



MINISTÈRE
DE L'ÉDUCATION
NATIONALE

EFE GMC 1

SESSION 2018

**CAPLP
CONCOURS EXTERNE
ET CAFEP**

Section : GÉNIE MÉCANIQUE

Option : CONSTRUCTION

ANALYSE D'UN PROBLÈME TECHNIQUE

Durée : 4 heures

Calculatrice électronique de poche - y compris calculatrice programmable, alphanumérique ou à écran graphique – à fonctionnement autonome, non imprimante, autorisée conformément à la circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999.

L'usage de tout ouvrage de référence, de tout dictionnaire et de tout autre matériel électronique est rigoureusement interdit.

Il est demandé au candidat d'utiliser des feuilles de copie distinctes pour chacune des parties traitées et d'insérer les documents réponses, complétés ou non, dans les copies relatives à la partie considérée. Le candidat pourra apporter tous les compléments qu'il souhaite sur ces mêmes copies. L'ensemble sera alors placé dans une copie servant de « chemise » pour toute la composition.

Dans le cas où un(e) candidat(e) repère ce qui lui semble être une erreur d'énoncé, il (elle) le signale très lisiblement sur sa copie, propose la correction et poursuit l'épreuve en conséquence.

De même, si cela vous conduit à formuler une ou plusieurs hypothèses, il vous est demandé de la (ou les) mentionner explicitement.

NB : La copie que vous rendrez ne devra, conformément au principe d'anonymat, comporter aucun signe distinctif, tel que nom, signature, origine, etc. Si le travail qui vous est demandé comporte notamment la rédaction d'un projet ou d'une note, vous devrez impérativement vous abstenir de signer ou de l'identifier.

Tournez la page S.V.P.

A

INFORMATION AUX CANDIDATS

Vous trouverez ci-après les codes nécessaires vous permettant de compléter les rubriques figurant en en-tête de votre copie

Ces codes doivent être reportés sur chacune des copies que vous remettrez.

► Concours externe du CAPLP de l'enseignement public :

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFE	4100J	101	7397

► Concours externe du CAFEP/CAPLP de l'enseignement privé :

Concours	Section/option	Epreuve	Matière
EFF	4100J	101	7397

Le sujet comporte 34 pages

- le dossier sujet commençant par la mise en situation et comportant 45 questions (pages 1/21 à 21/21) ;
- le dossier réponse comportant 9 pages (DR1 à DR11) ;
- le dossier technique comportant 4 pages (DT1 à DT4) ;

RECOMMANDATIONS

Après une mise en situation du support, l'étude est composée de 2 parties qui se suivent, mais qui sont indépendantes.

Il est proposé au candidat de répartir son temps de travail sur les différentes parties de l'étude de la façon suivante :

Partie A	Mise en situation	30 minutes
Partie B	Étude du produit existant	
	B.1 : Justification du système de transformation de mouvement de la tête de vibration	60 minutes
	B.2 : Justification de la forme de l'arbre de transmission	10 minutes
	B.3 : Justification des choix moteur et réducteur	30 minutes
	B.4 : Justification du choix de la batterie	10 minutes
Partie C	Étude de l'évolution du produit	
	C.1 : Recherche et étude d'un système de transformation de mouvement plus compact	40 minutes
	C.2 : Analyse et intégration de la nouvelle solution	40 minutes
	C.3 : Étude et Définition de la nouvelle bielle	20 minutes

Peigne vibreur pour la récolte des olives

A. MISE EN SITUATION

L'objet de cette étude est un peigne vibreur portatif et autonome permettant la récolte des olives. Son coût est d'environ 1000 €.

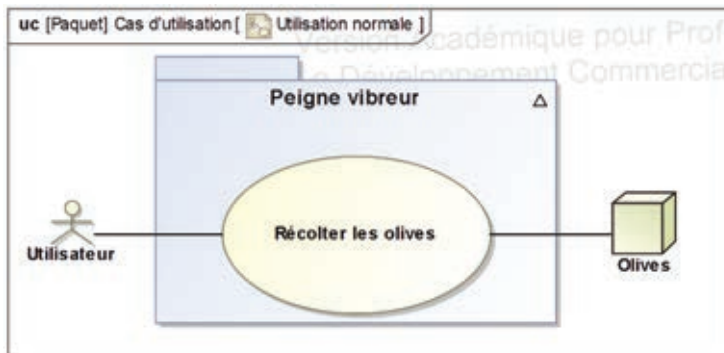


Figure 1 : cas d'utilisation



Il permet une récolte 4 à 8 fois plus rapide qu'une récolte manuelle et il est efficace sur les olives vertes, mûres et les olives de bouche, le tout en préservant l'arbre.

L'utilisateur place l'extrémité de la perche dans les branches de l'olivier. Le peigne, situé au bout de la perche, a un mouvement de rotation alternatif à haute fréquence (830 coups/min). Les olives des branches secouées tombent de l'arbre.

L'opération est répétée dans l'ensemble de l'arbre jusqu'à ce que l'olivier ne contienne plus de fruits.

Le système est composé des éléments principaux suivants :

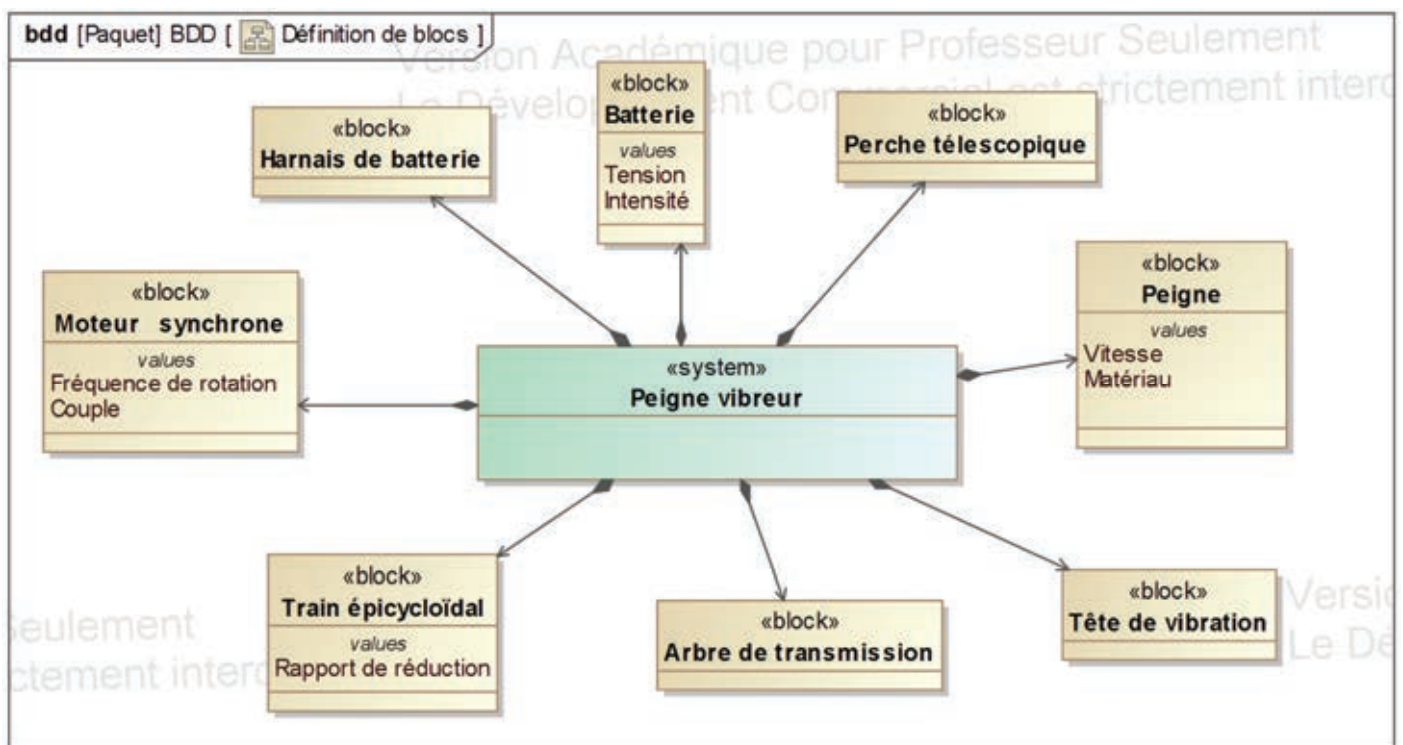
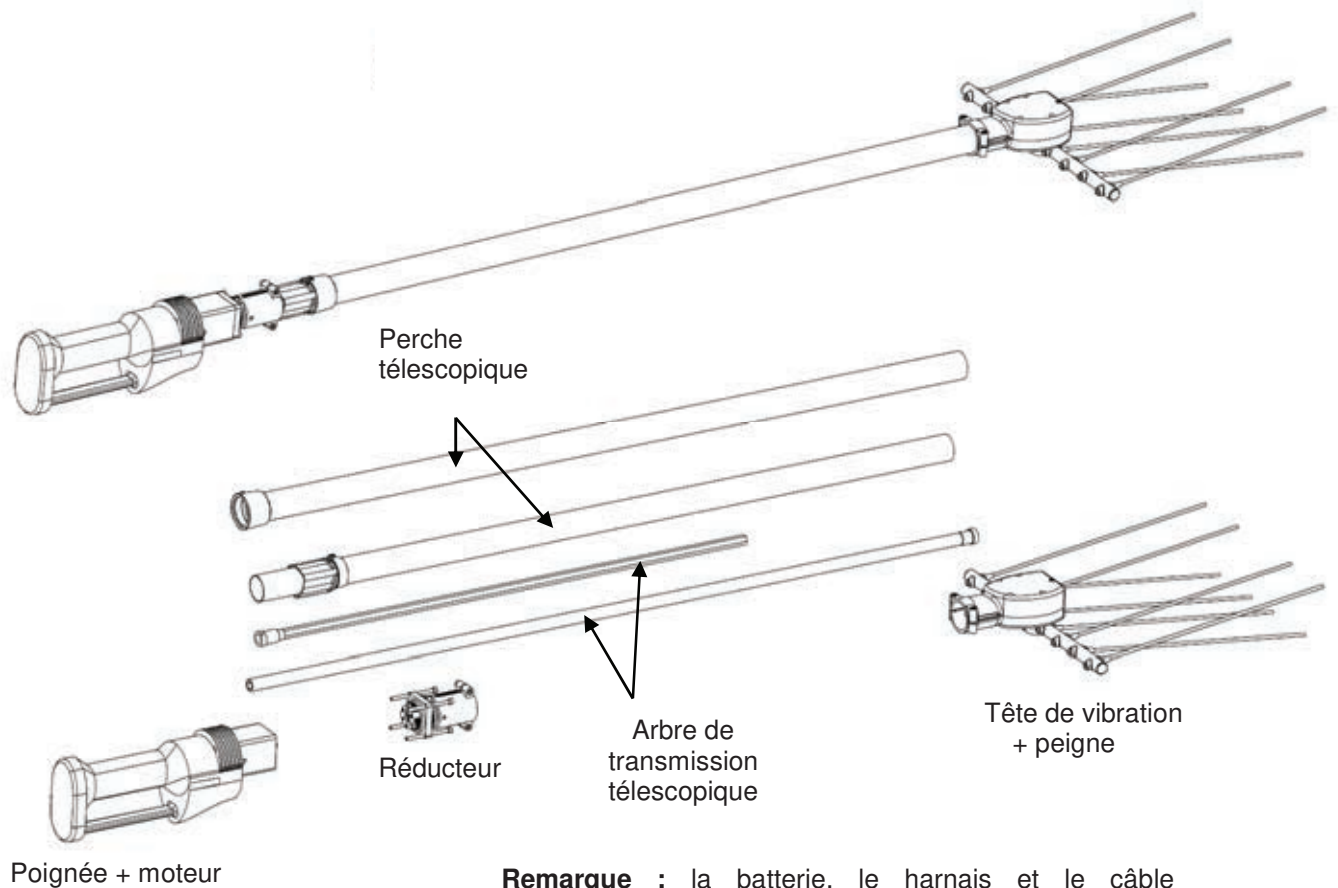


Figure 2 : diagramme de définition de blocs



Remarque : la batterie, le harnais et le câble d'alimentation ne sont pas représentés.

