Banque PT, France

Session 2022, filière PT

Sciences industrielles B

Durée : 6 heures

Ce que traite le sujet

- Partie I : détermination du couple transmissible par l'arbre
- Partie II : prédimensionnement de l'arbre
- Partie III : étude du ressort d'éjection du pieu
- Partie IV : étude de la gâchette électromagnétique
- Partie V : dessin d'étude de 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/2022/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 35 pages de texte numérotées de **T1/35** à **T35/35** comprenant des annexes à partir de la page **T25/35** ;
- 1 cahier réponse de 12 pages numérotées de **1/12** à **12/12 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 (annexe K), se trouve un tableau récapitulant les données et les notations principales utilisées dans l'énoncé.

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.

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.

Tournez la page S.V.P

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

Banc d'essai de lames de tondeuse à gazon

La société ETESIA, implantée en région Grand Est, est spécialisée dans la conception, la fabrication et la vente de matériel dédié à l'entretien des espaces verts. ETESIA propose une gamme de 22 tondeuses différentes, équipées de lames différentes.



Figure 1- Tondeuses à gazon de la gamme ETESIA

Pour mettre sur le marché une nouvelle tondeuse, le modèle doit passer de nombreux tests normalisés. L'un d'entre eux a pour objectif de garantir l'intégrité de la lame lors d'un choc éventuel avec un objet enfoncé dans le sol : après un choc, la lame doit rester d'un seul tenant et aucun morceau ne doit être éjecté afin de ne pas blesser les personnes à proximité. Il s'agit d'un essai destructif réalisé sur une tondeuse prête à la vente.

La qualité d'une lame est susceptible de varier selon un grand nombre de paramètres (matériau, procédé de fabrication, traitements thermiques, etc...). C'est pour cette raison que l'entreprise ETESIA réalise après chaque campagne de production de lames un essai d'impact sur un échantillon de lames.

Afin de ne pas détruire une tondeuse à chaque lot de lames fabriquées, ETESIA a décidé de réaliser un banc d'essai de lames seules, basé sur le principe de l'essai normalisé. L'étude proposée répond à certains aspects de la conception de ce banc d'essai de lames.

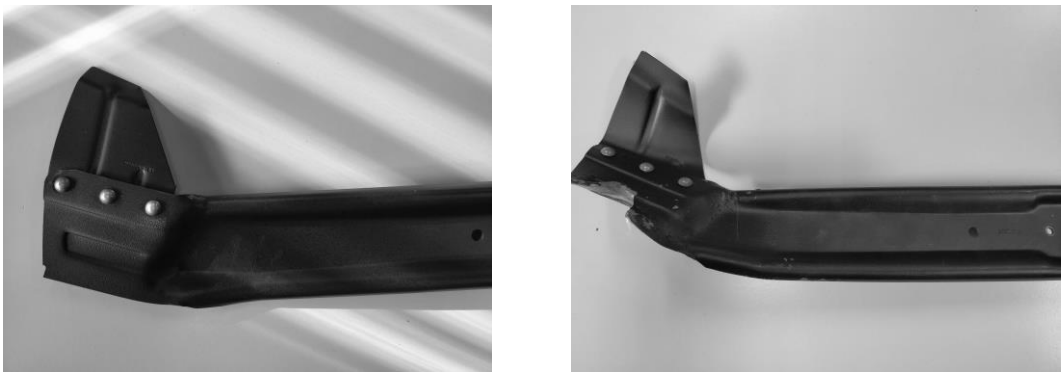


Figure 2 - Lame avant et après impact

Présentation du problème

Le contexte

L'essai d'impact normalisé consiste à éjecter une tige métallique de 25 mm de diamètre sur la trajectoire de la lame de la tondeuse tournant à sa vitesse maximale. La tige métallique, appelée « pieu », est située à l'avant de la tondeuse à 35 mm de l'extrémité de la lame. Le pieu est guidé en translation lors de l'éjection et de l'impact.

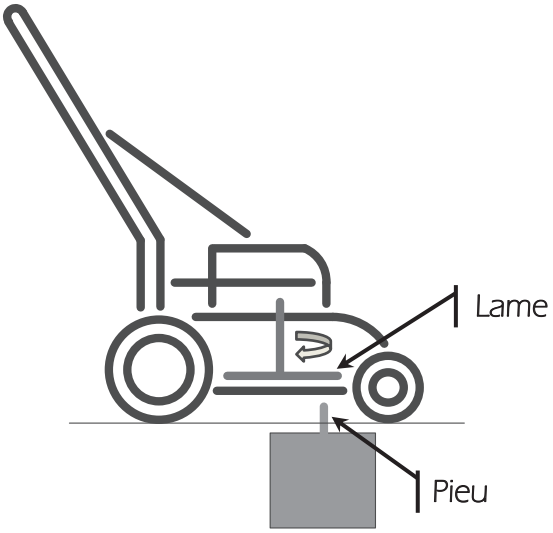


Figure 3 - Avant impact, la lame tourne à vitesse maximale

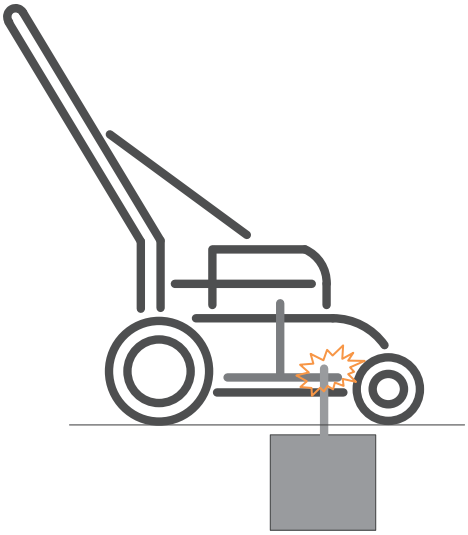


Figure 4 - Après impact, le pieu a été éjecté et a stoppé la lame

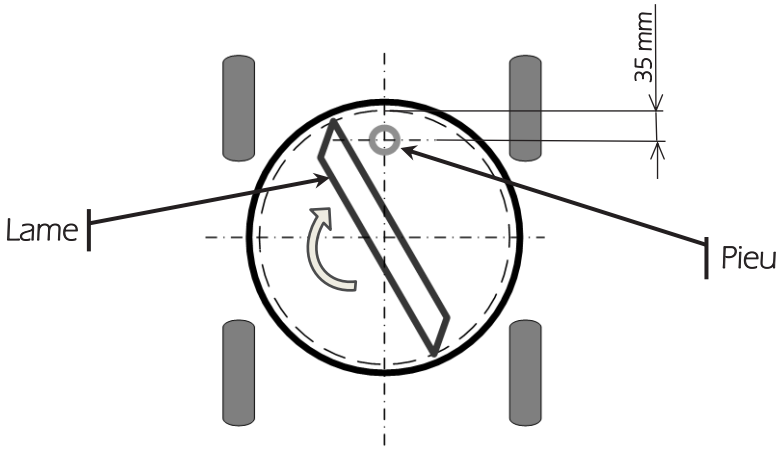


Figure 5 - Essai d'impact normalisé vu de dessus

Le banc d'essai

Le banc d'essai reprend le principe de l'éjection du pieu sur la trajectoire de la lame. Afin de privilégier la sécurité, la modularité et l'ergonomie, différents aménagements ont été retenus :

- L'axe de rotation de la lame est horizontal et situé à hauteur d'homme ;
- Chacune des 22 références de lames peut être rapidement montée sur le banc ;
- La mise en place de la lame et l'armement du dispositif d'éjection sont faits manuellement ;
- L'essai est automatisé.

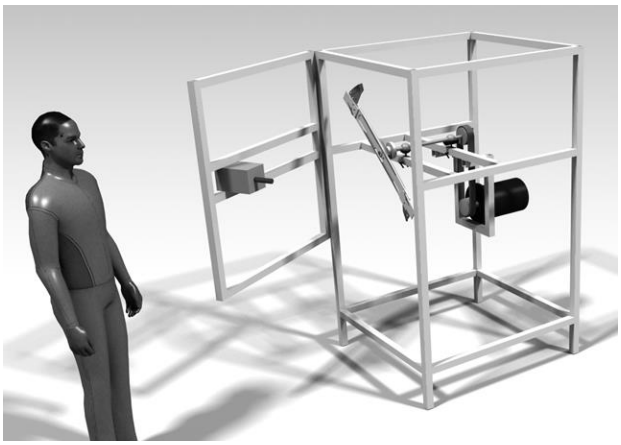


Figure 6 - Le banc d'essai

Structure du banc d'essai

La structure du banc d'essai est représentée sur les figures 7 et 8 ci-dessous.

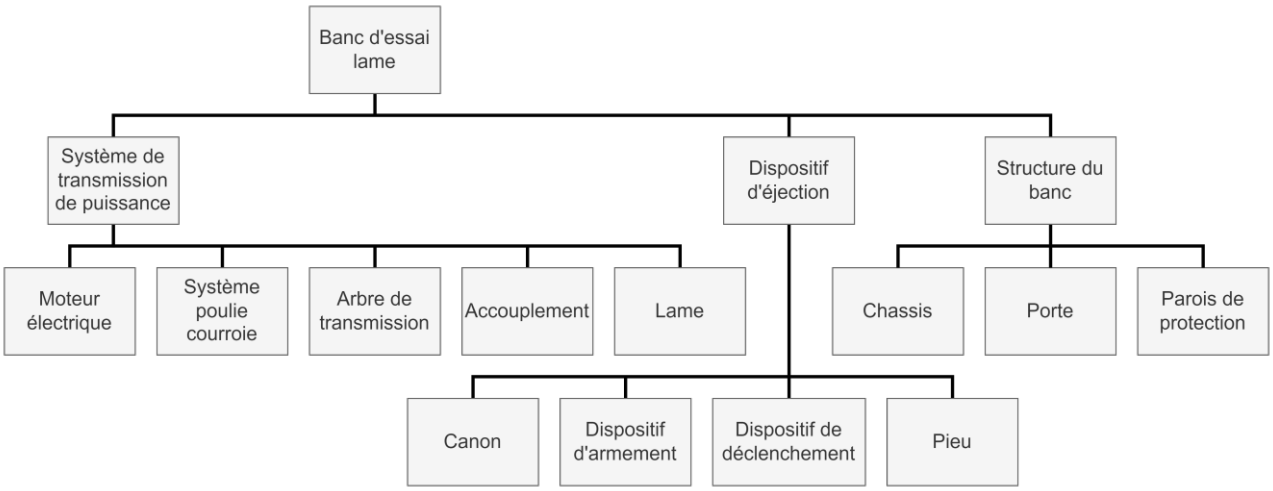


Figure 7 – Diagramme de blocs internes

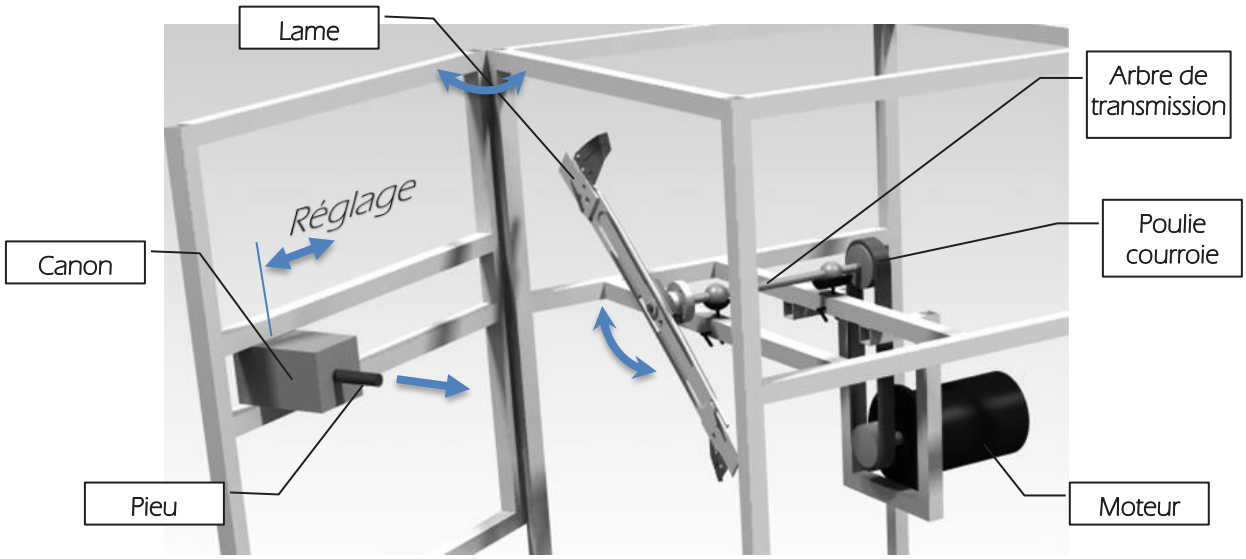


Figure 8 - Principaux éléments du banc

Principe de fonctionnement du banc

Le banc est constitué d'un châssis en profilés normalisés d'alliage d'aluminium. Grâce à un système poulie-courroie, un moteur électrique entraine un arbre horizontal. L'opérateur ouvre la porte du banc, accouple la lame à tester avec l'extrémité de l'arbre horizontal. Sur la porte du banc, l'opérateur adapte radialement la position du pieu en fonction de la taille de la lame installée, arme l'éjecteur, introduit un pieu dans le canon, ferme la porte, et lance le processus de test automatisé. Le moteur se met en marche et quand la vitesse de test est atteinte, l'éjection du pieu est déclenchée. Le choc avec la lame arrête le dispositif. L'opérateur peut alors ouvrir la porte du banc pour démonter la lame et l'expertiser.



Figure 9 - Profilés normalisés

Cahier des Charges Fonctionnel partiel (Extraits)

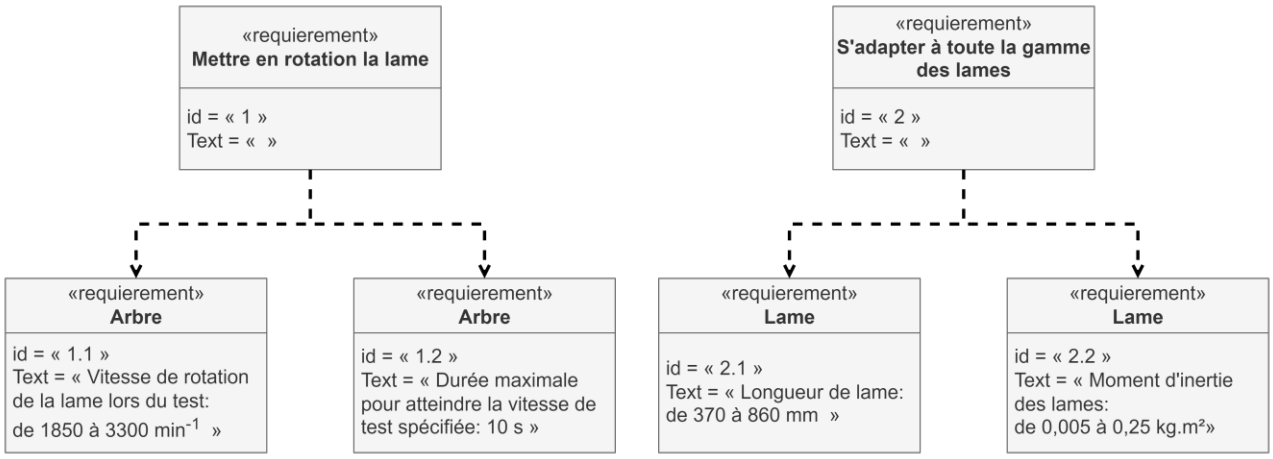


Figure 10 - Diagramme des exigences (extraits)

Objet de l'étude

La présente étude porte principalement sur deux sous-ensembles du banc d'essai.

Les deux premières parties visent à prédimensionner l'arbre de transmission (longueurs, diamètres).

La troisième, la quatrième et la cinquième partie visent à déterminer, choisir et représenter (travail graphique) des éléments et des solutions constituant le dispositif d'éjection.

Travail demandé

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 entre 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 (parties I à IV, 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 V, 50% de la note globale) :

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

Applications numériques.

Dans le domaine des Sciences Industrielles, le fait de savoir calculer et analyser les valeurs des grandeurs utiles au dimensionnement est aussi important que celui de savoir déterminer leurs expressions littérales. C'est pourquoi, une attention toute particulière sera accordée à la réalisation des applications numériques.

Pour réaliser celles-ci sans l'usage d'une calculatrice, le candidat pourra faire des approximations de bon sens, qui conduiront éventuellement à une erreur relative de quelques pourcents sur le résultat final, tolérée par le correcteur.

Partie I Détermination du couple transmissible par l'arbre

L'arbre de transmission est sollicité en torsion pendant deux phases du fonctionnement : au moment de l'impact entre le pieu et la lame et au moment du démarrage du moteur.

Objectif : Il s'agit dans cette partie d'estimer l'intensité de ces deux couples de torsion et d'identifier le cas de chargement le plus sévère.

A- Détermination du couple transmis par la lame sur l'arbre au moment de l'impact pieu/lame.

L'accouplement entre la lame et l'extrémité de l'arbre est réalisé par obstacle et par adhérence (voir figures 13, 14 et 15, annexe A). L'obstacle est réalisé par 4 ergots qui doivent se cisailler en cas de blocage de la lame en utilisation courante de la tondeuse, et donc au moment de l'impact dans le cas du banc d'essai. L'adhérence est réalisée sur une surface annulaire, l'effort presseur axial étant assuré par le serrage d'une vis en bout d'arbre.

