Banque PT, France

Session 2021, filière PT

Sciences industrielles B

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Partie I : étude d'un système de levage de plateaux de matériels électriques pour palettisation
- Partie II : notice justificative
- Partie III : dessin d'étude en construction mécanique

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/2021/si-b

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

Epreuve de Sciences Industrielles B

Durée 6 h

Si, au cours de l'épreuve, un candidat repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, d'une part il le signale au chef de salle, d'autre part il le signale sur sa copie et poursuit sa composition en indiquant les raisons des initiatives qu'il est amené à prendre.

L'usage de calculatrices est interdit.

Aucun document n'est autorisé.

Composition du sujet :

- **1 cahier** de 31 pages de texte (+ 2 de couverture) contenant la description du système étudié et le travail demandé (pages **1** à **19**) ainsi que les documents ressources dans les Annexes A et B (pages **21** à **31**) ;
- **1 cahier réponses** de 12 pages (+ 2 de couverture) numérotées **R1** à **R12**, à rendre à la fin de l'épreuve.
- **1 feuille pré-imprimée** au format A3 à rendre à la fin de l'épreuve.

Remarque : À la fin des documents annexes se trouve un tableau récapitulatif des données et des notations principales utilisées dans l'énoncé (Annexe B).

Matériel autorisé : Tous les instruments usuels du dessinateur sont autorisés. Les tablettes à dessiner permettant de travailler sur des documents de dimension A3 sont autorisées.

Toutes les calculatrices sont interdites, quel qu'en soit le type, ainsi que les agendas électroniques et les téléphones portables.

Gestion du temps : En admettant une durée d'une demi-heure pour la lecture et l'assimilation du sujet, il est vivement conseillé de consacrer entre 2h30 et 3h00 au maximum à la réponse aux questions de la notice et 2h30 à 3h00 au tracé des dessins.

Il est demandé au candidat de formuler toutes les hypothèses qu'il jugera nécessaires pour répondre aux questions posées.

La présentation, la lisibilité, l'orthographe, la qualité de la rédaction, la clarté et la précision des raisonnements entreront pour une part importante dans l'appréciation des copies. En particulier, les résultats non justifiés ne seront pas pris en compte. L'ensemble des réponses sera rédigé sur les documents réponses dans les espaces libres proposés pour chaque question.

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

PARTIE I

Étude d'un système de levage de plateaux de matériels électriques pour palettisation

I.1 — Contexte

L'entreprise *Prototig*, basée dans la périphérie de Limoges depuis sa création en 2005, se présente comme une entreprise de conception et réalisation de machines spéciales dédiées à l'usine du futur. Elle assure l'étude et conception, la fabrication, l'installation, la maintenance et l'évolution des machines qu'elle vend à ses clients. Dans ce cadre, elle a été mandatée par la société *Legrand* pour réaliser une machine spéciale capable d'agencer des composants électriques dans un plateau de rangement mais aussi d'empiler ces plateaux afin de les palettiser (les empiler les uns sur les autres après avoir mis une palette au sol) pour assurer une manutation aisée des palettes ainsi formées. Cette machine spéciale sera désormais nommée machine de palettisation.

I.1.1 — Présentation du système

La **figure 1 p.2** présente l'avant-projet de la machine de palettisation. Elle est composée de deux zones de travail. La première est positionnée sur toute la partie inférieure et est composée de trois ascenseurs autrement appelés systèmes de levage des plateaux. Le seconde est située sur la partie supérieure de la machine et est constituée d'un préhenseur à trois axes de déplacement permettant de manipuler des pièces au sein d'un plateau mais aussi entre trois plateaux situés dans chaque ascenseur. Pour des raisons d'accessibilité et d'ergonomie, le client a souhaité avoir un accès direct (sans rehausse) de l'opérateur à la zone réservée au préhenseur afin de pouvoir visualiser mais aussi intervenir sur ce dernier. Ainsi, la zone inférieure dédiée aux ascenseurs ne doit pas dépasser 1.50 m de hauteur.
C'est **le système de levage des plateaux ou ascenseur** qui constitue le sujet de la présente étude. Son rôle est de pouvoir soulever sur une course de 1.30 m un lot de plateaux d'un poids maximal de 500 N tout en ayant un encombrement vertical inférieur à 1.50 m.

I.1.2 — Contexte de l'étude

Comme exposé dans le paragraphe précédent, le système de levage des plateaux doit complètement s'intégrer dans la partie inférieure de la machine de palettisation tout en satisfaisant les objectifs et contraintes fixés par le client de l'entreprise *Prototig*. Les trois systèmes de levage étant similaires, l'étude ne portera que sur l'un des trois.

La contrainte majeure ne permettant pas d'utiliser une système de levage "conventionnel" provient de la nécessité de satisfaire une course de 1.30 m dans un encombrement de 1.50 m. Ainsi, il est nécessaire de déporter la motorisation du système de levage, non pas en dessous ou au-dessus de ce dernier, mais en porte-à-faux. Dans le cas de cette étude, le porte-à-faux a été choisi arrière afin de ne pas pénaliser la largeur de la machine de palettisation et son accessibilité par la face avant.

La **figure 2 p.3** présente un système de levage dans son environnement. La zone hachurée représente une palette de composants électriques composée d'un ensemble de plateaux superposés pour une masse maximale de 50 kg. Au-dessus de cette zone hachurée se positionne le préhenseur 3 axes permettant de déplacer les composants électriques au sein d'un plateau ou entre les plateaux supérieurs des différents ascenseurs. Le système de motorisation de l'ascenseur est composé :

- d'un servomoteur,
- d'une vis à billes,
- d'un écrou à billes,
- d'une transmission de puissance par poulies / courroie synchrone.

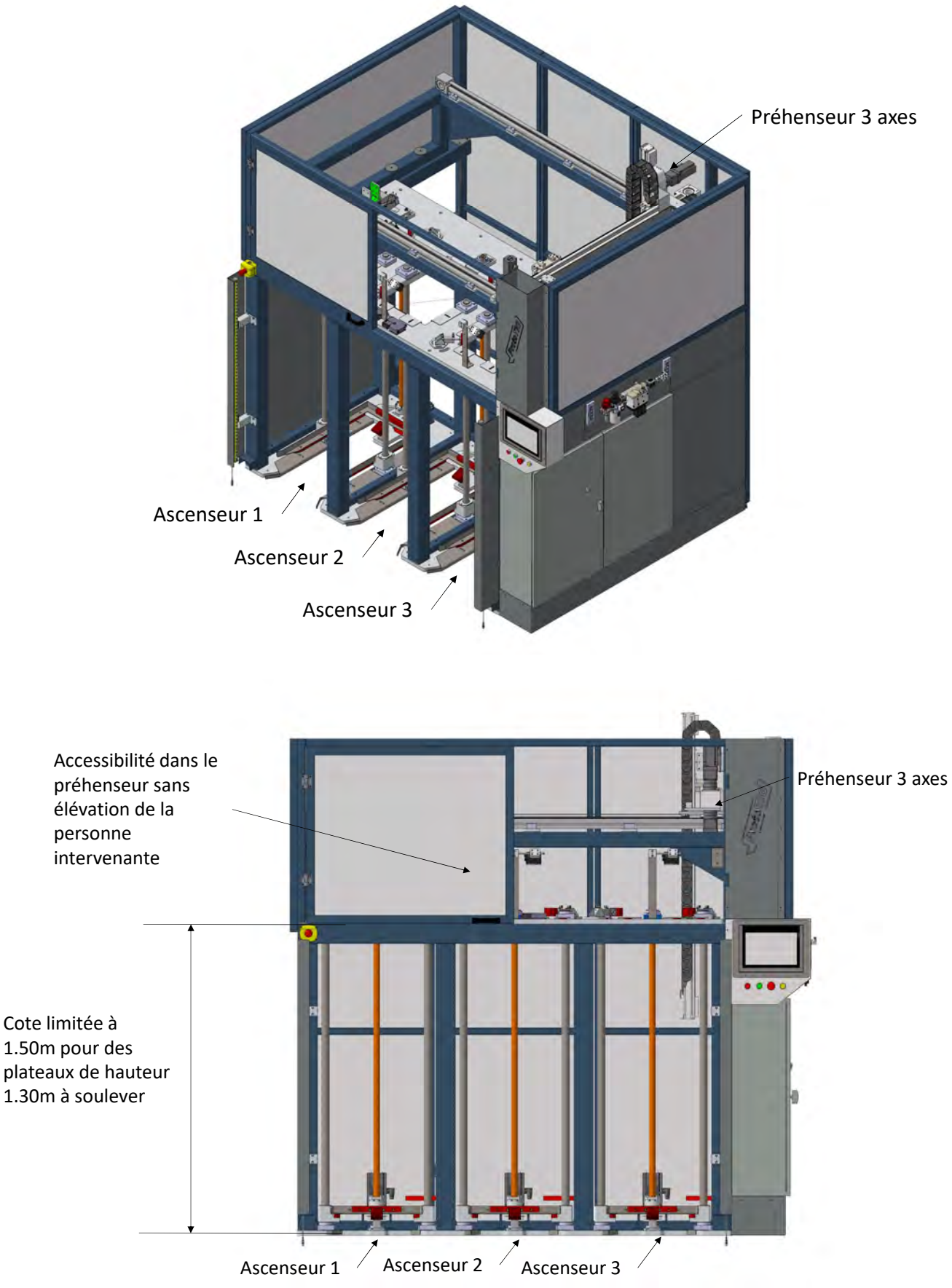


Figure 1 – Présentation de la machine de palettisation.

Le guidage en translation de l'ascenseur est assuré par deux colonnes de guidage. La **figure 3 p.3** présente les différents éléments mécaniques constituant le système de levage et sa motorisation. Ces derniers sont constitués de :

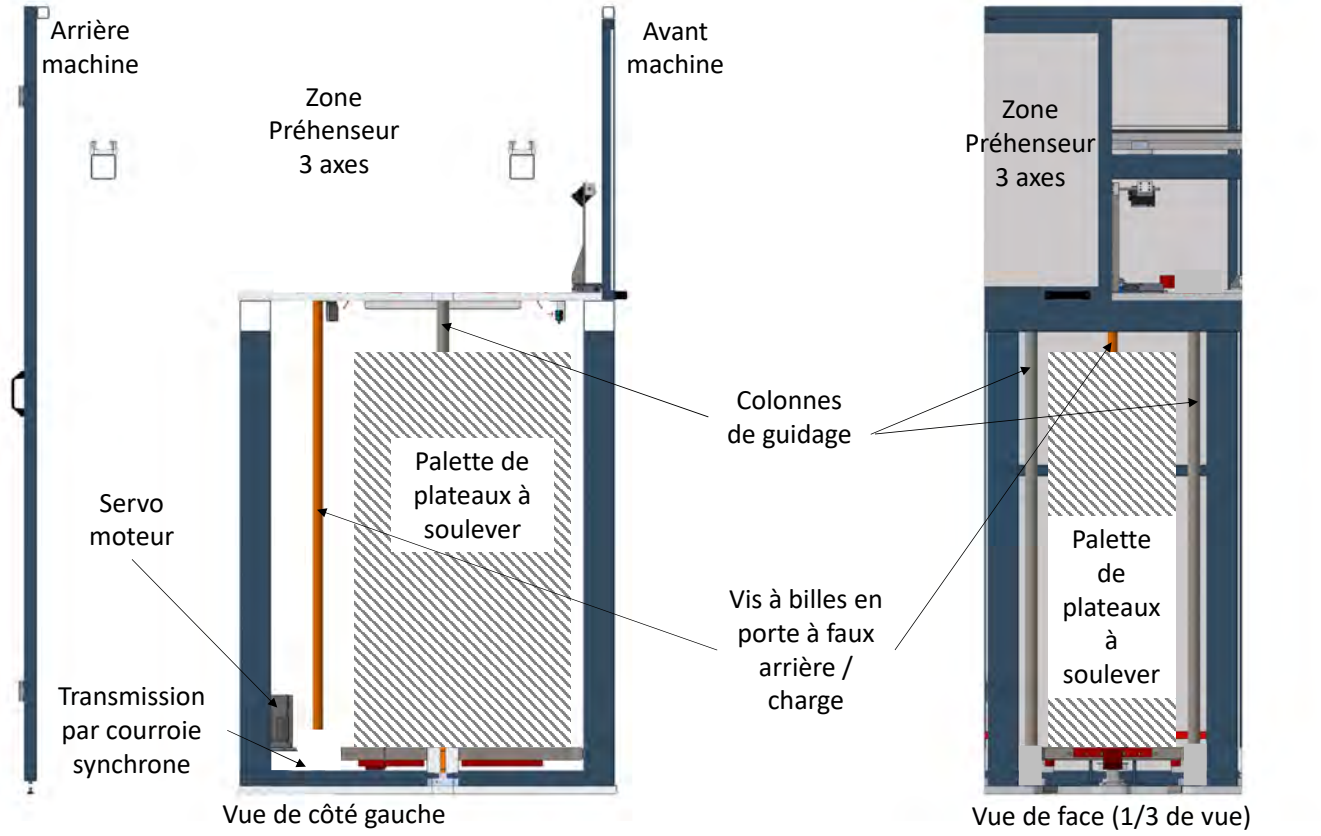


Figure 2 – Présentation du système de levage dans son environnement.

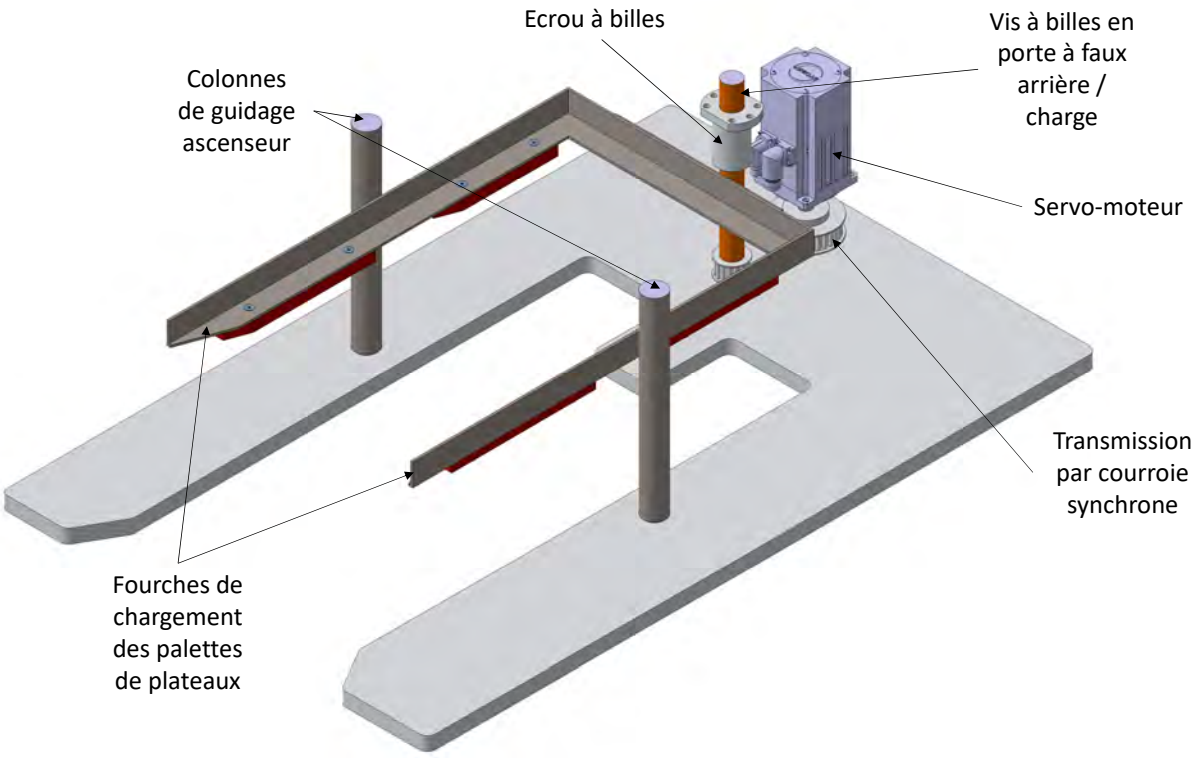


Figure 3 – Présentation des composants du système de levage (certains éléments ne sont pas représentés).

— Deux fourches de chargement pouvant s'insérer sous un lot de plateaux (ou palette de plateaux) à soulever. C'est cette partie du système de levage qui est en mouvement.
— Deux colonnes de guidage assurant le guidage en translation verticale de la partie mobile de l'ascenseur ;
— Un servomoteur générant la puissance mécanique nécessaire à la mise en mouvement du système de levage ;
— Une transmission de puissance par poulies / courroie synchrone permettant de transmettre la puissance mécanique entre le servomoteur et la vis à billes ;
— Une vis à billes et un écrou à billes assurant la transformation du mouvement de rotation en mouvement de translation. Dans l'étude, la vis à billes est tournante et l'écrou est encastré dans la partie en translation du système de levage.

I.1.3 — Cahier des charges partiel du système de levage

L'environnement principal du système de levage de la machine de palettisation est présenté à l'aide du diagramme de contexte de la **figure 4 p.4**. Les exigences fonctionnelles associées sont ensuite présentées sur les **figure 5 p.5**, **figure 6 p.5** et **figure 7 p.6**.