Figure 3 : éclaté du peigne vibreur

Caractéristiques techniques	
Puissance nominale	300 W
Puissance maximale	800 W
Fréquence d'oscillation du peigne	830 allers-retours/min
Type de batterie	15,4 Ah – 44,4 volts
Autonomie	De 3 à 8 heures
Masse outil seul perche 1,50 m / 2,2 m	3 kg
Masse de l'ensemble (Outil + batterie)	7,9 kg
Accélération à laquelle sont exposés les membres supérieurs de l'utilisateur	< 2,5m/s ²

La batterie, montée dans un harnais, est portée dans le dos de l'utilisateur. Elle alimente un moteur synchrone qui transmet, via un réducteur épicycloïdal, la puissance à un arbre de transmission. Ce dernier, placé à l'intérieur de la perche télescopique, met en mouvement la tête de vibration qui a pour fonction de transformer le mouvement de rotation continue en mouvement de rotation alternatif. On obtient ainsi une rotation alternative du peigne.

Le système répond au diagramme d'exigences partiel donné page suivante.

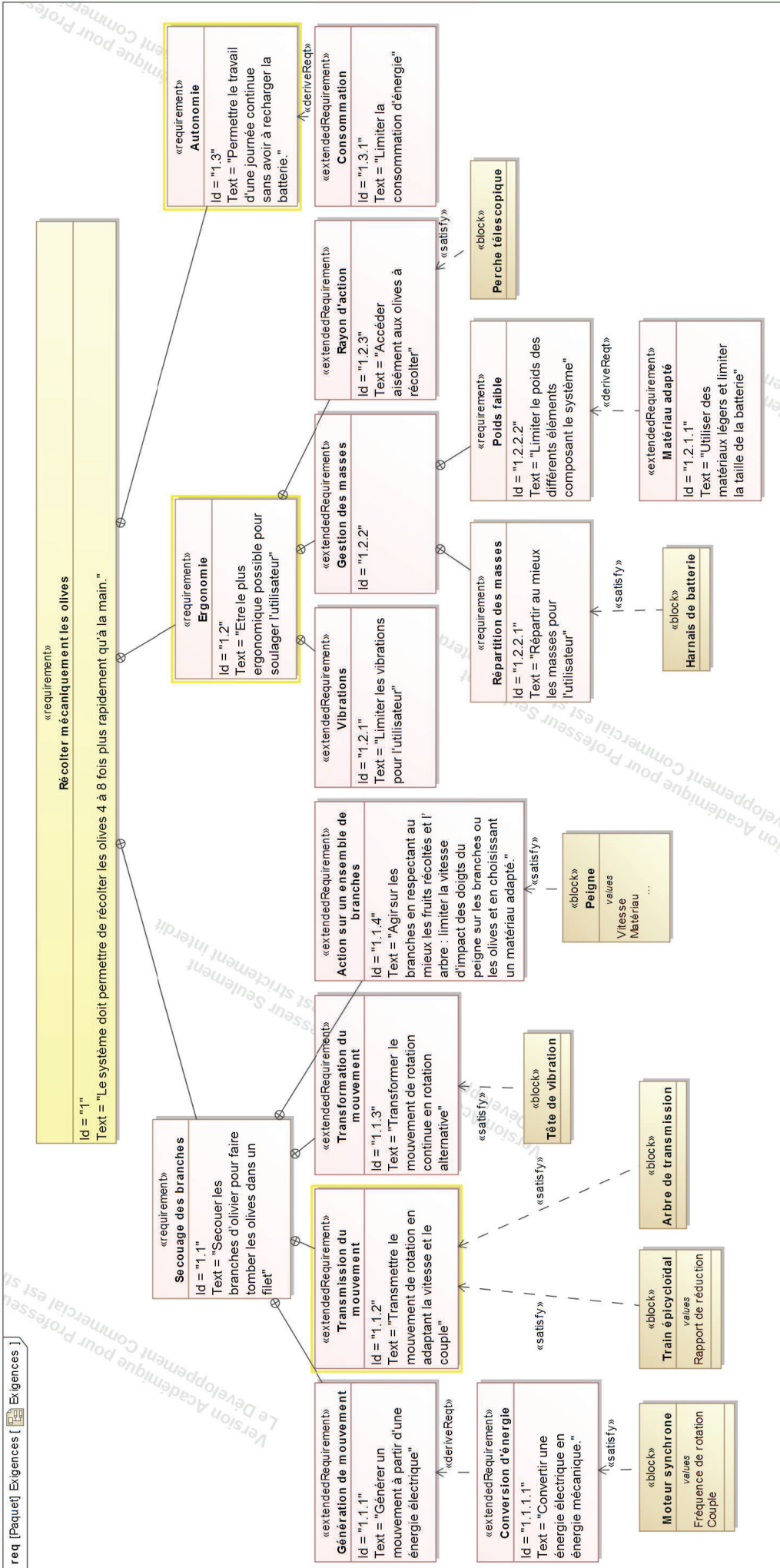


Figure 4 : diagramme des exigences

Ce sujet se décompose en deux parties :

- ✓ dans un premier temps, on justifie le choix des solutions existantes, notamment vis-à-vis de 3 exigences :
 - exigence 1.2.1 : limiter les vibrations pour l'utilisateur
 - exigence 1.2.2.2 : limiter le poids
 - exigence 1.3.1 : limiter la consommation d'énergie
- ✓ dans un second temps, on s'intéresse à la conception d'une nouvelle tête de vibration dans le cadre d'une évolution de produit.

B. Etude du produit existant

Le peigne vibreur est un système à la fois portatif et autonome.

L'objectif de cette partie est d'étudier la chaîne d'énergie du peigne vibreur et de justifier, pour chaque sous-système, les choix du constructeur vis-à-vis des différentes exigences énoncées ci-dessus.

Question 1 : À partir des éléments fournis en partie A, compléter le diagramme chaîne d'énergie du document réponse DR1.

B.1. Justification du système de transformation de mouvement de la tête de vibration

Voir figures 5, 6, 7 et 8

L'arbre d'entrée **1** de la tête de vibration, entraîné par le moteur via l'arbre de transmission, possède un mouvement de rotation continu d'axe (A, \vec{y}_0) par rapport au carter **0**. Son extrémité, coudée, permet de modifier l'orientation de la biellette **2** lors de la rotation.

La biellette **2** est en liaison rotule, de centre B, avec la bielle de renvoi **3**. Celle-ci est liée au levier **4** par une liaison pivot d'axe (C, \vec{z}_0) . Comme ce levier est lié au carter **0** par une liaison pivot d'axe (D, \vec{z}_0) , le point C a nécessairement un mouvement plan.

On obtient ainsi une rotation alternative du levier **4** d'axe (D, \vec{z}_0) . Le peigne, en liaison encastrement avec le levier **4**, possède le même mouvement.