Notations :

On note $\mathbf{C_{adh}}$ le couple transmissible par adhérence entre la lame et la rondelle fusible.
On note $\mathbf{C_{cis}}$ le couple conduisant au cisaillement des 4 ergots.
On note $\mathbf{C_{rond}}$ le couple transmis à l'arbre par la rondelle fusible lors d'un choc sur la lame.

A.1 - Couple transmis par adhérence

Hypothèses :

La pression de contact entre la rondelle fusible et la lame est supposée uniforme.

L'influence des perçages et des découpes des ergots est négligée. La surface de contact lame /rondelle est considérée comme une surface annulaire parfaite.

Au moment du choc, le glissement aura lieu uniquement sur la surface de contact lame/rondelle. La liaison rondelle / bout d'arbre conserve sa parfaite intégrité.

Données :

Effort axial exercé par la vis de serrage sur la lame : F_{vis} = 30 000 N.
Coefficient d'adhérence entre la lame et la rondelle fusible : $\mu_{acier/acier}$ = 0,15.
Diamètre intérieur de la surface annulaire : D_{int} = 32,5 mm.
Diamètre extérieur de la surface annulaire : D_{ext} = 60 mm.
En annexe B, sur la figure 17, un modèle simplifié peut être utilisé pour établir l'expression du couple transmissible par une surface annulaire

Question 1

Sur le document réponse, cadre « question 1 », identifier par un trait de couleur bleue la surface de contact annulaire entre la lame et la rondelle fusible.

Question 2

Donner l'expression de C_{adh} en fonction de F_{vis}, $\mu_{acier/acier}$, D_{int} et D_{ext}.

Question 3

Estimer la valeur de C_{adh} (en N.m) à ± 10 %.

A.2 - Couple transmis par les ergots

Hypothèses :

Les 4 ergots sont chargés de la même manière et sollicités en cisaillement.

Données :

Epaisseur des ergots : e = 1.5 mm.
Largeur des ergots : b = 4 mm.
Diamètre moyen d'implantation des ergots : d_{ergot} = 42 mm.
Résistance à la rupture du matériau de la rondelle fusible : R_m = 300 MPa.
Angle de pliage des ergots : α = 30 °.

Question 4

Sur le document réponse, cadre « question 4 », identifier par un trait de couleur rouge la trace de la section cisaillée d'un ergot lors d'un choc sur la lame.

Question 5

Donner l'expression de C_{cis} en fonction des données nécessaires.

Question 6

Estimer la valeur de C_{cis} à ± 10 %.

A.3 - Couple transmis à l'arbre par la rondelle fusible lors d'un choc sur la lame

Données :

Quelles que soient les réponses aux questions précédentes, on retiendra :

Couple transmis par adhérence entre la lame et la rondelle fusible : $\mathbf{C_{adh}}$ = 120 N.m.
Couple de cisaillement des 4 ergots : $\mathbf{C_{cis}}$ = 200 N.m.

Question 7

Parmi les cinq expressions proposées dans le document réponse, cocher l'expression correcte de $\boldsymbol{C_{rond}}$ en fonction de $\boldsymbol{C_{adh}}$ et C_{cis}.

Question 8

Donner la valeur de $\boldsymbol{C_{rond}}$.

B- Détermination du couple transmis par le moteur électrique sur l'arbre au moment du démarrage

Avant le déclenchement de l'essai, l'opérateur indique au système la vitesse de rotation de consigne qui correspond à la vitesse nominale de la lame en fonctionnement (voir annexe C). Pour respecter le cahier des charges cette vitesse doit être atteinte en 10s maximum. Pendant cette phase, le moteur exerce sur l'arbre un couple par l'intermédiaire du système poulie-courroie.

Hypothèses :

Les deux poulies sont identiques, le glissement de la courroie est négligé : le rapport de transmission est égal à 1.

Les pertes par frottement sont négligées dans la transmission.

Compte tenu des hypothèses précédentes, on considère que le couple moteur C_{mot} est intégralement transmis à l'arbre par la poulie réceptrice.

Le couple C_{mot} est considéré constant pendant toute cette phase de démarrage.

Les moments d'inerties des pièces en mouvement sont négligés devant le moment d'inertie de la lame.

Données :

Moment d'inertie de la lame : $J_{lame} \in [0{,}005 ; 0{,}25]$ (kg.m²).
Vitesse de rotation de l'arbre : $N_{arbre} \in [1850 ; 3500]$ (tr.min^{-1}).
Durée maximale de la phase d'accélération de la lame : Δt_{acc} = 10 s.

Question 9

Afin de déterminer C_{mot}, préciser l'ensemble isolé, cocher le principe retenu, le théorème utilisé et l' axe sur lequel il sera projeté (voir fig. 17, annexe B).

Question 10

Donner l'expression de C_{mot} en fonction des données de J_{lame}, N_{arbre} et Δt_{acc}.

Question 11

Donner la référence de la lame (voir annexe C) qui est la plus exigeante pour dimensionner le couple moteur.

Question 12

Calculer le couple moteur minimal C_{mot_min} que doit exercer le moteur sur l'arbre pour respecter Δt_{acc} = 10 s quelle que soit la lame testée.

C- Détermination du couple maximal transmissible par l'arbre

Comme précisé au début de cette partie I, il s'agit ici d'estimer le cas de chargement le plus sévère pour la torsion de l'arbre de transmission.

Hypothèse :

Quels que soient les résultats de la question 12, le moteur retenu pour équiper ce banc va exercer sur l'arbre un couple maximal au moment du démarrage de $\mathbf{C_{mot_max}}$ = 10 N.m.

Notation :

On note $\mathbf{C_{arbre_max}}$ le couple maximal de torsion auquel est soumis l'arbre de transmission pendant l'utilisation normale du banc d'essai.

Question 13

Parmi les expressions proposées dans le document réponse, cocher l'expression correcte de C_{arbre_max} en fonction de C_{rond} et C_{mot_max}.

Question 14

Donner la valeur de C_{arbre_max}.

Partie II Prédimensionnement de l'arbre

Lors du choc entre la lame et le pieu, l'arbre de transmission est principalement soumis à des sollicitations de flexion et de torsion. L'objectif de cette partie est d'étudier ces sollicitations afin de prédimensionner cet arbre et de définir certaines dimensions du châssis du banc d'essai.

A-Etude de l'arbre en flexion exclusivement

Pour cette partie de l'étude, le modèle retenu est présenté figure 20 en annexe D.

Hypothèses :

L'étude est ramenée à un problème plan de statique.

Lors du choc, l'effort du pieu sur la lame est intégralement transmis à l'arbre en A. Cet effort est vertical et est noté : $F_{lame \rightarrow arbre}$

Lors du choc, le moteur n'est plus alimenté électriquement. Les deux brins de la courroie sont soumis à la même tension. La résultante des forces de la courroie sur l'arbre en D est verticale et est notée $F_{courroie \rightarrow arbre}$.

Données :

Résultante des forces de la courroie sur l'arbre : $F_{courroie \rightarrow arbre}$ = 300 N .
Force de la lame sur l'arbre : $F_{lame \rightarrow arbre}$ = 1200 N .
Longueurs des tronçons de l'arbre : l_1 = 100 mm, l_2 = 200 mm, l_3 = 100 mm, l_4 = 250 mm.
Limite d'élasticité en traction du matériau de l'arbre : R_e = 300 MPa.
Coefficient de sécurité par rapport à la limite élastique : s = 2 .

Notations :

On note B_x, B_y, C_x et C_y les composantes sur $\overrightarrow{\mathbf{x_a}}$ et $\overrightarrow{\mathbf{y_a}}$ des forces des paliers en B et en C sur l'arbre.

On note $M_{fz\,AB}(x_a)$ le moment de flexion en un point d'abscisse $x_a \in [0 ; l_1]$ autour de l'axe $\overrightarrow{\mathbf{z_a}}$. De même, on note $M_{fz\,BC}(x_a)$ le moment de flexion en un point d'abscisse $x_a \in [l_1 ; l_1 + l_2]$ autour de l'axe $\overrightarrow{\mathbf{z_a}}$.

On note σ la contrainte normale générée par la sollicitation en flexion.

On $d_{flexion}$ le diamètre de l'arbre pendant l'étude en flexion.

Question 15

Exprimer les composantes des forces des paliers B et C sur l'arbre en fonction des données.

Question 16

Calculer les valeurs des composantes des forces des paliers B et C sur l'arbre

Question 17

Donner les expressions des moments de flexion $M_{fz\,AB}(x_a)$ et $M_{fz\,BC}(x_a)$ en fonction des données et de B_x, B_y, C_x ou C_y.

Question 18

Calculer les valeurs des moments de flexion en B et C

Question 19 .

Tracer l'évolution du moment de flexion $M_{fz}(x_a)$ dans l'arbre en précisant les valeurs significatives

Question 20

Identifier le point où le moment de flexion est maximal et donner l'expression et la valeur de $M_{fz\text{-}maxi}$

Question 21

Donner l'expression de la contrainte normale maximale dans une section droite σ_{max_sect} en fonction de $M_{fz}(x_a)$ et de $d_{flexion}$

Question 22

Exprimer le diamètre minimum de l'arbre en flexion $d_{flexion_mini}$ en fonction de s, R_e, et des données identifiées précédemment

Question 23

Calculer le diamètre minimum de l'arbre en flexion $d_{flexion_mini}$. On pourra s'appuyer sur la figure 21 annexe E.

B- Etude de l'arbre en torsion exclusivement

Pour cette partie de l'étude, le modèle retenu est présenté figure 19 en annexe D.

Hypothèses :

Lors du choc entre la lame et le pieu, la rondelle fusible va jouer son rôle et exercer un couple constant $C_{rond \rightarrow arbre}$ sur l'arbre. La décélération du système en rotation est brutale mais considérée comme constante.

L'inertie du moteur est modélisée par une inertie équivalente ramenée sur la poulie réceptrice à l'autre extrémité de l'arbre. Cette poulie réceptrice va exercer un couple $C_{poulie \rightarrow arbre}$.

Pendant le choc, le moteur n'est plus alimenté électriquement. Il n'exerce pas de couple sur l'arbre par l'intermédiaire du système poulies-courroie.

L'arbre peut être modélisé par une poutre de section circulaire. L'arbre est plein.

Dans cette partie, l'arbre est sollicité uniquement en torsion.

Notations :

On note J_{arbre} le moment d'inertie de l'arbre autour de l'axe $\overrightarrow{\mathbf{x_a}}$

On note J_{lame} le moment d'inertie de la lame autour de l'axe $\overrightarrow{\mathbf{x_a}}$

On note J_{eq} le moment d'inertie équivalent des poulies et du moteur ramené sur la poulie réceptrice autour de l'axe $\overrightarrow{\mathbf{x_a}}$

On note $\dot{\omega}_{arbre}$ la décélération angulaire de l'arbre.

On note $d_{torsion}$ le diamètre de l'arbre pendant l'étude en torsion

Question 24

En isolant l'ensemble {arbre ; poulie réceptrice}, écrire le théorème du moment dynamique en projection sur l'axe $\overrightarrow{x_a}$.

Question 25

En isolant uniquement l'arbre, écrire le théorème du moment dynamique en projection sur l'axe $\overrightarrow{x_a}$.

Question 26

En considérant que le moment d'inertie de l'arbre est négligeable devant les autres moments d'inertie, écrire la relation liant $C_{rond \rightarrow arbre}$ et $C_{poulie \rightarrow arbre}$.

La suite de l'étude de l'arbre en torsion montre que celui-ci est soumis à un moment de torsion constant sur l'axe $\overrightarrow{\mathbf{x_a}}$. Une démarche similaire à celle utilisée pour la flexion permet de déterminer le diamètre minimum de l'arbre en torsion : $d_{torsion_mini}$ = 25.4 mm.

C- Analyse des résultats

Cette partie n'est à traiter que si les questions 15 à 26 ont été traitées.

L'étude de l'arbre en torsion exclusivement et en flexion exclusivement vient d'être traitée. Au vu des résultats :

Question 27

Quelle proposition du document réponse retenez-vous pour déterminer le diamètre minimum de l'arbre ?

Question 28

Les dimensions du châssis et de l'arbre ne sont pas figées à ce stade de l'étude. Il est encore possible de faire évoluer les longueurs l_1, l_2 et l_3. A-t-on intérêt à les augmenter ou les diminuer ? Compléter le document réponse en justifiant les choix effectués.

Partie III Etude du ressort d'éjection du pieu

Les parties III, IV et V concernent plus particulièrement le dispositif d'éjection du pieu.

Objectif : Réaliser le dimensionnement du ressort permettant l'éjection du pieu.

A- Détermination de l'énergie nécessaire à l'éjection du pieu

Le pieu à éjecter est un cylindre de révolution en acier S250, découpé dans une barre de diamètre 25 mm. Seuls deux chanfreins de 1 mm sont réalisés aux extrémités. Un pieu ne sert qu'à un seul essai. A chaque nouvel essai, le pieu est remplacé. Le pieu est guidé dans le fût du canon par des bagues de guidage. La force axiale d'éjection du pieu est directement exercée par un ressort de compression qui est comprimé manuellement par l'opérateur. La figure 22 en annexe F représente l'extrémité de ce fût et le pieu dans différentes positions. La figure 28 en annexe I représente le schéma technologique de l'éjecteur.

Données :

Longueur du pieu : L_{pieu} = 360 mm ;
Diamètre du pieu : D_{pieu} = 25 mm ;
Matière du pieu : Acier S250.
Pour l'application numérique, on prendra π=3, et 8 pour la densité de l'acier.

Hypothèses :

Les chanfreins aux extrémités sont négligés.

Notations :

On note m_{pieu} la masse du pieu et ρ_{acier} la masse volumique de l'acier.

Question 29

Donner l'expression de la masse du pieu en fonction de son diamètre D_{pieu}, de sa longueur L_{pieu} et de la masse volumique de l'acier ρ_{acier}.

Question 30

Donner une valeur numérique pour la masse volumique (deux chiffres significatifs) d'un acier standard ρ_{acier}. Précisez l'unité.

Question 31

Calculer la masse du pieu m_{pieu} . Précisez l'unité.

L'éjection du pieu doit s'effectuer pendant la rotation de la lame. Lors d'un essai, le pieu doit dépasser de 20 mm par rapport à la lame à l'instant de l'impact avec celle-ci (figure 22 en annexe F).

Chaque demi-tour, la lame passe devant le pieu. Etant donné la largeur des lames, le diamètre du pieu et le temps de réaction des capteurs et des actionneurs, le pieu doit une fois arrivé à hauteur de lame, terminer sa course pendant que celle-ci tourne de 105° au maximum.

Les lames à tester ont une épaisseur variable. L'épaisseur maximale des lames testées sur ce banc est de 4mm.

Lors d'un tir, le pieu n'est pas le seul élément mis en mouvement. Le poussoir, la poignée et la tige d'armement notamment ont une masse non négligeable.

Données :

Masse estimée de l'ensemble mis en translation lors d'un tir : m_{tir} = 1,5kg.
Fréquence de rotation maximum des lames : $N_{lame\ max}$ = 3500 min^{-1}.

Notations :

On note ΔL_{finale} la distance parcourue par le pieu après avoir atteint le plan de la lame.
On note V_{finale} la vitesse constante du pieu pendant la course ΔL_{finale}.
On note $t_{\Delta Lfinale}$ le temps maximum mis par le pieu pour parcourir la course ΔL_{finale}.
On note $E_{finale\ tir}$ l'énergie cinétique de l'ensemble en translation à la vitesse V_{finale}.

Hypothèse :

La vitesse de translation du pieu est considérée constante pendant la course ΔL_{finale}.

Question 32

Compte tenu des indications précédentes, donner la valeur numérique de la course ΔL_{finale}.

Question 33

Ecrire la relation littérale puis calculer $t_{\Delta finale}$, en secondes.

Question 34

Ecrire la relation littérale puis calculer la vitesse du pieu V_{finale} en $m.s^{-1}$.

Question 35

Ecrire la relation littérale puis calculer l'énergie cinétique du pieu $E_{finale\ tir}$.

B- Dimensionnement du ressort propulseur

Les paramètres géométriques d'un ressort sont nombreux. Les exigences du cahier des charges sont également multiples (encombrement, énergie à restituer, force à exercer, ...). Dans les faits, cela se traduit par un nombre d'inconnues, souvent discrètes, supérieur au nombre d'inéquations. La démarche suivante va nous conduire à faire deux choix nommés choix1 et choix2 afin de trouver un ressort qui réponde aux exigences.

Données :

L'énergie à fournir par le ressort pour un tir, tenant compte des pertes par frottement du pieu dans le canon, est estimée à : $E_{ressort}$ = 20 J.

L'effort « acceptable » que peut fournir un opérateur pour armer le système (normes d'ergonomie NF x35-109) est de : $F_{op\ acc\ choix\ 1}$ = 190 N.

Notations :

On note K, la raideur constante du ressort de compression.
On note L_o la longueur libre du ressort.
On note n_R le nombre de spires utiles du ressort.
On note $L_{a\ choix\ i}$ la longueur du ressort en position « armée » pour le choix i.
On note $L_{fin\ de\ poussée\ choix\ i}$ la longueur du ressort en position « fin de poussée » pour le choix i.
On note $C_{poussée\ choix\ i}$ la course de poussée du ressort pour le choix i.
On note $F_{fin\ poussée\ choix\ i}$ l'effort du ressort en fin de poussée.

