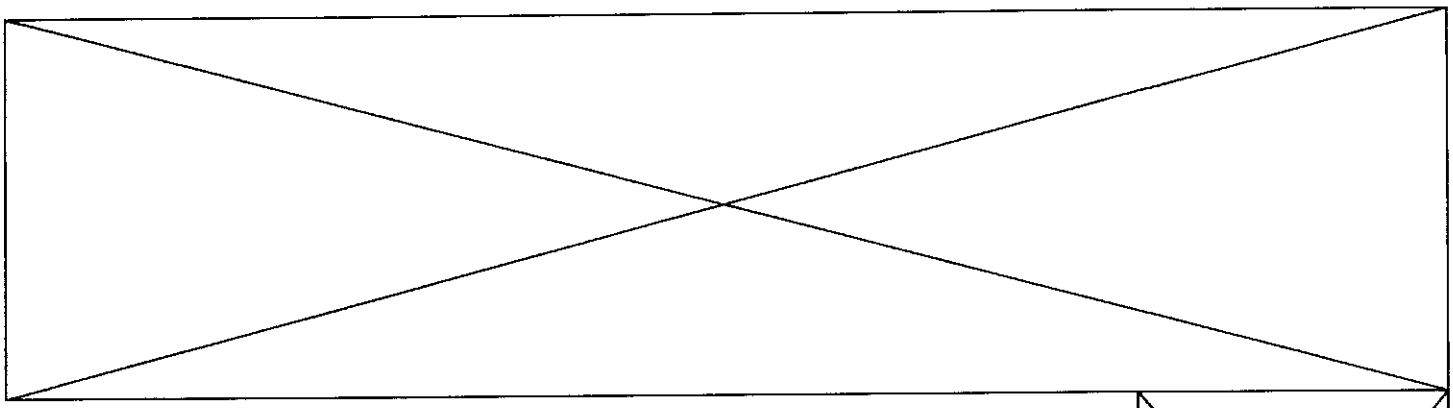




R6 Protection - Etanchéité.

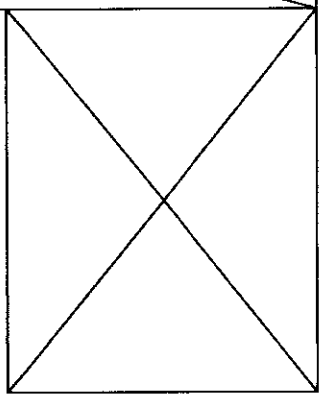
R5 Matériaux.

EN GJL 350	**35CrAlMo6-12**
S355JR	**CuZn19Al6**



R2 Calcul de roulement.

1) Modélisation graphique :



2) Efforts supportés par le roulement **A** :

3) Durée de vie de ce roulement :

4) Périodicité de remplacement de ce roulement :

Dépliez la feuille S.V.P.

K14G

NOM : .....

Prénom : .....

Académie : .....

N° d'inscription : .....

CONCOURS BANQUE PT

SCIENCES INDUSTRIELLES II

NOTICE JUSTIFICATIVE 2/2

A rendre à la fin de l'épreuve

Ne rien écrire dans ce cadre

R14 Analyse de mécanisme.

- Nombre total d'inconnues statiques
- Nombre total de mobilités internes
- Degré global d'hyperstaticité

Conditions fonctionnelles géométriques :

R13 Schéma cinématique minimal :

R15 Torseur cinématique de la liaison hélicoïdale réelle :