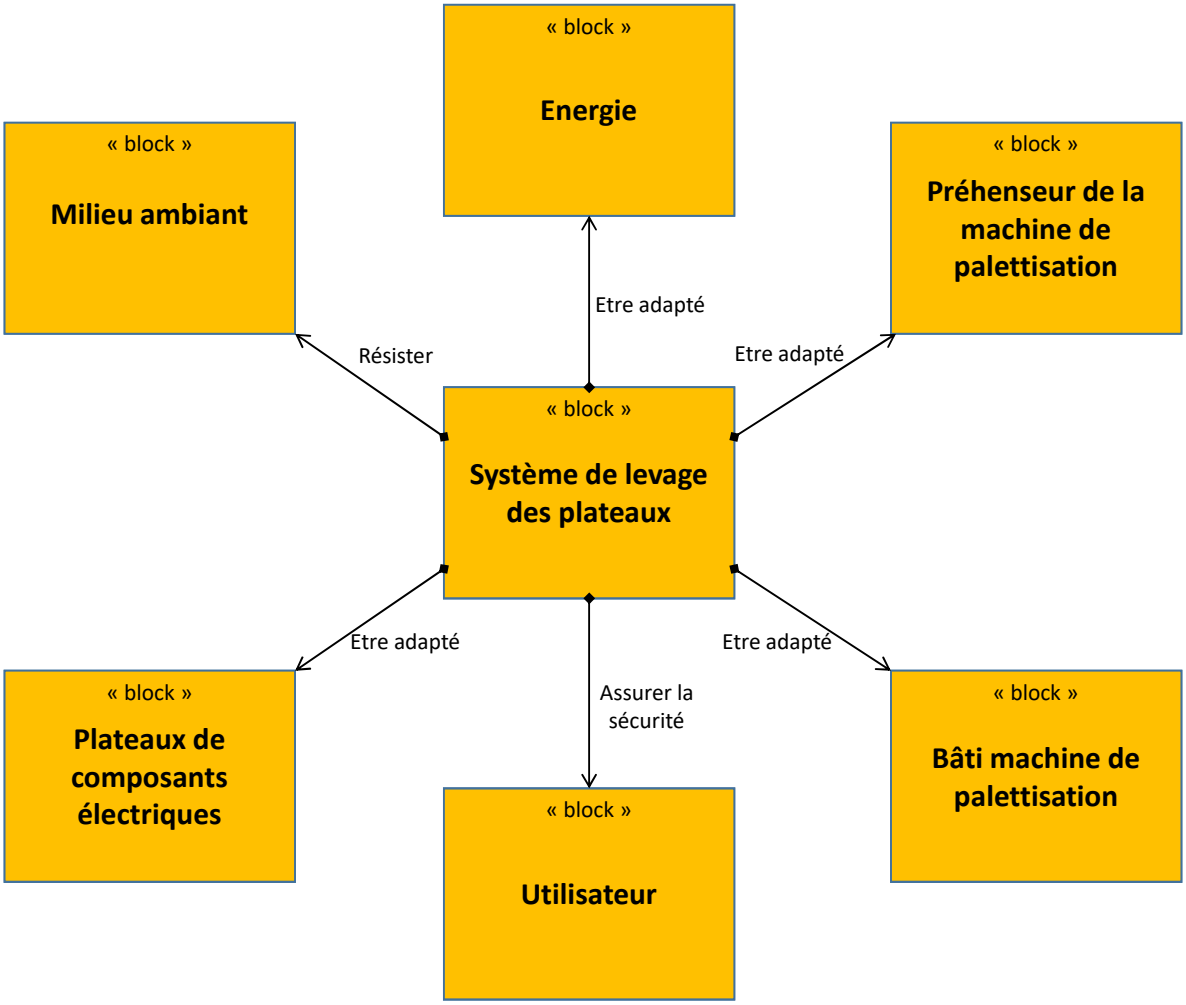


Figure 4 – Diagramme de contexte.

Tournez la page S.V.P.

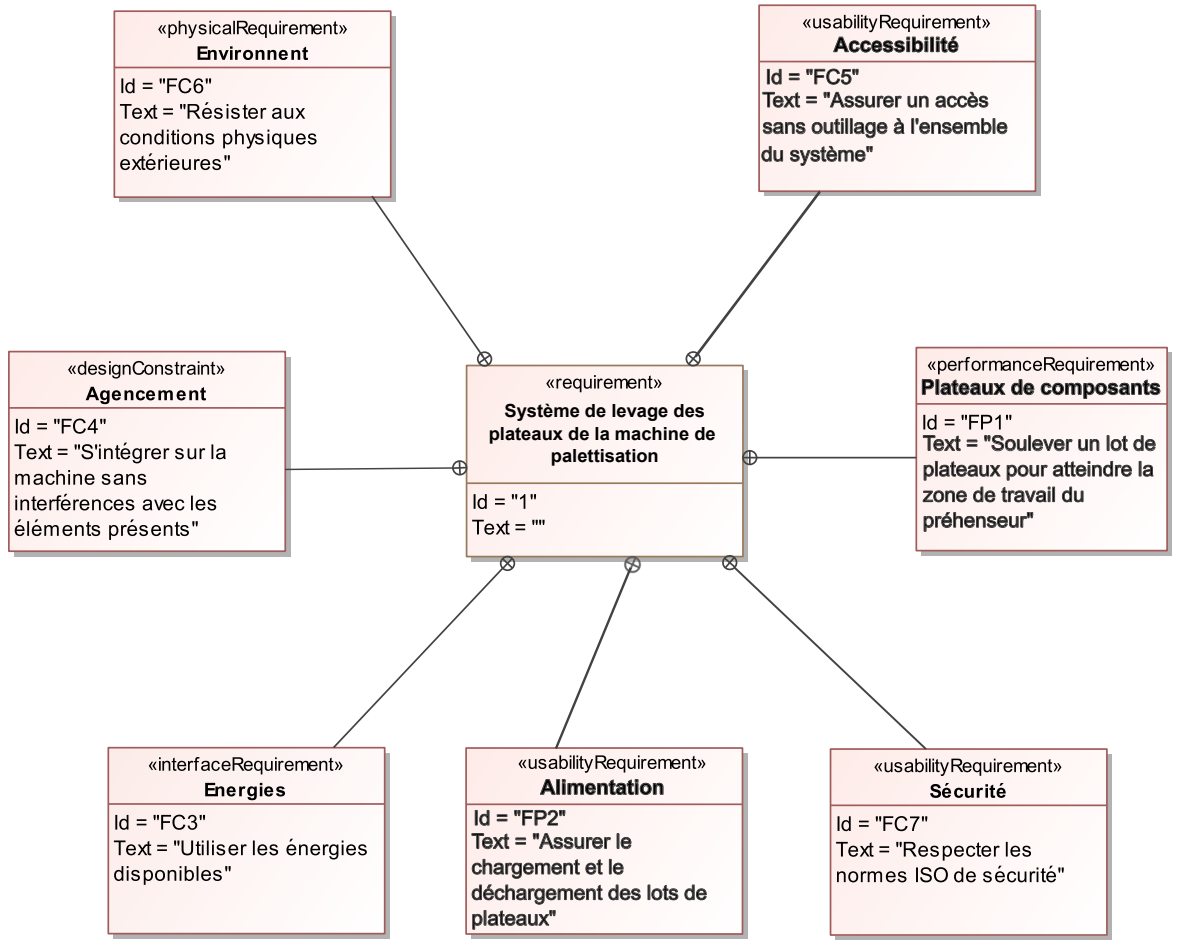


Figure 5 – Diagramme des exigences de niveau 1.

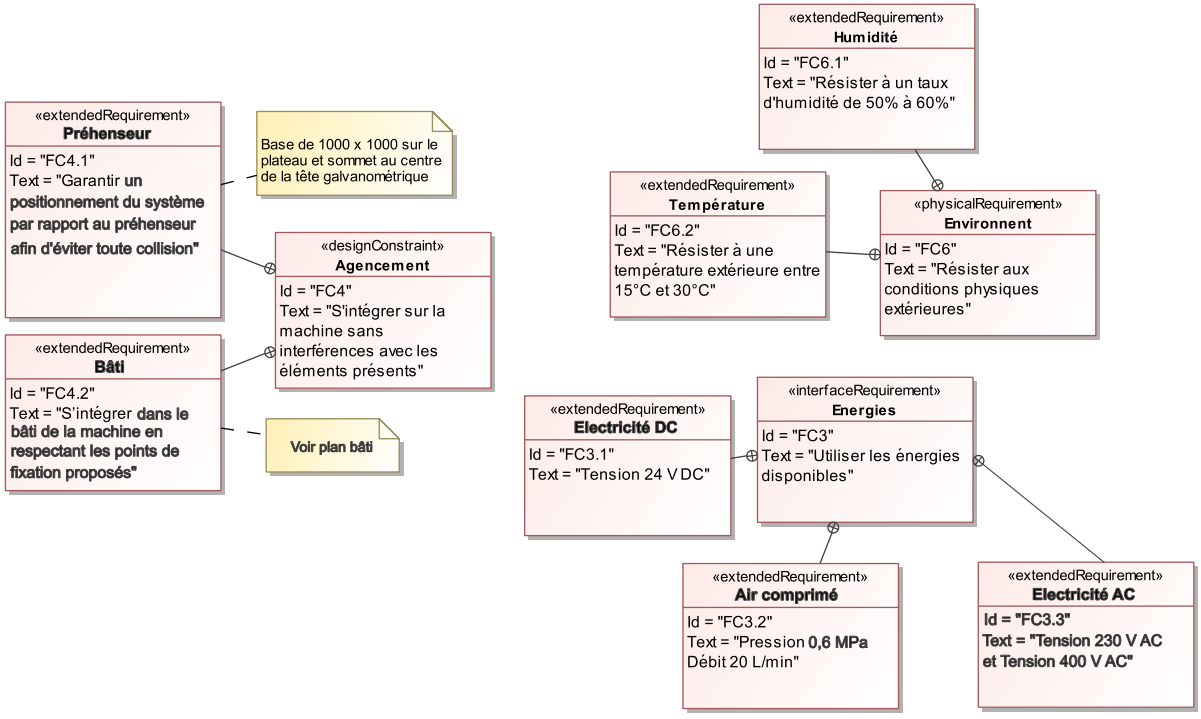


Figure 6 – Diagramme 1 des exigences de niveau 2.

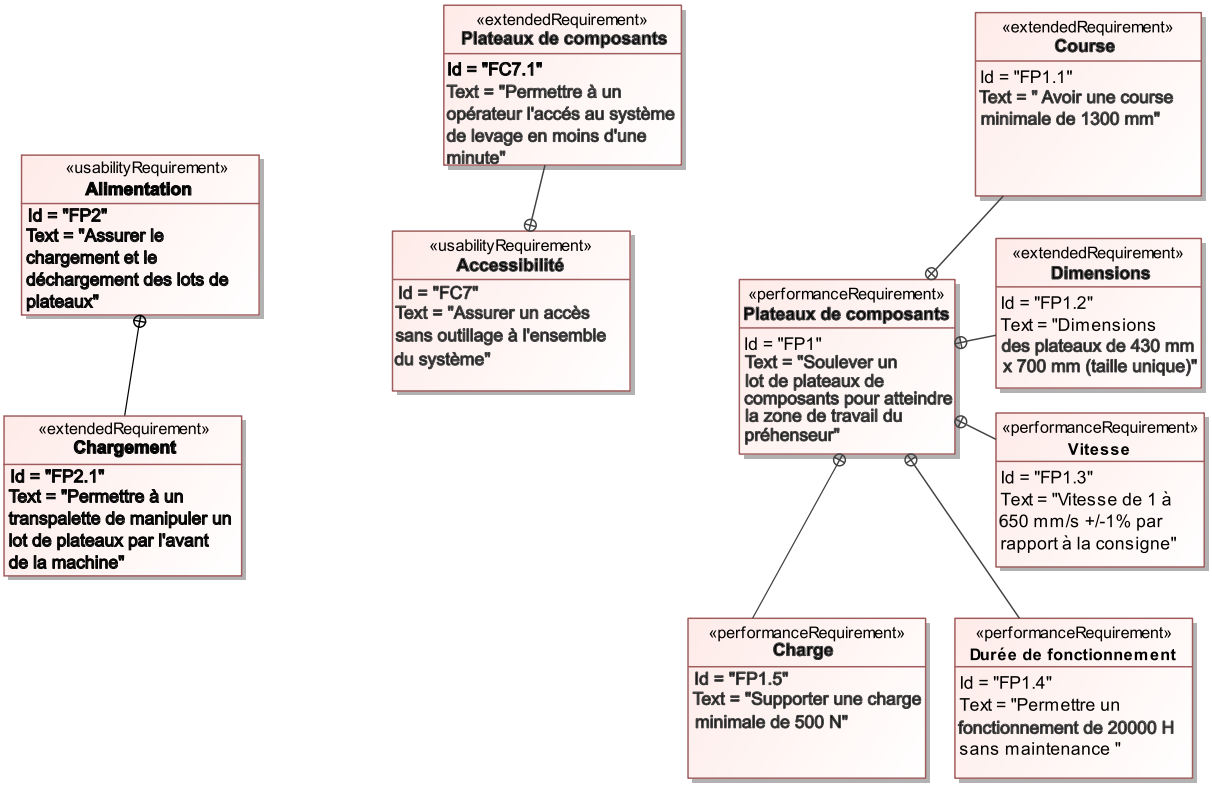


Figure 7 – Diagramme 2 des exigences de niveau 2.

I.1.4 — Présentation du travail à rendre

Comme indiqué en première page, en admettant une durée d'une demi-heure pour la lecture et l'assimilation du sujet, il est vivement conseillé de consacrer entre 2h30 et 3h00 au maximum à la réponse aux questions de la *notice justificative* et 2h30 et 3h00 au tracé des *dessins d'étude de construction*.

Les réponses seront fournies uniquement sur les deux documents présentés ci-dessous :

1. **Notice justificative** (partie II, 50% de la note globale) :

   Fournir les réponses sur le **cahier réponse**, de format A3 horizontal, plié, pré-imprimé recto verso.

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

2. **Dessin d'étude de construction mécanique** (partie III, 50% de la note globale) :

   Il est à tracer sur la **feuille pré-imprimée de format A3**, horizontal, jointe au sujet.

Tournez la page S.V.P.

PARTIE II

Notice justificative

Consignes spécifiques

Sur le cahier réponse, les réponses seront fournies dans les limites des cadres prévus pour chaque question. Compte tenu de l'interdiction d'utiliser toute calculatrice, 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.

La partie "notice justificative" est composée de plusieurs sous-parties comprenant des questions indépendantes.

II.1 — Validation des solutions techniques de guidage pour la vis à billes et les colonnes de guidage

Cette partie porte sur l'étude du sous-système de levage. L'architecture en porte-à-faux de la motorisation du mouvement de montée-descente d'un des plateaux est liée à des contraintes d'encombrement, mais les efforts désaxés qui sont générés ne sont pas souhaitables pour le montage et le fonctionnement des liaisons entre la vis à billes et le bâti, mais aussi entre le plateau et les colonnes de guidage (fixes par rapport au bâti).

Cette section se concentre sur la déformation de la vis à billes sous l'effet des actions mécaniques, et sur la validation du choix des solutions techniques par rapport à cette déformation. Dans cette section, la vis à billes est modélisée par une poutre de section circulaire pleine et constante, qui se déforme sous l'effet des efforts transmis par le plateau.

On suppose que par symétrie, l'étude peut être menée dans le plan vertical $(\vec{x},\ \vec{y})$, et en statique. $\vec{x}$ désigne la direction verticale ascendante. On s'appuie donc sur les schémas des **Figures 12 et 13 p.21** dans lesquelles sont indiquées les notations à utiliser.

Le sous-système de levage étudié est constitué des éléments suivants (voir la **figure 12 p.21**) :

— La liaison entre la vis à billes $\underline{\mathbf{1}}$ et le bâti $\underline{\mathbf{0}}$ est assurée à chaque extrémité de la vis (repérées par A et B) par un palier de roulement auto-alignant *HPC UCF204* (voir la **figure 14 p.22**). Ces paliers sont modélisés par une liaison rotule (liaison sphérique) en A et sphère-cylindre (liaison linéaire annulaire) d'axe $(B,\ \vec{x})$ en B. Les liaisons sont considérées comme parfaites. En première approche, la distance entre A et B est supposée égale à la longueur $L \simeq 1.5\ m$ pour tenir compte de l'encombrement nécessaire des autres pièces.

— La vis à billes $\underline{\mathbf{1}}$ est modélisée entre A et B par une poutre de longueur $L \simeq 1.5\ m$ et de section circulaire pleine de diamètre d_{vis} et dont les moments d'inerties autour des axes $\vec{x}$, $\vec{y}$ et $\vec{z}$ sont respectivement notés $I_{G\vec{x}}$, $I_{G\vec{y}}$ et $I_{G\vec{z}}$. Le diamètre d_{vis} sera supposé égal au diamètre nominal d du document constructeur donné en **figure 15 p.23**. La vis est réalisée en acier de module d'Young $E = 200\ GPa$ et de masse volumique $\rho = 7850\ kg.m^{-3}$; on néglige l'effet de son traitement de surface destiné à augmenter la dureté. La vis $\underline{\mathbf{1}}$ étant modélisée par une poutre, son torseur de cohésion en un point quelconque Q est noté :

$$\{\mathcal{T}_{coh}\} = \left\{ \begin{array}{cc} N & M_x \\ T_y & M_{f\vec{z}} \\ T_z & M_{f\vec{y}} \end{array} \right\}_{(Q,\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$$

— L'écrou à billes **2'** a pour référence *FLI SFNUR 3210* (voir la **figure 15 p.23**) ; il assure une liaison hélicoïdale parfaite d'axe $(K', \vec{x})$ entre la vis à billes **1** et le plateau **2** et est supposé indéformable.

— Le plateau **2** est également supposé indéformable. Le poids $\vec{F}$ de l'ensemble solidaire constitué du plateau chargé **2**, de l'écrou à billes **2'** et des douilles de guidage **2"** fait au total au maximum $F = 500\ N$ et est exercé au centre de gravité G distant de $\Delta = 40\ cm$ de l'axe de la vis. Les déformations engendrées dans la vis à billes **1** vont dépendre de la position verticale du plateau **2**, indiquée par la hauteur $h = AK'$ variable entre 0 et 1.5 m environ.