Choix n°1 :

Hypothèse :

Le ressort est totalement décomprimé en fin de poussée (passage du pieu dans le plan de la lame de tondeuse) : $F_{fin\ poussée\ choix\ 1} = 0$

La figure 23 en annexe G représente l'évolution de la force développée par le ressort en fonction de la longueur du ressort.

Question 36

Sur la figure 23 de l'annexe G, que représente l'aire grisée ?

En déduire la course du tir $C_{poussée\ choix1}$ correspondant à ce choix 1. Ecrire la relation littérale puis effectuer le calcul numérique.

La valeur de la course $C_{poussée\ choix1}$ du choix 1 ne répond pas aux critères d'encombrement du cahier des charges. Un second choix s'impose en modifiant certaines conditions.

Choix n°2 :

Hypothèses :

Le ressort n'est pas totalement décomprimé en fin de poussée (passage du pieu dans le plan de la lame de tondeuse) $F_{fin\ poussée\ choix\ 2} \neq 0$.

La course de poussée du ressort est de : $C_{poussée\ choix\ 2}$ =100 mm.

L'effort « acceptable » que peut fournir un opérateur dans le cas d'utilisation exceptionnelle (normes d'ergonomie NF x35-109) est de : $F_{op\ acc\ choix\ 2}$ = 240 N

Question 37

Sur le document réponse, compléter la figure en ajoutant les éléments suivants :

- Evolution de la force développée par le ressort ;

- $F_{fin\ poussée\ choix\ 2}$;

- Le travail du ressort pendant la poussée.

Question 38

De la figure précédente, déduire l'expression littérale de $F_{fin\ poussée\ choix\ 2}$ en fonction de $E_{ressort}$, $F_{op\ max\ choix\ 2}$ et $C_{poussée\ choix\ 2}$ puis effectuer le calcul numérique.

Utilisation d'un configurateur en ligne

Afin de déterminer toutes les caractéristiques du ressort, il est possible d'utiliser un configurateur en ligne fourni par un constructeur de ressorts. En fonction des paramètres spécifiés par l'utilisateur, le configurateur déterminera (si cela est possible), les autres caractéristiques du ressort.

Données :

Pour des raisons d'encombrement, on fixe :

Diamètre maximal extérieur du ressort : $D_{e\ ressort}$ = 50 mm.
Longueur du ressort comprimé « position armée » : $L_{armée}$ =100 mm.

Question 39

En tenant compte des données et des résultats de vos calculs (choix 2), sur le document réponse, compléter uniquement les cases nécessaires de la fiche de calcul constructeur.

Le résultat proposé par le configurateur de ressorts en ligne est donné figure 24 annexe G. Il s'agit de vérifier que le ressort proposé sur le document réponse correspond à celui souhaité.

Question 40

Donner l'expression puis calculer les efforts $\boldsymbol{F_{armée}}$ *du ressort proposé en position « armé » et l'effort* $\boldsymbol{F_{fin\ de\ tir}}$ *en position « fin de tir ».*

Donner le diamètre extérieur nominal $D_{ext\ nominal}$ *et calculer le diamètre extérieur* $D_{ext\ max}$. *Conclure.*

Partie IV Etude de la gâchette électromagnétique

Objectif : choisir les deux actionneurs électromagnétiques qui permettent de libérer le poussoir.

Le dessin de la gâchette électromagnétique est donné figure 25 annexe H. Le schéma technologique du canon est donné figure 28 annexe I.

Fonctionnement : Une fois le système armé, pour effectuer le tir, l'opérateur doit déclencher celui-ci à l'aide d'un bouton poussoir. Un capteur optique qui détecte le passage de la lame, permet de déclencher le tir à l'instant opportun. Le déclenchement est effectué par deux pênes qui retiennent le poussoir. Ces deux pênes sont rentrés par l'action brève de deux solénoïdes (actionneurs électromagnétiques). Afin de limiter l'effort nécessaire au retrait de chaque pêne lors du tir, ils sont guidés par une bague cylindrique en téflon (PTFE) « Glycodur® » et sont en contact avec le poussoir par l'intermédiaire d'une bague également en téflon.

Identification des zones de contact

Données :

Ajustement entre la bague « Glycodur » et le pêne : Ø6 H7f7.
La norme sur les ajustements définit : 6 H7 = $\mathbf{6_0^{+12}}$ et 6 f7 = $\mathbf{6_{-22}^{-10}}$.
Longueur de la bague « Glycodur » : L_{bague} = 16 mm.

Notations :

On note J_{max} le jeu maximum entre la bague et le pêne.
On note α_{max} l'angle de rotulage maximum entre le pêne et la bague. Sur le document réponse (question Q41), le jeu entre le pêne et la bague a été exagéré afin de le visualiser.

Question 41

Sur le document réponse, compléter la cotation de la bague « glycodur » et du pêne. Calculer le jeu J_{max} en mm.

Question 42

Exprimer de façon littérale puis estimer en radian la valeur de l'angle de rotulage α_{max}.

Précisez l'hypothèse utilisée pour réaliser votre estimation de l'angle.

Détermination de l'effort à fournir par l'actionneur électromagnétique

Notations :

Pour déverrouiller le poussoir, il faut retirer les pênes. Le noyau de chaque solénoïde exerce une force axiale sur le pêne au point S notée $\overrightarrow{\boldsymbol{F_{sol}}}$.

L'indice « armée » correspond à la position du système où les pênes sont sortis et bloquent le poussoir. Les solénoïdes ne sont pas actionnés ($\overrightarrow{\boldsymbol{F_{sol\ armée}}} = \vec{\mathbf{0}}$).

L'indice « tir » correspond à la position du système où, les solénoïdes étant actionnés ($\overrightarrow{\boldsymbol{F_{sol\ tir}}} \neq \vec{\mathbf{0}}$), les pênes sont en train de rentrer et ils bloquent encore le poussoir.

En position « tir », on note $\overrightarrow{\boldsymbol{F_{R\ tir}}}$ et $\overrightarrow{\boldsymbol{F_{Q\ tir}}}$ les forces exercées par la bague « glucodur » sur le pêne aux points R et Q, et on note $\overrightarrow{\boldsymbol{F_{P\ tir}}}$ la force exercée par la butée « glycodur » sur le pêne au point P.

On note P_N, Q_N et R_N les composantes normales respectives des forces $\overrightarrow{\boldsymbol{F_{P\ tir}}}$, $\overrightarrow{\boldsymbol{F_{Q\ tir}}}$ et $\overrightarrow{\boldsymbol{F_{R\ tir}}}$, et P_T, Q_T et R_T les composantes tangentielles respectives des forces $\overrightarrow{\boldsymbol{F_{P\ tir}}}$, $\overrightarrow{\boldsymbol{F_{Q\ tir}}}$ et $\overrightarrow{\boldsymbol{F_{R\ tir}}}$.

Hypothèses :

La force du ressort $F_{ressort}$ est répartie équitablement sur les deux pênes.

En position « armée » et « tir », le pêne est en contact ponctuel avec la butée « Glycodur » solidaire du poussoir au point P, et en contact ponctuel aux points Q et R avec la bague de guidage.

En position « armée » (voir figure 26 annexe H), l'équilibre statique du pêne se résume à un système soumis à 3 forces parallèles $\overrightarrow{F_{P\ armée}}$, $\overrightarrow{F_{Q\ armée}}$ et $\overrightarrow{F_{R\ armée}}$.

Données :

L'effort du ressort propulseur en position armée et tir est de $F_{ressort}$ = 240 N.
L'étude statique en position « armée » donne :

$$\left\|\overrightarrow{F_{P\ armée}}\right\| = 120N\ ;\ \left\|\overrightarrow{F_{Q\ armée}}\right\| = 150N\ ;\ \left\|\overrightarrow{F_{R\ armée}}\right\| = 30N.$$

Le coefficient de frottement entre le pêne et le revêtement « Glycodur » de la bague et de la butée est : $\mu_{acier/glyc.}$ = 0,1.

Question 43

Sur le document réponse, en position « tir », à l'échelle :

- en rouge, tracer P_N, Q_N et R_N.

- en bleu, tracer P_T, Q_T et R_T.

- en bleu, tracer $\overrightarrow{F_{sol\ tir}}$.

Donner la valeur numérique de P_T, Q_T et R_T.

Question 44

Ecrire l'expression littérale la norme de $\overrightarrow{F_{sol\ tir}}$ et donner sa valeur numérique.

Choix de l'actionneur électromagnétique

Trois références d'actionneurs électromagnétiques sont extraits d'un catalogue constructeur. Ces trois actionneurs ont une course de 15 mm compatible avec l'encombrement de la gâchette. L'évolution de la force développée en fonction de la course du noyau du solénoïde et du taux d'utilisation (ED) sont fournis dans le document réponse à la question Q46.

Donnée :

Après application d'un coefficient de sécurité, la force axiale que doit exercer chaque actionneur est : $F_{sol\ min}$ = 40N.

Hypothèses :

Pendant son déplacement, le pêne frotte sur la butée « glycodur » sur une longueur de 8 mm.

En position « armée », le noyau du solénoïde est complètement sorti.

Question 45

Sur le document réponse, cocher la case correspondant au taux d'utilisation des actionneurs électromagnétiques du banc d'essai

Question 46

Parmi les trois actionneurs proposés, choisir celui ou ceux qui conviennent en entourant sur chaque graphique la zone de la courbe qui justifie ce choix.

Partie V Dessin d'étude de 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 mains levées 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 éléments normalisés dessinés par le candidat, autres que ceux fournis dans le sujet, seront dessinés approximativement en respectant au mieux leurs proportions.

Les modifications réalisées devront conserver les formes des pièces voisines.

Objectif

L'objectif de cette partie est de représenter les solutions technologiques retenues pour le propulseur de pieu appelé « Canon ». Le canon se compose de plusieurs parties (voir annexe H figure 25- Vue en coupe de la gâchette électromagnétique et annexe I figure 27- Canon vue de dessus, figure 28 : Schéma technologique du canon » et la nomenclature en annexe J :

Dispositions constructives et fonctions des différents sous-ensembles

Le fût 17, muni de la bague de guidage « avant » 18 et de la bague de guidage « arrière » 19, a pour fonction de guider le pieu lors de l'éjection de celui-ci et d'encaisser les efforts de la lame sur le pieu lors du choc. Ces efforts doivent être transmis au bâti (profilés en alliage d'aluminium) par l'intermédiaire d'une platine de fixation 16.

La platine de fixation 16 est fixée au bâti (profilés en alliage d'aluminium). Sa position longitudinale est réglable afin de placer le pieu à 35 mm de l'extrémité de la lame, quelle que soit la longueur de la lame testée.

L'ensemble propulseur est fixé à la platine de fixation 16. Il est constitué de plusieurs sous-ensembles :

Le corps du propulseur 1 sur lequel sont fixées les deux gâchettes et la culasse 2.

Les deux gâchettes composées essentiellement d'un solénoïde 13, d'un pêne 10, et d'une bague de guidage « Glycodur » 8, permettent de déclencher électriquement le tir.

La culasse 2 permet :

- le guidage en translation de la tige d'armement 5 grâce à deux douilles à billes 4
- le guidage du ressort propulseur 3.

La tige d'armement 5 sur laquelle est fixé le poussoir 7, est munie d'une poignée d'armement 6. L'armement est manuel.

Le ressort propulseur 3 permet l'éjection du pieu en propulsant le poussoir 7.

Le poussoir 7 transmet l'énergie du ressort propulseur 3 au pieu. Il permet également le verrouillage en position « armée » de la tige d'armement 6. Il est muni d'une butée « Glycodur » 11.

La bague d'amortissement 15, maintenue en position entre la platine de fixation 16 et le corps du propulseur 1, permet d'amortir l'énergie cinétique de la tige d'armement 6 et du poussoir 7 en fin de tir lors de l'arrivée en butée.

Description de l'opération de chargement du canon

La procédure pour charger le « canon » est la suivante :

L'opérateur règle si nécessaire la position du canon pour respecter la distance de 35 mm entre l'axe du pieu et l'extrémité de la lame à tester. Pour cela, il doit desserrer les 6 vis 20 (voir Figure 11), positionner le « canon » en faisant glisser la platine de fixation par rapport au profilé du bâti, puis resserrer ces 6 vis 20.

L'opérateur ferme la porte puis tire sur la poignée d'armement 6 pour armer le « canon ».

Conséquences : Lorsque le poussoir arrive en contact avec les pênes, il les repousse en comprimant les ressorts de rappel des solénoïdes 13, grâce à sa forme conique (angle au sommet du cône compris entre 20° et 40°) et à la forme hémisphérique de l'extrémité des pênes.

Une fois que la butée « Glycodur » 11 a dépassé les pênes, ceux-ci sont repoussés par leur ressort de rappel.

L'opérateur relâche l'effort sur la poignée d'armement 6, le canon est armé.

L'opérateur ouvre la porte et introduit un pieu dans le fût jusqu'au contact avec le poussoir puis referme la porte : le canon est chargé.

Présentation du support de travail

Les travaux graphiques sont à effectuer sur la feuille pré-imprimée de format A3 horizontal, jointe au sujet et reproduite sur la figure 11 ci-après.

Précisions :

Sur la feuille pré-imprimé fournie, afin de faciliter le travail graphique, les repères des pièces ne sont pas indiqués.

La conception sera réalisée à l'échelle 2.

La mise en situation de la partie à concevoir est à l'échelle 1/2 (encadré zone supérieure droite).

Pour des raisons d'encombrement, la vue est une demi vue partielle en coupe A-A. La vue a été interrompue au niveau du fût 17, de la tige d'armement 5 et dans sa partie centrale.

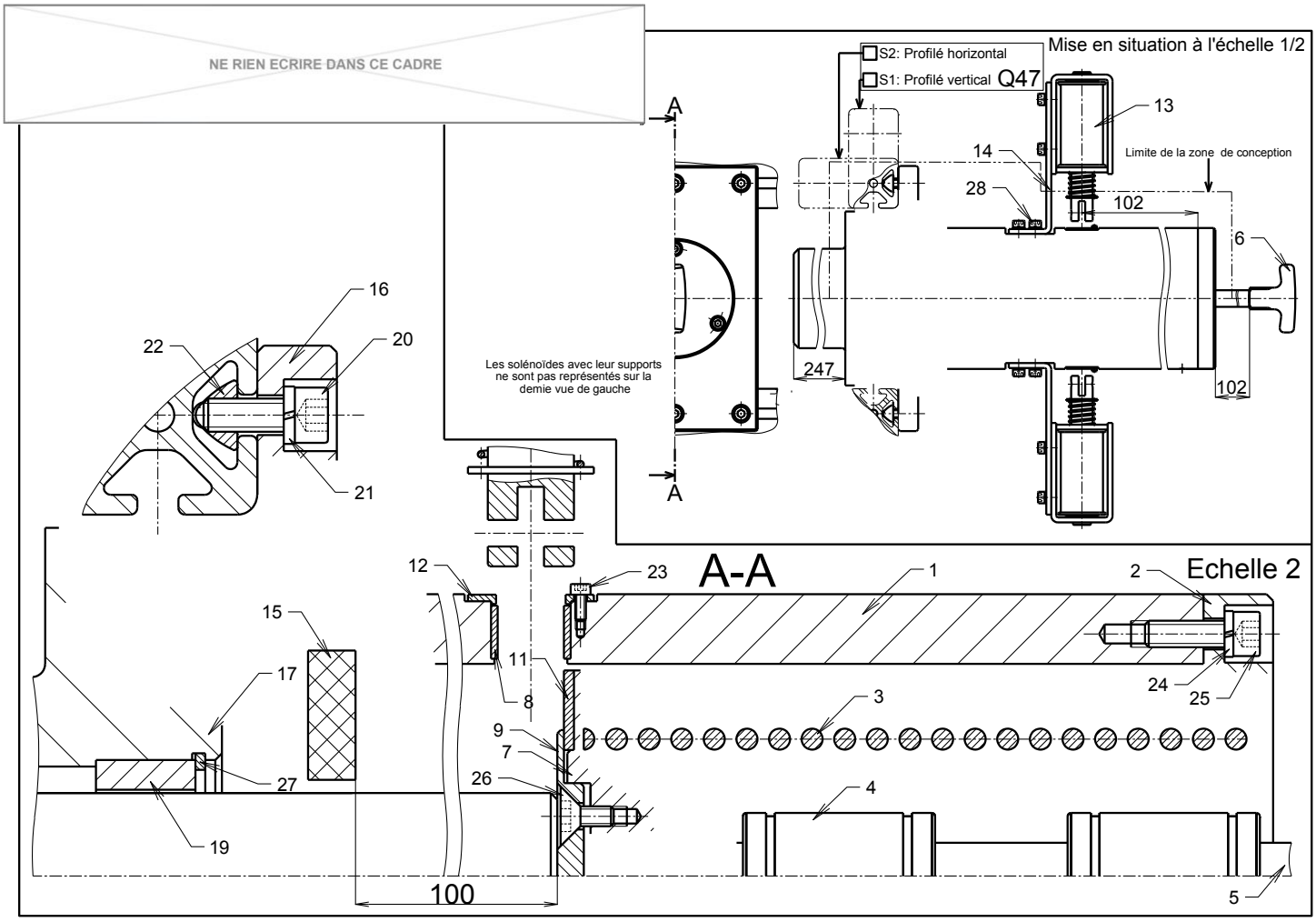


Figure 11 - Format A3 à compléter à échelle réduite

Travail demandé

Afin d'assurer toutes les fonctions de service, de satisfaire à toutes les exigences et en utilisant au mieux les éléments fournis sur le plan, on demande de finaliser la conception de la platine de fixation, de la gâchette, de la culasse et du poussoir.