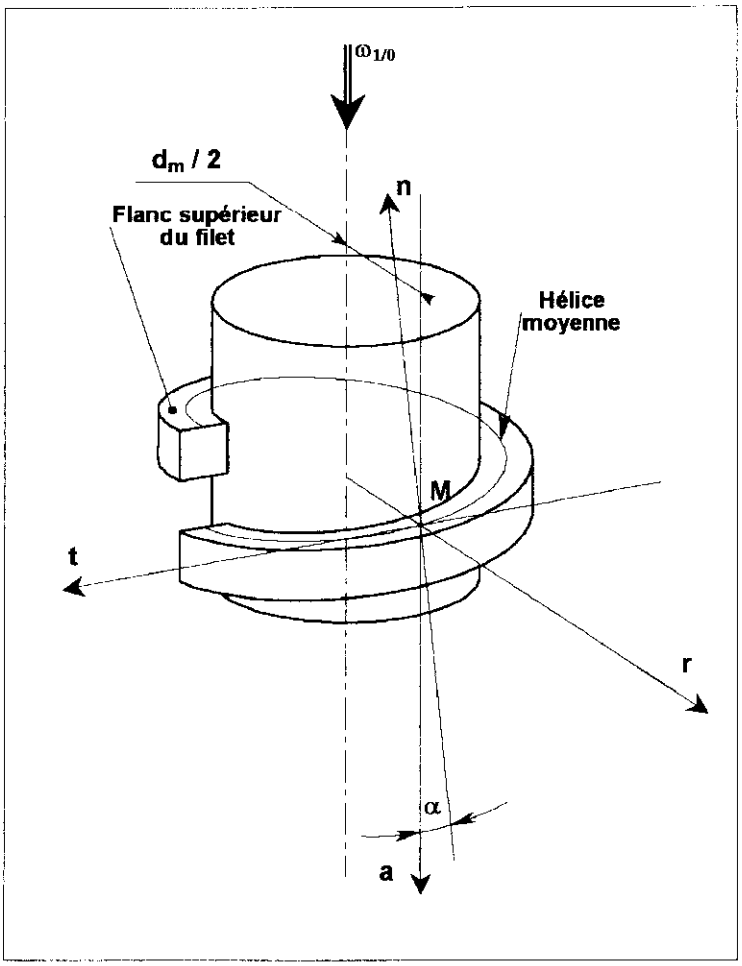
$$\{V_{1/2}\} = \left\{ \begin{array}{c|c} \omega_x & v_x \\ \omega_y & v_y \\ \omega_z & v_z \end{array} \right\}$$

Equation(s) :

R16 Mobilités à ajouter ou à supprimer :

Tournez la page S.V.P.

R18 Modélisation graphique :



R19 Relations :

1)

2)

3)

4)

R17 Relation entre α, p et d_m.

Figure :

Explications et relation :

R20 Relations :

1)

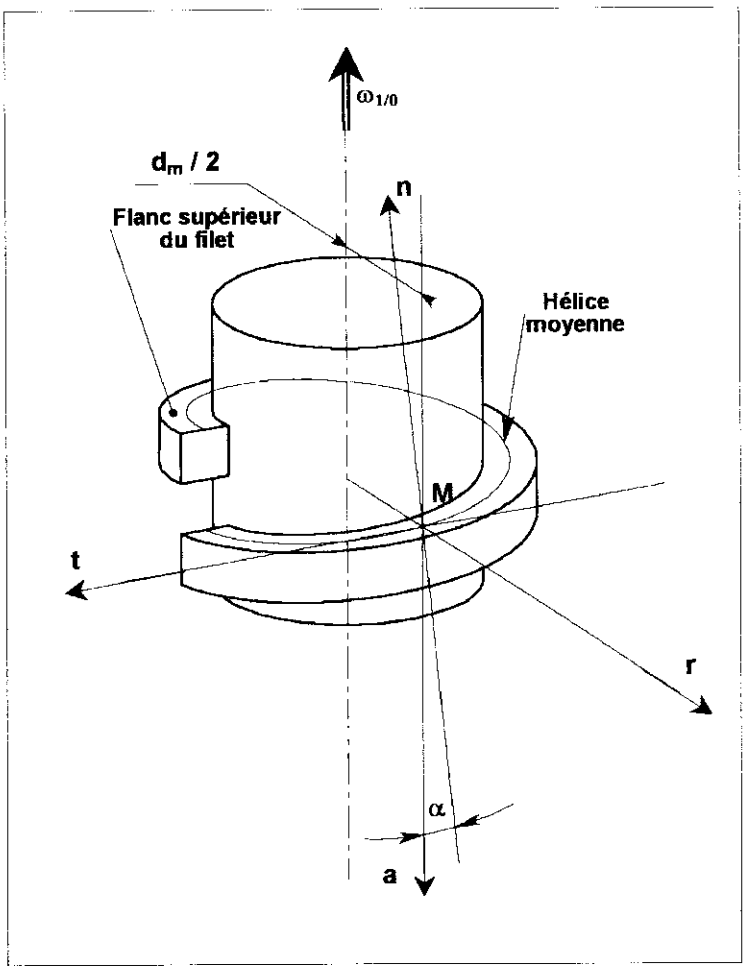
2)