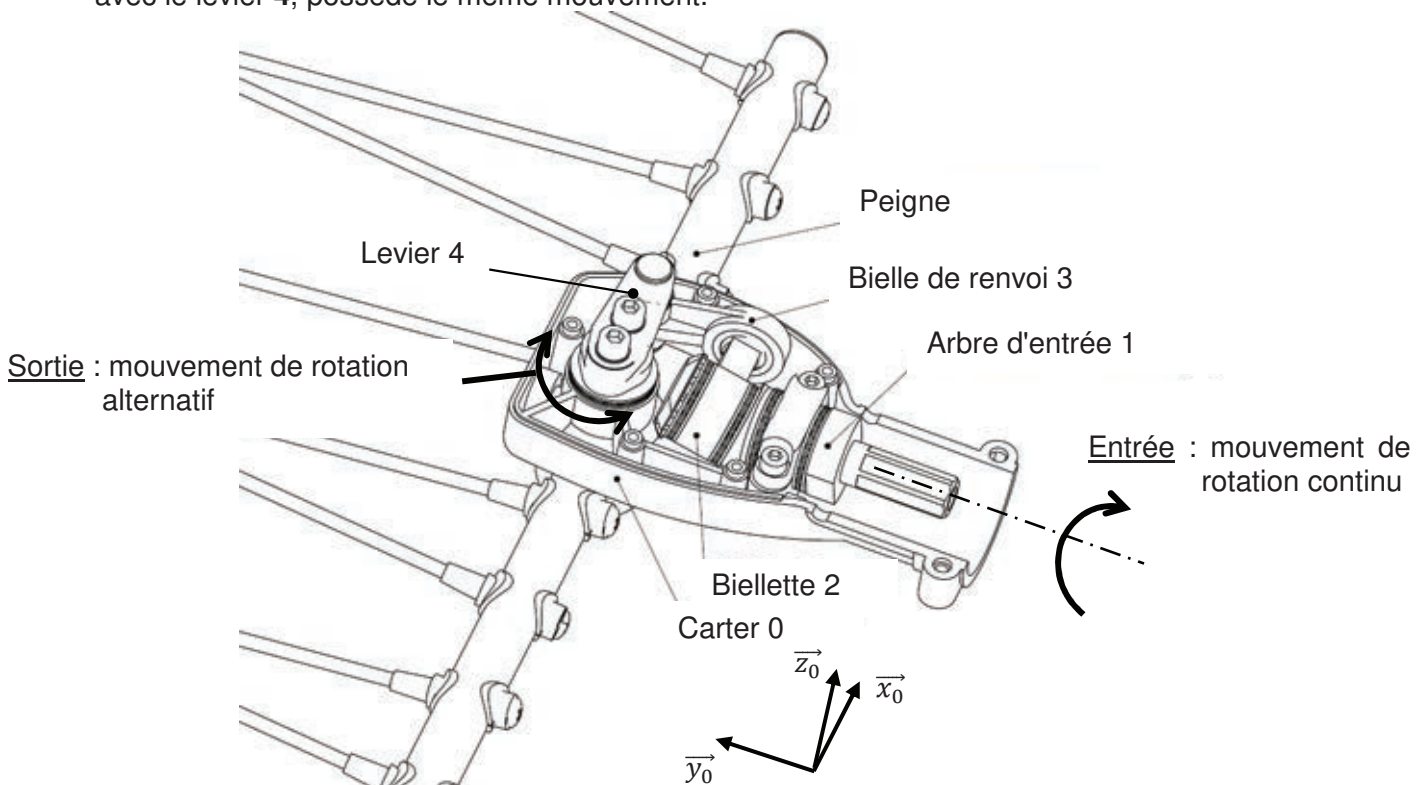


Figure 5 : composants de la tête de vibration

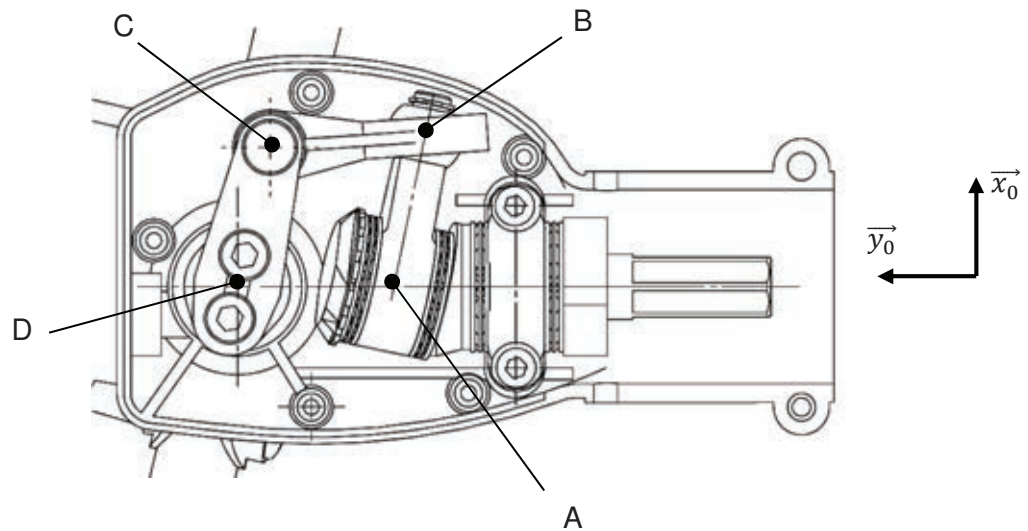


Figure 6 : tête de vibration dans la première position extrême

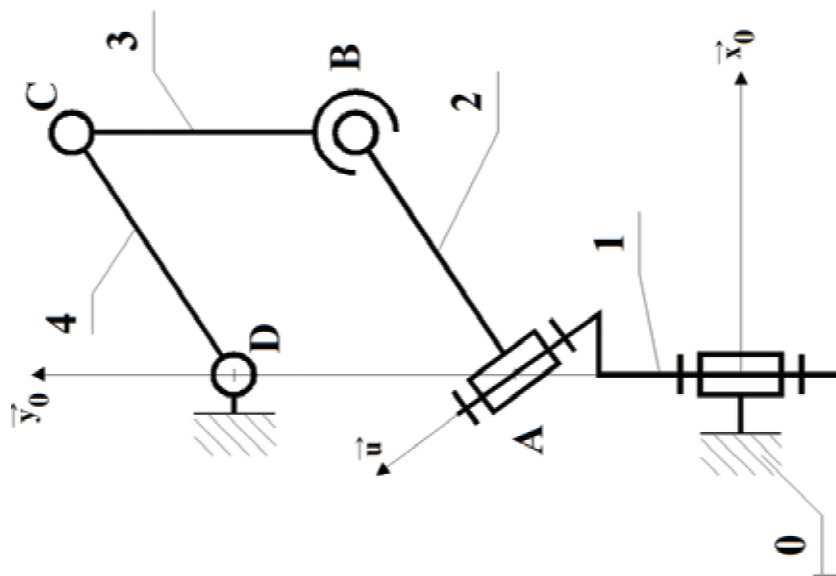


Figure 7 : tête de vibration dans la seconde position extrême (après un demi-tour de l'arbre d'entrée)

Le couple nécessaire à l'entraînement en rotation exercé par l'arbre de transmission sur l'arbre d'entrée **1** est noté C .

La fréquence de rotation de l'arbre d'entrée **1** par rapport au carter **0** est notée ω .

Soit P la puissance nécessaire à l'entraînement en rotation de la tête de vibration et du peigne.

Question 2 : Donner la relation littérale entre P , ω , et C . Préciser les unités des différents termes.

Question 3 : Le peigne ayant un mouvement de rotation alternatif de fréquence 830 allers-retours par minute, en déduire la vitesse de l'arbre d'entrée **1**.

Question 4 : Sur quel(s) élément(s) de l'expression précédente peut-on agir pour diminuer la puissance consommée par le moteur (exigence 1.3.1) ? Justifier.

1) Détermination du couple nécessaire à l'entraînement en rotation

On se place dans le cas d'un fonctionnement « à vide » : les peignes ne sont pas en contact avec les branches de l'olivier.

On utilise un logiciel de simulation numérique afin de déterminer l'évolution du couple nécessaire à l'entraînement de la tête de vibration et du peigne.

Voici une vue du mécanisme modélisé sur un logiciel de CAO 3D :

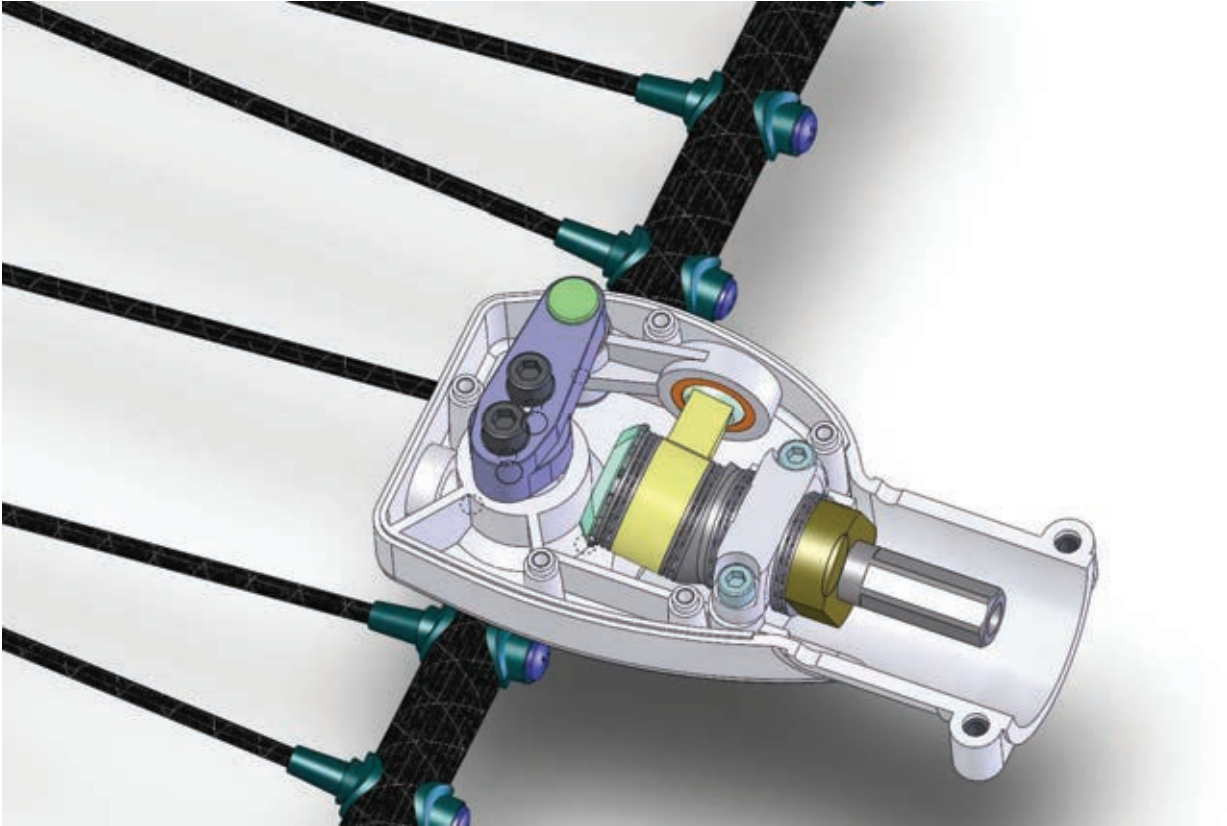


Figure 8 : modélisation 3D de la tête de vibration

Ce logiciel comprend un module de calculs dynamiques :

- ✓ les liaisons définies dans le modèle, entre les différents groupes cinématiques 0, 1, 2, 3 et 4, respectent la modélisation fournie figure 7 ;
- ✓ les matériaux, pour chaque pièce, ont été déclarés ;
- ✓ le système est isostatique.

Lors du lancement du calcul, la fenêtre suivante est à renseigner.

No.	Liaison	Composante	Type Mvt.	Vitesse	Courbe
1		Rx (-4.7977...	Uniforme		

Mouvements d'entrée

Type d'étude: Etude dynamique

Nbre de positions: 500

Durée du mouvement (sec): 0.072289

Commentaires :

Q5

Q5

Q6

Question 5 : Définir la liaison à motoriser (préciser les groupes cinématiques) et la vitesse de rotation (en tr/min) à déclarer.

Question 6 : Afin de pouvoir étudier l'évolution du couple d'entraînement sur un tour complet de l'arbre d'entrée **1**, justifier pourquoi le temps de l'étude doit être de 0,072 s environ.

Après simulation, on constate que le couple maximal est alors de 1,8 Nm.

Lorsqu'on relance la simulation sans peigne, on constate que le couple maximal n'est plus que de 0,02 Nm.

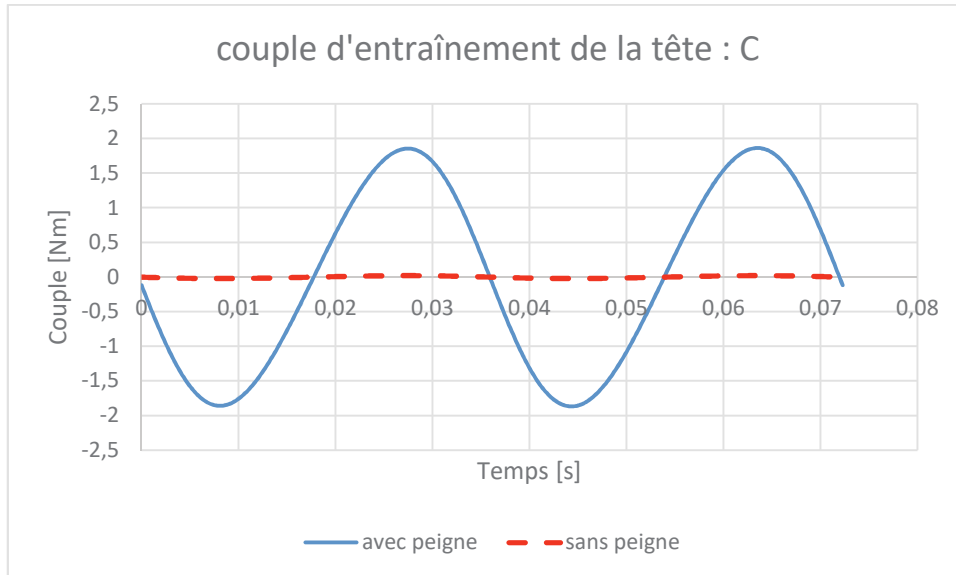


Figure 9 : couples d'entraînement avec et sans peigne

Question 7 : En déduire la puissance instantanée maximale consommée avec et sans peigne et conclure.

Question 8 : Comment peut-on expliquer ce phénomène sachant que la masse du peigne est du même ordre de grandeur que l'ensemble des autres pièces en mouvement ?

Question 9 : La géométrie du peigne étant imposée pour des raisons de fonctionnalité, sur quel(s) autre(s) paramètre(s) propre(s) au peigne peut-on jouer pour minimiser la puissance consommée (exigence 1.3.1) ?

2) Justification du choix matériau pour les doigts du peigne

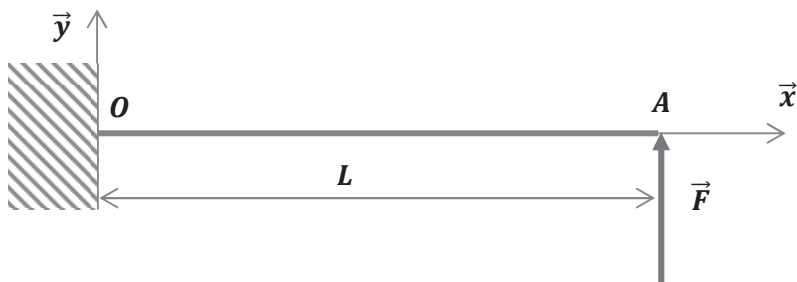
Le constructeur a choisi de la fibre de carbone pour les doigts du peigne afin qu'ils soient à la fois :

- ✓ légers (exigence 1.2.2.2) ;
- ✓ rigides, afin que les vibrations soient transmises aux branches et non amorties par la déformation des doigts ;
- ✓ résistants, afin d'éviter toute rupture.