A- Platine de fixation 16

Cette platine permet la mise et le maintien en position du fût 17, la mise et le maintien en position du corps du propulseur 1, la mise et le maintien en position de la bague d'amortissement 15 et la mise en position réglable et le maintien en position de l'ensemble du canon par rapport au bâti.



Figure 12 - Profilé normalisé

La platine de fixation 16 est liée au bâti. Elle permet en autre de transmettre l'effort $\overrightarrow{F_{impact\ lame \rightarrow pieu}}$ (voir vue de gauche sur le plan, cadre « Mise en situation » à l'échelle ½) provenant de l'impact avec la lame avec le pieu lors d'un tir. Afin de résister au mieux à cette effort, il faut choisir l'orientation des profilés rectangulaires du bâti (voir figure 12 ci-contre): profilé horizontal (à plat) ou profilé vertical (sur chant).

Question 47

Sur le document pré imprimé format A3, cadre « Mise en situation » à l'échelle ½, choisir l'orientation du profilé donnant la meilleure rigidité du châssis en cochant la case S1ou S2.

Question 48

Représenter votre proposition de solution pour la liaison complète entre la platine de fixation 16 et le bâti. Le maintien en position est déjà défini (6 vis et 6 écrous spéciaux pour profilé). Lorsque les vis ne sont pas serrées, le réglage de la position du canon par rapport au bâti doit être possible.

Indiquer la valeur des ajustements normalisés nécessaires.

Question 49

Représenter votre proposition de solution pour la liaison complète (appui plan + centrage court) démontable entre le fût 17 et la platine de de fixation 16.

Indiquer la valeur des ajustements normalisés nécessaires.

Question 50

Représenter votre proposition de solution pour la liaison complète (appui plan + centrage court) démontable entre le corps du propulseur 1 et la platine de de fixation 16. Indiquer la valeur des ajustements normalisés nécessaires.

Cette liaison doit permettre également la mise et le maintien en position de la bague d'amortissement 15 entre la platine de fixation 16 et le corps du propulseur 1.

B- Gâchette

La gâchette est composée de plusieurs éléments :

- Le solénoïde 13 (actionneur de translation électromagnétique)
- Le pêne 10
- La bague « Glycodur » de guidage du pêne 8 et son couvercle 12
- La butée « Glycodur » 11
- Le poussoir 7 et son couvercle 9.

La mise en position et le maintien en position de la bague de guidage 8 dans le corps du propulseur 1 et de la butée « Glycodur » 11 sur le poussoir 7 sont déjà définis.
Le support de solénoïde 14 permet, grâce à des trous oblongs, de régler approximativement l'alignement axial du solénoïde 13 par rapport à l'axe du pêne 10.

Question 51

Représenter votre proposition de solution pour la liaison entre le pêne 10 et l'axe du solénoïde 13. Cette liaison ne doit permettre que la transmission de l'effort axial de déverrouillage.

Les jeux permettant les degrés de liberté nécessaires au bon fonctionnement doivent être représentés (1mm minimum).

Question 52

Représenter votre proposition de solution pour la forme extérieure du poussoir 7 ainsi que la forme de l'extrémité du pêne 10, permettant, lors de l'armement, de repousser l'axe du solénoïde pour réaliser le verrouillage automatique du système. En position « armée », le contact linéique entre le pêne 10 et la bague « Glycodur » 8, doit être de 2 mm au minimum.

C- Culasse 2 et poussoir 7

La culasse 2 doit recevoir les douilles à billes 4 permettant le guidage de la tige d'armement 5. Elle doit également guider l'arrière du ressort propulseur 3 et encaisser son effort de compression.

Le poussoir 7 doit guider l'avant du ressort propulseur 3 et encaisser son effort de compression.

Question 53

La liaison complète entre la culasse 2 et le corps du propulseur 1 est partiellement réalisée. Le maintien en position par 3 vis est déjà défini. Représenter votre proposition de solution permettant la mise en position de la culasse 2 sur le corps du propulseur 1.

Question 54

Définir les formes de la culasse 2 permettant de guider le ressort propulseur 3.

Question 55

Représenter votre proposition de solution permettant la mise et le maintien en position des douilles à billes dans la culasse 2.

Question 56

Définir les formes du poussoir 7 permettant de guider le ressort propulseur 3.

Représenter votre proposition de solution pour la liaison complète démontable entre le poussoir 7 et la tige d'armement 5.

Table des annexes

A Accouplement lame / bout d'arbre 26
B Modélisation et schéma paramétré de l'arbre de transmission..... 27
C Caractéristiques des lames de tondeuses..... 28
D Modélisations de l'arbre..... 29
E Représentations graphiques..... 30
F Extrémité du fût 30
G Ressort d'éjection 31
H Gâchette électromagnétique 32
I Canon 33
J Nomenclature 34
K Table des paramètres 35

Table des figures

Figure 1- Tondeuses à gazon de la gamme ETESIA 2
Figure 2 - Lame avant et après impact 2
Figure 3 - Avant impact, la lame tourne à vitesse maximale 3
Figure 4 - Après impact, le pieu a été éjecté et a stoppé la lame 3
Figure 5 - Essai d'impact normalisé vu de dessus 3
Figure 6 - Le banc d'essai 4
Figure 7 – Diagramme de blocs internes 4
Figure 8 - Principaux éléments du banc 4
Figure 9 - Profilés normalisés 5
Figure 10 - Diagramme des exigences (extraits) 5
Figure 11 - Format A3 à compléter à échelle réduite 22
Figure 12 - Profilé normalisé 23
Figure 13 - Rondelle fusible à ergot 26
Figure 14 - Vue éclatée de l'accouplement lame / arbre 26
Figure 15 - Plan : accouplement lame / bout d'arbre 26
Figure 16 - Modèle permettant d'établir une expression simplifiée du couple d'adhérence transmis par une surface annulaire 27
Figure 17 - Schéma paramétré de l'arbre de transmission 27
Figure 18 - Tableau des caractéristiques des lames de tondeuses 28
Figure 19 - Modèle retenu pour l'étude en TORSION de l'arbre 29
Figure 20 - Modèle retenu pour l'étude en FLEXION de l'arbre 29
Figure 21 - racine cubique - représentation graphique 30
Figure 22 - Extrémité du fût 30
Figure 23 - Force du ressort en fonction de sa longueur - Choix 1 31
Figure 24 - Résultats du configurateur de ressorts 31
Figure 25 - Vue en coupe de la gâchette électromagnétique 32
Figure 26 - Equilibre d'un pène en position "armée" 32
Figure 27 - Canon - vue de dessus 33
Figure 28 - Schéma technologique du canon en position "armée" 33

Accouplement lame / bout d'arbre

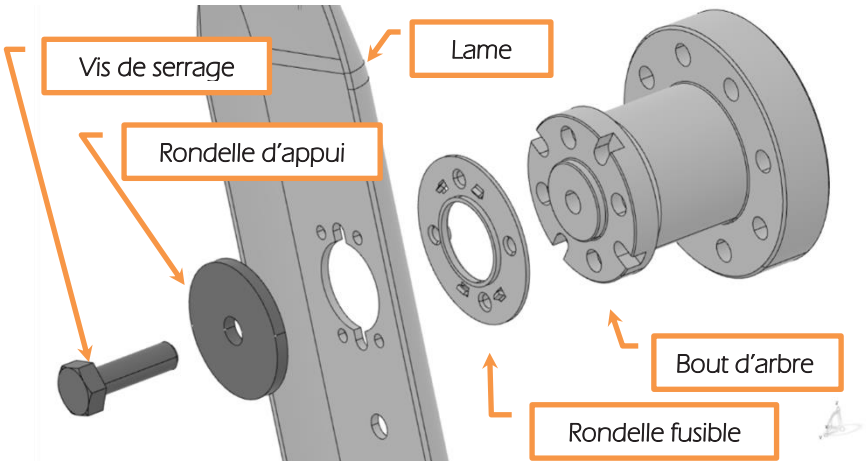


Figure 14 - Vue éclatée de l'accouplement lame / arbre

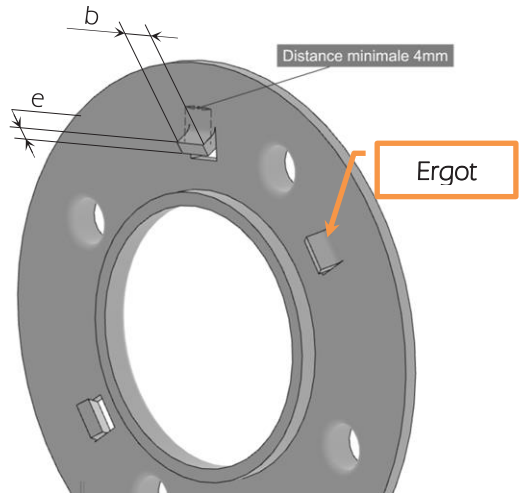


Figure 13 - Rondelle fusible à ergot

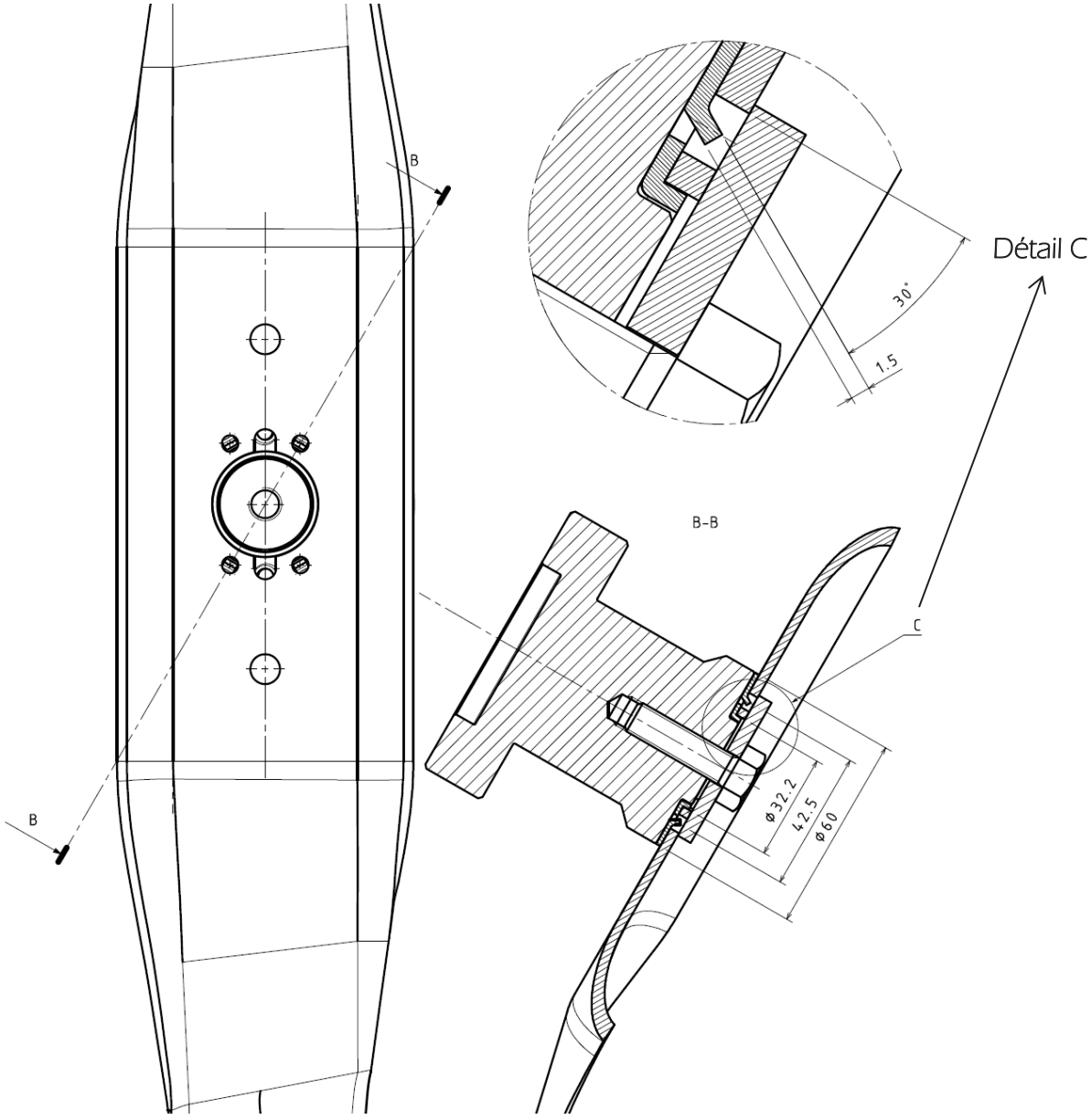


Figure 15 - Plan : accouplement lame / bout d'arbre

Modélisation et schéma paramétré de l'arbre de transmission

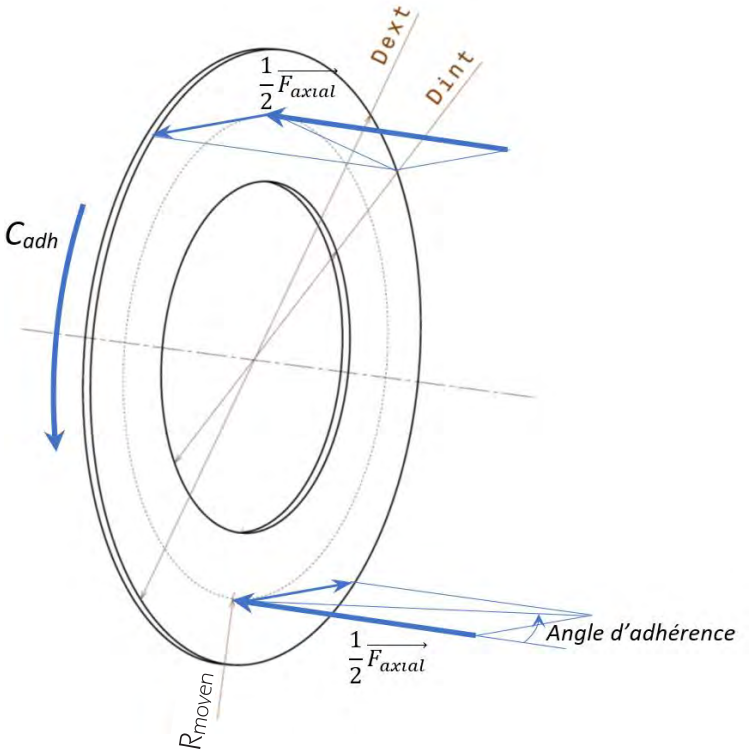


Figure 16 - Modèle permettant d'établir une expression simplifiée du couple d'adhérence transmis par une surface annulaire

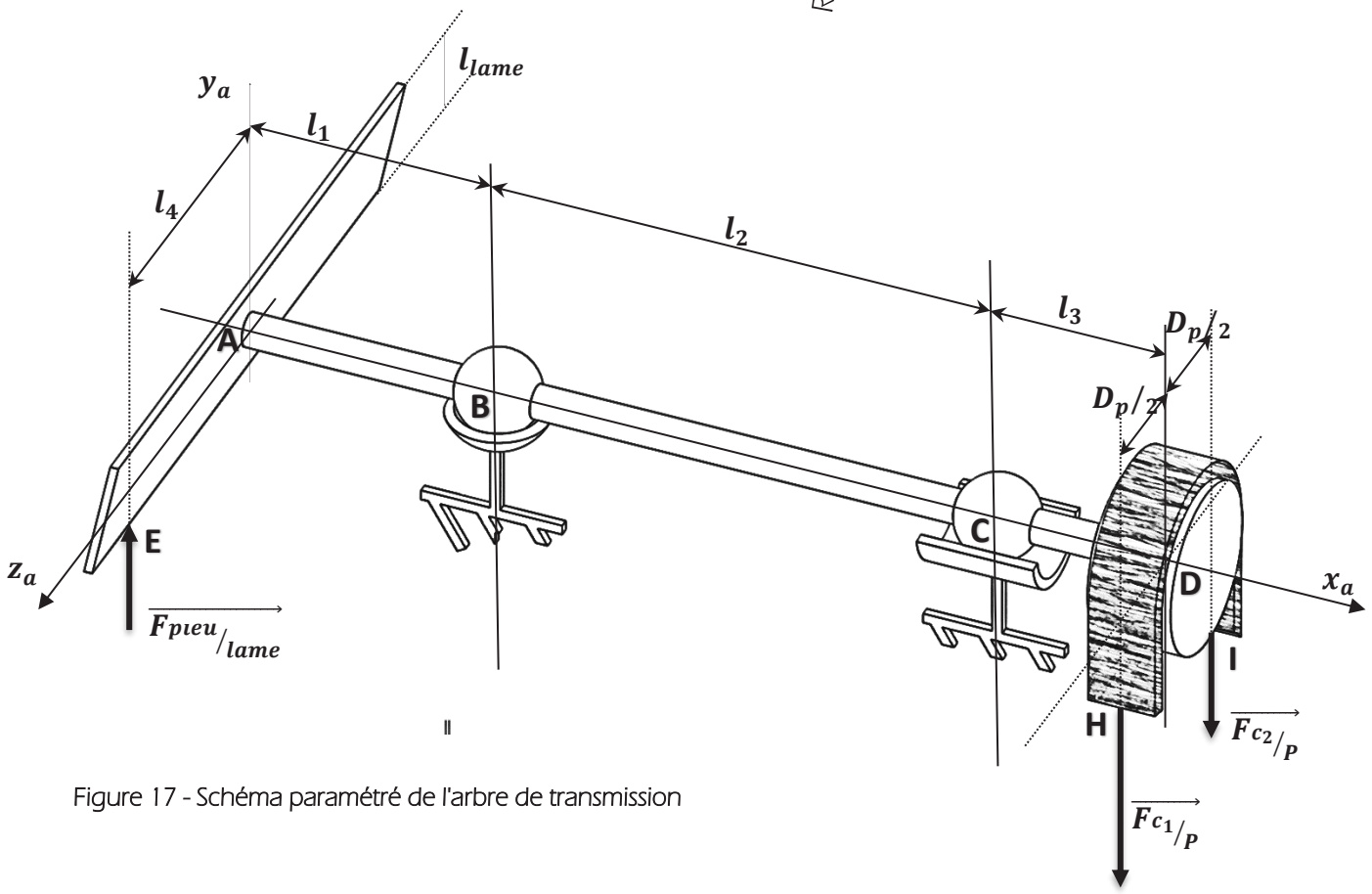


Figure 17 - Schéma paramétré de l'arbre de transmission

Annexe C Caractéristiques des lames de tondeuses

Le tableau ci-dessous recense certaines caractéristiques de toutes les lames de la gamme ETESIA.