3)

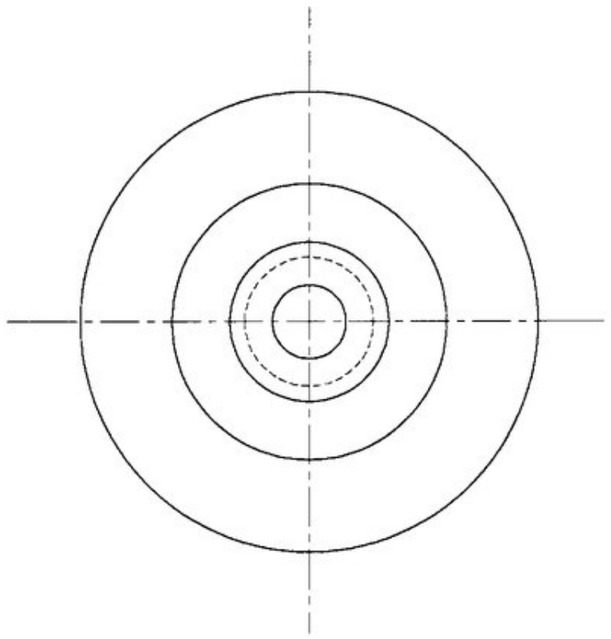
4)

5)

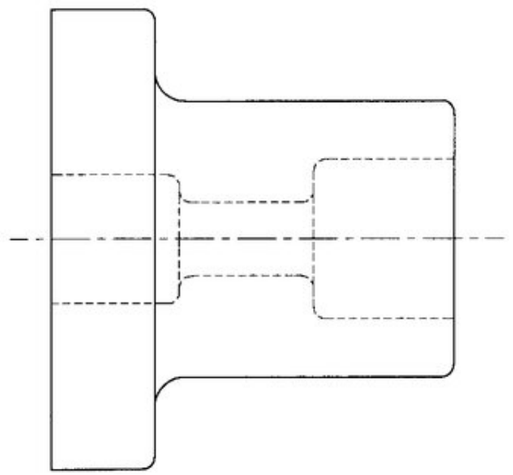
R21 Modélisation graphique :



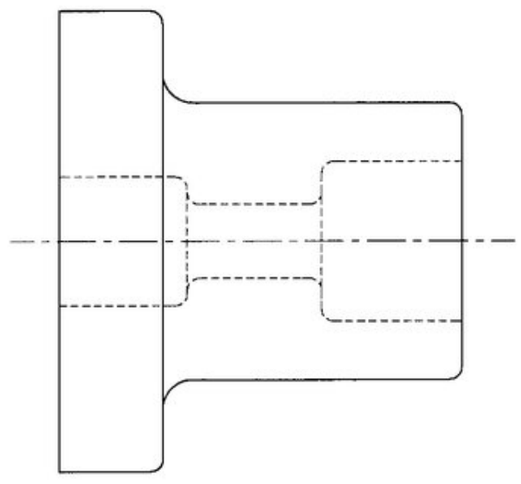
Vue 1



Vue 2



Vue 3



Cadre réservé

Centre d'examen : .....

NOM : .....

Prénom : .....

N° : .....