L'objectif de cette partie est de s'assurer que le choix du matériau est optimisé.

On peut modéliser un doigt par une poutre de section circulaire et de diamètre d , encastrée à son extrémité et travaillant principalement en flexion.

Pour la suite de l'étude, on prendra le modèle suivant :



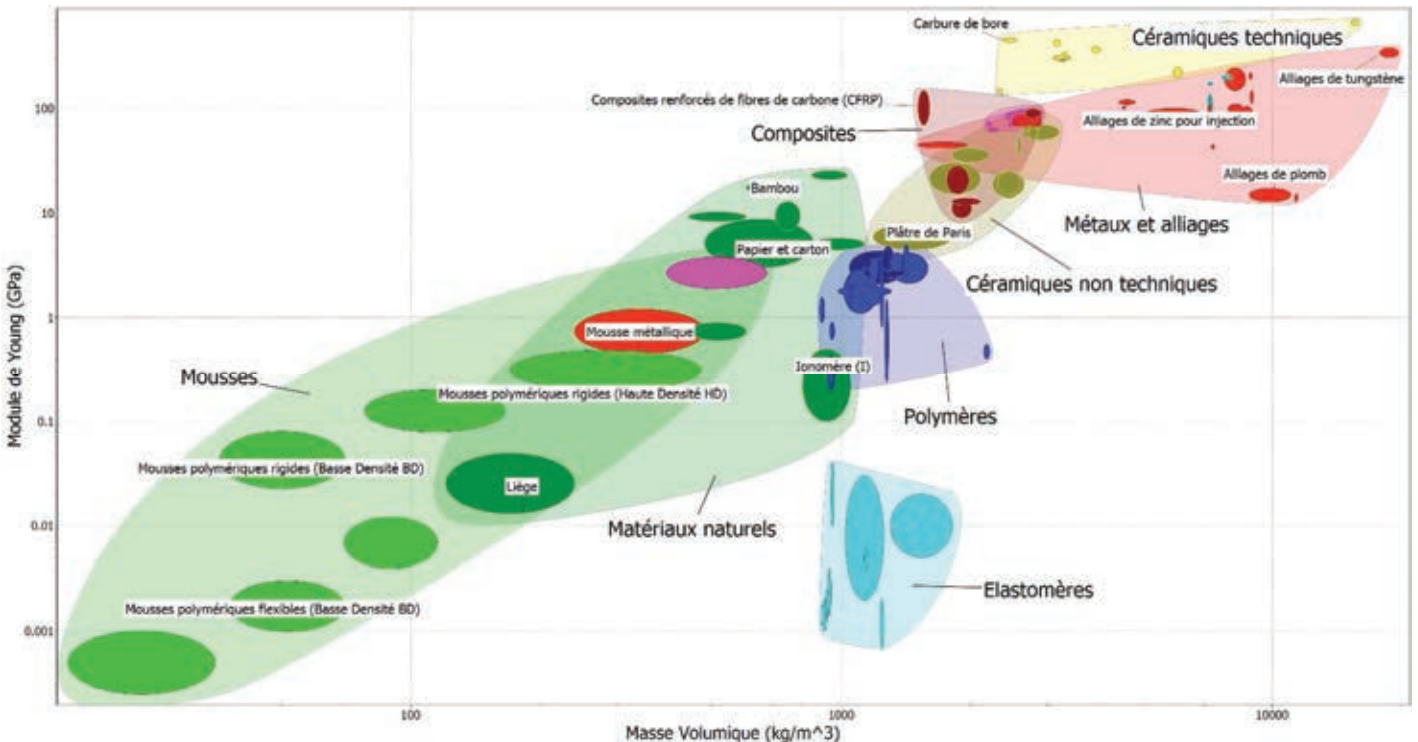
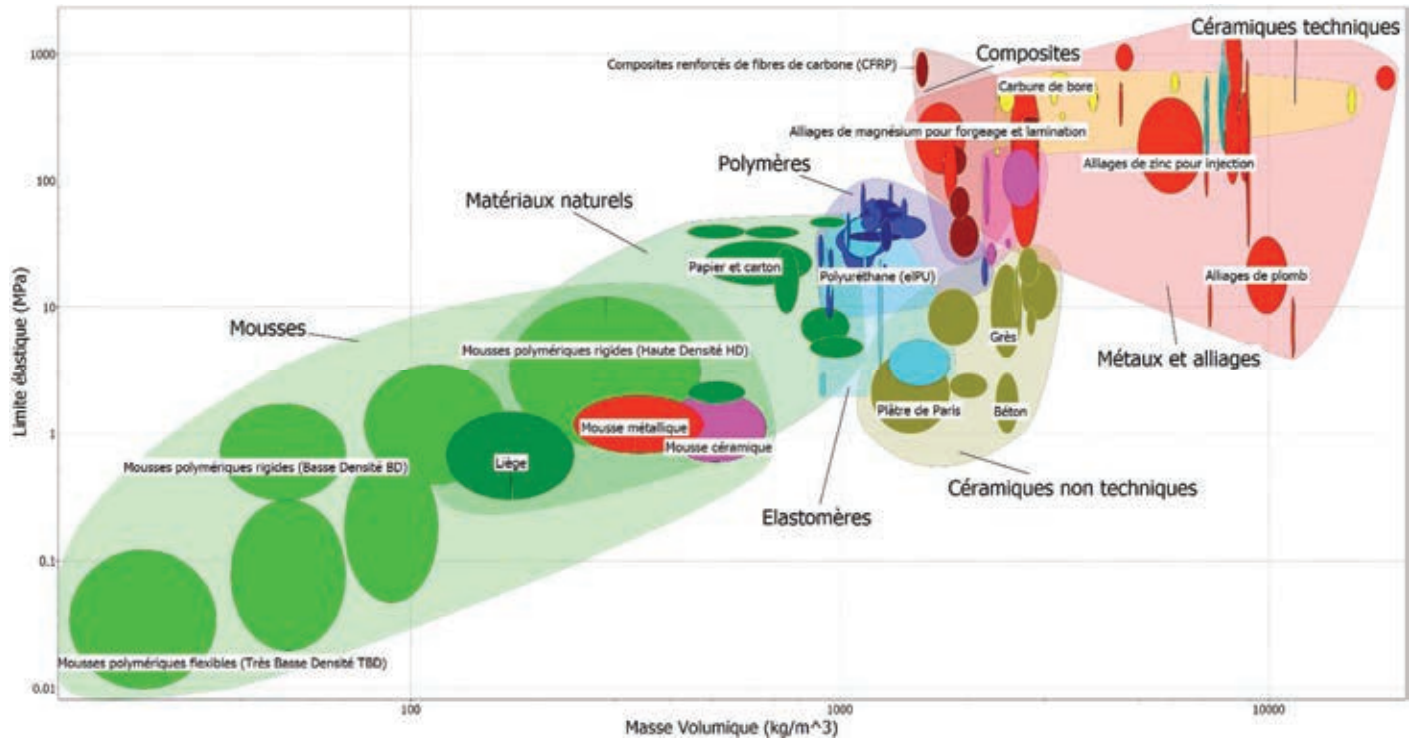
Avec : F : effort exercé par la branche de l'olivier sur le doigt.

On note E le module d'Young du matériau, I_{Gz} le moment quadratique de la poutre par rapport à l'axe \vec{z} et ρ sa masse volumique.

Une étude préliminaire a permis d'établir les deux indices de performances suivants :

- résistance : pour être à la fois léger et résistant, il faut maximiser l'indice de performance : $\frac{\sigma_{adm}^{2/3}}{\rho}$;
- rigidité : pour être à la fois léger et rigide, il faut maximiser l'indice de performance : $\frac{\sqrt{E}}{\rho}$.

Les diagrammes ci-dessous représentent l'ensemble des matériaux stockés dans une base de données et classés en abscisse selon leur masse volumique et en ordonnée selon leur limite élastique ou leur module de Young.



Les axes sont en échelle logarithmique.

Ainsi, on peut représenter les indices de performance par les droites d'équations :

$$\log(\sigma_{adm}) = \frac{3}{2} \log(\rho) + constante$$

$$\log(E) = 2 \log(\rho) + constante$$

Question 10 : Sur le document réponse DR2, tracer les droites de manière adaptée afin de montrer que les composites renforcés de fibres de carbone sont un choix judicieux pour maximiser les indices de performance en résistance.

3) Justification du mécanisme de transformation de mouvement

L'objectif de cette partie est de vérifier la pertinence du choix du système de transformation de mouvement vis-à-vis de l'exigence 1.2.1 : limiter les vibrations pour l'utilisateur.

Soit $\ddot{\theta}_{40}$ l'accélération angulaire du peigne par rapport à l'axe (D, \vec{z}_0) (cf. figure 10 ci-dessous).

Les vibrations, générées par des efforts dynamiques, sont d'autant plus importantes que l'accélération angulaire du peigne est grande.

Afin de déterminer l'expression de l'accélération angulaire $\ddot{\theta}_{40}$, on souhaite établir la loi entrée-sortie du mécanisme de transformation de mouvement.

On utilise la modélisation et le paramétrage suivants :

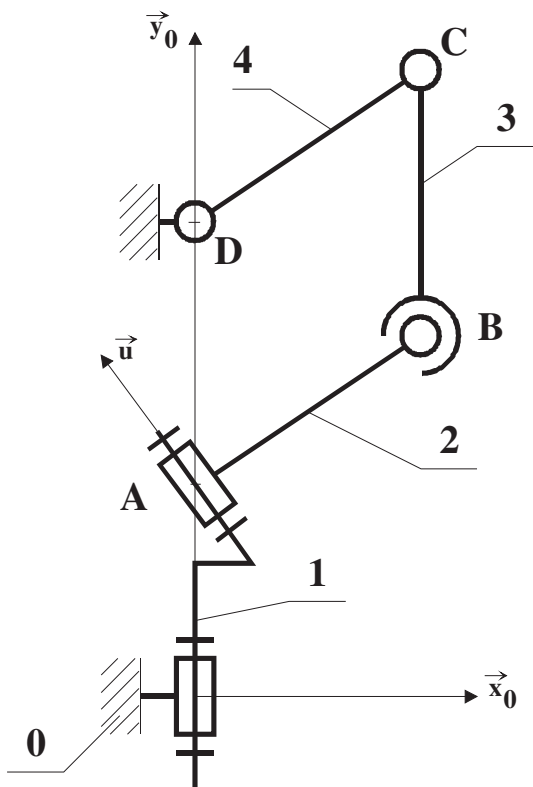


Figure 10 : schéma cinématique

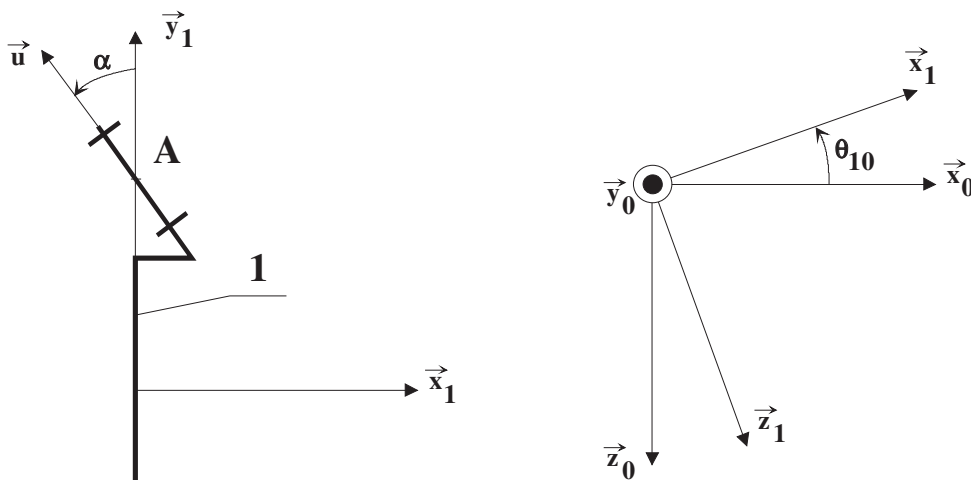
Attention : ce schéma cinématique est représenté dans la position particulière $\theta_{10}=0$. Dans cette position, la base $(\vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ est confondue avec la base $(\vec{x}_1, \vec{y}_0, \vec{z}_1)$.