— Les colonnes de guidage **0"** réalisées en acier sont supposées indéformables ; elles sont apparentées à des arbres de section circulaire pleine et de diamètre nominal $d_{\text{col}} = 40\ mm$.

— Les colonnes de guidage **0"** sont montées dans le bâti **0** par des supports *HPC SFWR40* en A'' et B'' (voir la **figure 17 p.24**). Ces supports sont également supposés indéformables.

— Les douilles de guidage **2"** *igus RJUM-03* (voir la **figure 18 p.25**) réalisent la liaison en K'' entre les colonnes de guidage **0"** et le plateau **2**. Elles autorisent un faible rotulage, que l'on souhaite valider dans cette partie. On procède donc en supposant initialement que la plupart des actions de liaison en K'' entre le plateau **2** et les colonnes **0"** de guidage sont nulles du fait du jeu de montage, à l'exception de l'effort dans la direction $\vec{z}$. La résultante des actions des deux colonnes de guidage **0"** sur le plateau **2** est ainsi modélisée par le torseur d'action suivant :

$$\{\mathcal{T}_{0/2}\} = \left\{ \begin{array}{c} F_{0/2}\vec{z} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_{K''}$$

— Le moteur d'entrainement exerce un moment moteur $C_{\text{m}/1}$ autour de l'axe $(O, \vec{x})$ sur la vis **1** par l'intermédiaire de la transmission par courroie. Les efforts radiaux dus à la tension de la courroie et transmis à la vis sont cependant considérés comme négligeables. L'action de l'ensemble {moteur+courroie} sur la vis se réduit ainsi au torseur d'action suivant :

$$\{\mathcal{T}_{\text{m}/1}\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ C_{\text{m}/1}\ \vec{x} \end{array} \right\}_{O}$$

Actions de liaison sur la vis 1

Question 1 Compléter la forme des torseurs des actions mécaniques $\{\mathcal{T}_{\text{A}}\}$ et $\{\mathcal{T}_{\text{B}}\}$ transmissibles par les liaisons en A et B en indiquant dans le cadre réponse quels sont les termes nuls (on indiquera *"0"*) ou a priori non nuls (on indiquera *"X"*).

Question 2 En isolant un ensemble à préciser, et en appliquant une méthode à indiquer, déduire l'expression analytique des actions de liaison en A et B en fonction de F, Δ, h, L, $C_{\text{m}/1}$.

Question 3 Préciser si le problème est isostatique ou hyperstatique. Justifier votre réponse.
Parmi les hypothèses sur la modélisation des liaisons présentées plus haut, commenter l'hypothèse qui vous paraît la plus discutable pour permettre d'expliquer le résultat précédent.

Question 4 Enumérer les actions mécaniques extérieures s'exerçant sur la vis à billes **1**.
Indiquer à quel type de sollicitation la vis **1** est ainsi soumise lors d'une phase de montée du plateau chargé, et ce en fonction de la zone de la vis considérée (OA, AK' ou $K'B$). Pour ce faire, on indiquera dans les cases du tableau les termes nuls (on indiquera *"0"* et les termes non nuls (on indiquera *"X"*).
Donner la forme du torseur de cohésion dans la vis à billes considérée comme une poutre, en fonction de la zone considérée (OA, AK' ou $K'B$). Pour ce faire, on indiquera quelles sont les valeurs nulles par *"0"* et *a priori* non nulles par *"X"*.

Déformations de la vis 1

Afin de vérifier les composants choisis pour les guidages de la vis et du plateau, il est nécessaire d'obtenir l'angle d'inclinaison $\theta_{K''}$ du plateau au point K'', ainsi que les angles θ_A et θ_B liés à la déformation de la vis en A et B (voir la **figure 12 p.21**). Ces angles sont mesurés par rapport à l'axe vertical $\vec{x}$.

Pour établir ces résultats, on émet la *Supposition S1* : on suppose que l'angle $\theta_{K''}$ d'inclinaison du plateau au point K'' est égal à l'angle $\theta_{K'}$ entre la verticale et l'axe de la vis au point K'.

Question 5 Énoncer les hypothèses dont découle la *Supposition S1*.

Question 6 Indiquer quelle(s) est(sont) la(les) sollicitation(s) à étudier afin d'obtenir les angles $\theta_{K'}$, θ_A et θ_B mentionnés précédemment.
Donner la ou les équation(s) de la théorie des poutres à résoudre en vue de déterminer les angles précédents (ne pas effectuer les calculs de résolution).
Dans le tableau du cahier réponse et sans effectuer de calculs, indiquer par "X" les paramètres qui ont une influence sur la valeur des angles $\theta_{K'}$, θ_A et θ_B, et par "0" ceux qui n'ont aucune influence.

Rotulage entre la vis et le bâti

La résolution du problème précédent montre que les angles recherchés dépendent entre autres de la hauteur h du plateau 2. Les résultats sont reportés sur la **figure 19 p.26**.

Question 7 À partir des résultats présentés sur la **figure 19 p.26**, commenter le signe de $\theta_{K'}$.
Compte tenu des résultats présentés, établir deux schémas représentant la vis déformée lorsque le plateau est en positions extrêmes $h = 0$ et $h = L$ en tenant compte du signe des angles θ_A et θ_B à ces positions extrêmes. Conclure sur les courbes présentées en **figure 19 p.26**.

Question 8 À partir des résultats présentés sur la **figure 19 p.26**, commenter l'utilisation des paliers *HPC UCF204* pour réaliser le guidage de la vis par rapport au bâti.

Rotulage entre le plateau et la colonne de guidage

On étudie la possibilité d'assurer le guidage du plateau par rapport aux colonnes par l'intermédiaire de douilles *igus RJUM-03*, ou bien de boitiers *igus RJUM-06*, voir **figure 18 p.25**. Contrairement aux solutions classiques pour guidage linéaire, il s'agit de composants sans éléments roulants. D'après le constructeur, l'arbre doit être muni d'un ajustement h6 à h10 pour ces constituants, voir **figure 16 p.23**.

Question 9 À la vue des courbes présentées sur la **figure 19 p.26**, indiquer si les rotulages conseillés par le constructeur pour les douilles *igus RJUM-03* et les boitiers *igus RJUM-06* conviennent.
Justifier votre réponse.

On cherche à vérifier la valeur du rotulage donnée par le constructeur des douilles de guidage *igus RJUM-03*. Pour ce faire, on s'aide de la modélisation présentée **figure 20 p.26** dans laquelle on considère que l'angle α est petit.

Question 10 En justifiant votre réponse, préciser la référence de la douille de type *igus RJUM-03* à utiliser.
Identifier les valeurs minimale $D^{\text{min}}_{\text{douille}}$ et maximale $D^{\text{max}}_{\text{douille}}$ du diamètre des douilles *igus RJUM-03* à utiliser.
Identifier les valeurs minimale $d^{\text{min}}_{\text{col}}$ et maximale $d^{\text{max}}_{\text{col}}$ du diamètre des colonnes de guidage compte tenu de l'ensemble de la gamme d'ajustements préconisés par le constructeur.

Question 11 En considérant le triangle rectangle ABC de la **figure 20 p.26**, établir l'expression du rotulage α admissible en fonction des dimensions de la figure.
Donner l'expression des valeurs minimale α^{min} et maximale α^{max} du rotulage en fonction de $D^{\text{min}}_{\text{douille}}$, $D^{\text{max}}_{\text{douille}}$, $d^{\text{min}}_{\text{col}}$, $d^{\text{max}}_{\text{col}}$ et B_{douille}.

Question 12 Effectuer l'application numérique et calculer α^{min} et α^{max} en degrés.
Commenter ce résultat par rapport à la valeur de $\pm 0.5°$ indiquée par le constructeur dans la documentation.

Les calculs précédents sont issus d'un modèle s'appuyant sur de nombreuses hypothèses. Ces hypothèses, listées dans la case réponse correspondant à la **Question 13**, bien que nécessaires pour obtenir les résultats de calcul présentés précédemment, ne sont pas forcément vérifiées sur le système réel. Ces hypothèses sont donc susceptibles d'être trop contraignantes et de diminuer le rotulage calculé par rapport à celui réellement autorisé par le système. Dans la question suivante, on cherche à indiquer qualitativement et sans effectuer de calcul, si le rotulage calculé en tenant compte de ces hypothèses est plus ou moins important que le rotulage réel.

Question 13 Dans le tableau réponse à la **Question 13**, indiquer si le rotulage calculé entre le plateau **2** et les colonnes de guidage **0"** est plus ou moins important que le rotulage réel du fait de l'hypothèse considérée. On utilisera respectivement les signes "+", "−", "0" pour indiquer que le rotulage calculé est plus grand, plus faible, égal au rotulage réel, et par "?" lorsque la conséquence de l'hypothèse est indéterminée.
Justifier votre réponse.

II.2 — Choix du servomoteur d'entrainement

Cette partie s'intéresse au dimensionnement et au choix de la motorisation nécessaire aux critères demandés par le cahier des charges : pouvoir soulever une charge $F = 500\ N$ de la position basse à la position haute avec une vitesse moyenne $v_{req} = 650\ mm/s$ (cf FP1.1, FP1.3 et FP1.5 du diagramme des exigences **figure 7 p.6**). Les **figures 21 p.27** et **22 p.28** présentent les différents servomoteurs disponibles chez le fournisseur, tandis que la **figure 23 p.29** donne les informations sur la transmission par courroie. Il est conseillé de faire fonctionner le servomoteur en dessous de ses caractéristiques nominales, qui sont indiquées par l'indice N dans la **figure 21 p.27**.

Le servomoteur transmet son mouvement à la vis à billes **1** via une transmission par courroie crantée. Les références des deux poulies sont 30T10-30-AL pour la poulie motrice, et 16T10-30-AL pour la poulie réceptrice (voir la **figure 23 p.29**). Les diamètres des poulies motrice et réceptrice sont respectivement notées D_m et D_r, tandis que leur nombre de dents sont respectivement notés Z_m et Z_r. La rotation de la vis **1** est ensuite transformée en translation du plateau **2** par l'écrou à billes **2'** de référence *FLI SFNUR 3210* (voir la **figure 15 p.23**).

On note Δx_{pl} la translation du plateau **2** exprimée en mètres, v_{pl} la vitesse de translation du plateau **2** par rapport au bâti exprimée en mètres par seconde, $\Delta\theta_{vis}$ la rotation de la vis en radians, et p le pas de l'écrou à billes **2'** en mètres/tour.

Question 14 Compte tenu de l'encombrement des pièces, donner la valeur de la course maximale possible, notée c_{pl}, pour le plateau **2** entre la position basse et position haute.
Commenter cette valeur au regard de l'exigence FP1.1.

Question 15 Donner l'expression du temps de montée maximum T_{max} imposé du fait de l'exigence FP1.3, en fonction des notations définies précédemment.
Effectuer l'application numérique en calculant la valeur du temps de montée maximum T_{max}.
Justifier l'utilisation d'une courroie crantée par rapport aux exigences demandées dans la **figure 7 p.6**.

Dans la suite, afin de simplifier les calculs, on utilisera pour la course c_{pl} et pour le temps de montée maximal T_{max} les valeurs suivantes :

$$c_{pl} = 1.3\ m \qquad\qquad T_{max} = 2\ s$$

Question 16 Donner la valeur du pas de la vis à billes **1**.
Donner l'expression de Δx_{pl} en fonction de $\Delta\theta_{vis}$ et p.
En déduire la valeur du nombre de tours noté N_{tours} de la vis **1** effectués lors du passage du plateau **2** de la position basse à la position haute.

Question 17 Compte tenu de la **figure 3 p.3**, indiquer si la transmission est une réduction (de la vitesse de rotation) ou une multiplication.
Donner l'expression du rapport de la transmission par courroie défini par :

$$k = \frac{\Omega_{vis}}{\Omega_{mot}}$$

avec Ω_{vis} la vitesse de rotation de la vis et Ω_{mot} la vitesse de rotation du moteur (en rad/s).
On donnera cette expression en fonction du nombre de dents des poulies de la transmission.

Question 18 Donner les valeurs de Z_m et Z_r.
Calculer la valeur de k.

Dans les questions qui suivent et afin de simplifier les expressions, on travaillera avec la valeur approchée imposée pour le rapport de transmission :

$$k = 2$$

Question 19 Exprimer la vitesse de rotation du moteur Ω_{mot} en fonction de la fréquence de rotation moteur n.
Donner l'expression de la vitesse de translation du plateau v_{pl} en fonction de Ω_{vis} et p.
Indiquer les unités des grandeurs intervenant dans l'expression précédente.

Question 20 En déduire l'expression du rapport K défini par :

$$K = \frac{v_{pl}}{\Omega_{mot}}$$

en fonction de p et k.
En déduire l'expression du rapport entre la vitesse de translation du plateau v_{pl} et la fréquence de rotation du moteur n en fonction de p et k.
Effectuer l'application numérique et donner la valeur du rapport $\frac{v_{pl}}{n}$.

Question 21 En déduire la valeur de la vitesse nominale de translation du plateau $v_{pl,N}$ pour les différentes fréquences nominales de rotation des servomoteurs proposés.

Vérification du temps de montée du plateau (hypothèse simpliste)

On souhaite vérifier le critère portant sur le temps maximal de montée du plateau T_{max}. On utilisera la valeur $T_{max} = 2\ s$. La commande du servomoteur est fixée par la loi de commande présentée sur la **figure 24 p.30**. On note ainsi respectivement T_{acc}, T_u, $T_{déc}$ les durées des phases d'accélération, de vitesse constante, et de décélération. On note également T_{total} le temps total de montée :

$$T_{total} = T_{acc} + T_u + T_{déc}$$

Afin d'estimer le temps de montée réel, dans cette première estimation, on effectue tout d'abord l'hypothèse que les durées T_{acc} et $T_{déc}$ sont négligeables par rapport à la durée T_u, qui désigne la durée parcourue à vitesse de rotation constante correspondant aux fréquences nominales de rotation n_N spécifiées dans la **figure 21 p.27**.

Question 22 Donner l'expression du temps de montée T_{total} compte tenu de l'hypothèse précédente en fonction de c_{pl} et v_{pl}.
Effectuer l'application numérique en calculant les temps de montée correspondant aux fréquences de rotation indiquées dans la **figure 21 p.27**.

Question 23 Indiquer, toujours compte tenu de cette hypothèse, quels servomoteurs sont capables de respecter le critère de temps de montée maximal.
Commenter l'hypothèse précédente négligeant T_{acc} et $T_{déc}$ et ses conséquences sur le choix du servomoteur.

Vérification du couple nominal

Question 24 Proposer une méthode pour obtenir la relation entre le couple délivré par le moteur C_{mot} et le poids $F = 500\ N$ imposé par le plateau. En préciser les hypothèses.
Donner l'expression du rapport $\tilde{K}$ défini par :

$$\tilde{K} = \frac{C_{mot}}{F} \tag{II.1}$$

en fonction de p et k.

Question 25 Effectuer l'application numérique en calculant la valeur du couple moteur nécessaire au mouvement de montée à vitesse nominale.
Conclure en désignant les servomoteurs **n'ayant pas** le couple nominal suffisant.

Vérification du temps de montée du plateau (loi de vitesse trapézoïdale)

L'hypothèse précédente de fonctionnement à vitesse constante étant trop contraignante, on adopte dans la suite strictement la loi de vitesse représentée sur la **figure 24 p.30**, sans négliger les durées d'accélération T_{acc} et de décélération $T_{déc}$.

Dans la suite, on note par J_{mot} et J_{vis} les moments d'inertie de l'arbre moteur et de la vis autour de leur axe, m_{pl} la masse du plateau, p le pas de la vis à billes, k la rapport de la transmission par courroie. La valeur de l'inertie de la vis à billes données par le constructeur est $J_{vis} = 1.05 \cdot 10^{-3}\ kg.m^2$.

Question 26 Expliquer la raison pour laquelle T_{acc} est supérieure à $T_{déc}$.
Donner l'expression de l'énergie cinétique de l'arbre moteur $\mathbf{E}^{cin}_{mot}$ en fonction de J_{mot} et Ω_{mot}.
En vous référant au document donné en **figure 21 p.27**, indiquer en unités du système international l'intervalle des valeurs possibles pour l'inertie J_{mot}.

Question 27 Donner l'expression de l'énergie cinétique de la vis à billes $\mathbf{E}^{cin}_{vis}$ en fonction de k, J_{vis} et Ω_{mot}.
En déduire l'expression de l'inertie équivalente de la vis ramenée sur l'arbre moteur qui sera notée $J_{eq,\,vis}$.
Effectuer l'application numérique et calculer l'inertie équivalente de la vis de $J_{eq,\,vis}$.

Question 28 Donner l'expression de l'énergie cinétique du plateau $\mathbf{E}^{cin}_{pl}$ lors du mouvement par rapport au bâti en fonction de m_{pl}, p, k, Ω_{mot}.
En déduire l'expression de l'inertie équivalente du plateau ramenée sur l'arbre moteur qui sera notée $J_{eq,\,pl}$.
Effectuer l'application numérique et calculer l'inertie équivalente du plateau $J_{eq,\,pl}$.

Question 29 Déduire des questions précédentes l'expression de l'inertie équivalente J_{eq} de l'ensemble {arbre moteur+vis+plateau}.
Commenter la contribution de l'arbre moteur, de la vis et du plateau dans l'énergie cinétique totale.
Donner l'intervalle de valeurs possibles pour J_{eq}.

On se propose de calculer la valeur des durées d'accélération et de décélération en supposant que le servomoteur fonctionne à couple nominal dans ces deux phases.

Question 30 Expliquer pourquoi C_{mot} ne peut plus être calculé par la relation (II.1) lors des phases d'accélération et de décélération.