	Référence lame	Longueur de la lame (mm)	Distance au centre du pieux (mm)	Masse (g)	Vitesse de rotation nominale de la lame (tr/min):	Moment d'inertie (kg.m²)
Tondeuses autoportées	29006	650	290	1784	2060	0,07
	50075	650	290	1784	2200	0,07
	29006	650	290	1784	2200	0,07
	32045	520	225	1095	2500	0,026
	50076	520	225	1095	2800	0,026
	32045	520	225	1095	2500	0,026
	32045	520	225	1095	2800	0,026
	28686	800	365	1521	1850	0,11
	28686	800	365	1521	1986	0,11
	37671	860	395	3684	2000	0,25
	39920	845	387,5	2648	1925	0,104
Conducteur marchant	38925	370	150	379	2900	0,005
	36735	410	170	557	3500	0,008
	22013	410	170	493	3000	0,007
	36541	460	195	670	2850	0,011
	23007	460	195	666	2900	0,011
	43048	480	205	762	2900	0,014
	24143	510	220	757	2900	0,016
	42715	530	230	922	2900	0,018
	37015	530	230	988	2750	0,022
	45263	600	265	2578	3300	0,083
	42614	755	342,5	3053	3000	0,18

Figure 18 - Tableau des caractéristiques des lames de tondeuses

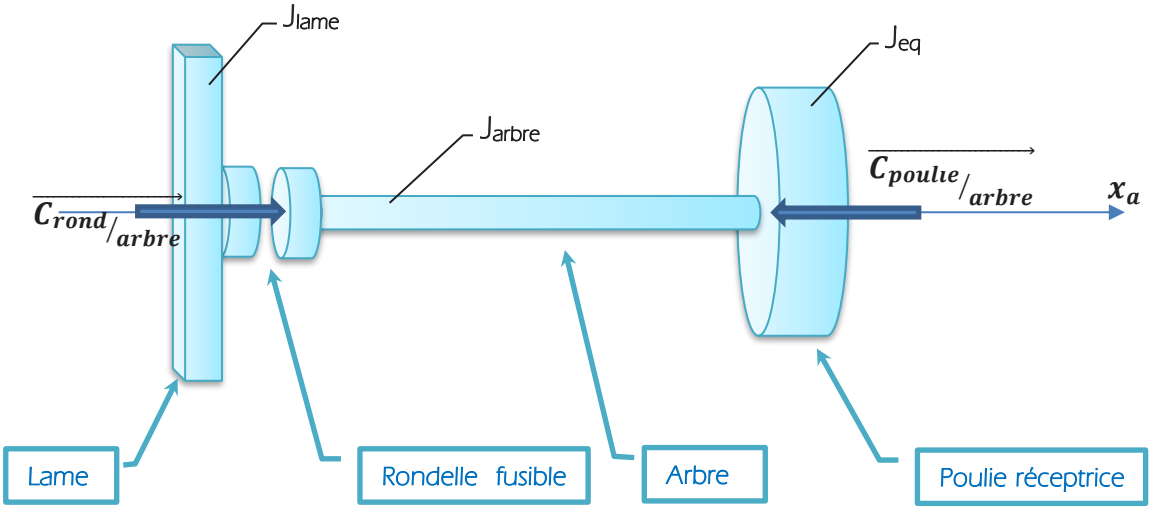


Figure 19 - Modèle retenu pour l'étude en TORSION de l'arbre

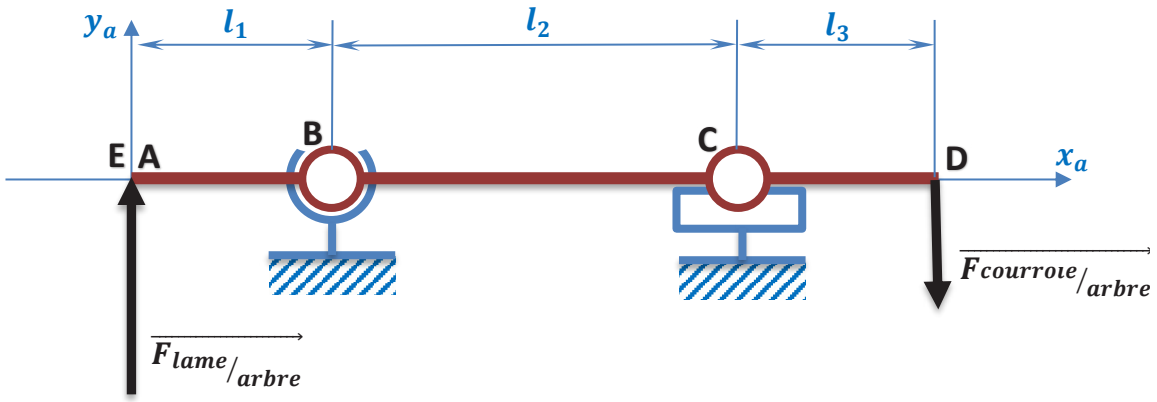


Figure 20 - Modèle retenu pour l'étude en FLEXION de l'arbre

Annexe E Représentations graphiques

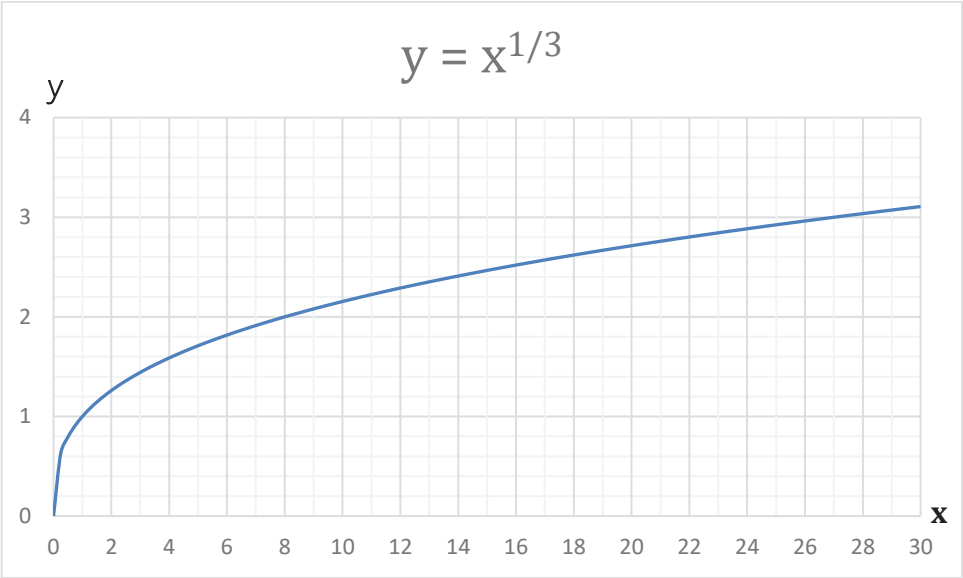


Figure 21 - racine cubique - représentation graphique

Annexe F Extrémité du fût

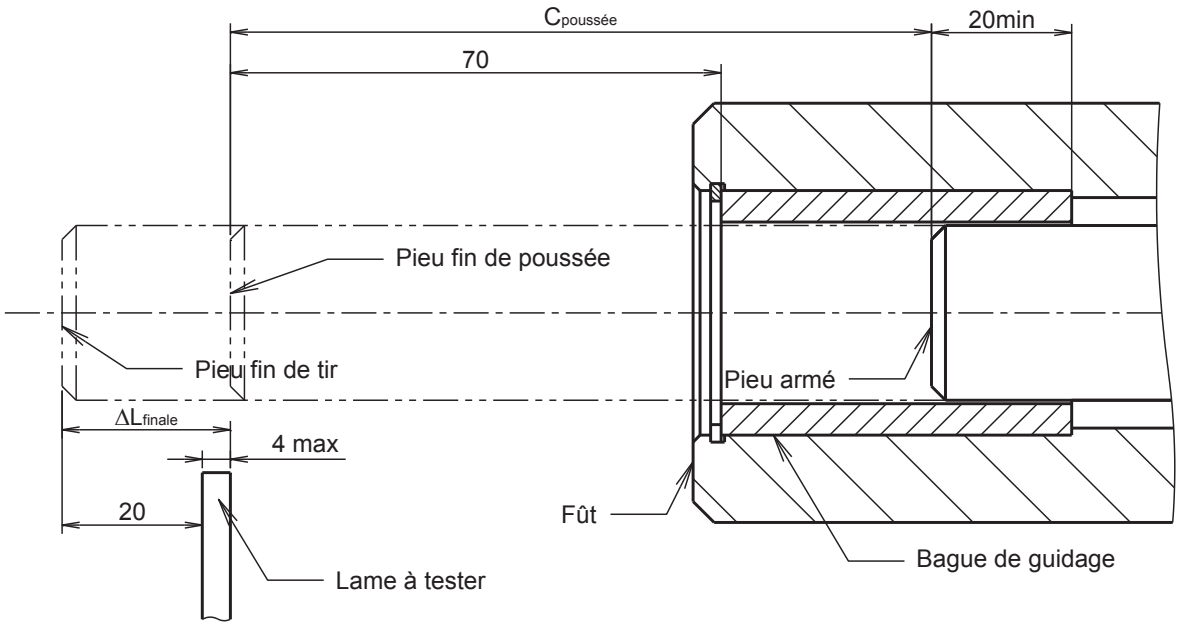


Figure 22 - Extrémité du fût

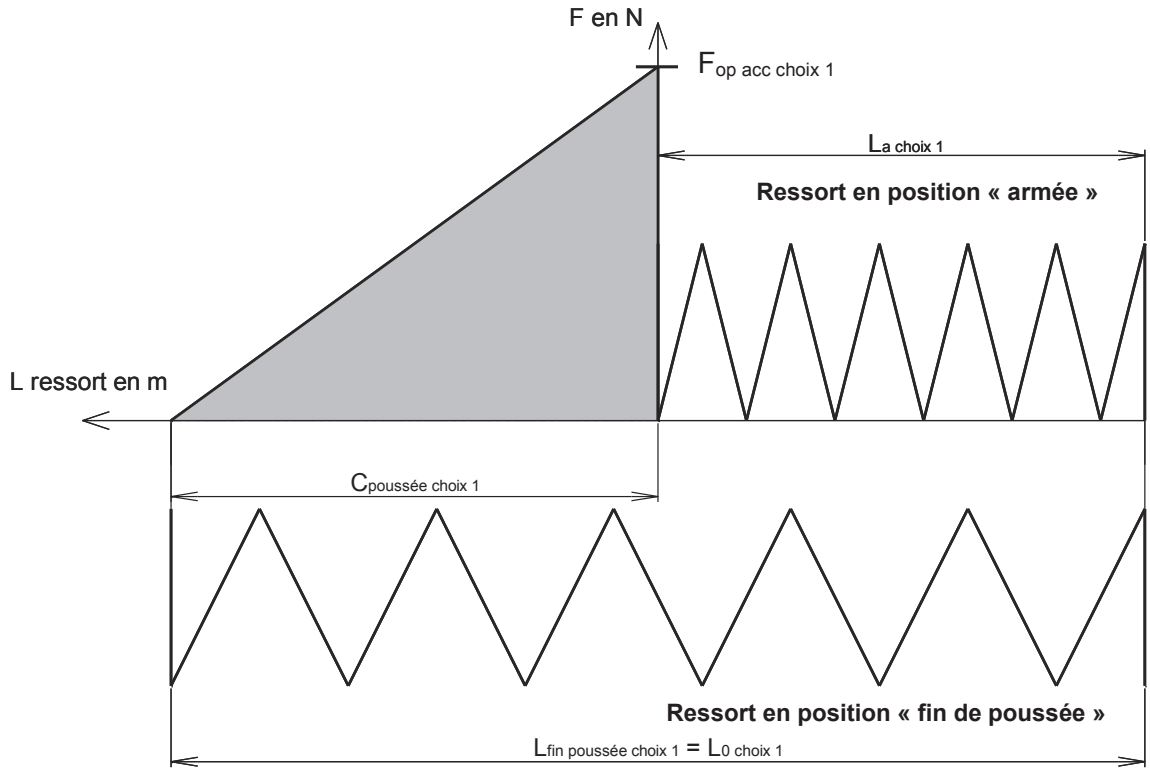
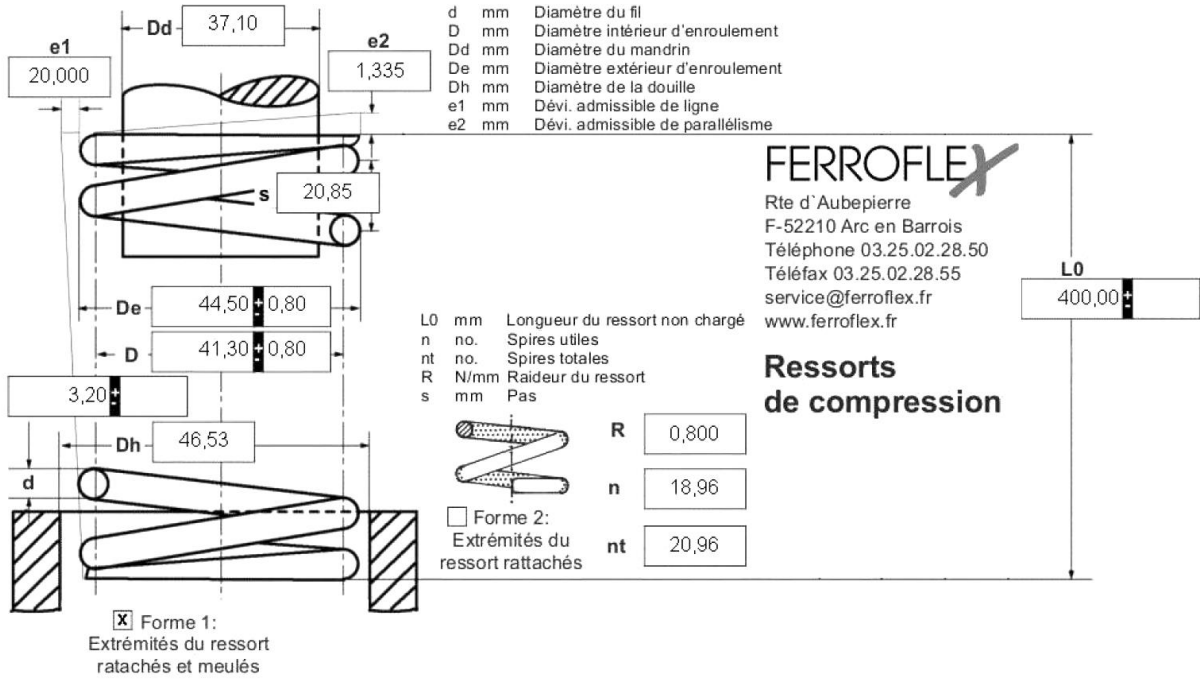