AB = a
DC = a
BC = b
AD = b

$\theta_{40} = (\vec{x}_0, \overline{DC})$ paramètre la position du levier 4 par rapport au carter 0.

$\theta_{20} = (\vec{x}_0, \overline{AB})$ paramètre la position de la bielle 2 par rapport au carter 0.

$(\vec{x}_1, \vec{y}_0, \vec{z}_1)$ est une base liée à l'arbre d'entrée 1.



Question 11 : Justifier succinctement pourquoi $\theta_{20} = \theta_{40}$ quel que soit t.

On peut remarquer que, pendant le fonctionnement, \vec{u} reste en permanence perpendiculaire à \overline{AB} .
On a ainsi toujours : $\vec{u} \cdot \overline{AB} = 0$.

Question 12 : En exprimant : $\vec{u} \cdot \overrightarrow{AB} = 0$, montrer alors que la loi entrée-sortie peut se mettre sous la forme : $\tan(\theta_{40}) = \cos(\theta_{10}) \cdot \tan(\alpha)$

Question 13 : En déduire alors que la plage de variation de θ_{40} est $\pm\alpha$.

Si on dérive deux fois l'expression de la loi entrée-sortie, on peut obtenir l'évolution de $\ddot{\theta}_{40}$ en fonction de θ_{10} et $\dot{\theta}_{10}$. Cette expression n'étant pas linéaire, on préfère passer par une simulation numérique.

La courbe obtenue est la suivante :

$$|\ddot{\theta}_{40}|_{max} = 1945 \text{ rad/s}^2$$

$$|\ddot{\theta}_{40}|_{moy} = 1274 \text{ rad/s}^2$$

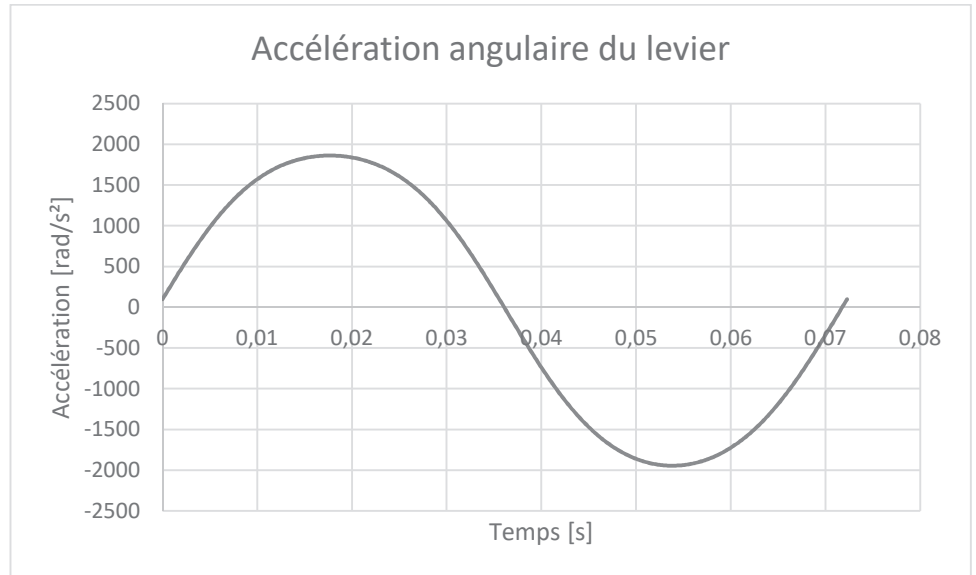


Figure 11 : accélération angulaire pour le système existant

Pour transformer un mouvement de rotation continue en mouvement de rotation alternative, on peut également utiliser une solution plus classique, le système « 4 barres », modélisé ci-dessous :

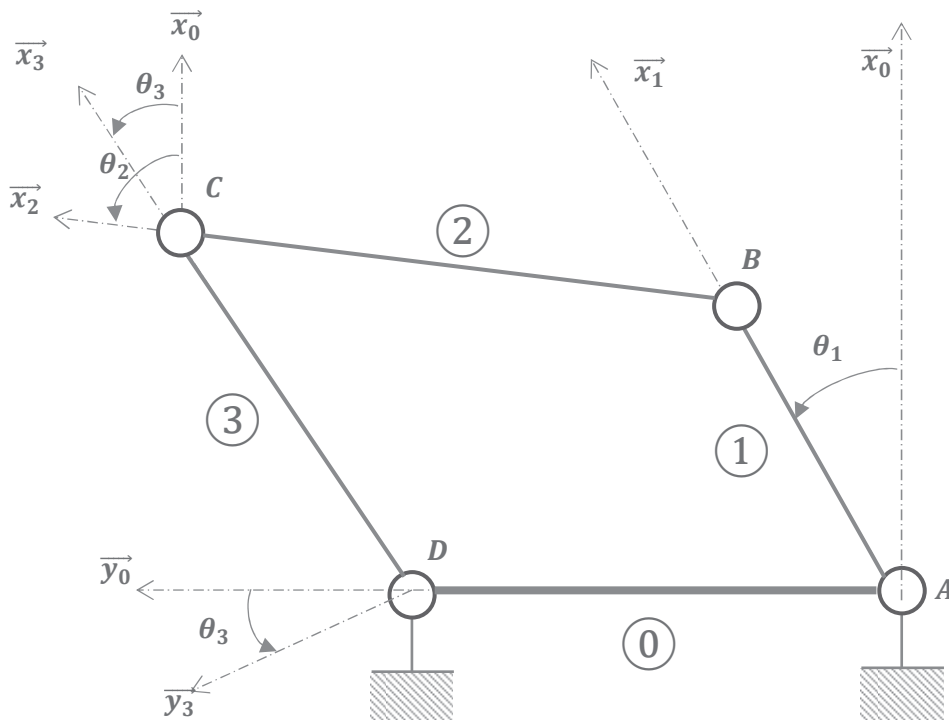


Figure 12 : schéma cinématique d'un système 4 barres

La manivelle **1** tourne de manière continue autour du carter **0**. Le mouvement est transmis par l'intermédiaire de la bielle **2**. La barre **3** a alors un mouvement de rotation alternative.

Pour une même plage de variation $\pm\alpha$, l'allure de l'accélération angulaire de la barre **3** par rapport à **0** est la suivante :

$$|\ddot{\theta}_{30}|_{max} = 2889 \text{ rad/s}^2$$

$$|\ddot{\theta}_{30}|_{moy} = 1336 \text{ rad/s}^2$$

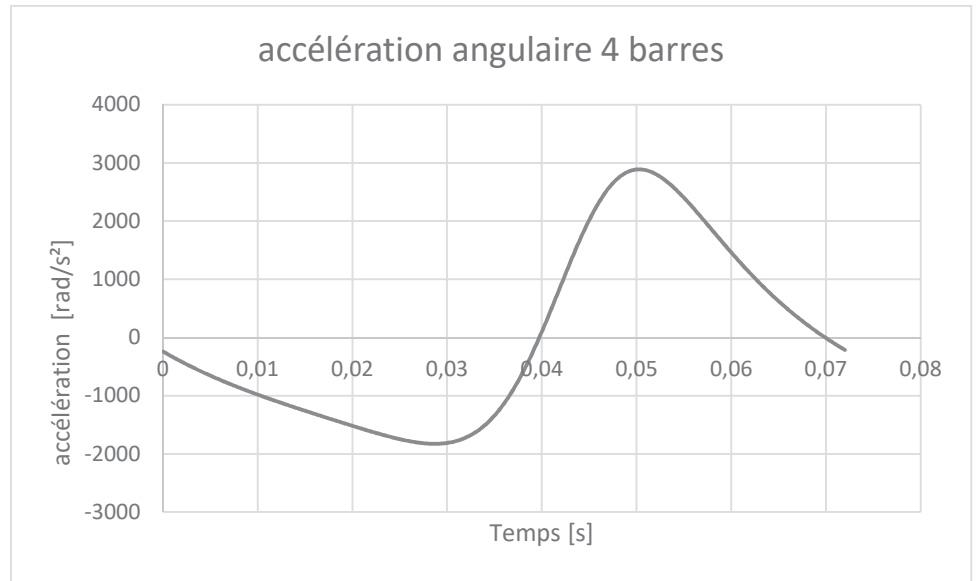


Figure 13 : accélération angulaire pour le système existant

Question 14 : Le choix du système de transformation de mouvement choisi vous paraît-il judicieux par rapport au système 4 barres ? Justifier.

B.2. Justification de la forme de l'arbre de transmission

L'arbre de transmission permet de transmettre la puissance entre la sortie du réducteur et l'entrée de la tête de vibration.

Le constructeur a opté pour un tube plutôt qu'une barre pleine. Cette solution est pourtant plus encombrante.

L'objectif de cette partie est de vérifier la pertinence de ce choix en termes de légèreté (exigence 1.2.2.2).

Pour cela, nous allons nous intéresser au rapport de masses de deux arbres de transmission cylindriques soumis à la torsion, de même longueur L , de même matériau mais l'un étant plein et l'autre tubulaire.

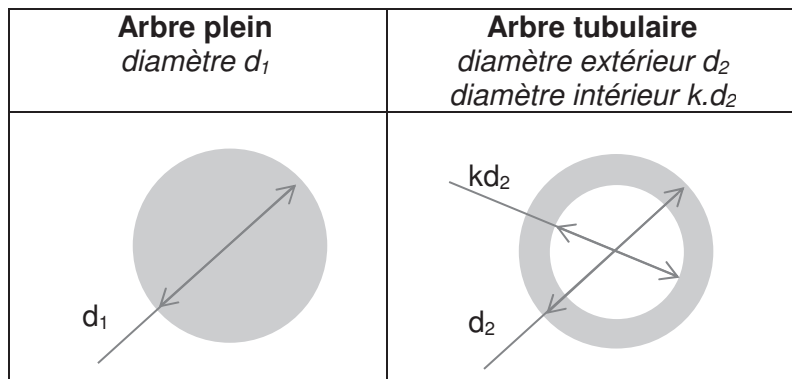
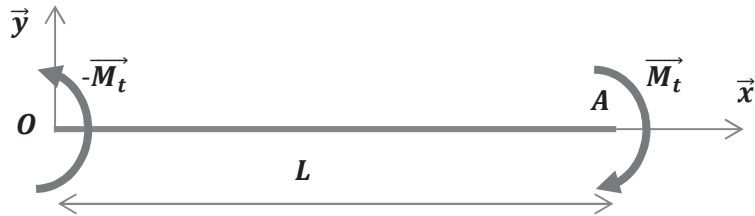


Figure 14 : sections pour un arbre plein et tubulaire

Pour la suite de l'étude, on prendra le modèle suivant :



Avec : M_t : moment de torsion exercé sur l'arbre de transmission

On note G le module de Coulomb du matériau, I_0 le moment quadratique polaire de la poutre et ρ sa masse volumique.

Avec ce modèle, on peut établir les éléments suivants :

- moment quadratique polaire : arbre plein : $I_0 = \frac{\pi d_1^4}{32}$
 arbre tubulaire : $I_0 = \frac{\pi(d_2^4 - (kd_2)^4)}{32}$
- équation de la déformation : $\theta = \frac{M_t}{GI_0}$ avec θ angle de torsion unitaire ;
- contrainte : $\tau = \frac{M_t \cdot r}{I_0}$ avec r position radiale du point M considéré dans la section droite.