Concours banque PT
Sciences Industrielles II
Construction Mécanique

A	B	C	T

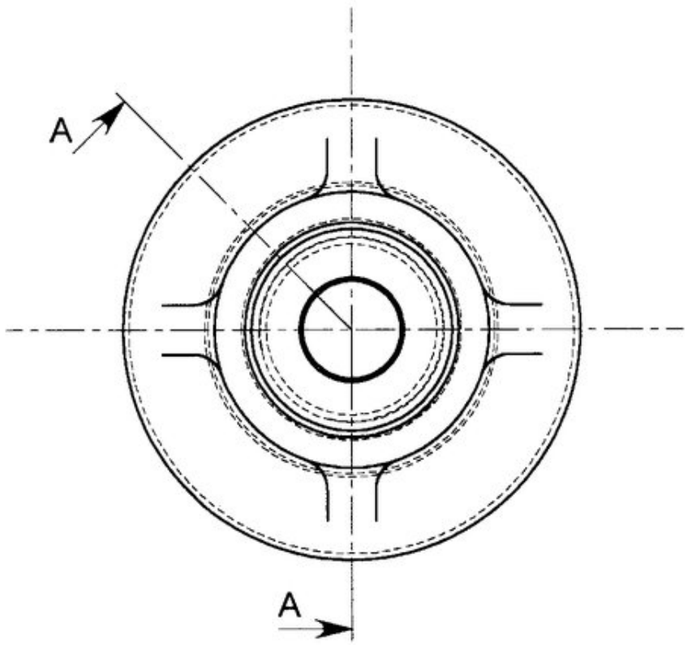
Cadres réservés

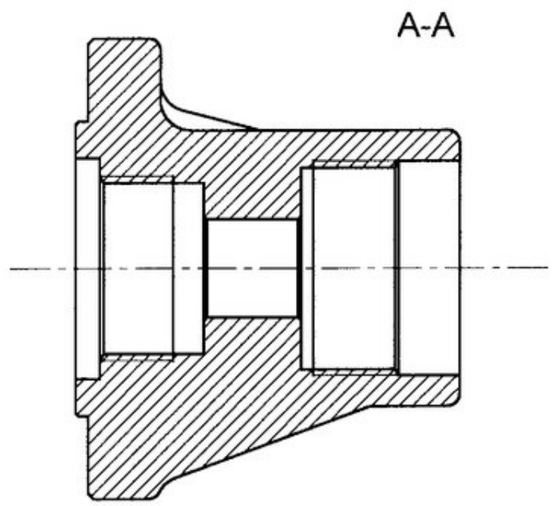
K14G

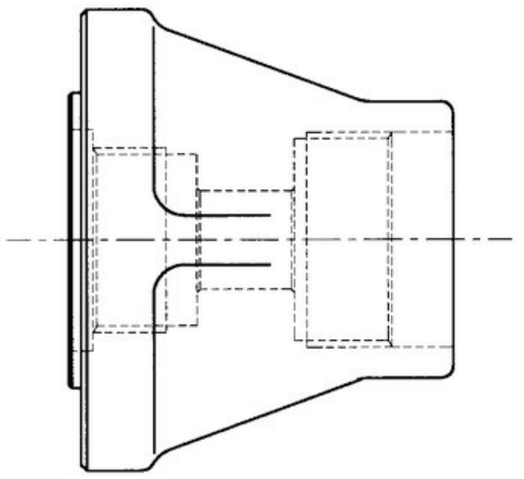
Echelle 1:1

Dessin pour réponses n°1

A rendre obligatoirement en fin d'épreuve







Cadre réservé

Centre d'examen : .....

NOM : .....

Prénom : .....

N° : .....