Figure 23 - Force du ressort en fonction de sa longueur - Choix 1



F

Figure 24 - Résultats du configurateur de ressorts

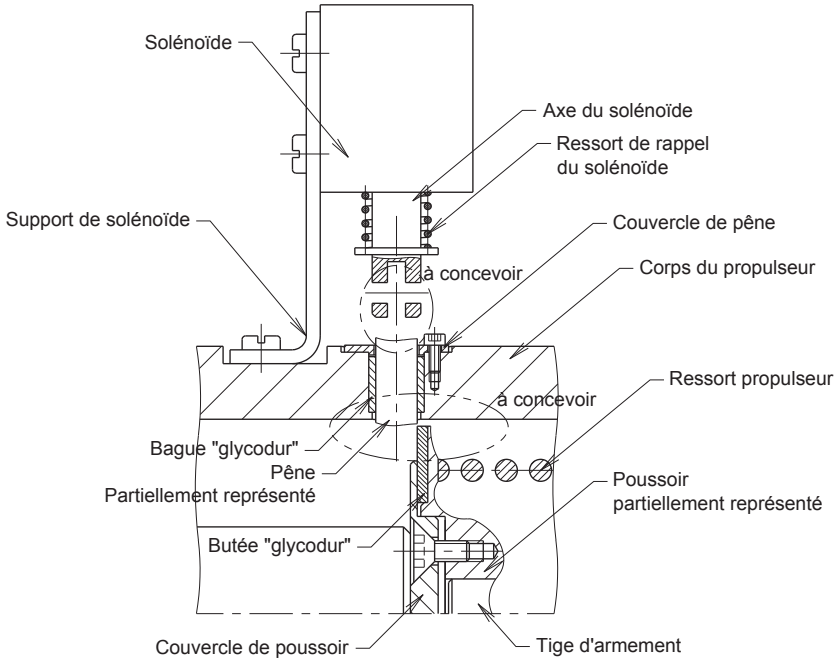


Figure 25 - Vue en coupe de la gâchette électromagnétique

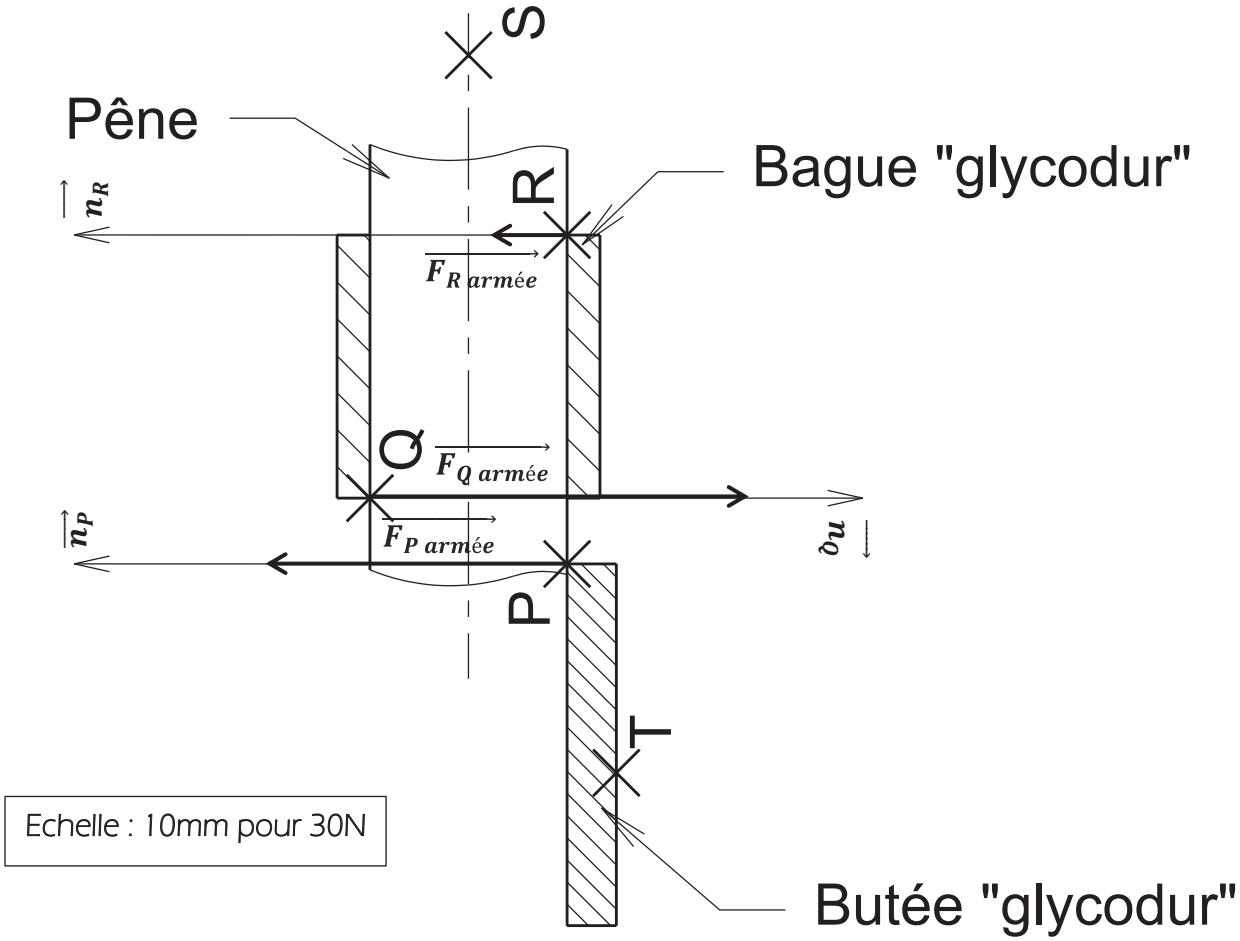


Figure 26 - Equilibre d'un pène en position "armée"

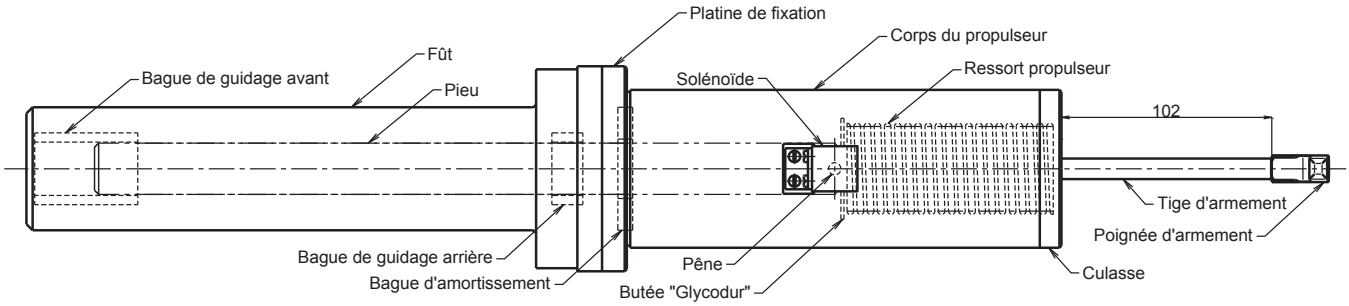


Figure 27 - Canon - vue de dessus

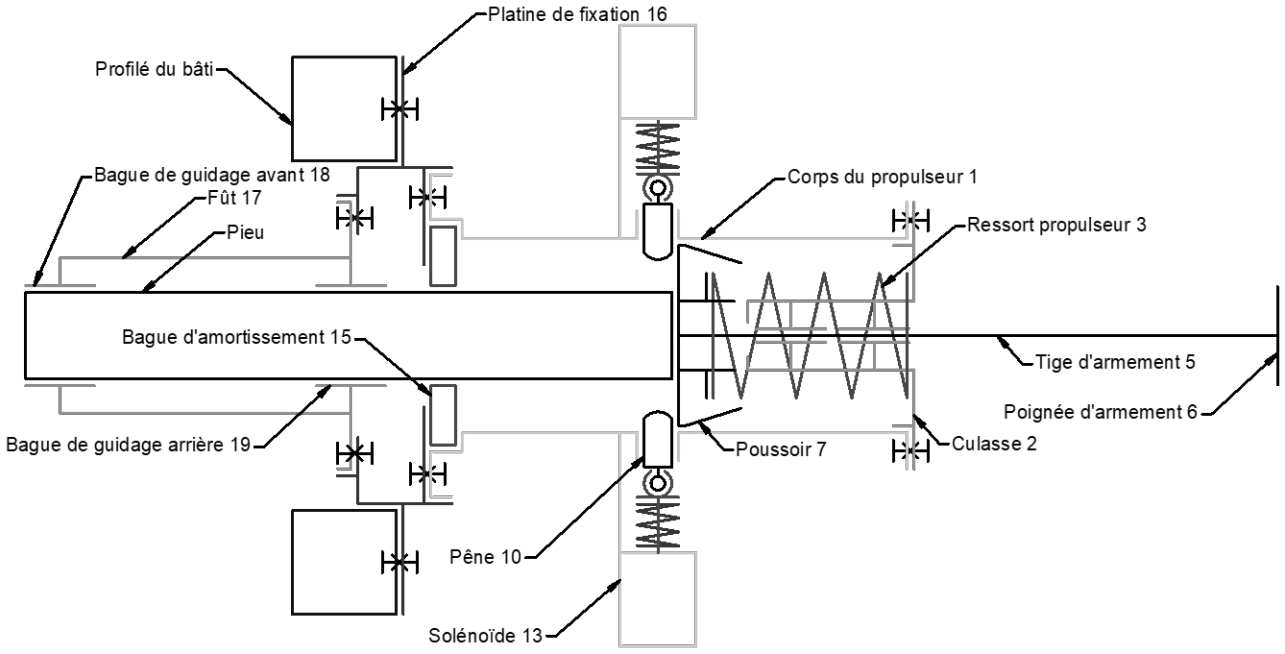


Figure 28 -Schéma technologique du canon en position "armée"

28	8	Vis CHC M3 - 8		
27	2	Anneau élastique intérieur d=25		
26	3	Vis FHC M3-8		
25	3	Vis CHC M4-12		
24	3	Rondelle W4		
23	6	Vis CHC M1.6-8		
22	6	Ecrou pour profilé M6		
21	6	Rondelle W5		
20	6	Vis CHC M5-12		
19	1	Bague arrière	C10	Cémenté
18	1	Bague avant	C10	Cémenté
17	1	Fût	S235	
16	1	Platine de fixation	S235	
15	1	Bague d'amortissement	Caoutchouc	
14	1	Support de solénoïde	AW1050H24	TK 10 UU
13	2	Solénoïde LS3830BD	EN 10270-1 SM(B)	
12	2	Couvercle de pêne	S235	
11	2	Butée "Glycodur" réf(PCM 060808 E)		
10	2	Pêne	C10	Cémenté
9	1	Couvercle de poussoir	C10	Cémenté
8	1	Bague "Glycodur" réf(PCMW 325401.5 E)		
7	1	Pousseur	S235	
6	1	Poignée d'armement réf(L.652/40 p-M5x16-C9)		
5	1	Tige d'armement	100C6	Stub rectifié h6
4	2	Douille à billes	S235	TK 10 UU
3	1	Ressort propulseur	EN 10270-1 SM(B)	
2	1	Culasse	S235	
1	1	Corps du propulseur	S235	
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observation

Banc d'essai de lames de tondeuse à gazon
Sous-ensemble "Canon"

Table des paramètres

Notation	Désignation	valeur	unité
F_{vis}	Effort axial exercé par la vis de serrage sur la lame	30 000	N
$\mu_{acier/acier}$	Coefficient d'adhérence entre la lame et la rondelle fusible	0,15	sans
D_{int}	Diamètre intérieur de la surface annulaire	32.5	mm
D_{ext}	Diamètre extérieur de la surface annulaire	60	mm
e	Epaisseur des ergots	1.5	mm
b	Largeur des ergots	4	mm
d_{ergot}	Diamètre moyen d'implantation des ergots	42	mm
R_m	Résistance à la rupture du matériau de la rondelle fusible	300	MPa
α	Angle de pliage des ergots	30	°
J_{lame}	Moment d'inertie de la lame		$kg.m^2$
N_{arbre}	Vitesse de rotation de l'arbre		$tr.min^{-1}$
Δt_{acc}	Durée maximale de la phase d'accélération de la lame	10	s
C_{mot_max}	Couple moteur maximal au moment du démarrage	10	N.m
$F_{courroie \rightarrow arbre}$	Résultante des forces de la courroie sur l'arbre	300	N
$F_{lame \rightarrow arbre}$	Force de la lame sur l'arbre	1200	N
li	Longueurs des tronçons de l'arbre de transmission		mm
R_e	Limite d'élasticité en traction du matériau de l'arbre	300	MPa
s	Coefficient de sécurité par rapport à la limite élastique	2	sans
$d_{torsion_mini}$	Diamètre minimum de l'arbre en torsion exclusivement	25.4	mm
L_{pieu}	Longueur du pieu	360	mm
D_{pieu}	Diamètre du pieu	25	mm
ρ_{acier}	Densité de l'acier	8	sans
m_{tir}	Masse estimée de l'ensemble mis en translation lors d'un tir	1.5	kg
$N_{lame\ max}$	Fréquence de rotation maximum des lames	3500	min^{-1}
$E_{ressort}$	Energie à fournir par le ressort pour un tir	20	J
$F_{op\ acc\ choix\ 1}$	Effort « acceptable » fourni par un opérateur, choix 1	190	N
$C_{poussée\ choix\ 2}$	Course de poussée du ressort, choix 2	100	mm
$F_{op\ acc\ choix\ 2}$	Effort « acceptable » fourni par un opérateur, choix 2	240	N
$D_{e\ ressort}$	Diamètre maximal extérieur du ressort	50	mm
$L_{armée}$	Longueur du ressort comprimé « position armée »	100	mm
L_{bague}	Longueur de la bague « Glycodur »	16	mm
$\mu_{acier/glyc}$	Coefficient de frottement entre le pêne et le revêtement « Glycodur »	0.1	sans
$F_{sol\ min}$	Force axiale que doit exercer chaque actionneur électromagnétique	40	N

Cahier réponse
Épreuve de Sciences Industrielles B

AVERTISSEMENT

Toutes les calculatrices sont interdites, quel qu'en soit le type, ainsi que les agendas électroniques, les règles à calculs 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 renseigné, 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. Le crayon-mine et 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.

089

Cahier réponses
Epreuve de Sciences Industrielles B
Banque PT — 2022

BANC D'ESSAI DE LAMES DE TONDEUSE A GAZON

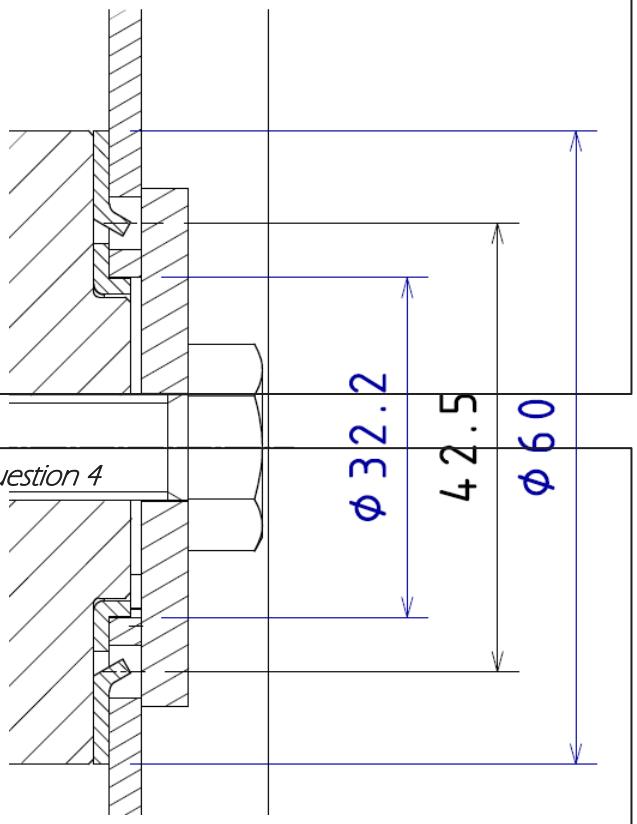
Ba

Tournez la page S.V.P.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Partie I Détermination du couple transmissible par l'arbre

Question 1



Question 4

Question 2 *Expression de C_{adh}*

$C_{adh} =$

Question 3 *Valeur de C_{adh}*

$C_{adh} =$

Question 5 *Expression de C_{cis}*

$C_{cis} =$

Question 6 *Valeur de C_{cis}*

$C_{cis} =$

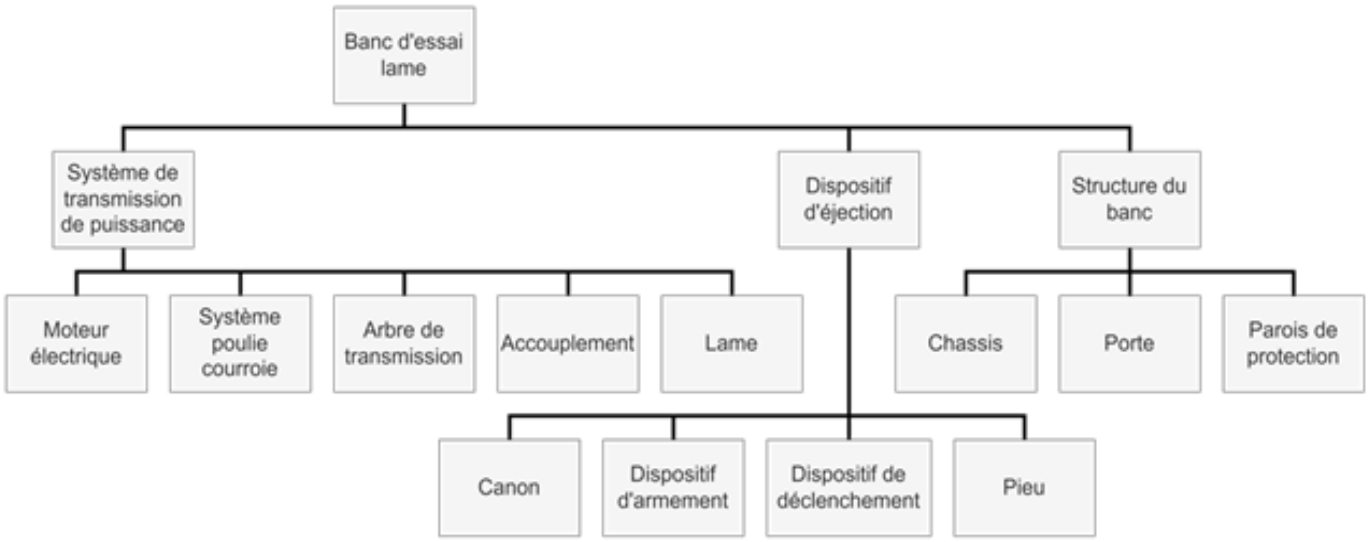
Question 7 *Cocher l'expression correcte*

- ☐ $C_{rond} = C_{adh} + C_{cis}$
- ☐ $C_{rond} = MAX(C_{adh} ; C_{cis})$
- ☐ $C_{rond} = MIN(C_{adh} ; C_{cis})$
- ☐ $C_{rond} = C_{adh}$
- ☐ $C_{rond} = C_{cis}$

Question 8 *Valeur de C_{rond}*

$C_{rond} =$

Question 9 *Entourer le ou les ensembles isolés*



Cocher le principe retenu, le théorème retenu et l'axe de projection.