On se propose d'utiliser le théorème de l'énergie cinétique appliqué à l'ensemble {arbre moteur+vis+plateau} pour résoudre le calcul des durées d'accélération et décélération.

Question 31 Rappeler l'énoncé de ce théorème.
Faire le bilan de la puissance des actions mécaniques intérieures et extérieures à l'ensemble {arbre moteur+vis+plateau}.

Question 32 Donner l'expression de la puissance mécanique $\mathbf{P}_{mot}$ développée par le moteur.
Donner l'expression de la puissance mécanique $\mathbf{P}_{pl}$ créée par le poids du plateau en fonction de m_{pl}, g, p, k, Ω_{mot}.
En justifiant votre réponse, préciser la valeur des puissances des autres actions mécaniques intérieures et extérieures à l'ensemble {arbre moteur+vis+plateau}.

Le théorème de l'énergie cinétique donne l'équation suivante :

$$J_{eq}\frac{d\Omega_{mot}}{dt} = C_{mot} - M_{rés} \qquad \text{(II.2)}$$

avec $M_{rés}$ un moment ayant pour expression $\frac{m_{pl}\ g\ p\ k}{2\ \pi}$. Dans la suite, il est supposé que le moteur travaille à son couple nominal noté $C_{mot,N}$ tel que $C_{mot,N} = \pm M_N$ (pour la valeur de M_N, se reporter à la **figure 21 p.27**).

Question 33 Expliquer ce qui diffère dans l'équation (II.2) selon qu'on est en phase d'accélération ou de décélération.
En déduire l'expression de la vitesse de rotation Ω_{mot} lors des phases d'accélération et de décélération, en fonction de J_{eq}, M_N, $M_{rés}$, du temps t et de la vitesse de rotation nominale du moteur $\Omega_{mot,N}$.

Question 34 En déduire l'expression des durées d'accélération T_{acc} et de décélération $T_{déc}$ en fonction de J_{eq}, M_N, $M_{rés}$ et de la vitesse de rotation nominale du moteur $\Omega_{mot,N}$.

Les valeurs des durées T_{acc}, T_u, $T_{déc}$ issues des calculs précédents sont présentées dans le tableau R37 inséré directement dans le cadre réponse de la Question 37 (voir Cahier réponses).

Question 35 Justifier le signe de $T_{acc} - T_{déc}$ pour les servomoteurs proposés.
Expliquer le fait que pour certains servomoteurs, la différence entre T_{acc} et $T_{déc}$ est très faible, alors qu'elle est très importante pour d'autres servomoteurs.

Question 36 Peut-on valider l'hypothèse de durées d'accélération et de décélération négligeables devant la durée T_u ? Justifier.

Question 37 Indiquer quels servomoteurs respectent le critère de temps de montée maximal $T_{max} = 2\ s$ spécifié précédemment. Remplir pour celà le **Tableau R37** dans le cadre réponse de la **Question 37**.
Commenter ce résultat.

PARTIE III

Dessin d'étude en construction mécanique

Consignes spécifiques aux travaux graphiques

On demande aux candidats des dessins qui doivent traduire sans ambiguïté leurs intentions de conception. Pour cela, les candidats sont invités à faire preuve de rigueur dans leur tracé (en particulier, l'utilisation d'une règle ne pourra être que conseillée) et à donner toutes les précisions qu'ils jugeront pertinentes afin de permettre au jury d'évaluer la pertinence de leurs solutions.

Les tracés devront respecter au mieux les règles du dessin technique en vigueur. Bien que les tracés à main levée soient admis, il est demandé aux candidats d'en soigner leur qualité graphique. La lisibilité est prise en compte dans l'évaluation des dessins.

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

Les éléments normalisés dessinés par le candidat autres que ceux fournis dans le sujet, seront dessinés approximativement en respectant au mieux leurs proportions.

Présentation du support de travail

Le travail est à effectuer sur la **feuille pré-imprimée de format A3**, horizontal, jointe au sujet, et qui sera à rendre **non pliée**. La zone de conception présentée sur la **figure 8 p.14** est à l'échelle 1 : 1.

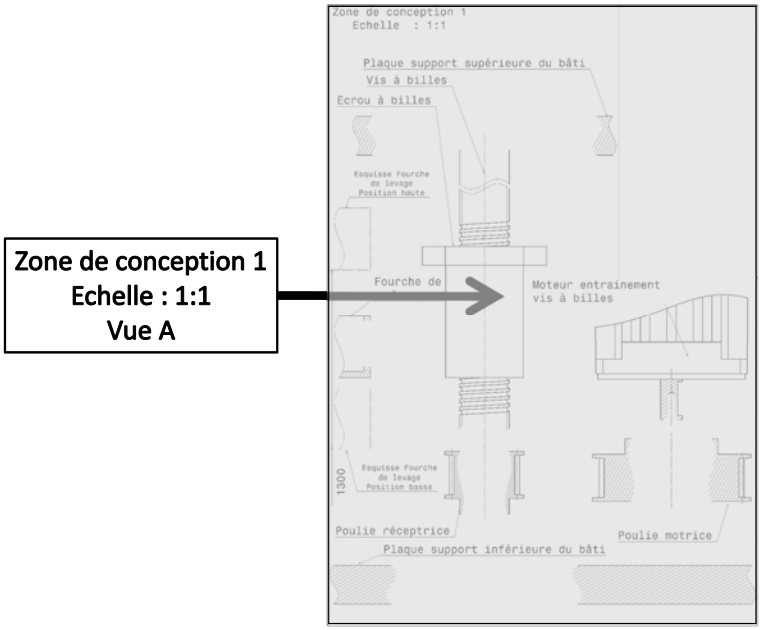


Figure 8 – Positionnement de la zone de conception sur la **feuille pré-imprimée de format A3**.

Tournez la page S.V.P.

La **figure 9 p.15** présente les différentes zones de la **feuille pré-imprimée de format A3** dans lesquelles les éléments de réponse aux différentes questions de conception devront être réalisés.

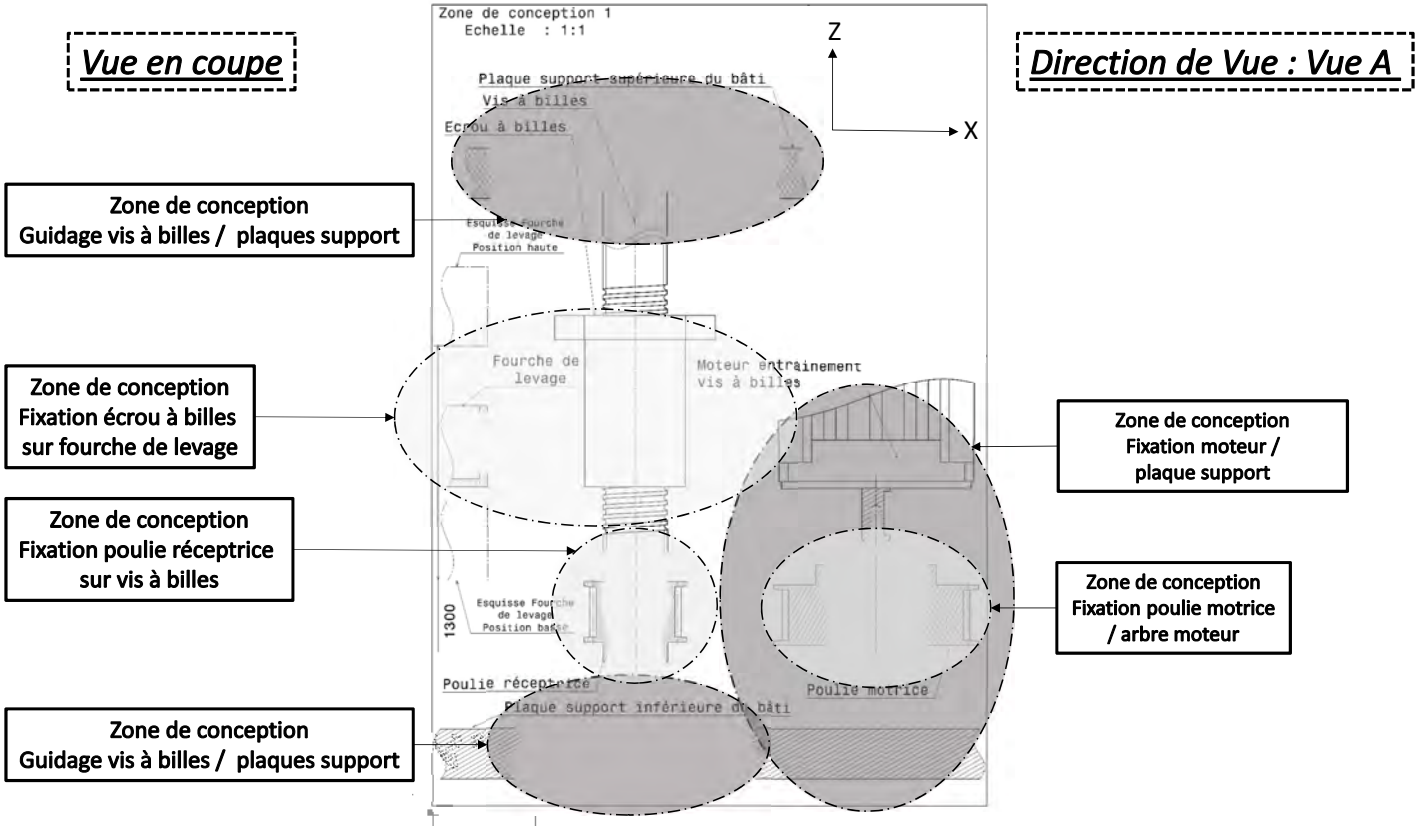


Figure 9 – Détail de la zone de conception 1 de la **feuille pré-imprimée de format A3**.

Cette partie de l'étude a pour objectif de proposer une solution constructive à la motorisation du système de levage des plateaux de produits, autrement nommée **fourche de levage**, dont la forme est présentée sur la **figure 25 p.30**.

Pour cela, il est demandé au candidat de travailler sur trois éléments particuliers du système de levage :

• le **moteur d'entrainement STÖBER EZ 401**, dont les caractéristiques sont fournies en **figure 22 p.28**, entrainant en rotation la vis à billes, via la conception sur la **feuille pré-imprimée de format A3** (voir **figures 9 p.15**) de :

— sa fixation sur la plaque support moteur prévue à cet effet ;
— la fixation d'une poulie motrice à son extrémité, en notant que la position de la poulie telle que définie sur la feuille pré-imprimée de format A3 impose la mise en place d'une pièce intermédiaire d'adaptation afin d'assurer une mise en position correcte ;
— son système de fixation sur la plaque support inférieure du bâti assurant un entraxe variable entre l'arbre moteur et la vis à billes afin d'assurer une tension correcte de la courroie synchrone utilisée pour transmettre la puissance du moteur à la vis à billes.

• une **vis à billes** d'entrainement de la fourche de levage en translation verticale via la conception sur la **feuille pré-imprimée de format A3** (voir **figure 9 p.15**) de :

— son guidage en rotation par l'intermédiaire de deux paliers UCF 204 dont les caractéristiques sont fournies en **figure 14 p.22** ;
— la fixation d'une poulie réceptrice à son extrémité.

• un **écrou à billes SFNUR 3210** dont les caractéristiques sont fournies dans la **figure 15 p.23** pour entrainer la fourche de levage en translation verticale via la conception sur la **feuille pré-imprimée de format A3** (voir **figure 9 p.15**) de :

— un système permettant de lier le déplacement vertical de l'écrou à celui de la fourche de levage tout en garantissant un guidage isostatique de cette dernière ;

— une possibilité laissée à la fourche de levage de se translater entre les positions extrêmes de cette dernière, explicitées par les esquisses fournies sur la **feuille pré-imprimée de format A3**, afin de respecter la course prévue de 1.3 *m*.

L'implantation des différentes vues utilisées sur la **feuille pré-imprimée de format A3** (Vue A et Vue B) est représentée sur la **figure 10 p.16**.

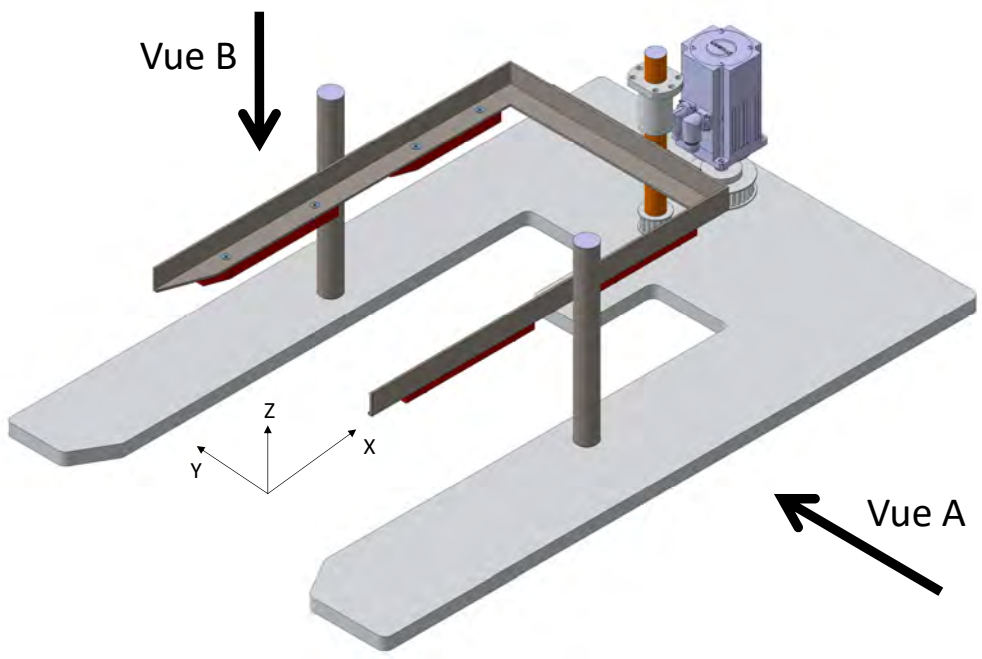


Figure 10 – Implantation des différentes vues utilisées sur la **feuille A3 pré-imprimée**.

Il est rappelé que la zone de conception 1 de la **feuille pré-imprimée de format A3** est à l'échelle 1 : 1.

III.1 — Conception de la fixation du moteur

III.1.1 — Présentation du travail

Il s'agit ici de concevoir la fixation du **moteur électrique STÖBER EZ401U** représenté sur la **feuille pré-imprimée de format A3** par rapport à la plaque support inférieure du bâti proposée, ainsi que l'entrainement de la poulie motrice assurant la transmission de puissance vers la courroie synchrone. Les caractéristiques ainsi que la représentation du moteur sont rappelées sur la **figure 22 p.28** et une représentation des poulies est fournie sur la **figure 23 p.29**.

La fixation du moteur doit être démontable et conserver la distance entre le moteur et la plaque support inférieure proposée sur la **feuille pré-imprimée de format A3**. De plus le système de fixation doit permettre de régler (dans la direction X) de manière simple et rapide l'entraxe entre le moteur et la vis à billes afin de maîtriser la tension de la courroie synchrone au cours du temps.

La fixation de la poulie dentée sur l'arbre du moteur doit être démontable et réglable (dans la direction Z) afin d'assurer l'alignement des deux poulies motrice et réceptrice. La forme de l'arbre moteur imposée par le fabriquant du moteur ainsi que le positionnement et la forme de la poulie imposent l'utilisation d'une

Tournez la page S.V.P.

pièce intermédiaire d'adaptation entre la poulie et l'arbre moteur afin d'assurer un guidage et une transmission de puissance correcte entre les deux éléments. Les éléments de fixation existant, représentés sur la **feuille pré-imprimée de format A3**, sont des éléments mécano-soudés.

III.1.2 — Travail à réaliser

Il est rappelé que la zone de conception 1 de la **feuille pré-imprimée de format A3** est à l'échelle 1 : 1.

Question 38 Dessinez votre proposition de solution dans la zone appelée **"Fixation moteur / plaque support"** de la **feuille pré-imprimée de format A3** se situant dans la zone de conception 1 (voir **figure 9 p.15**).

Dessiner "à la main" ou aux instruments, sur la vue prédéfinie, votre proposition de solution pour :

- prévoir un support de fixation servant de bâti au moteur et s'encastrant sur la plaque support inférieure. Cet élément sera obtenu par un assemblage de plaques boulonnées et/ou mécano-soudées ;
- assurer une mise en position réglable du moteur sur un support de fixation à imaginer ;
- assurer un maintien en position démontable du moteur sur le support de fixation ;
- assurer un réglage aisé et rapide de l'entraxe (dans la direction X) entre le moteur et la vis à billes. La vis à billes ayant une position fixe, c'est l'axe du moteur qui devra pouvoir se déplacer pour régler la tension de la courroie synchrone.

Question 39 Dessinez votre proposition de solution dans la zone appelée **"Fixation poulie motrice / arbre moteur"** de la **feuille pré-imprimée de format A3** se situant dans la zone de conception 1 (voir **figure 9 p.15**).

Dessiner "à la main" ou aux instruments, sur la vue prédéfinie, votre proposition de solution pour :

- assurer une mise en position de la poulie motrice sur l'arbre moteur ;
- assurer un maintien en position démontable avec possibilité de réglage de la position axiale de la poulie (dans la direction Z) sur l'arbre moteur ;
- permettre de transmettre la puissance mécanique de l'arbre moteur vers la poulie dentée via une transmission de puissance par obstacle ;
- proposer des formes usinables du moyeu de la poulie en partant de sa forme brute présentée sur la **figure 23 p.29** ;
- prévoir une pièce d'adaptation intermédiaire entre la poulie dentée et l'arbre moteur assurant une coaxialité et une transmission de puissance par obstacle entre les deux éléments cités. Cette pièce sera obtenue par usinage à partir d'un brut cylindrique.