Deux cas sont étudiés pour les deux arbres :

- ✓ même déformation maximale (condition de rigidité).
- ✓ même contrainte maximale de torsion (condition de résistance) ;

1) Même déformation maximale

Si on considère les déformations maximales égales pour les deux arbres, alors on a :

$$\theta_1 = \theta_2 \text{ soit } \frac{M_t}{GI_{01}} = \frac{M_t}{GI_{02}}$$

En remplaçant I_{01} et I_{02} par leur expression respective, on peut alors montrer que :

$$d_1^4 = d_2^4 (1 - k^4)$$

Sachant que : $\frac{m_1}{m_2} = \frac{\rho \cdot \pi \cdot L \cdot d_1^2}{\rho \cdot \pi \cdot L \cdot d_2^2 (1 - k^2)}$ on peut en déduire que : $\frac{m_1}{m_2} = \sqrt{\frac{1+k^2}{1-k^2}}$

2) Même contrainte maximale

Question 15 : En exprimant les contraintes maximales égales pour les deux arbres et en suivant la démarche proposée au B.2.1, déterminer dans ce cas l'expression littérale de $\frac{m_1}{m_2}$ en fonction de k.

3) Synthèse

Question 16 : Pour k = 0,7, déterminer les valeurs numériques des rapports de masse dans les deux cas précédents. Que peut-on conclure quant au choix fait par le constructeur ?

B.3. Justification des choix moteur et réducteur

On a le choix entre trois technologies pour le moteur :

- le moteur à courant continu : économique mais demandant un changement régulier des balais ;
- le moteur asynchrone : économique mais possédant un rendement moyen ;
- le moteur synchrone : plus coûteux mais présentant la meilleure puissance massique et le meilleur rendement.

Le poids et la consommation étant des critères importants (exigences 1.2.2.2 et 1.3.1), on choisit un moteur synchrone.

Ce moteur synchrone est composé :

- d'une partie tournante, le rotor (ou inducteur), qui est ici un aimant permanent ;
- d'une partie fixe, le stator (ou induit), constitué de 3 bobines identiques décalées entre elles de 120° (une paire de pôles) ; ces bobines sont parcourues par un courant.

En première approximation, avec un induit réduit à une spire concentrée, on peut utiliser le modèle très simplifié ci-dessous :

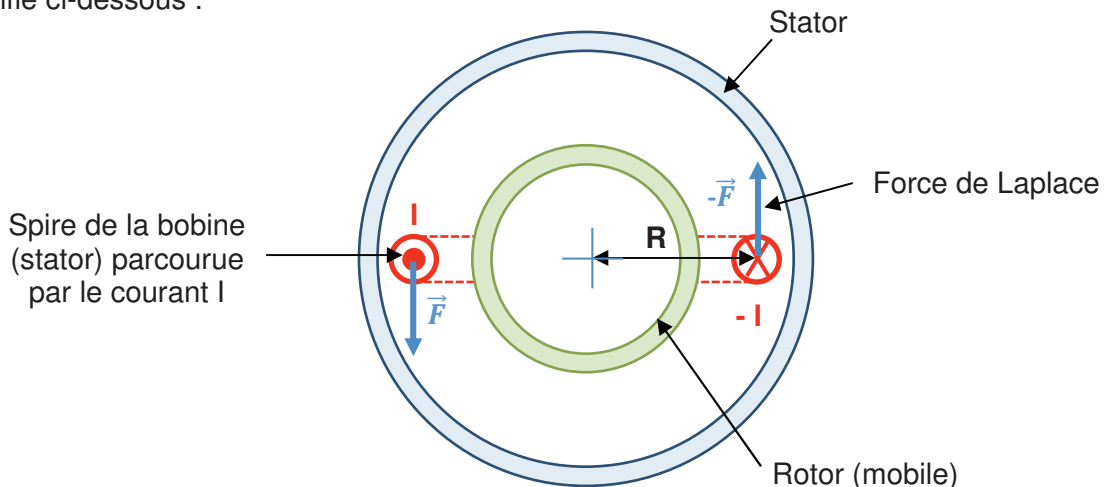


Figure 15 : Modèle simplifié d'une structure élémentaire d'un moteur synchrone

1) Justification du régime nominal du moteur

Pour limiter le poids du moteur (exigence 1.2.2.2), il est nécessaire de limiter l'intensité du courant qui l'alimente. En effet, plus l'intensité est importante, plus les fils qui composent les bobines doivent être de section importante.

Les courants alternatifs dans le stator créent un champ magnétique tournant B . Le champ magnétique de l'aimant permanent (rotor) se synchronise alors sur le champ tournant et le rotor est donc entraîné en rotation.

Soit I la valeur du courant moyen traversant la spire et R le rayon de la spire.

Pour un moteur de longueur axiale L , le champ magnétique génère deux forces de Laplace \vec{F} sur le rotor telle que : $F = I \cdot B_{max} \cdot L$

Question 17 : Déterminer le couple C généré par les deux forces de Laplace sur le rotor en fonction de F et R .

Pour la spire circulaire, on a : $B_{max} = \frac{\mu_0 I}{2R}$ avec μ_0 , perméabilité magnétique du vide (constante).

Question 18 : En déduire l'expression du couple C en fonction de I , L et μ_0 .

Question 19 : Sachant que l'on doit limiter le courant I , que peut-on en déduire pour le couple moteur C et la fréquence de rotation du moteur ω ?

2) Justification du réducteur

Il est nécessaire d'adapter la puissance transmise entre le moteur et l'arbre de transmission en diminuant la fréquence de rotation et en augmentant le couple.

Question 20 : A l'aide des caractéristiques fournies et sachant que la fréquence de rotation du moteur en régime nominal est de 9500 tours/min, déterminer le rapport de réduction du réducteur.

Pour limiter l'encombrement et optimiser le rendement, le constructeur a choisi d'utiliser un réducteur à train épicycloïdal dont le schéma cinématique est donné figure 16.

L'objectif de cette partie est de vérifier le résultat obtenu à la question précédente.

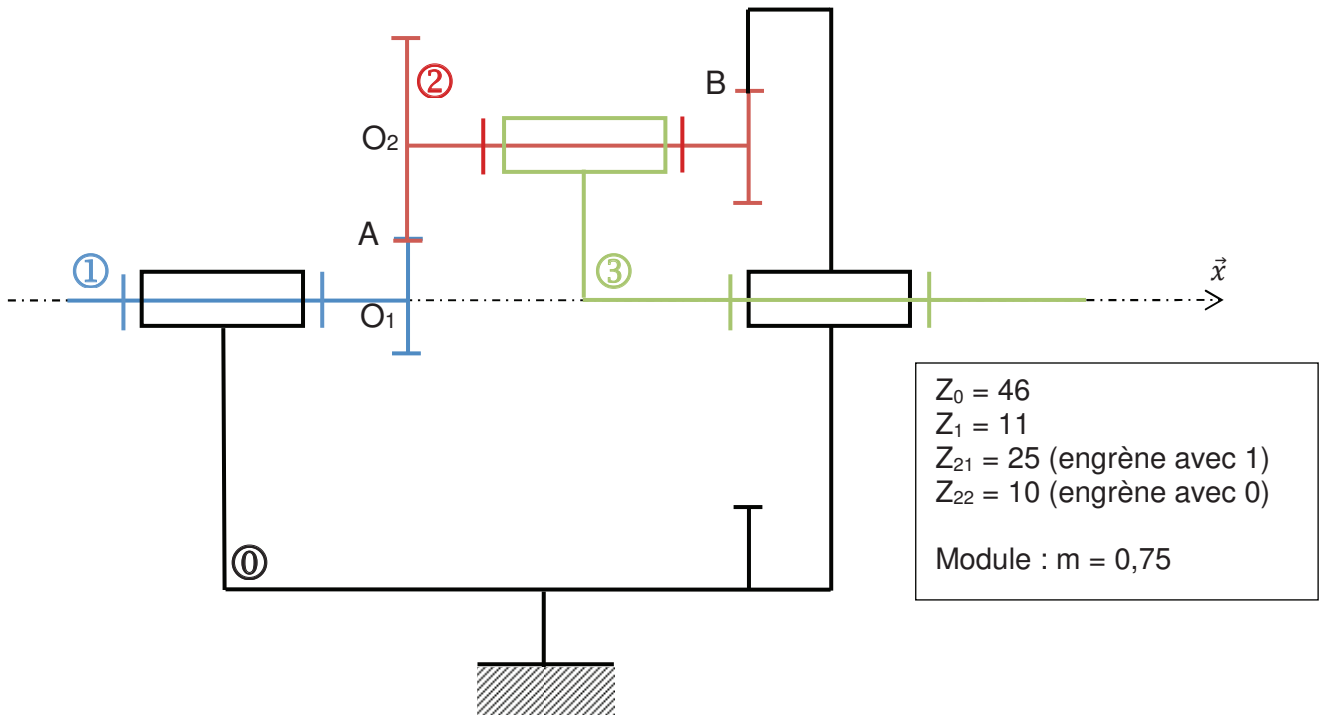


Figure 16 : schéma cinématique du réducteur

Le planétaire **1**, lié à l'arbre moteur, est guidé en rotation d'axe (O_1, \vec{x}) par rapport au carter **0**. En A, il entraîne le double satellite **2**, qui engrène en B sur une couronne liée au carter **0** et est guidé en rotation d'axe (O_2, \vec{x}) par le porte-satellite **3**, sortie du réducteur et lié à l'arbre de transmission. $N_{3/0} = 830$ tr/min et **3** tourne par rapport à **0** dans le sens direct.

On suppose que les liaisons sont parfaites et qu'il y a roulement sans glissement en A et B.

Une vue de côté de ce réducteur est fourni sur le document réponse DR3.

Question 21 : Déterminer les centres instantanés de rotation (CIR) :

- ✓ $I_{1/0}$: 1 par rapport 0 ;
- ✓ $I_{2/1}$: 2 par rapport 1 ;
- ✓ $I_{2/0}$: 2 par rapport 0 ;
- ✓ $I_{3/2}$: 3 par rapport 2 ;
- ✓ $I_{3/0}$: 3 par rapport 0.

Question 22 : Connaissant le nombre de dents des différents éléments ainsi que leur module, déterminer les distances O_1A et O_1O_2 . Vérifier le résultat en mesurant la distance O_1O_2 sur le document réponse DR3.

Question 23 : $N_{3/0} = 830$ tr/min. calculer $\|\overrightarrow{V_{O_2 \in 3/0}}\|$. Tracer $\overrightarrow{V_{O_2 \in 3/0}}$ sur le document réponse DR4.

Question 24 : En déduire $\overrightarrow{V_{O_2 \in 2/0}}$.

Question 25 : En déduire graphiquement $\overrightarrow{V_{A \in 2/0}}$.

Question 26 : En déduire $N_{1/0}$.

Question 27 : Déterminer le rapport de réduction du train épicycloïdal. Ce résultat correspond-il à celui de la question 20 ?

B.4. Justification du choix de la batterie

L'objectif de cette partie est de vérifier si la batterie est correctement dimensionnée en matière d'autonomie.

En régime nominal et en conditions de fonctionnement normales, on estime :

- ✓ le couple moyen sur l'arbre d'entrée de la tête de vibration à : $C_{\text{moy}} = 3,1$ Nm ;
- ✓ le rendement du réducteur : $\eta_{\text{red}} = 0,9$;
- ✓ le rendement du moteur : $\eta_{\text{mot}} = 0,95$.

Question 28 : Déterminer la puissance utile fournie par le moteur. Comparer le résultat obtenu avec les caractéristiques techniques fournies page 2.

Question 29 : En déduire la puissance absorbée (ou puissance d'entrée) par le moteur.