Principe retenu : ☐ *Principe fondamental de la statique* ☐ *Principe fondamental de la dynamique*

Théorème retenu : ☐ Théorème de la résultante ☐ Théorème du moment

En projection sur : ☐ $\boldsymbol{A, \overrightarrow{xa}}$ ☐ $\boldsymbol{A, \overrightarrow{ya}}$ ☐ $\boldsymbol{A, \overrightarrow{za}}$

Question 10 *Valeur de C_{mot}*

$\boldsymbol{C_{mot} =}$

Question 11 *Référence de lame la plus exigeante*

$Réf =$

Question 12 *Valeur de C_{mot_min}*

$\boldsymbol{C_{mot_min} =}$

Question 13 *Cocher l'expression correcte*

- ☐ $\boldsymbol{C_{arbre_max} = C_{mot_max} + C_{rond}}$
- ☐ $\boldsymbol{C_{arbre_max} = MAX(C_{mot_max}; C_{rond})}$
- ☐ $\boldsymbol{C_{arbre_max} = MIN(C_{mot_max}; C_{rond})}$
- ☐ $\boldsymbol{C_{arbre_max} = C_{mot_max}}$
- ☐ $\boldsymbol{C_{arbre\ max} = C_{rond}}$

Question 14 *Valeur de C_{arbre_max}*

$\boldsymbol{C_{arbre_max} =}$

Tournez la page S.V.P.

Partie II

Prédimensionnement de l'arbre

Question 15 *Expression des composantes des forces des paliers B et C*

$B_x =$ $C_x =$

$B_y =$ $C_y =$

Question 16 *Valeurs des composantes des forces des paliers B et C*

$B_x =$ $C_x =$

$B_y =$ $C_y =$

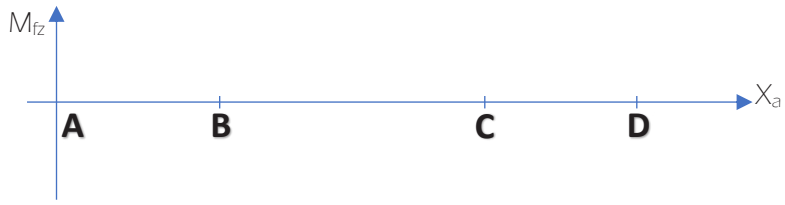
Question 17 *Expressions des moments de flexion*

$M_{fz\,AB}(x_a) =$ $M_{fz\,BC}(x_a) =$

Question 18 *Valeurs des moments de flexion*

Au point B, $M_{fz} =$ *Au point C,* $M_{fz} =$

Question 19 *Evolution du moment de flexion*



Question 20 *Le point où le moment de flexion est maximal est le point :* ☐

Expression de $M_{fz\,maxi}$

$M_{fz\,maxi} =$

Valeur de $M_{fz\,maxi}$ $M_{fz\,maxi}$

$M_{fz\,maxi} =$

Question 21 *Expression de la contrainte normale maximale dans une section droite*

$\sigma_{max_sect} =$

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.

089

Question 22 *Expression du diamètre minimum de l'arbre en flexion*

$d_{flexion_mini} =$

Question 23 *Valeur du diamètre minimum de l'arbre en flexion*

$d_{flexion_mini} =$

Question 24 *Isolement de l'ensemble {arbre ; poulie réceptrice}. TMD*

..... =

Question 25 *Isolement de l'arbre : TMD.*

..... =

Question 26 *Relation liant les couples*

..... =

Question 27 *Au vu des résultats précédents, afin de déterminer le diamètre minimum de l'arbre, doit-on (cocher la proposition retenue)*

- ☐ *Retenir pour d_{mini_arbre} la valeur mini de $d_{flexion_mini}$ et $d_{torsion_mini}$?*
- ☐ *Retenir pour d_{mini_arbre} la valeur maxi de $d_{flexion_mini}$ et $d_{torsion_mini}$?*
- ☐ *Additionner $d_{flexion_mini}$ et $d_{torsion_mini}$?*
- ☐ *Combiner les sollicitations de torsion et flexion pour déterminer dmini_arbre ?*
- ☐ *Négliger la sollicitation de flexion ?*
- ☐ *Négliger la sollicitation de torsion ?*

Bb

Tournez la page S.V.P.

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question 28 *Modifications des dimensions de l'arbre et du châssis*

			Justification :
Faut-il ?	☐ Augmenter ☐ Diminuer ☐ Ne pas modifier	l_1	
Faut-il ?	☐ Augmenter ☐ Diminuer ☐ Ne pas modifier	l_2	
Faut-il ?	☐ Augmenter ☐ Diminuer ☐ Ne pas modifier	l_3	

Partie III Etude du ressort d'éjection du pieu

Question 29 *Expression de m_{pieu}*

$m_{pieu} =$

Question 30 *Valeur de ρ_{acier}*

$\rho_{acier} =$

Question 31 *Valeur de m_{pieu}*

$m_{pieu} =$

Question 32 *Valeur de $\Delta_{L\ finale}$*

$\Delta_{L\ finale} =$

Question 33 *Expression de $t_{\Delta\ finale}$*

$t_{\Delta\ finale} =$

Valeur de $t_{\Delta\ finale}$

$t_{\Delta\ finale} =$

Question 34 *Expression de V_{finale}*

$V_{finale} =$

Valeur de V_{finale}

$V_{finale} =$

Question 35 Expression de $E_{finale\ tir}$

$$E_{finale\ tir} =$$

Valeur de $E_{finale\ tir}$

$$E_{finale\ tir} =$$

Question 36 Aire grisée

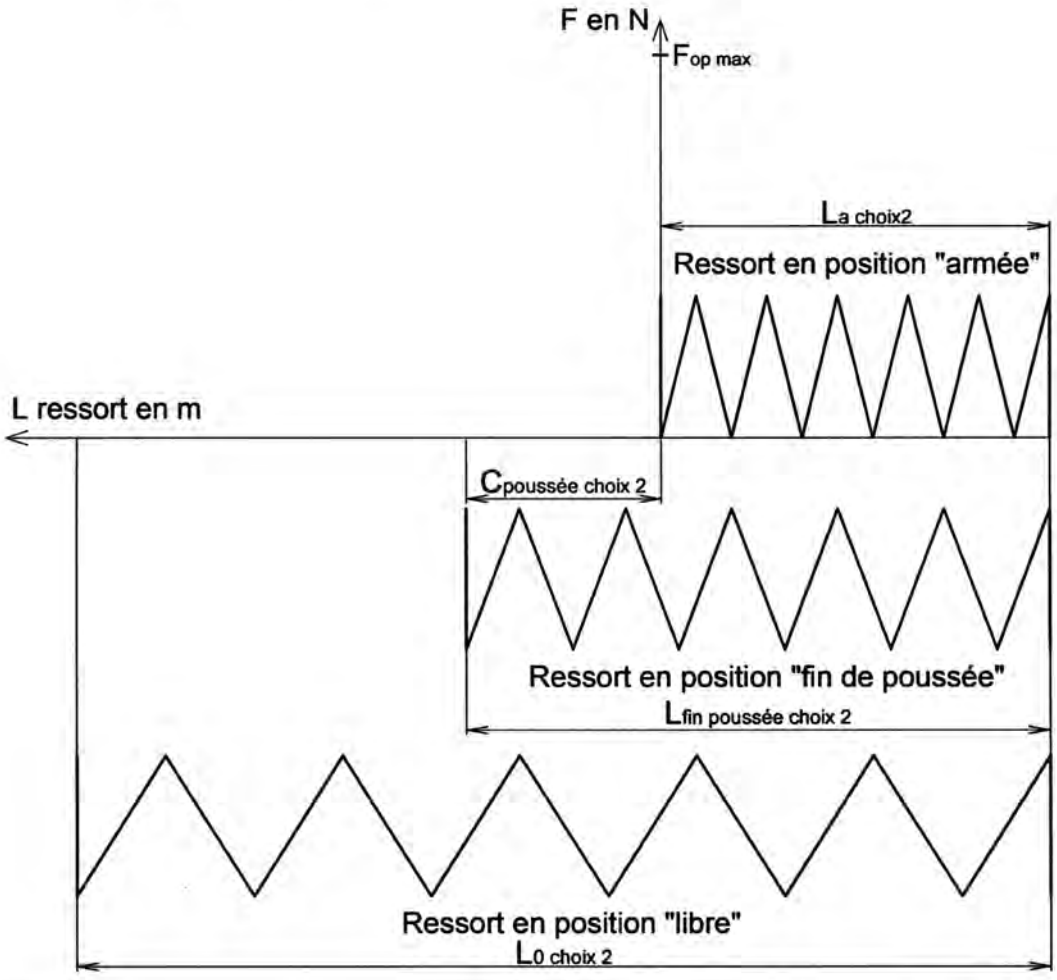
Expression de $C_{poussée\ choix\ 1}$

$$C_{poussée\ choix\ 1} =$$

Valeur de $C_{poussée\ choix\ 1}$

$$C_{poussée\ choix\ 1} =$$

Question 37 Figure à compléter



Question 38 Expression de $F_{fin\ poussée\ choix\ 2}$

$$F_{fin\ poussée\ choix\ 2} =$$

Valeur de $F_{fin\ poussée\ choix\ 2}$

$$F_{fin\ poussée\ choix\ 2} =$$

Tournez la page S.V.P.

Question 39 *Calculateur en ligne FEROFLEX©*

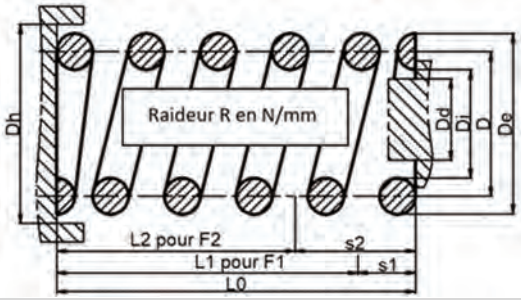
Matériau

Acier à ressort EN 10270-1 DH (D)

dynamique

		Présélection de calcul
d (mm)		
Di (mm)		Toutes
De (mm)		selon les écarts et les forces
F1 (N)		selon les longueurs et les forces
F2 (N)		selon l 'encombrement
s1 (mm)		
s2 (mm)		
R (N/mm)		
L0 (mm)		
L1 (mm)		
L2 (mm)		
n		

Compléter uniquement avec les valeurs connues nécessaires.



Présélection ressort de compression

La présélection exige la saisie de la nature du matériau, de son degré de qualité cf. DIN EN 15800 et d'une combinaison valable entre le diamètre, les effets de ressorts, les courses élastiques et les longueurs.

Les combinaisons habituelles sont p.ex. les suivantes :

- **Matériau, De ou Di, F2, R**
- **Matériau, De ou Di, F2, R, L0**
- **Matériau, De ou Di, F2, s2**
- **Matériau, De ou Di, F2, s2, F1 ou s1**
- **Matériau, De ou Di, F2, L2, L0**
- **Matériau, De ou Di, F2, L2, F1 ou L1**
- **Matériau, d, De ou Di, L0, L2, n**

Question 40 *Expression de :*

$F_{armée} =$

$F_{fin\ de\ tir} =$

Valeur de :

$F_{armée} =$

$F_{fin\ de\ tir} =$

Valeur de :

$D_{ext_nominal} =$

Valeur de :

$D_{ext_max} =$

Conclusions :

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 : .....

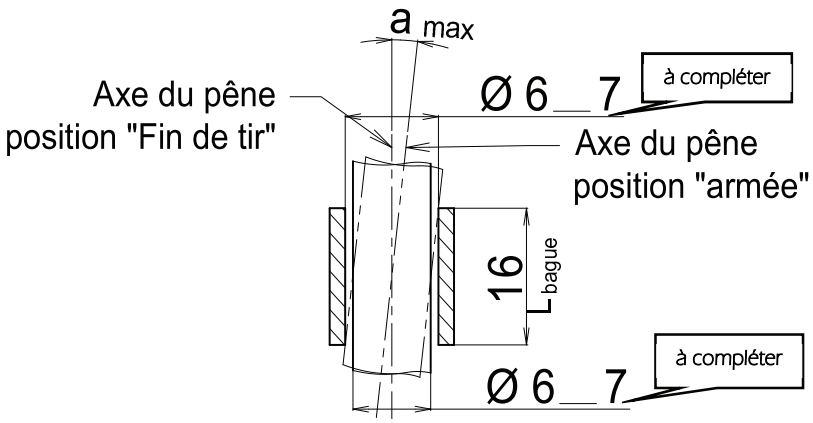
CONSIGNES

- 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.

Partie IV Etude de la gâchette électromagnétique

089

Question 41 Figure à compléter



Valeur de J_{max}

$J_{max} =$

Question 42 Figure à compléter

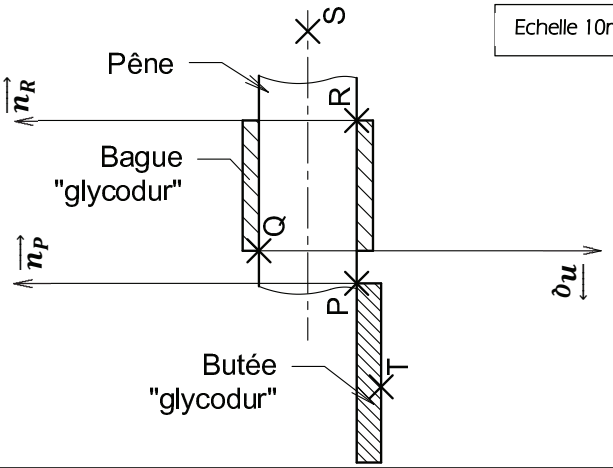
$\alpha_{max} =$

Estimation de a_{max}

$\alpha_{max} =$

Hypothèses utilisées :

Question 43 Figure à compléter



Echelle 10mm pour 30N

Valeur de :

$P_T =$

$Q_T =$

$R_T =$

Tournez la page S.V.P.

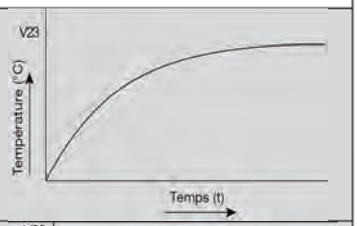
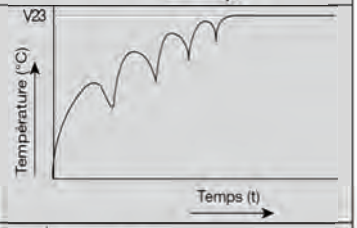
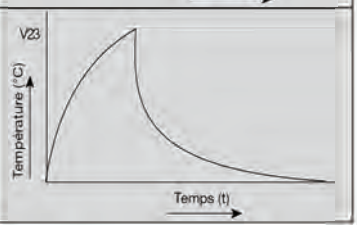
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

Question 44 Expression de $\|\overrightarrow{F_{sol\ tir}}\|$ Valeur de $\|\overrightarrow{F_{sol\ tir}}\|$

$\|\overrightarrow{F_{sol\ tir}}\| =$

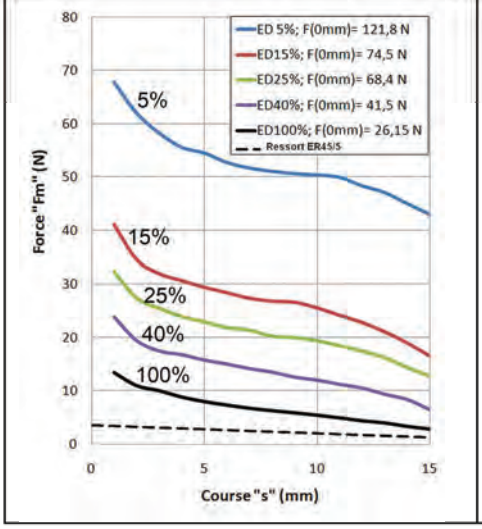
$\|\overrightarrow{F_{sol\ tir}}\| =$

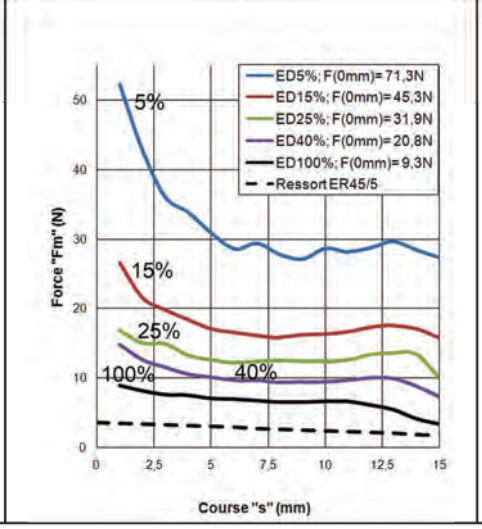
Question 45 Cocher le cas d'utilisation

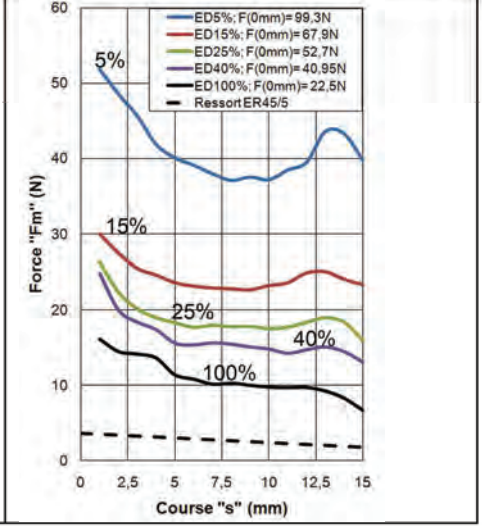
Cas d'utilisation	Explications	Température / temps
Alimentation en continu ED = 100% ☐	La durée de mise sous tension est suffisamment longue pour que la température limite de l'électro-aimant soit presque atteinte.	
Alimentation intermittente ED = X% ☐	Les durées de mise sous tension et de repos alternent en une succession de durées, régulières ou non. Les temps de repos permettent alors à la bobine de l'électro-aimant de se refroidir et de maintenir l'électro-aimant à un niveau de température acceptable.	
Alimentation de courte durée ED = 5% ☐	Les durées de mise sous tension sont courtes. La température limite de la bobine de l'électro-aimant ne peut pas être atteinte. Le repos entre chaque période d'alimentation est assez longs pour que l'électro-aimant puisse suffisamment se refroidir.	