III.2 — Conception du guidage en rotation et de l'entrainement de la vis à billes

Il est rappelé que la zone de conception 1 de la **feuille pré-imprimée de format A3** est à l'échelle 1 : 1.

III.2.1 — Présentation du travail

Il s'agit ici de concevoir le guidage en rotation et l'entrainement de la **vis à billes** représentée sur la **feuille pré-imprimée de format A3** par rapport aux **plaques support inférieure et supérieure du bâti** proposées.

Pour le guidage en rotation, une solution de type palier fixe - palier libre afin d'éliminer tout jeu dans le mouvement de translation est envisagée. Le palier fixe est réalisé par le palier inférieur de guidage qui sera encastré sur la plaque support inférieure. L'élément utilisé pour réaliser les paliers fixe et libre a pour référence UCF 204 et ses caractéristiques sont rappelées sur la **figure 14 p.22**.

Pour l'entrainement en rotation, la puissance est acheminée du moteur à la vis à billes par une transmission de puissance par une courroie synchrone et deux poulies dentées. Il est donc nécessaire de prévoir l'encastrement de la poulie réceptrice sur la vis à billes.

III.2.2 — Travail à réaliser

Question 40 Dessinez votre proposition de solution dans les zones nommées **"Guidage vis à billes / plaques support"** de la **feuille pré-imprimée de format A3** se situant dans la zone de conception 1 (voir **figure 9 p.15**).

Dessiner "à la main" ou aux instruments, sur la vue prédéfinie, votre proposition de solution pour :

- assurer le guidage et l'implantation de la vis à billes par rapport aux éléments représentés à l'aide des deux paliers UCF 204 dont les caractéristiques sont données sur la **figure 14 p.22**. Le palier fixe sera implanté sur la plaque de support inférieure du bâti ;
- permettre le montage et le démontage de la vis à billes ;
- permettre le montage et le démontage des paliers.

Question 41 Dessinez votre proposition de solution dans la zone appelée **"Fixation poulie réceptrice sur vis à billes"** de la **feuille pré-imprimée de format A3** se situant dans la zone de conception 1 (voir **figure 9 p.15**).

Dessiner "à la main" ou aux instruments, sur la vue prédéfinie, votre proposition de solution pour :

- assurer une mise en position de la poulie dentée sur la vis à billes ;
- assurer un maintien en position démontable sans possibilité de réglage de la position axiale de la poulie par rapport à la vis à billes ;
- proposer des formes usinables du moyeu de la poulie en partant de sa forme brute présentée sur la **figure 23 p.29** ;
- permettre de transmettre la puissance mécanique de la poulie dentée vers la vis à billes via une transmission de puissance par obstacle.

III.3 — Conception de la transmission de puissance entre l'écrou à billes et la fourche de levage

Il est rappelé que la zone de conception 1 de la **feuille pré-imprimée de format A3** est à l'échelle 1 : 1.

III.3.1 — Présentation du travail

Il s'agit ici de concevoir un dispositif mécanique permettant de transmettre le mouvement de translation verticale de l'**écrou à billes** représenté sur la **feuille pré-imprimée de format A3** à la **fourche de levage** proposée tout en assurant la course de cette dernière entre ces deux positions extrêmes (haute et basse) définies sur la **feuille pré-imprimée de format A3**.

Le mécanisme proposé doit supprimer tout jeu dans le sens de déplacement souhaité (translation verticale) tout en conservant un guidage isostatique de la **fourche de levage** via ses deux colonnes de guidage. Pour cette raison, la liaison entre la **fourche de levage** et l'**écrou à billes** doit supprimer la translation suivant l'axe Z et la rotation autour de l'axe Z. Le schéma de principe de la liaison souhaitée entre les deux composants est présenté sur la **figure 11 p.19**.

Ainsi la liaison ponctuelle entre l'**écrou à billes** et la **fourche de levage** est remplacée par une double liaison appui-plan (deux surfaces de contact planes entre les deux composants) et une liaison linéaire rectiligne (une ligne de contact entre les deux composants) afin :

Tournez la page S.V.P.

— d'assurer la transmission des actions mécaniques suivant la direction Z dans les deux sens de déplacement ;
— d'assurer le blocage de la rotation de l'écrou autour de l'axe Z ;
— d'assurer un contact surfacique entre les deux composants pour permettre une pression de contact adaptée ;
— d'assurer un rotulage en minimisant la largeur *l* du contact pour ne pas rendre le système hyperstatique.

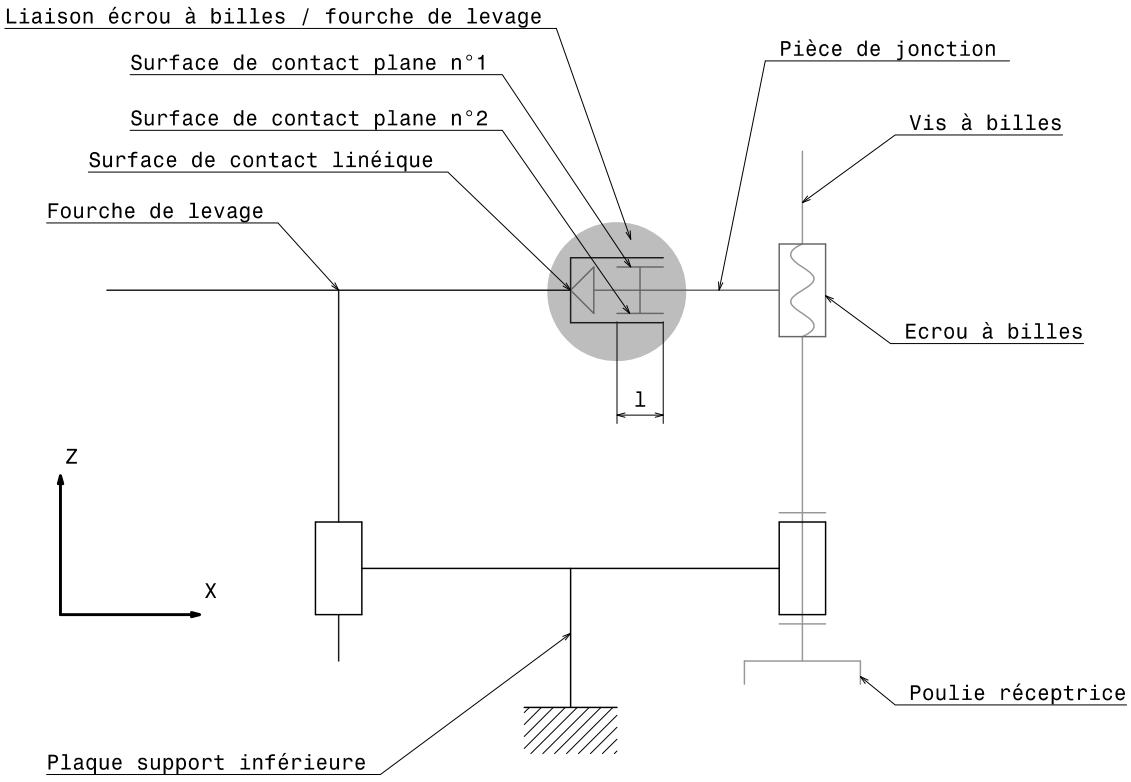


Figure 11 – Schéma de principe de la liaison entre l'écrou à billes et la fourche de levage.

III.3.2 — Travail à réaliser

Question 42 Dessinez votre proposition de solution dans la zone nommée **"Fixation écrou à billes sur fourche de levage"** de la **feuille pré-imprimée de format A3** se situant dans la zone de conception 1 (voir **figure 9 p.15**).

Dessiner "à la main" ou aux instruments, sur la vue prédéfinie, votre proposition de solution pour :

— proposer une pièce de jonction entre l'écrou à billes et la fourche de levage permettant de respecter le schéma de principe fourni sur la **figure 11 p.19** ;
— assurer une mise en position de l'écrou à billes sur la pièce de jonction ;
— assurer un maintien en position démontable de l'écrou à billes sur la pièce de jonction ;
— proposer une forme adaptée la fourche de levage pour fournir deux surfaces de contact planes entre cette dernière et la pièce de jonction.
— proposer une(des) pièce(s) permettant la réalisation technique de la solution fournie sur la **figure 11 p.19** à partir de pièces usinées.

DOCUMENTS
RESSOURCES

ANNEXE A Documents ressources

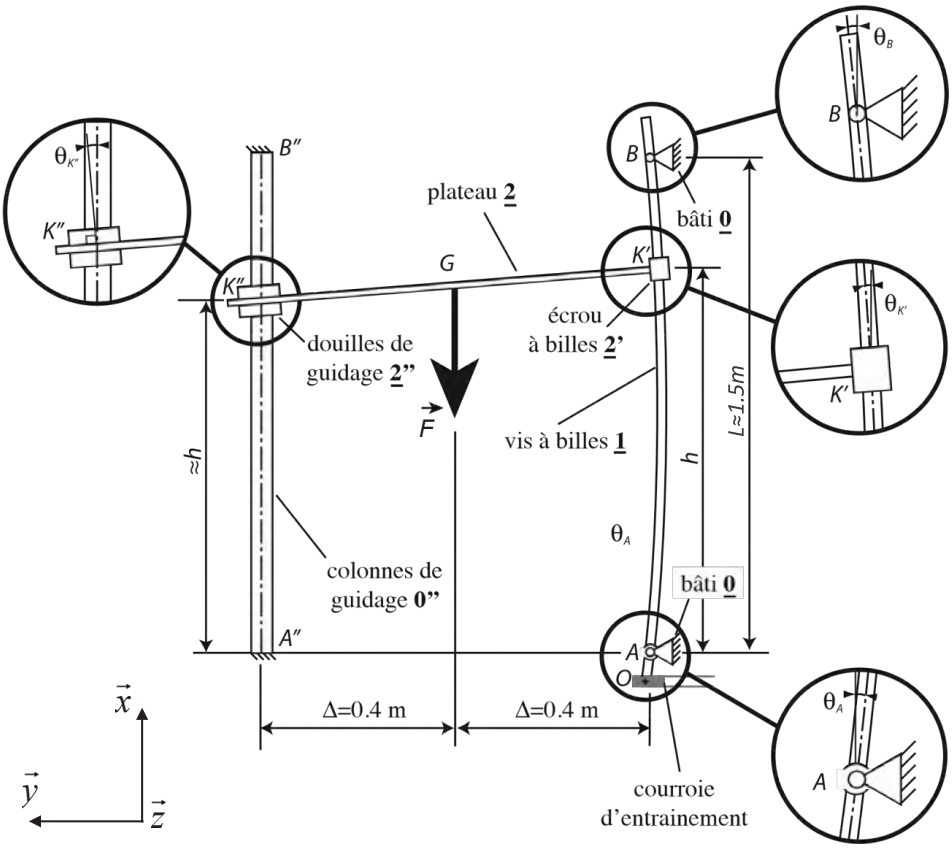


Figure 12 – Modélisation de l’architecture d’une unité de levage.

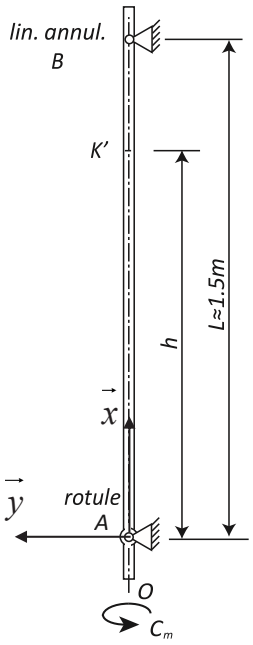
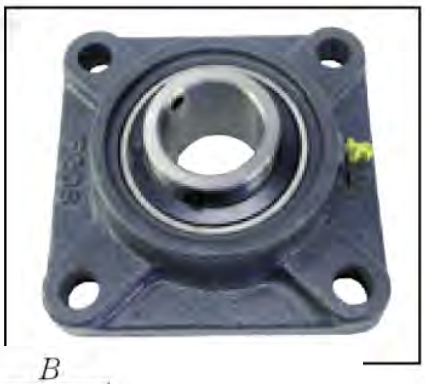


Figure 13 – Poutre modélisant la vis à billes soumise au moment $C_{m/1}$ transmis par la courroie d’entrainement.

- **Applique auto-alignante**
- Bague extérieure à portée sphérique
- La vitesse admissible dépend de la tolérance de l'arbre
- Matières :
  Logement : fonte
  Roulement : acier

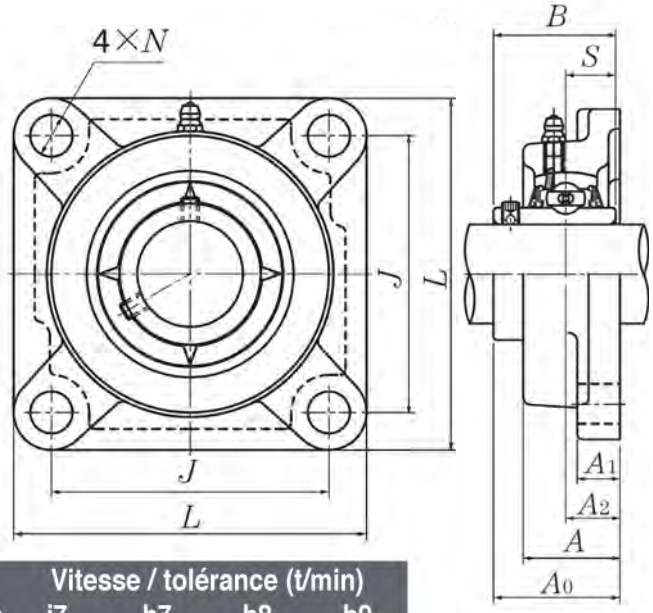


Utilisation

- Montage de roulement simple

Option

- Version pour l'industrie alimentaire



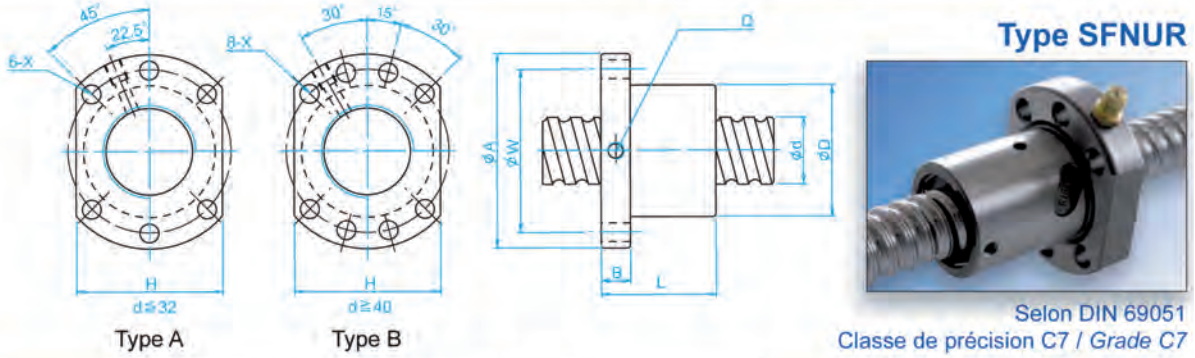
Référence	Charge (kN) dynamique	statique	Vitesse / tolérance (t/min) j7	h7	h8	h9
UCF204	12,2	6,35	6700	4900	3500	1250
UCF205	13,3	7,50	5600	4100	2900	1050
UCF206	18,6	10,80	4700	3400	2400	880
UCF207	24,5	14,60	4000	3000	2100	760
UCF208	27,7	17,00	3600	2600	1900	660
UCF209	31,0	19,50	3300	2400	1700	620
UCF210	33,5	22,50	3000	2200	1600	570
UCF211	41,5	28,00	2700	2000	1400	510
UCF212	50,0	34,50	2400	1600	1250	460

Références	Alésage Ød	L	J	A2	A1	A	B	ØN	S	Taille boulon
UCF204	20	86	64	15	12	25,5	33,3	12	12,7	M10
UCF205	25	95	70	16	14	27,0	35,8	12	14,3	M10
UCF206	30	108	83	18	14	31,0	40,2	12	15,9	M10
UCF207	35	117	92	19	16	34,0	44,4	14	17,5	M12
UCF208	40	130	102	21	16	36,0	51,2	16	19,0	M14
UCF209	45	137	105	22	18	38,0	52,2	16	19,0	M14
UCF210	50	143	111	22	18	40,0	54,6	16	19,0	M14
UCF211	55	162	130	25	20	43,0	58,4	19	22,2	M16
UCF212	60	175	143	29	20	48,0	68,7	19	25,4	M16

**Dans la limite du disponible - Dimensions en mm*

Figure 14 – Extrait d'un document "fournisseur" sur les paliers à 4 points de fixation.

Tournez la page S.V.P.