Question 30 : Sachant que la tension de la batterie est de 44,4 V, en déduire l'intensité I délivrée par la batterie.

Soit Q , la charge de la batterie (en Ah).

On a : $Q = I \cdot \Delta t$, avec Δt le temps de décharge de la batterie.

Question 31 : En déduire l'autonomie de la batterie. Que peut-on en conclure ?

C. Étude de l'évolution du produit

- Problématique

La société souhaite améliorer son produit suite à un problème de SAV (rupture de l'arbre de transmission). Ce nouveau produit s'appellera « Peigne Vibreur New » et devra répondre au cahier des charges suivant.

- Cahier des charges fonctionnel

- Utiliser les moteurs « Brushless » développés par la société.
- La cadence restera la même soit 830 allers-retours/min.
- Améliorer la fiabilité du produit (casse de l'arbre de transmission), supprimer l'arbre de transmission.
- Mettre le moteur dans la tête tout en conservant un encombrement minimum.
- Augmenter la longueur de la perche télescopique en passant de 150 / 220 à 220 / 300 cm, afin d'atteindre les fruits dans des arbres plus hauts qu'on trouve dans certains pays.
- Respecter une masse maxi de 3,2 kg

C.1 Recherche et étude d'un système de transformation de mouvement plus compact

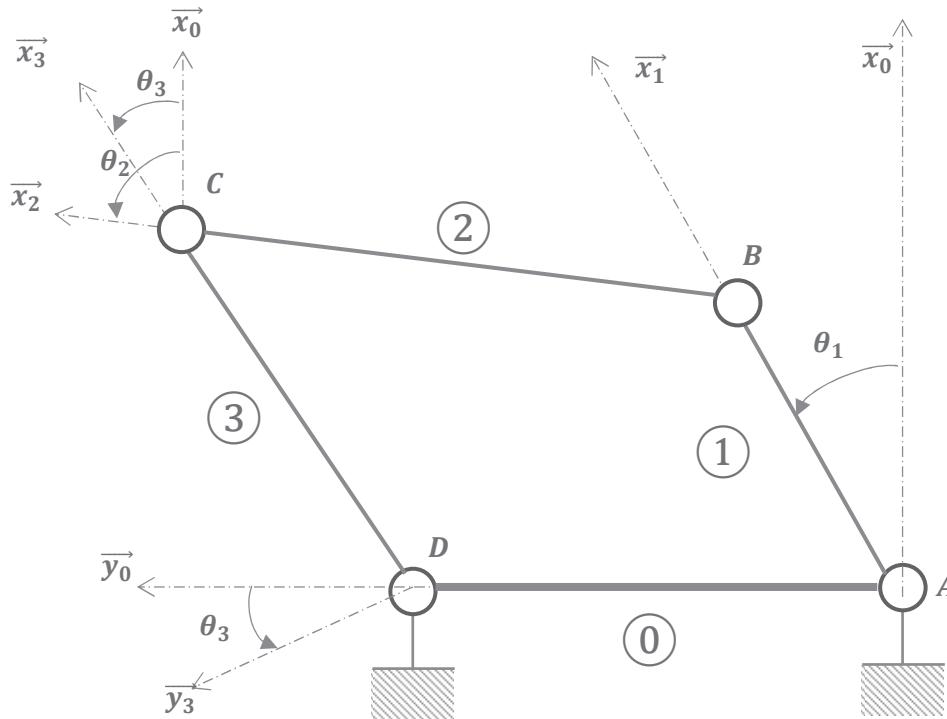
Afin d'optimiser la compacité du système, on recherche les solutions permettant de réaliser la même transformation de mouvement. On choisira ensuite la solution la plus rigide et la plus compacte.

Question 32 : Sur le document réponses DR4, dessiner sous forme de schéma cinématique minimal deux autres principes de solutions permettant de transformer un mouvement de rotation continue en mouvement de rotation alternatif.

Question 33 : Sur le document réponses DR4, donner les avantages et les inconvénients pour chacune des solutions.

Ce système est choisi car il est moins encombrant et plus rigide vis-à-vis des autres solutions.

La solution de transformation de mouvement, modélisée ci-dessous, a été finalement choisie :



La manivelle **1** tourne de manière continue autour du carter **0**. Le mouvement est transmis par l'intermédiaire de la bielle **2**. La barre **3** a alors un mouvement de rotation alternatif.

Pour permettre un débattement angulaire analogue au système existant, il est nécessaire que la plage de variation de l'angle de sortie θ_3 soit égale à $\pm \alpha$ (cf. question 13).

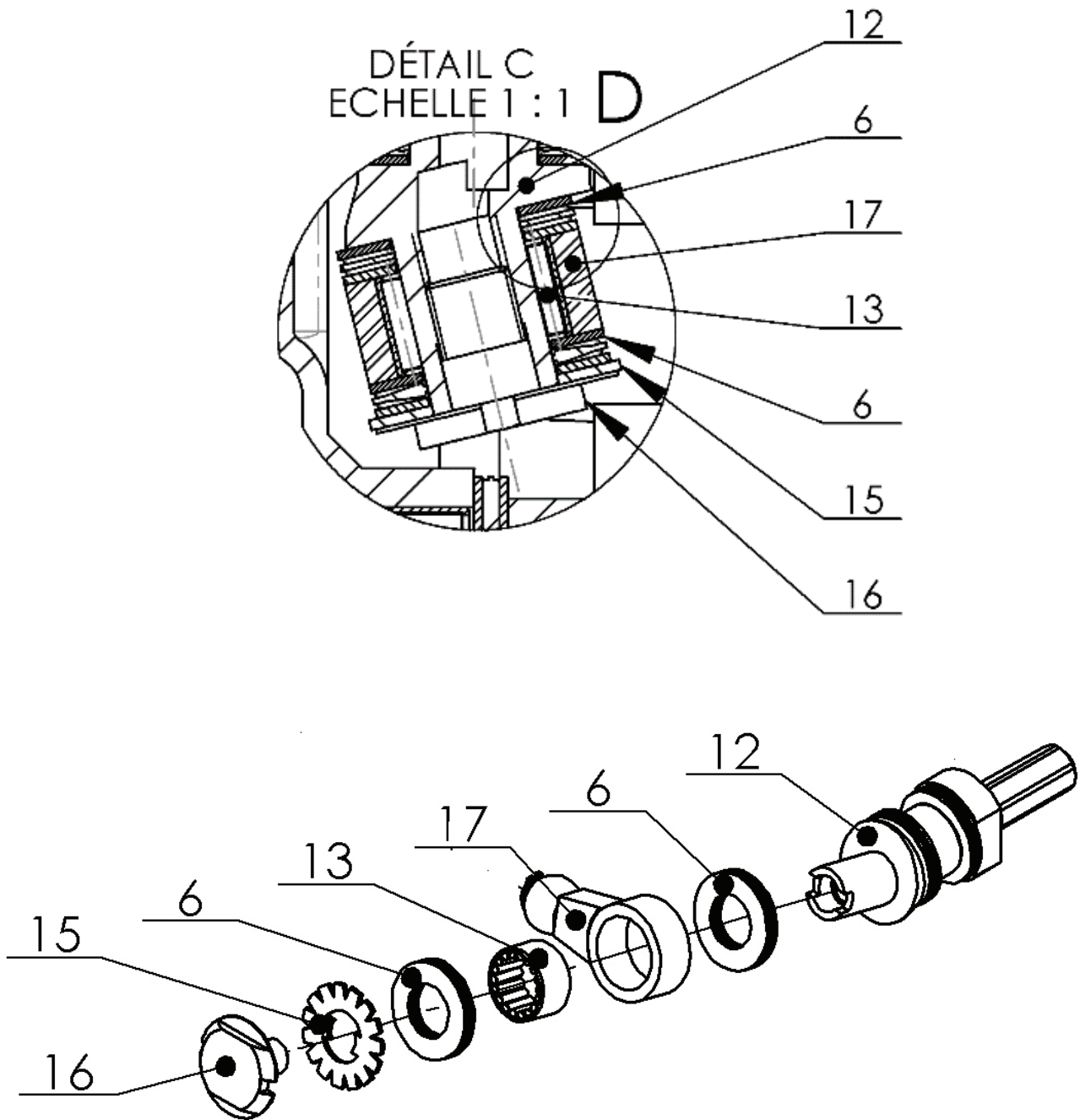
Pour des questions d'encombrement, on impose la longueur $AD = 50 \text{ mm}$ $DC = 4 \text{ mm}$ et $\alpha = 15^\circ$

Question 34 : Sur le document réponses DR5, construire les points C_1 et C_2 correspondant aux deux positions extrêmes obtenues pour $\alpha = \pm 15^\circ$.

Question 35 : En déduire les longueurs AB et BC.

C.2 Analyse et intégration de la nouvelle solution

Voici la solution technologique utilisée sur le peigne vibreur pour réaliser la liaison pivot entre l'axe de rotule 17 et l'arbre à excentrique 12 :



Question 36 : Expliquer et justifier les éléments utilisés pour cette solution technologique (guidage et maintien).

Dans la solution utilisée pour cette liaison pivot, un premier jeu A a été installé sur le document DR6. Ce jeu se situe entre la douille à aiguilles 13 et la butée 6 afin d'assurer le contact entre la butée 6 et la bielle 17.

Question 37 : Sur le document DR6, mettre en place un second jeu fonctionnel permettant le serrage de la vis 16 sans écraser les butées 6.

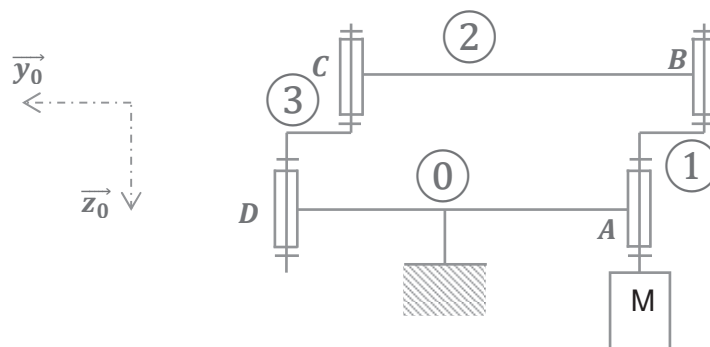
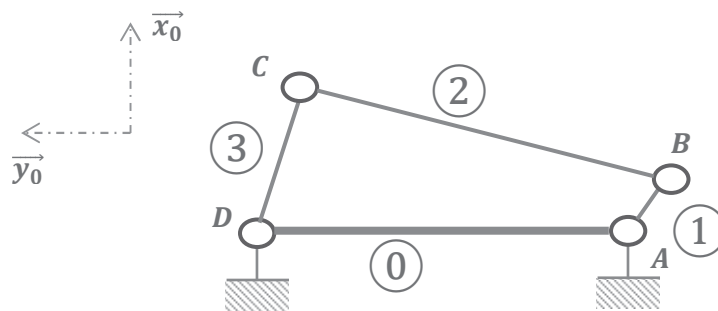
Le système de transformation de mouvement respectera le cahier des charges suivant :

- l'arbre de sortie aura un excentrique de 4 mm ;
- l'arbre d'entrée aura un excentrique de 1 mm ;
- la bielle reliant ces deux arbres aura un entre-axe de 50 mm ;
- les diamètres des arbres seront identiques aux arbres du peigne vibreur étant donné que les efforts dans les liaisons sont du même ordre de grandeur ;
- la solution technologique utilisée pour le guidage des liaisons pivots sera identique à celle utilisée dans le peigne vibreur initial ;
- la solution technologique utilisée pour maintenir les éléments de guidage des liaisons pivots sera identique à celle utilisée pour l'arbre brisé du peigne vibreur initial.

Question 38 : Sur le document réponses DR7, dessiner à main levée le système vue en coupe A-A passant par les axes de la bielle voir DT4. Dans le DT4, la vue de face et le plan de coupe sont définis.