Concours banque PT
Sciences Industrielles II
Construction Mécanique

A	B	C	T

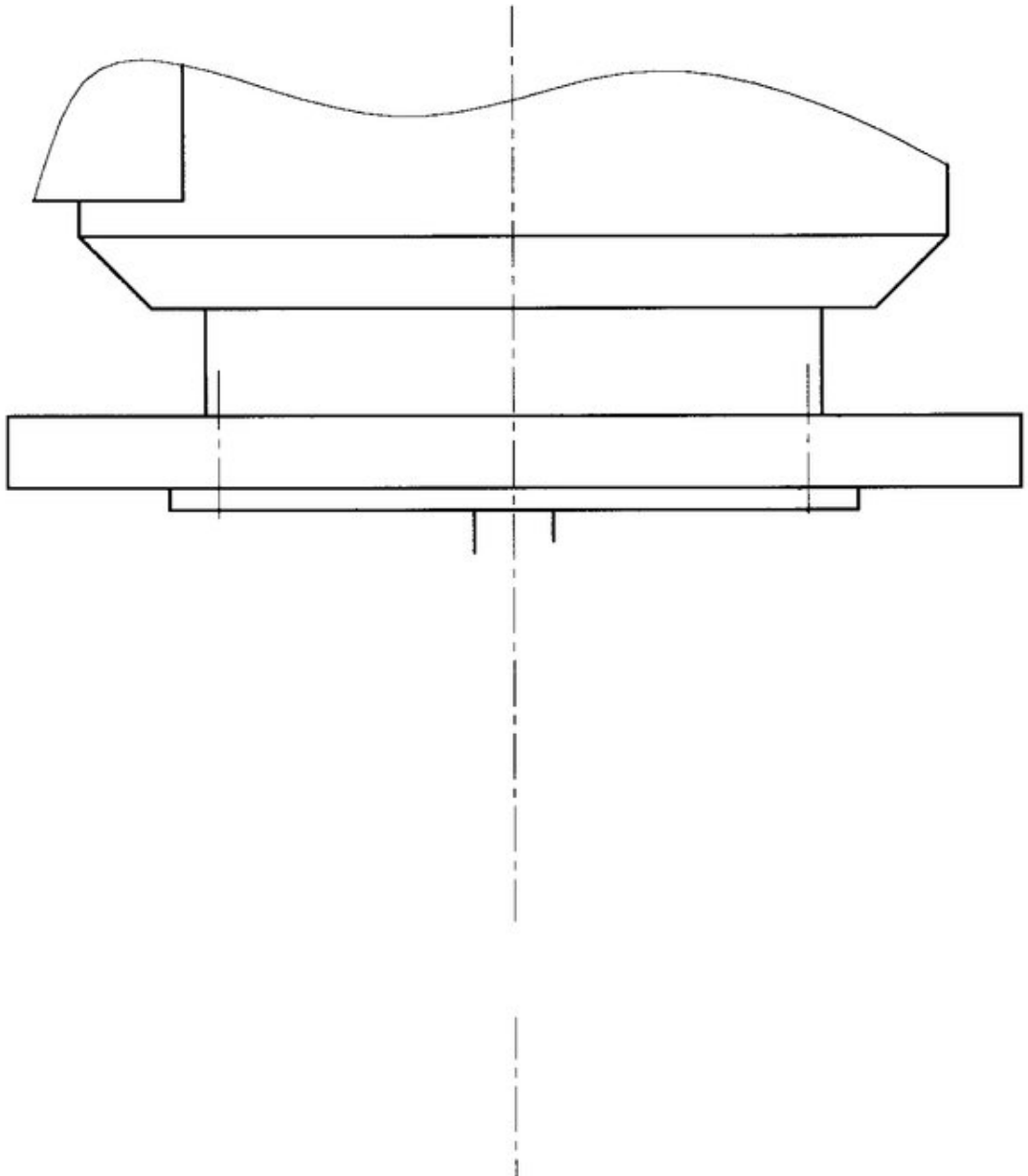
Cadres réservés

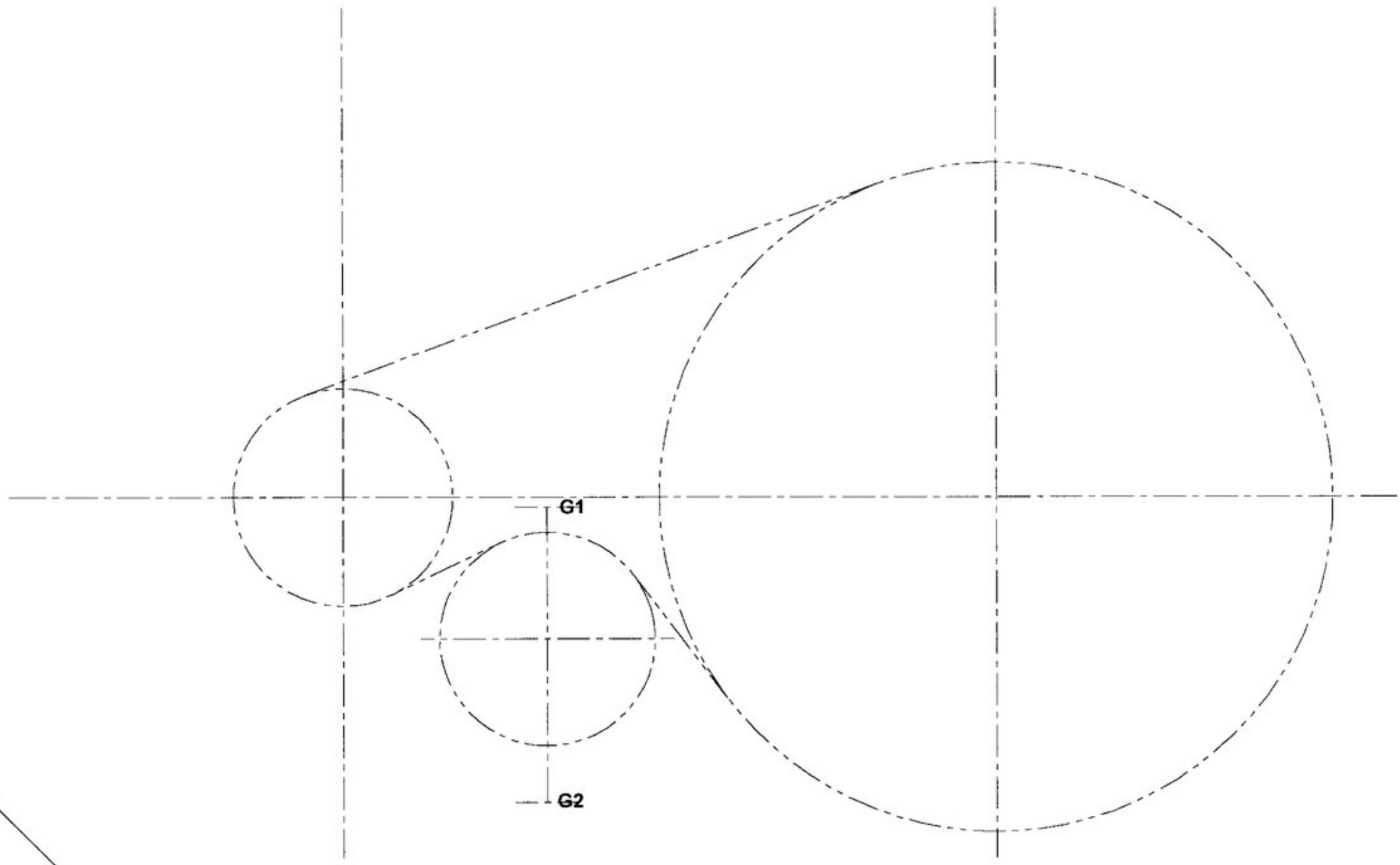
K14G

Echelle 1:1

Dessin pour réponses n°2

A rendre obligatoirement en fin d'épreuve





Concours banque PT
Sciences Industrielles II
Construction Mécanique

Centre d'examen : .....

NOM : .....

Prénom : .....

N° : .....

Cadre réservé

A	B	C	T

Cadres réservés

K14G

Echelle 1:1

Calque n°1

A rendre obligatoirement en fin d'épreuve

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

- Ingénierie système : besoin, exigences et diagrammes SysML
- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance
- Modélisation des liaisons, graphe des liaisons et schéma cinématique
- Chaînes de solides : liaisons équivalentes, mobilité et hyperstatisme
- Modélisation des actions mécaniques : modèles local et global, frottement, torseurs des liaisons
- Cinématique du solide : paramétrage, vitesse, taux de rotation et torseur cinématique

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