Selon DIN 69051
Classe de précision C7 / *Grade C7*

Référence *Type*	Dimensions - mm											Q Trou Lubrification *Oil hole*	n Nombre de circuits *Number of Circuits*	Charge - *Basic Load*	
	Ød	Pas *Pitch*	Type *Type*	Ø billes *Ball*	D	A	B	L	W	x	H			Dyn. C	Stat. Co
														Kgf	Kgf
SFNUR1605	16	5	A	3,175	28	48	10	45	38	5,5	40	M6	1x4	1 380	3 052
SFNUR1610		10						57					1x3	1 103	2 401
SFNUR2005	20	5	A	3,175	36	58	10	51	47	6,6	44	M6	1x4	1 551	3 875
SFNUR2505	25	5	A	3,175	40	62	10	51	51	6,6	48	M6	1x4	1 724	4 904
SFNUR2510		10		4,762			12	80						2 954	7 295
SFNUR3205	32	5	A	3,175	50	80	12	52	65	9	62	M6	1x4	1 922	6 343
SFNUR3210		10		6,350				85						4 805	12 208
SFNUR4005	40	5	B	3,175	63	93	14	55	78	9	70	M8	1x4	2 110	7 988
SFNUR4010		10		6,340				88						5 399	15 500
SFNUR5010	50	10	B	6,350	75	110	16	88	93	11	85	M8	1x4	6 004	19 614
SFNUR6310	63	10	B	6,350	90	125	18	93	108	11	95	M8	1x4	6 719	25 358
SFNUR8010	80	10	B	6,350	105	145	20	93	125	13,5	110	M8	1x4	7 346	31 953

Toutes pièces d'origines étant modifiées ou usinées ne sont pas garanties - *All modification or machining of original parts are not guaranteed*
Les nouveaux écrous SFNUR permettent d'optimiser la longueur (L) et d'améliorer les performances des joints d'étanchéités.
Option : Ecrou préchargé sur demande - *On request the nut with preload*

Exemple de désignation	SFNU	R	16	05
Type	*Type*			
L : Pas à gauche / **R : Pas à droite**		*L: Left hand* / *R: Right hand*		
Ø nominal de la vis			*Nominal Ø*	
Pas				*Pitch*

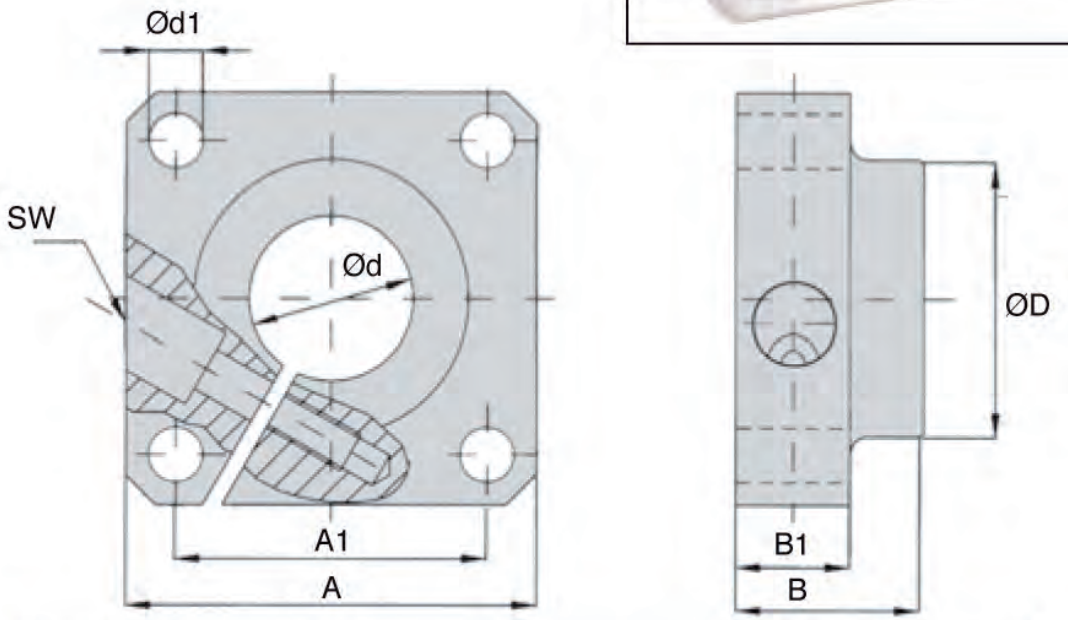
Figure 15 – Extrait d'un document "fournisseur" sur les systèmes vis-écrous à billes.

Extraits de tolérances ISO pour arbres (en microns : 1 µm = 0,001 mm)													
dimensions nominales (en mm) NF EN 20286-2, ISO 286-2													
au-delà de		1	3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315
à (inclus)		3	6	10	18	30	50	80	120	180	250	315	400
h6	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ei	−6	−8	−9	−11	−13	−16	−19	−22	−25	−29	−32	−36
h7	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ei	−10	−12	−15	−18	−21	−25	−30	−35	−40	−46	−52	−57
h8	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ei	−14	−18	−22	−27	−33	−39	−46	−54	−63	−72	−81	−89
h9	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ei	−25	−30	−36	−43	−52	−62	−74	−87	−100	−115	−130	−140
h10	es	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ei	−40	−48	−58	−70	−84	−100	−120	−160	−185	−210	−230	−250

Figure 16 – Extrait d'un tableau sur les ajustements des arbres.

- **For linear guide shaft**
- **End support bracket**
- Material: Aluminium
- Adjustable backlash
- Mounting holes conform to DIN912 8.8





Part number	Ød	A	B	ØD	A1	Ød1	B1	SW	Weight (kg)
SFWR-12	12	40	20	23,5	$30^{\pm 0,12}$	5,5	12	M3	0,05
SFWR-16	16	50	20	27,5	$35^{\pm 0,12}$	5,5	12	M3	0,08
SFWR-20	20	50	23	33,5	$38^{\pm 0,15}$	6,6	14	M4	0,10
SFWR-25	25	60	25	42,0	$42^{\pm 0,15}$	6,6	16	M5	0,15
SFWR-30	30	70	30	49,5	$54^{\pm 0,25}$	9,0	19	M6	0,24
SFWR-40	40	100	40	65,0	$68^{\pm 0,25}$	11,0	26	M8	0,66
SFWR-50	50	100	50	75,0	$75^{\pm 0,25}$	11,0	36	M8	0,82

**Dans la limite du disponible - Dimensions en mm*

Figure 17 – Extrait d'un document "fournisseur" sur les supports pour colonnes de guidage.

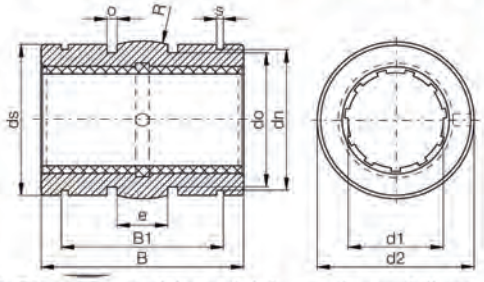
Tournez la page S.V.P.

igus

Douilles drylin® R

Douilles auto-alignantes fermées en aluminium anodisé





● Diamètre extérieur réduit, section médiane bombée, joints toriques pour une assise élastique et surface anodisée dur

Constitution de la référence

Type					Taille
R	J	U	M-	03	-10

Fermé	igliduR® J	Film lisse	Métrique	Auto-alignant	Ø intérieur d1

Cotes [mm]

d1	d2 h8	B h10	B1 H10	s H10	dn h10	ds h10	do	o +0,1	e	R	Référence
8	15,8	24,9	16,4	1,10	15,0	15,5	13,2	1,86	5,0	20,0	**RJZM-03-08**[81]
10	18,8	28,9	21,8	1,30	17,5	18,5	15,4	1,86	5,0	13,0	**RJUM-03-10**
12	21,8	31,9	22,8	1,30	20,5	21,5	18,4	1,86	6,0	18,0	**RJUM-03-12**
16	25,8	35,9	24,9	1,30	24,2	25,5	20,4	2,86	8,0	32,0	**RJUM-03-16**
20	31,8	44,8	31,5	1,60	29,6	31,5	26,4	2,86	10,0	50,0	**RJUM-03-20**
25	39,8	57,8	44,1	1,85	36,5	39,0	34,4	2,86	12,5	39,0	**RJUM-03-25**
30	46,7	67,8	52,1	1,85	43,5	46,0	41,4	2,86	15,0	57,0	**RJUM-03-30**
40	61,7	79,8	60,9	2,15	57,8	61,0	56,4	2,86	20,0	100,0	**RJUM-03-40**
50	74,7	99,8	78,0	2,65	70,5	74,0	69,4	2,86	25,0	157,0	**RJUM-03-50**

Données techniques

Référence	Alésage Ø H7 [mm]	Tolérance[78] d1 [mm]	Fmaxi dynamique[82] p = 5 MPa [N]	Fmaxi statique[82] p = 35 MPa [N]	Poids [g]
RJZM-03-08[81]	16	+0,032 +0,070	960	6 720	8
RJUM-03-10	19	+0,030 +0,088	725	5 075	11
RJUM-03-12	22	+0,030 +0,088	960	6 720	17
RJUM-03-16	26	+0,030 +0,088	1 440	10 080	23
RJUM-03-20	32	+0,030 +0,091	2 250	15 750	44
RJUM-03-25	40	+0,030 +0,091	3 625	25 375	92
RJUM-03-30	47	+0,040 +0,110	5 100	35 700	145
RJUM-03-40	62	+0,040 +0,115	8 000	56 000	311
RJUM-03-50	75	+0,050 +0,150	12 500	87 500	542

● **Tableau 04 : Compensation des défauts d'alignement**

Gamme RJUM-03/OJUM-03	±0,5°
Gamme RJUM-06-LL/OJUM-06-LL	±3,5°

● **Tableau 05 : Ajustement des erreurs de parallélisme**

Gamme RJUM-03/OJUM-03	±0,1 mm
Gamme RJUM-06-LL/OJUM-06-LL	±3,0 mm

● **Consignes de conception**

Tolérance recommandée pour l'arbre : h6-h10

Rugosité de surface [Ra] : 0,15–0,6

Alésage recommandé : H7

Figure 18 – Extrait d'un document "fournisseur" sur les douilles de guidage.

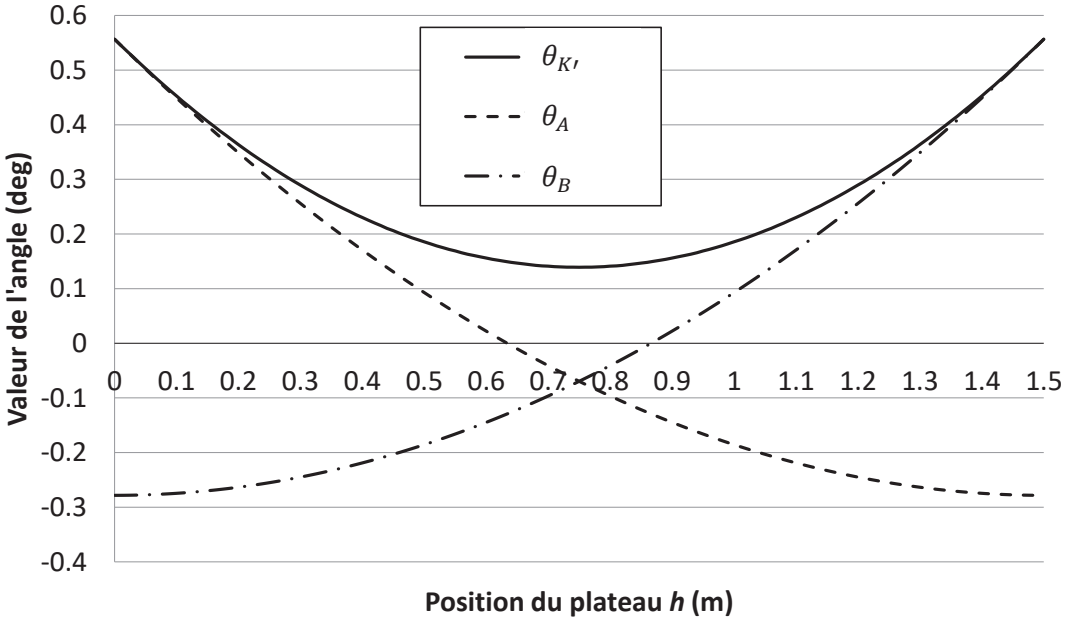


Figure 19 – Angles calculés par le modèle proposé en fonction de la position verticale du plateau.

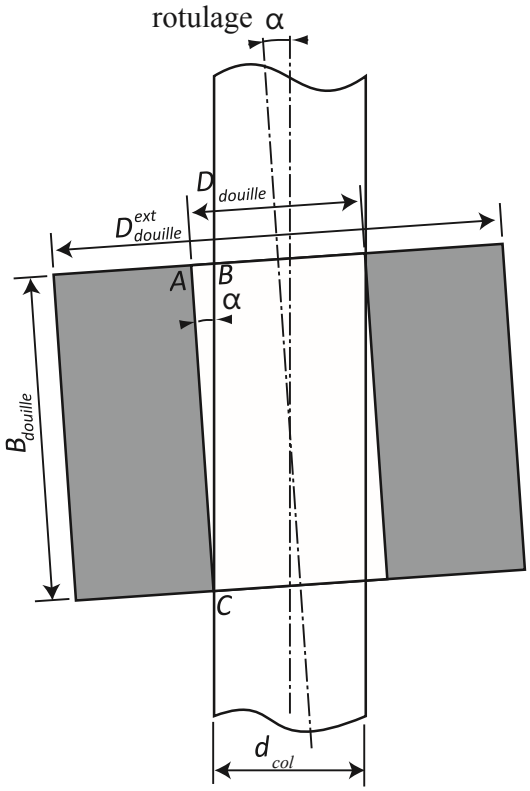


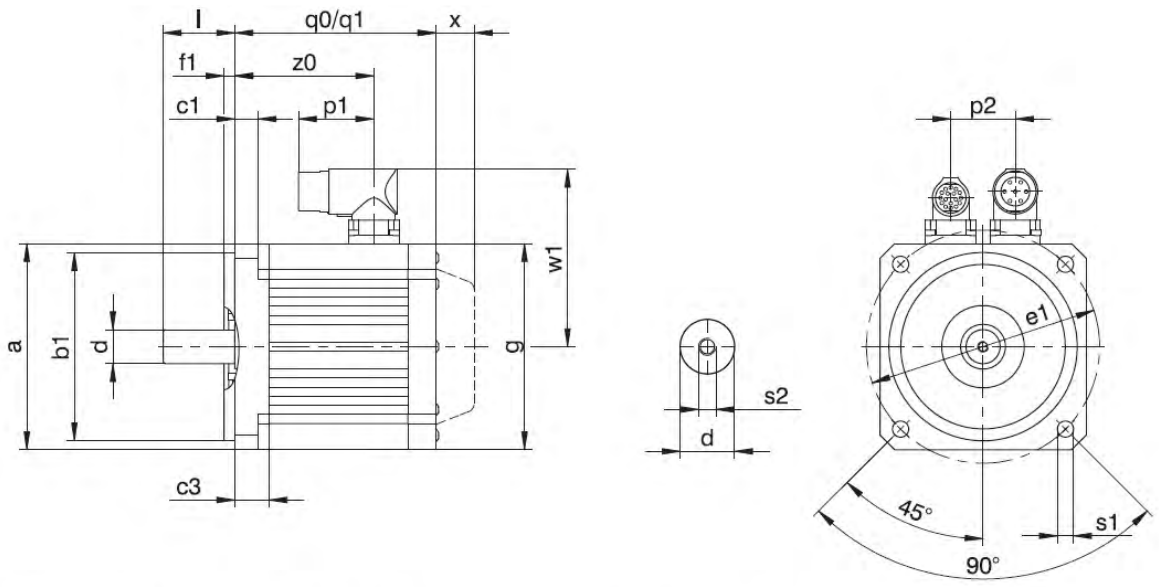
Figure 20 – Rotulage permis par le jeu entre la colonne de guidage et la douille.

Tournez la page S.V.P.