Question 46 Cocher le cas d'utilisation et justifier graphiquement sur les courbes

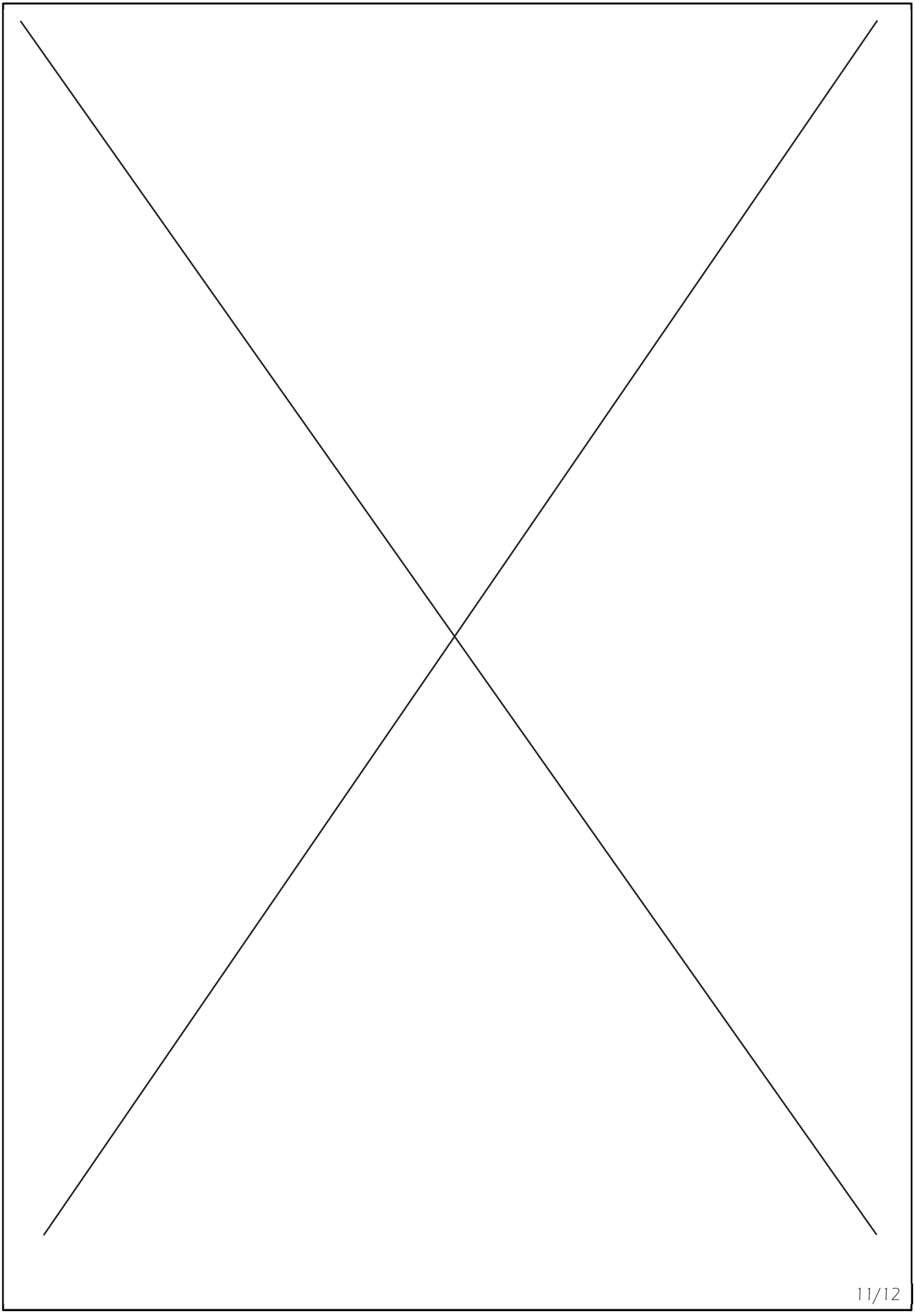
ER 40/C		ER 40-15/C		ER 50-15/C	
☐ Convient	☐ Ne convient pas	☐ Convient	☐ Ne convient pas	☐ Convient	☐ Ne convient pas

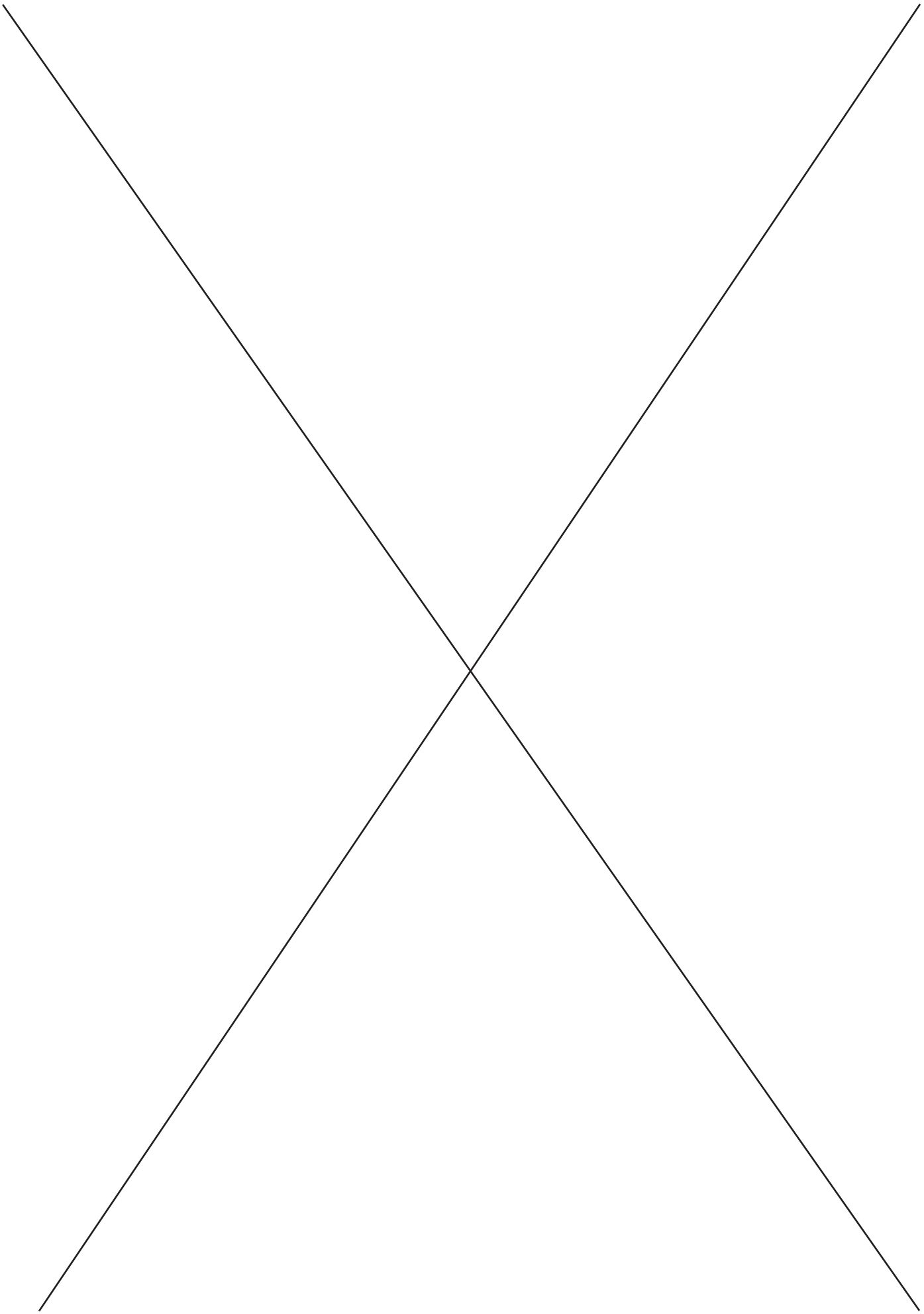






Sur ces graphiques, 0 mm de course correspond au noyau rentré, 15 mm au noyau sorti





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.*

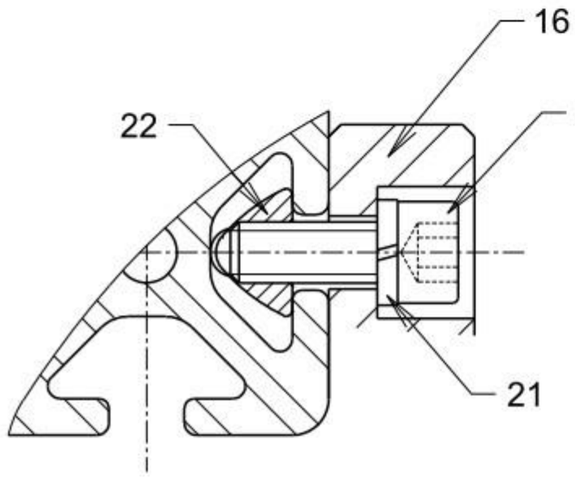
089

DOCUMENT À RENDRE EN FIN D'ÉPREUVE

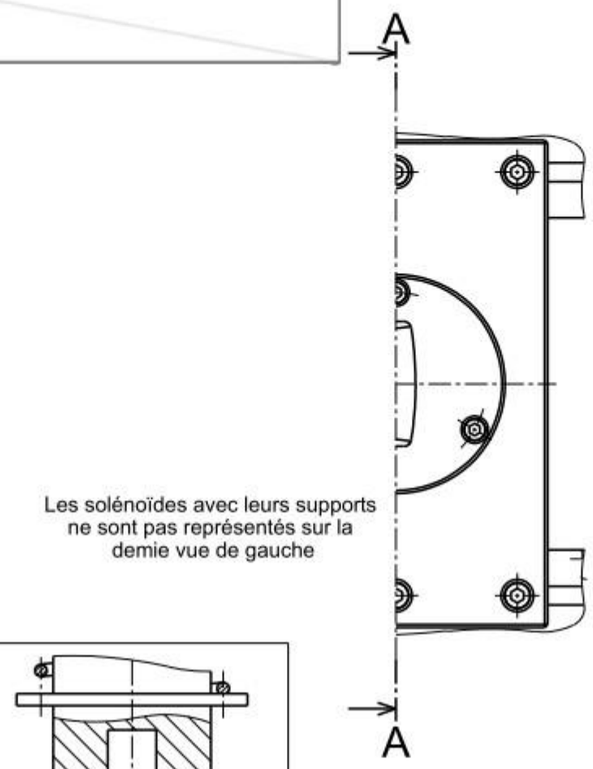
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

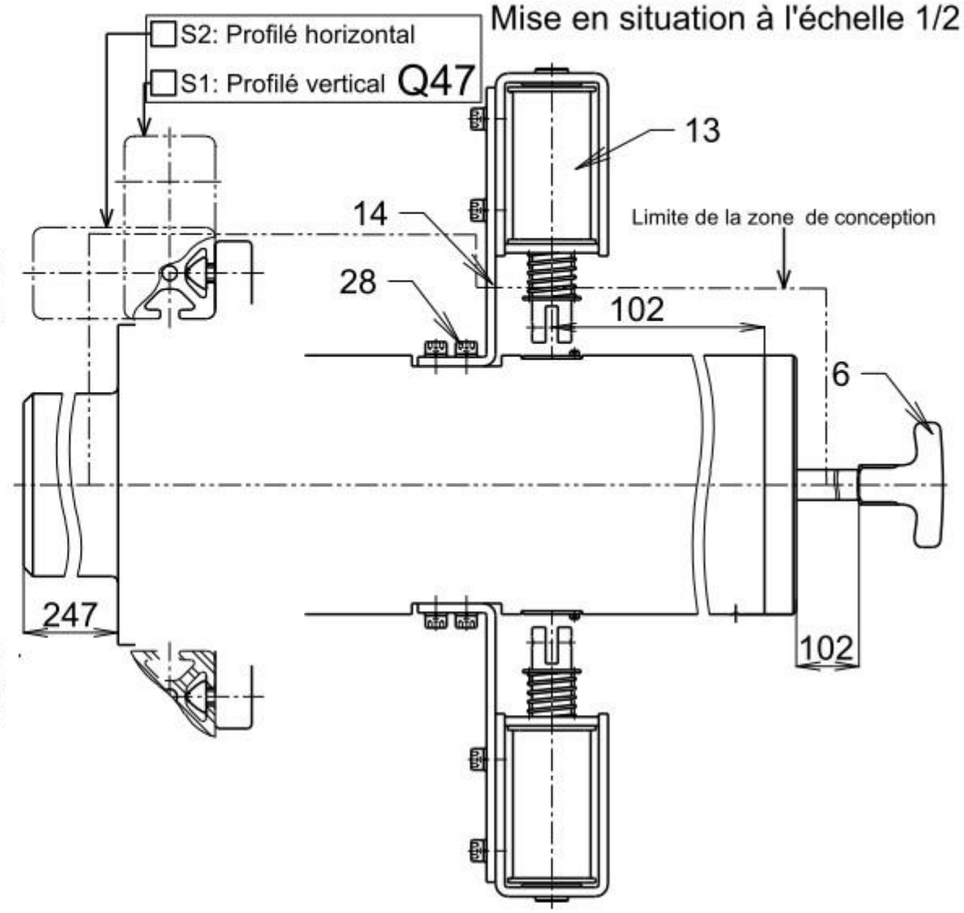
Mise en situation à l'échelle 1/2

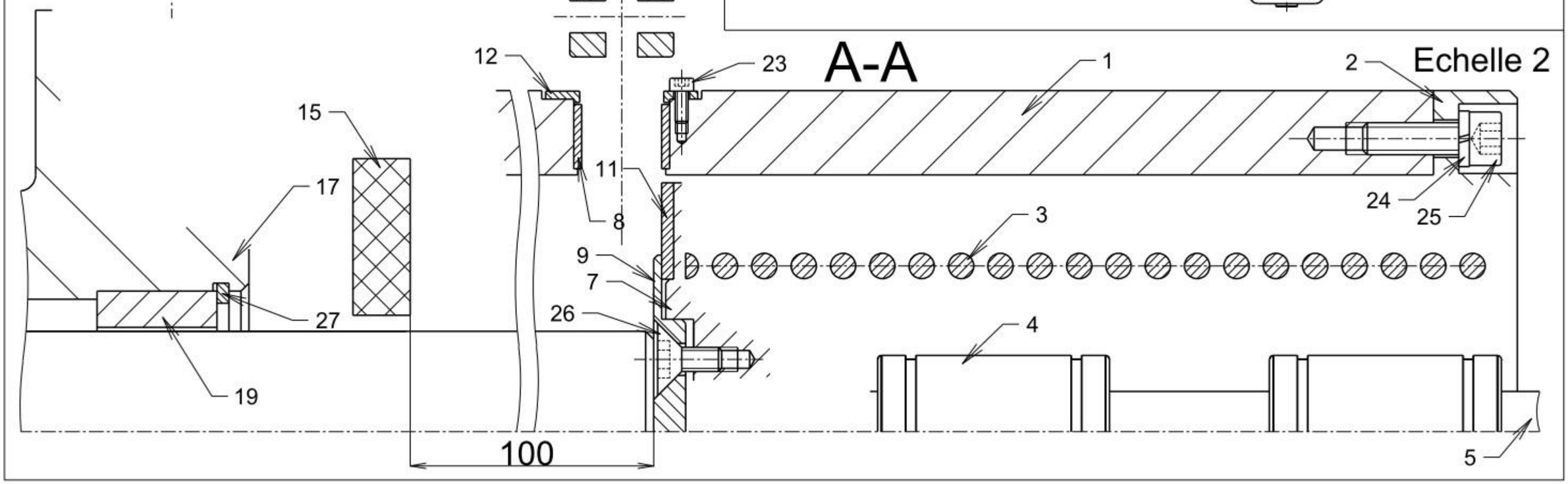
S2: Profilé horizontal
S1: Profilé vertical Q47



Les solénoïdes avec leurs supports ne sont pas représentés sur la demie vue de gauche







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

- Dynamique des systèmes de solides : principe fondamental, stratégie d'isolement, équilibrage
- Modélisation des liaisons, graphe des liaisons et schéma cinématique
- Énergétique : puissances, théorème de l'énergie cinétique, rendement
- Cinétique : torseurs cinétique et dynamique, énergie cinétique, inertie équivalente
- Architecture fonctionnelle et structurelle : chaînes d'information et de puissance

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