18.2.1 Moteurs EZ avec refroidissement par convection

Type	K_{EM} [V/1000 rpm]	n_N [rpm]	M_N [Nm]	I_N [A]	$K_{M,N}$ [Nm/A]	P_N [kW]	M_0 [Nm]	I_0 [A]	K_{M0} [Nm/A]	M_R [Nm]	M_{max} [Nm]	I_{max} [A]	R_{U-V} [Ω]	L_{U-V} [mH]	T_{el} [ms]	J_{dyn} [kgcm²]	m_{dyn} [kg]
EZ705U	106	4500	16.4	14.8	1.11	7.7	30.0	25.2	1.20	0.24	104	114	0.22	2.76	12.55	34.0	18.3
EZ705U	140	3000	21.3	14.2	1.50	6.7	30.2	19.5	1.56	0.24	104	87.0	0.33	4.80	14.55	34.0	18.3
EZ802U	90	4500	10.5	11.2	0.94	5.0	34.5	33.3	1.05	0.30	100	135	0.13	1.90	14.60	58.0	26.6
EZ802U	136	3000	22.3	13.9	1.60	7.0	37.1	22.3	1.68	0.30	100	84.0	0.30	5.00	16.66	58.0	26.6
EZ803U	131	3000	26.6	17.7	1.50	8.4	48.2	31.1	1.56	0.30	145	124	0.18	2.79	15.50	83.5	32.7
EZ805U	142	2000	43.7	25.9	1.69	9.2	66.1	37.9	1.75	0.30	205	155	0.13	2.22	17.08	133	45.8
EZ301U	40	6000	0.89	1.93	0.46	0.56	0.95	2.02	0.49	0.04	2.80	12.7	11.70	39.80	3.40	0.19	1.50
EZ301U	40	3000	0.93	1.99	0.47	0.29	0.95	2.02	0.49	0.04	2.80	12.7	11.70	39.80	3.40	0.19	1.50
EZ302U	42	6000	1.50	3.18	0.47	0.94	1.68	3.48	0.49	0.04	5.00	17.8	4.50	18.70	4.16	0.29	2.10
EZ302U	86	3000	1.59	1.60	0.99	0.50	1.68	1.67	1.03	0.04	5.00	8.55	17.80	75.00	4.21	0.29	2.10
EZ303U	55	6000	1.96	3.17	0.62	1.2	2.25	3.55	0.65	0.04	7.00	16.9	4.90	21.10	4.31	0.40	2.60
EZ303U	109	3000	2.07	1.63	1.27	0.65	2.19	1.71	1.30	0.04	7.00	8.25	20.30	68.70	5.24	0.40	2.60
EZ401U	47	6000	2.30	4.56	0.50	1.4	2.80	5.36	0.53	0.04	8.50	33.0	1.94	11.52	5.94	0.93	4.00
EZ401U	96	3000	2.80	2.74	1.02	0.88	3.00	2.88	1.06	0.04	8.50	16.5	6.70	37.70	5.63	0.93	4.00
EZ402U	60	6000	3.50	5.65	0.62	2.2	4.90	7.43	0.66	0.04	16.0	43.5	1.20	8.88	7.40	1.63	5.10
EZ402U	94	3000	4.70	4.40	1.07	1.5	5.20	4.80	1.09	0.04	16.0	26.5	3.00	21.80	7.26	1.63	5.10
EZ404U	78	6000	5.80	7.18	0.81	3.6	8.40	9.78	0.86	0.04	29.0	51.0	0.89	7.07	7.94	2.98	7.20
EZ404U	116	3000	6.90	5.80	1.19	2.2	8.60	6.60	1.31	0.04	29.0	35.0	1.85	15.00	8.11	2.98	7.20
EZ501U	68	6000	3.40	4.77	0.71	2.1	4.40	5.80	0.77	0.06	16.0	31.0	2.10	12.10	5.76	2.90	5.00
EZ501U	97	3000	4.30	3.74	1.15	1.4	4.70	4.00	1.19	0.06	16.0	22.0	3.80	23.50	6.18	2.90	5.00
EZ502U	72	6000	5.20	7.35	0.71	3.3	7.80	9.80	0.80	0.06	31.0	59.0	0.76	5.60	7.37	5.20	6.50
EZ502U	121	3000	7.40	5.46	1.36	2.3	8.00	5.76	1.40	0.06	31.0	33.0	2.32	16.80	7.24	5.20	6.50
EZ503U	84	6000	6.20	7.64	0.81	3.9	10.6	11.6	0.92	0.06	43.0	63.5	0.62	5.00	8.06	7.58	8.00
EZ503U	119	3000	9.70	6.90	1.41	3.1	11.1	7.67	1.46	0.06	43.0	41.0	1.25	10.00	8.00	7.58	8.00
EZ505U	103	4500	9.50	8.94	1.06	4.5	15.3	13.4	1.15	0.06	67.0	73.0	0.50	4.47	8.94	12.2	10.9
EZ505U	141	3000	13.5	8.80	1.53	4.2	16.0	10.0	1.61	0.06	67.0	52.0	0.93	8.33	8.96	12.2	10.9
EZ701U	76	6000	5.20	6.68	0.78	3.3	7.90	9.38	0.87	0.24	20.0	31.0	0.87	8.13	9.34	8.50	8.30
EZ701U	95	3000	7.40	7.20	1.03	2.3	8.30	8.00	1.07	0.24	20.0	25.0	1.30	12.83	9.87	8.50	8.30
EZ702U	82	6000	7.20	8.96	0.80	4.5	14.3	16.5	0.88	0.24	41.0	60.5	0.34	3.90	11.47	13.7	10.8
EZ702U	133	3000	12.0	8.20	1.46	3.8	14.4	9.60	1.53	0.24	41.0	36.0	1.00	11.73	11.73	13.7	10.8
EZ703U	99	4500	12.1	11.5	1.05	5.7	20.0	17.8	1.14	0.24	65.0	78.0	0.36	4.42	12.28	21.6	12.8
EZ703U	122	3000	16.5	11.4	1.45	5.2	20.8	14.0	1.50	0.24	65.0	62.0	0.52	6.80	13.08	21.6	12.8

Figure 21 – Extrait d'un document "fournisseur" (STOBER) sur les servomoteurs (l'indice N indique les caractéristiques nominales).



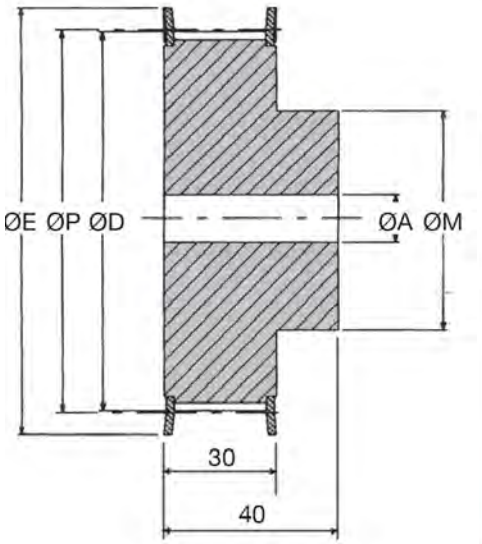
q0 S'applique aux moteurs sans frein

q1 S'applique aux moteurs avec frein

x S'applique aux encodeurs fonctionnant selon le principe de mesure optique

Type	□a	∅b1	c1	c3	∅d	∅e1	f1	□g	l	p1	p2	q0	q1	∅s1	s2	w1	x	z0
EZ401U	98	95_{j6}	9,5	20,5	14_{k6}	115	3,5	98	30	40	32	118,5	167,0	9	M5	91,0	22	76,5
EZ402U	98	95_{j6}	9,5	20,5	19_{k6}	115	3,5	98	40	40	32	143,5	192,0	9	M6	91,0	22	101,5
EZ404U	98	95_{j6}	9,5	20,5	19_{k6}	115	3,5	98	40	40	32	193,5	242,0	9	M6	91,0	22	151,5
EZ501U	115	110_{j6}	10,0	16,0	19_{k6}	130	3,5	115	40	40	36	109,0	163,5	9	M6	100,0	22	74,5
EZ502U	115	110_{j6}	10,0	16,0	19_{k6}	130	3,5	115	40	40	36	134,0	188,5	9	M6	100,0	22	99,5
EZ503U	115	110_{j6}	10,0	16,0	24_{k6}	130	3,5	115	50	40	36	159,0	213,5	9	M8	100,0	22	124,5
EZ505U	115	110_{j6}	10,0	16,0	24_{k6}	130	3,5	115	50	40	36	209,0	263,5	9	M8	100,0	22	174,5
EZ701U	145	130_{j6}	10,0	19,0	24_{k6}	165	3,5	145	50	40	42	121,0	180,0	11	M8	115,0	22	83,0
EZ702U	145	130_{j6}	10,0	19,0	24_{k6}	165	3,5	145	50	40	42	146,0	205,0	11	M8	115,0	22	108,0
EZ703U	145	130_{j6}	10,0	19,0	24_{k6}	165	3,5	145	50	40	42	171,0	230,0	11	M8	115,0	22	133,0
EZ705U	145	130_{j6}	10,0	19,0	32_{k6}	165	3,5	145	58	71	42	226,0	285,0	11	M12	134,0	22	184,0
EZ802U	190	180_{j6}	15,0	25,0	32_{k6}	215	3,5	190	58	71	60	222,0	299,0	13,5	M12	156,5	22	168,0
EZ803U	190	180_{j6}	15,0	25,0	38_{k6}	215	3,5	190	80	71	60	263,0	340,0	13,5	M12	156,5	22	209,0
EZ805U	190	180_{j6}	15,0	25,0	38_{k6}	215	3,5	190	80	71	60	345,0	422,0	13,5	M12	156,5	22	277,0

Figure 22 – Extrait d'une document "fournisseur" (STOBER) sur les moteurs brushless synchrones EZ.



- **Pas 10mm**
- Matières :
  Poulie : aluminium
  Rebords : acier

Info.

- **Préalésage donné à titre indicatif, peut varier en fonction des arrivages
- Réusinage par vos soins impératif
- **Non modifiable par nos soins**



Références	Z dents	ØP primitif	ØD	ØE	ØM	Préalésage non garanti ØA**
12T10-30-AL	12	38,35	36,35	42	28	6
14T10-30-AL	14	44,70	42,70	48	32	8
15T10-30-AL	15	47,90	45,90	51	32	8
16T10-30-AL	16	51,10	49,10	54	35	8
18T10-30-AL	18	57,45	55,45	60	40	8
19T10-30-AL	19	60,65	58,65	66	44	8
20T10-30-AL	20	63,80	61,80	66	46	8
22T10-30-AL	22	70,20	68,20	75	52	8
24T10-30-AL	24	76,55	74,55	83	58	8
25T10-30-AL	25	79,75	77,75	83	60	8
26T10-30-AL	26	82,90	80,90	87	60	8
27T10-30-AL	27	86,10	84,10	91	60	8
28T10-30-AL	28	89,25	87,25	93	60	8
30T10-30-AL	30	95,65	93,65	102	60	8
32T10-30-AL	32	102,00	100,00	106	65	10
36T10-30-AL	36	114,75	112,75	119	70	10
40T10-30-AL	40	127,45	125,45	131	80	10

Figure 23 – Extrait d'une document "fournisseur" sur les poulies pour courroies synchrones.

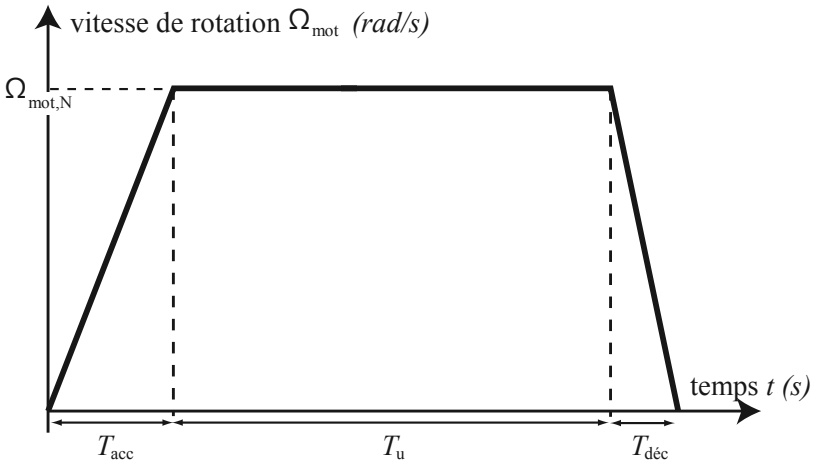


Figure 24 – Loi de vitesse commandant le servomoteur.

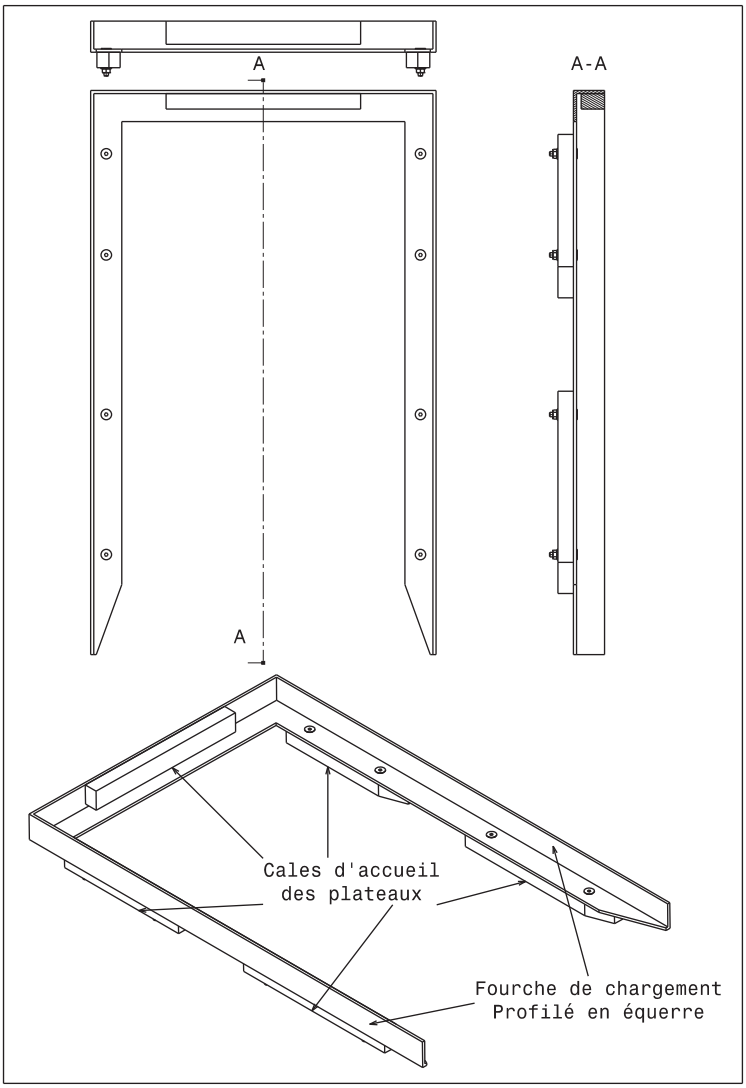


Figure 25 – Plan de définition et perspective du système de levage des plateaux, autrement nommé fourche de levage.

Tournez la page S.V.P.

ANNEXE B Notations

Notation	Description	Valeur
g	Constante universelle de gravitation	$\simeq 10\ m.s^{-2}$
d_{vis}	Diamètre de la section circulaire pleine modélisant la vis à billes	
$I_{G\vec{x}}$, $I_{G\vec{y}}$, $I_{G\vec{z}}$	Inerties de la section de la vis autour des axes $\vec{x}$, $\vec{y}$, $\vec{z}$	
L	Longueur de la vis à billes $\underline{\mathbf{1}}$ estimée entre les paliers A et B	$\simeq 1.5\ m$
E	Module d'Young de l'acier	$200\ GPa$
ρ	Masse volumique de l'acier	$7850\ kg.m^{-3}$
m_{pl}	Masse de l'ensemble $\{\underline{\mathbf{2}} + \underline{\mathbf{2'}} + \underline{\mathbf{2''}}\}$ chargé	$50\ kg$
F	Poids de l'ensemble $\{\underline{\mathbf{2}} + \underline{\mathbf{2'}} + \underline{\mathbf{2''}}\}$ chargé	$500\ N$
Δ	Distance entre le centre de gravité et l'axe de la vis $\underline{\mathbf{1}}$	$40\ cm$
h	Position verticale (variable) du plateau	de 0 à L env.
d_{col}	Diamètre nominal des colonnes de guidage	$40\ mm$
$C_{\text{m}/1}$	Moment autour de $(O, \vec{x})$ exercé sur la vis $\underline{\mathbf{1}}$ par la courroie	
$\theta_{K''}$	Angle d'inclinaison du plateau en K''	
θ_A, θ_B, $\theta_{K'}$	Angles de rotation de section de la vis $\underline{\mathbf{1}}$ en A, B, K'	
α, α^{min}, α^{max}	Angle de rotulage, minimum, maximum, entre la douille et la colonne	
$D^{\text{min}}_{\text{douille}}$, $D^{\text{max}}_{\text{douille}}$	Diamètre intérieur minimum, maximum, de la douille de guidage	
B_{douille}	Largeur de la douille de guidage	
$d^{\text{min}}_{\text{col}}$, $d^{\text{max}}_{\text{col}}$	Diamètres minimum, maximum, de la colonne de guidage	
c_{pl}	Valeur de la course autorisée du plateau $\underline{\mathbf{2}}$	
T_{max}	Temps maximum autorisé pour soulever le plateau chargé	$2\ s$
v^{req}	Vitesse moyenne exigée lors de la montée	$50\ mm.s^{-1}$
D_{m}, D_{r}	Diamètres des poulies motrice et réceptrice	
Z_{m}, Z_{r}	Nombres de dents des poulies motrice et réceptrice	
Δx_{pl}	Translation du plateau $\underline{\mathbf{2}}$	
$\Delta\theta_{\text{vis}}$, N_{tours}	Rotation de la vis $\underline{\mathbf{1}}$	$[rad]$, $[tr]$
p	Pas de la vis à billes	$[m.tr^{-1}]$
Ω_{vis}	Vitesse de rotation de la vis à billes	$[rad.s^{-1}]$
Ω_{mot}, $\Omega_{\text{mot,N}}$	Vitesse de rotation courante, nominale, du moteur	$[rad.s^{-1}]$
k	Rapport de la transmission par courroie	
n, n_{N}	Fréquence courante, nominale, de rotation du moteur	$[tr.min^{-1}]$
v_{pl}, $v_{\text{pl,N}}$	Vitesse courante, nominale, de translation du plateau	$[m.s^{-1}]$
T_{acc}, $T_{\text{déc}}$	Durée de la phase d'accélération, de décélération, du plateau	
T_{u}	Durée du parcours à vitesse constante	
T_{total}	Temps total de montée du plateau	
C_{mot}	Moment délivré par le moteur en fonctionnement	
$\mathbf{E}^{\text{cin}}_{\text{mot}}$, $\mathbf{E}^{\text{cin}}_{\text{vis}}$, $\mathbf{E}^{\text{cin}}_{\text{pl}}$	Energies cinétiques de l'arbre moteur, de la vis à billes, du plateau	
J_{mot}	Inertie de l'arbre moteur autour de son axe	
J_{vis}	Inertie de la vis à billes autour de son axe	$1.05\ kg.m^2$
$J_{\text{eq, vis}}$, $J_{\text{eq, pl}}$	Inertie équivalente de la vis, du plateau, ramenées sur l'axe moteur	
J_{eq}	Inertie équivalente de l'ensemble {arbre moteur + vis + plateau} ramenée sur l'axe moteur	
$\mathbf{P}_{\text{mot}}$, $\mathbf{P}_{\text{pl}}$	Puissance développée par le moteur, le plateau	
$M_{\text{rés}}$	Moment ramené sur l'arbre moteur généré par le poids du plateau	

IMPRIMERIE NATIONALE – 21 1062 – D'après documents fournis

Cahier réponse
Épreuve de Sciences Industrielles B

AVERTISSEMENT

Toutes les calculatrices sont interdites, quel qu'en soit le type, ainsi que les agendas électroniques et les téléphones portables…

INSTRUCTIONS

- Remplir sur chaque copie A3 en MAJUSCULES toutes vos informations d'identification : nom, prénom, numéro inscription, date de naissance, le libellé du concours, le libellé de l'épreuve et la session.
- **Une feuille dont l'entête n'a pas été intégralement renseignée, ne sera pas prise en compte.**
- **Vérifiez que votre cahier réponse comporte le nombre de pages indiqué et qu'il est correctement imprimé.**
- Composer lisiblement sur les copies avec un stylo à encre foncé : bleue ou noire. D'autres couleurs peuvent être utilisées uniquement dans les schémas.
- L'usage de stylo à friction, stylo plume, stylo feutre, liquide de correction et dérouleur de ruban correcteur est interdit.
- **À la fin de l'épreuve, rendre toutes les pages dans l'ordre mêmes celles non renseignées. Toute réclamation ultérieure ne pourra pas être prise en compte.**
- Il est interdit aux candidats de signer leur composition ou d'y mettre un signe quelconque pouvant indiquer sa provenance.

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/Spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

CONSIGNES

- Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.
- Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.
- N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.

II.1 Validation des solutions techniques de guidage pour la vis à billes et les colonnes de guidage

Actions de liaison sur la vis 1

Question 1 Indiquer les actions de liaisons nulles ("0") et a priori non nulles ("X") en A et B :

$$\{\mathcal{T}_A\} = \left\{ \begin{array}{cc} X_A & L_A \\ Y_A & M_A \\ Z_A & N_A \end{array} \right\}_{(A,\vec{x},\vec{y},\vec{z})} = \left\{ \quad \right\}_{(A,\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$$

$$\{\mathcal{T}_B\} = \left\{ \begin{array}{cc} X_B & L_B \\ Y_B & M_B \\ Z_B & N_B \end{array} \right\}_{(B,\vec{x},\vec{y},\vec{z})} = \left\{ \quad \right\}_{(B,\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$$

Question 2 Ensemble isolé :

Méthode utilisée :

Expression des actions de liaison :

$X_A =$	$X_B =$
$Y_A =$	$Y_B =$
$Z_A =$	$Z_B =$
$L_A =$	$L_B =$
$M_A =$	$M_B =$
$N_A =$	$N_B =$

Ba

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question 3 Le système est : ☐ isostatique ☐ hyperstatique

Justification :

Commentaire sur la modélisation des liaisons :

Question 4 Actions mécaniques extérieures s'appliquant sur la vis à billes :

—

—

—

...

Sollicitations subies par la vis à billes *(indiquer "0" lorsque nulle, ou bien "X" lorsque non nulle)* :

	portion OA	portion AK'	portion $K'B$
traction			
compression			
flexion			
cisaillement			
torsion			

	portion OA	portion AK'	portion $K'B$
$\{\mathcal{T}_{coh}\}$	$\left\{ \right\}_{(M,\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$	$\left\{ \right\}_{(M,\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$	$\left\{ \right\}_{(M,\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$

Déformations de la vis 1

Question 5 Hypothèses nécessaires pour justifier la *Supposition S1* :

—

—

...

Question 6 Sollicitation(s) à étudier pour obtenir θ_A, θ_B et $\theta_{K'}$:

Équation(s) à résoudre pour obtenir les angles :

Indiquer par "X" les paramètres influençant la valeur de θ_A, θ_B, $\theta_{K'}$:

Paramètre	Δ	F	L	h	$C_{m/1}$	d_{vis}	d_{col}	E	ρ	$I_{G\vec{x}}$	$I_{G\vec{z}}$
Influence											

Rotulage entre la vis et le bâti

Question 7 Commentaire sur le signe de $\theta_{K'}$:

Schéma représentant la déformée de la vis aux positions extrêmes :

Position $h = 0$ Position $h = 1.5\ m$









Conclusion sur les résultats présentés et commentaires :

Question 8 Commentaire sur l'utilisation des paliers *HPC UCF204* :

Rotulage entre le plateau et la colonne de guidage

Question 9

	ne convient pas	convient tout juste	convient largement
igus RJUM-03			
igus RJUM-06			

Justification :

Question 10 Référence de la douille *igus* à utiliser :

Justification :

$D^{min}_{douille} =$ $d^{min}_{col} =$

$D^{max}_{douille} =$ $d^{max}_{col} =$

Question 11 Expressions du rotulage : $\alpha =$

$\alpha^{min} =$ $\alpha^{max} =$

Question 12 Applications numériques :

$\alpha^{min} =$ $\alpha^{max} =$

Commentaire sur la valeur de rotulage de $\pm 0.5°$ indiquée par le constructeur :

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille : (Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription : (Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

Né(e) le : / /

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/Spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

CONSIGNES

- *Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.*
- *Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.*
- *Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.*
- *Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.*
- *N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.*

Question 13

	Rotulage **2**/**0"** calculé / réel				Justification
Hypothèse formulée	+	–	0	?	
plateau **2** parfaitement rigide					
vis **1** modélisée par une poutre cyl. pleine					
pas de jeu dans l'écrou à billes **2'**					
jeu dans les paliers de guidage **2"**					
colonnes **0"** parfaitement rigides					
traitement de dureté non pris en compte					
liaisons sans frottement	X				
étude menée en statique		X			
étude menée dans le plan				X	

Légende :

\+ : indique que le rotulage calculé avec cette hypothèse est plus grand que le rotulage réel.

– : indique que le rotulage calculé avec cette hypothèse est plus faible que le rotulage réel.

0 : indique que l'hypothèse n'a aucune conséquence sur le rotulage.

? : indique que la conséquence sur le rotulage calculé est indéterminée.

(ne pas remplir les lignes grisées données comme exemples)

Tournez la page S.V.P.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

II.2 Choix du servomoteur d'entrainement

Question 14 Valeur de la course maximale du plateau **2** : $c_{pl} =$

Commentaire par rapport à l'exigence FP1.1 :

Question 15 Expression du temps de montée maximum : $T_{max} =$

Application numérique : $T_{max} =$

Justification de l'utilisation d'une courroie crantée :

Question 16 Valeur du pas de la vis **1** : $p =$

Relation entre la translation de **2** et la rotation de **1** : $\Delta x_{pl} =$

Valeur du nombre de tours de la vis **1** effectués lors de la montée du plateau :

$N_{tours} =$

Question 17 Cocher le type de transmission :

Multiplication (de vitesse)	Réduction (de vitesse)

Expression du rapport de la transmission par courroie :

$$k = \frac{\Omega_{vis}}{\Omega_{mot}} =$$

Question 18 Application numérique : $Z_m =$ $Z_r =$

$k =$

Question 19 Relation entre Ω_{mot} et n : $\Omega_{mot} =$

Relation entre v_{pl} et Ω_{vis} : $v_{pl} =$

Unités des grandeurs de l'expression précédente :

Question 20

Expression du rapport : $K =$

Expression du rapport : $\frac{v_{pl}}{n} =$

Application numérique : $\frac{v_{pl}}{n} =$

Question 21 Vitesses nominales $v_{pl,N}$ de translation du plateau possibles :

n_N $(tr.min^{-1})$	2000	3000	4500	6000
$v_{pl,N}$ $(m.s^{-1})$				

Vérification du temps de montée du plateau (hypothèse simpliste)

Question 22 Temps de montée en négligeant les durées d'accélération et de décélération :

$T_{total} =$

Application numérique :

n_M $(tr.min^{-1})$	2000	3000	4500	6000
T_{total} (s)				

Question 23 Servomoteurs capables de respecter le critère de temps de montée maximal :

Commentaires sur les conséquences de l'hypothèse négligeant T_{acc} et $T_{déc}$:

Vérification du couple nominal

Question 24 Méthode pour établir une relation entre C_{mot} et P :

Hypothèse(s) utilisée(s) dans cette méthode :

Expression de : $\tilde{K} =$

Question 25 Application numérique : $C_{mot} =$

Servomoteurs **ne permettant pas** de respecter le couple nominal nécessaire en phase de vitesse constante :

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/Spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

CONSIGNES

- *Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.*
- *Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.*
- *Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.*
- *Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.*
- *N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.*

Vérification du temps de montée du plateau (loi de vitesse trapézoïdale)

Question 26 Explication de la différence entre T_{acc} et $T_{déc}$:

Expression de : $\mathbf{E}_{mot}^{cin} =$

Intervalle de valeurs pour l'inertie J_{mot} :

Question 27 Expression de : $\mathbf{E}_{vis}^{cin} =$

Expression de : $J_{eq,\,vis} =$

Application numérique : $J_{eq,\,vis} =$

Question 28 Expression de : $\mathbf{E}_{pl}^{cin} =$

Expression de : $J_{eq,\,pl} =$

Application numérique : $J_{eq,\,pl} =$

Question 29 Expression de : $J_{eq} =$

Intervalle de valeurs pour l'inertie J_{eq} :

Bc

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question 30 Explication sur le calcul de C_{mot} :

Question 31 Enoncé du théorème de l'énergie cinétique :

Bilan des puissances intérieures et extérieures à l'ensemble {arbre moteur+vis+plateau} :

— ...

Question 32 Expression de : $\mathbf{P}_{mot} =$

Expression de : $\mathbf{P}_{pl} =$

Valeur des autres puissances mécaniques :

Justification(s) :

Question 33 Explication :

Phase d'accélération : $\Omega_{mot} =$

Phase de décélération : $\Omega_{mot} =$

Question 34 Durée d'accélération : $T_{acc} =$

Durée de décélération : $T_{déc} =$

Question 35 Signe de $T_{acc} - T_{déc}$:

Justification :

Explication sur l'ordre de grandeur de la différence entre T_{acc} et $T_{déc}$:

Question 36 Validation de l'hypothèse de durée d'accélération et de décélération négligeables :

Justification :

Question 37 Servomoteurs respectant le critère de temps de montée maximal : (Cocher les servomoteurs respectant le critère de temps de montée maximal T_{max}).

Type	n_N (tr/min)	M_N (N.m)	P_N (kW)	T_{acc} (s)	T_u (s)	$T_{déc}$ (s)	T_{total} (s)	Q37
EZ705U	4500	16.4	7.7	0.26	1.50	0.21	**1.97**	
EZ705U	3000	21.3	6.7	0.13	2.48	0.11	**2.72**	
EZ802U	4500	10.5	5	0.55	1.25	0.41	**2.22**	
EZ802U	3000	22.3	7	0.16	2.45	0.14	**2.75**	
EZ803U	3000	26.6	8.4	0.16	2.45	0.15	**2.75**	
EZ805U	2000	43.7	9.2	0.09	3.81	0.08	**3.99**	
EZ302U	3000	1.59	0.5	16.35	0.00	0.15	**16.50**	
EZ303U	6000	1.96	1.2	4.18	0.00	0.47	**4.65**	
EZ303U	3000	2.07	0.65	2.93	0.93	0.41	**4.27**	
EZ401U	6000	2.3	1.4	2.99	0.00	0.57	**3.56**	
EZ401U	3000	2.8	0.88	1.22	1.82	0.35	**3.38**	
EZ402U	6000	3.5	2.2	1.58	0.21	0.60	**2.39**	
EZ402U	3000	4.7	1.5	0.49	2.23	0.24	**2.97**	
EZ404U	6000	5.8	3.6	0.74	0.72	0.43	**1.88**	
EZ404U	3000	6.9	2.2	0.29	2.36	0.19	**2.84**	
EZ501U	6000	3.4	2.1	1.71	0.13	0.63	**2.47**	
EZ501U	3000	4.3	1.4	0.57	2.18	0.27	**3.02**	
EZ502U	6000	5.2	3.3	0.90	0.61	0.49	**1.99**	
EZ502U	3000	7.4	2.3	0.28	2.37	0.18	**2.83**	
EZ503U	6000	6.2	3.9	0.74	0.71	0.44	**1.89**	
EZ503U	3000	9.7	3.1	0.21	2.42	0.15	**2.78**	
EZ505U	4500	9.5	4.5	0.35	1.43	0.25	**2.04**	
EZ505U	3000	13.5	4.2	0.16	2.46	0.12	**2.74**	
EZ701U	6000	5.2	3.3	0.96	0.56	0.52	**2.04**	
EZ701U	3000	7.4	2.3	0.30	2.35	0.19	**2.85**	
EZ702U	6000	7.2	4.5	0.68	0.74	0.44	**1.86**	
EZ702U	3000	12	3.8	0.18	2.44	0.14	**2.76**	
EZ703U	4500	12.1	5.7	0.31	1.46	0.24	**2.01**	
EZ703U	3000	16.5	5.2	0.14	2.47	0.12	**2.73**	

Tableau R37 - Résultats des calculs des durées des phases de montée pour les servomoteurs.

Commentaire :

Modèle CMEN-DR v2 ©EXATECH

Nom de famille :
(Suivi, s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

Numéro Inscription :

Né(e) le : / /

(Le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la feuille d'émargement)

(Remplir cette partie à l'aide de la notice)

Concours / Examen : ..... Section/Spécialité/Série : .....

Epreuve : ..... Matière : ..... Session : .....

CONSIGNES

- *Remplir soigneusement, sur CHAQUE feuille officielle, la zone d'identification en MAJUSCULES.*
- *Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.*
- *Numéroter chaque PAGE (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le bon sens et dans l'ordre.*
- *Rédiger avec un stylo à encre foncée (bleue ou noire) et ne pas utiliser de stylo plume à encre claire.*
- *N'effectuer aucun collage ou découpage de sujets ou de feuille officielle. Ne joindre aucun brouillon.*

062

Sciences Industrielles B

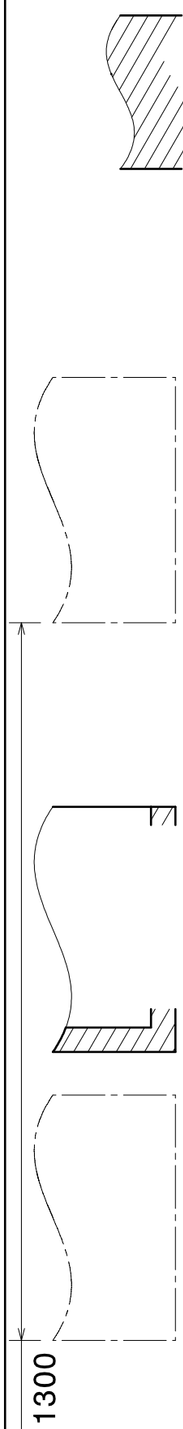
Document à rendre à la fin de l'épreuve

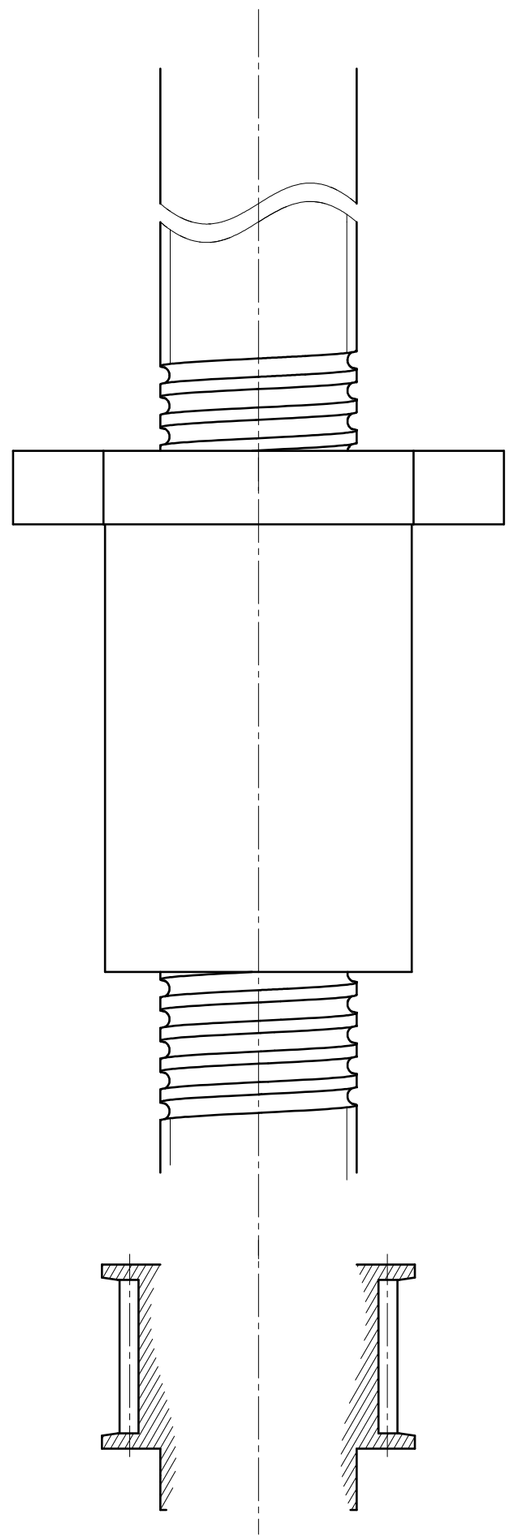
Bd

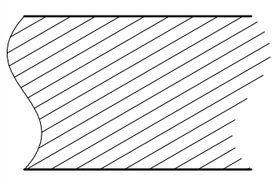
Tournez la page S.V.P.

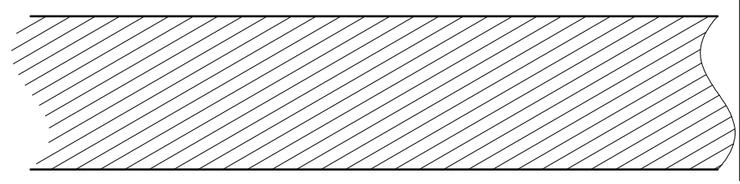
Zone de conception 1
Echelle : 1:1

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE









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
- Mobilité, hyperstatisme et petits déplacements
- Transmetteurs de puissance et trains d'engrenages
- Cinétique : torseurs cinétique et dynamique, énergie cinétique, inertie équivalente
- Énergétique : puissances, théorème de l'énergie cinétique, rendement

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