Ci-dessous, le schéma cinématique minimal du système 4 barres :

- 0 : carter tête du peigne
- 1 : arbre d'entrée avec excentrique
- 2 : bielle
- 3 : arbre de sortie avec excentrique



C.3 Étude et définition de la nouvelle bielle

Il est nécessaire d'étudier l'hyperstatisme de notre solution pour déterminer les conditions de montage et de fonctionnement.

Question 39 : Déterminer le degré d'hyperstatisme de ce système.

Le système étant hyperstatique, il est important de réaliser l'étude des spécifications fonctionnelles afin de permettre le montage.

A partir du dessin de définition de la nouvelle bielle donné sur le DR8,

Question 40 : Faire un schéma et expliquer les spécifications géométriques suivantes issues du DR8 sur les documents réponses DR9 et DR10 :

	ϕ 0.2	B
	ϕ 0.01	A

Question 41 : Justifier quant à la possibilité de remplacer ou non, les deux spécifications ci-dessus par celle ci-dessous :

	ϕ 0,2	B	A
--	------------	---	---

Question 42 : Sur le document DR11, tracer la chaîne de cotes relative au jeu A.

Données :

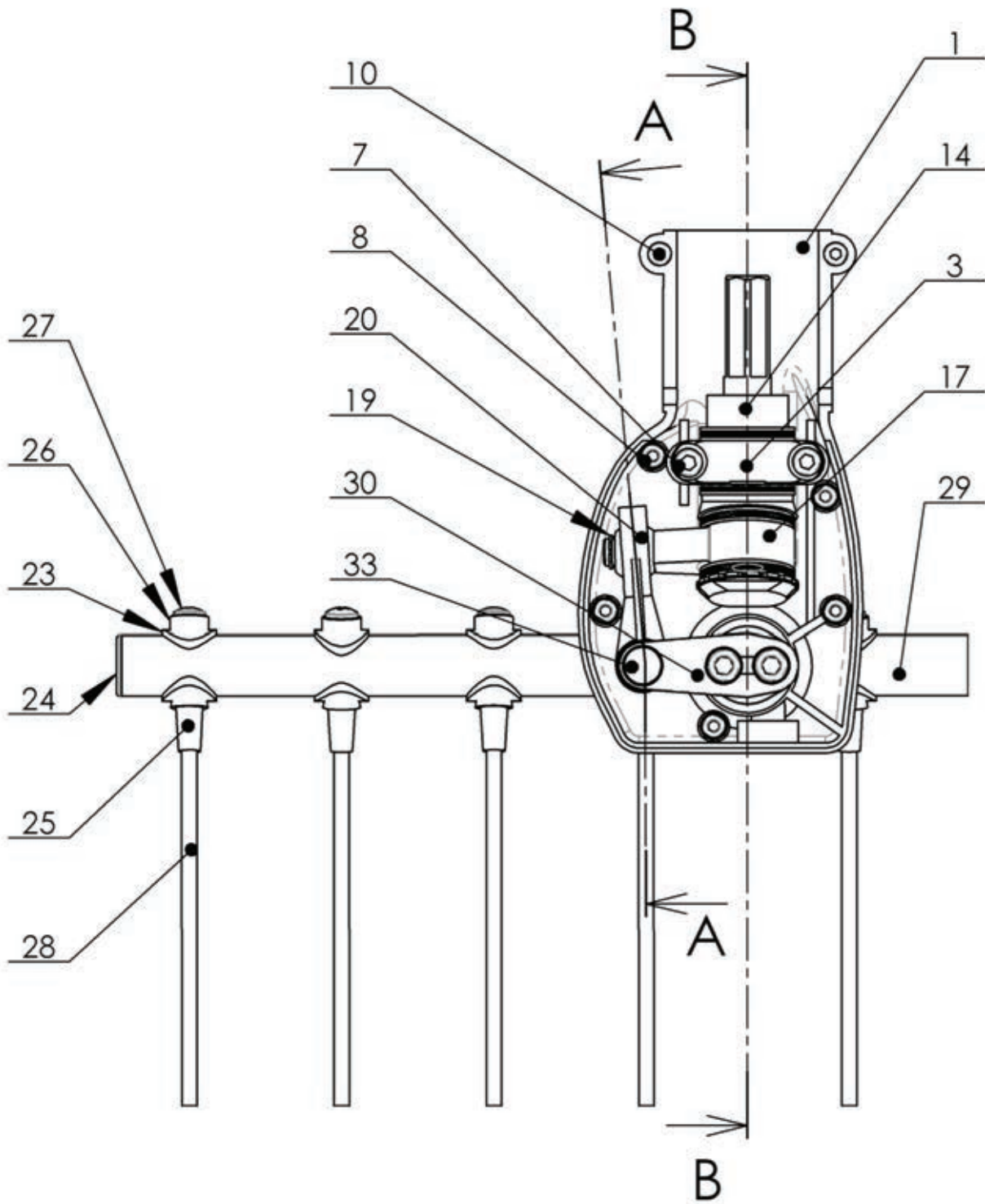
- la cote tolérancée sur la largeur de douille est de $12_{-0,1}^0$;
- le jeu de fonctionnement est : $0 < J_A < 0,2$.

Question 43 : Déterminer la cote tolérancée de l'épaisseur bielle.

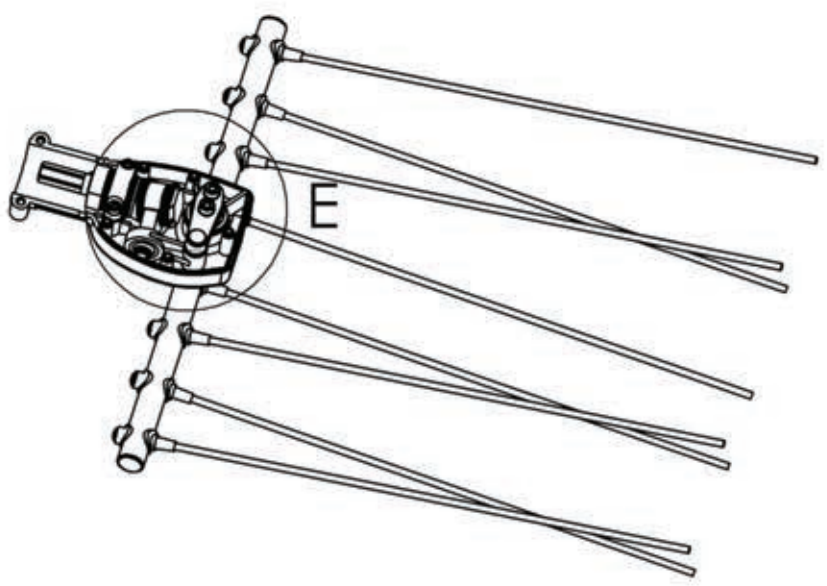
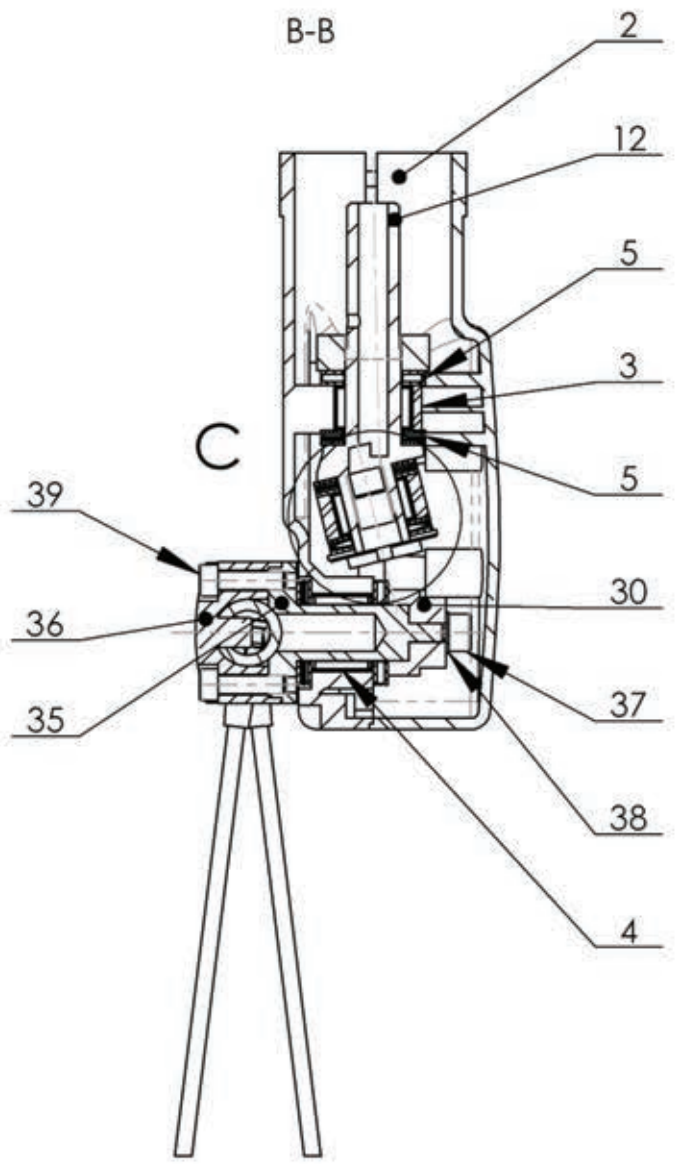
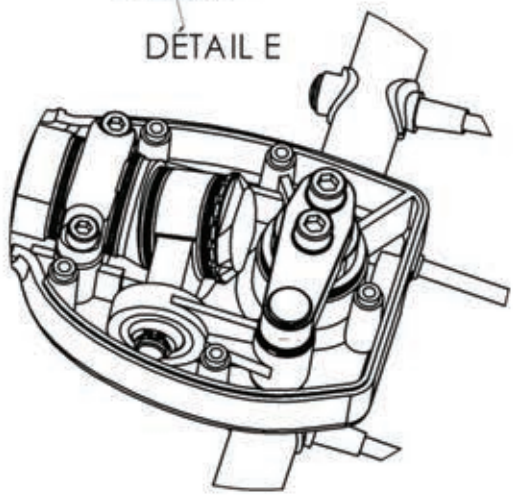
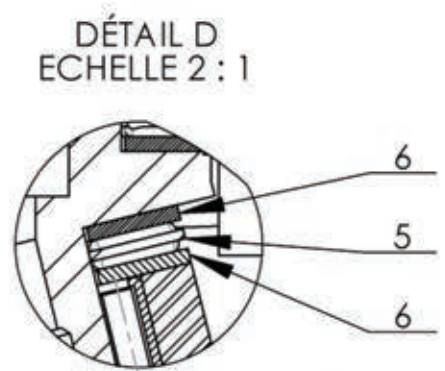
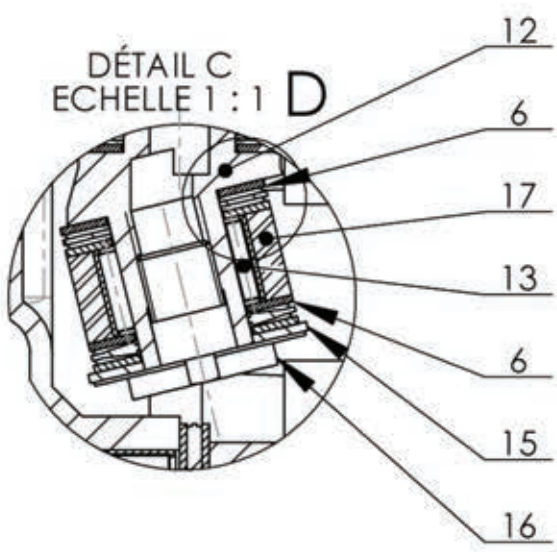
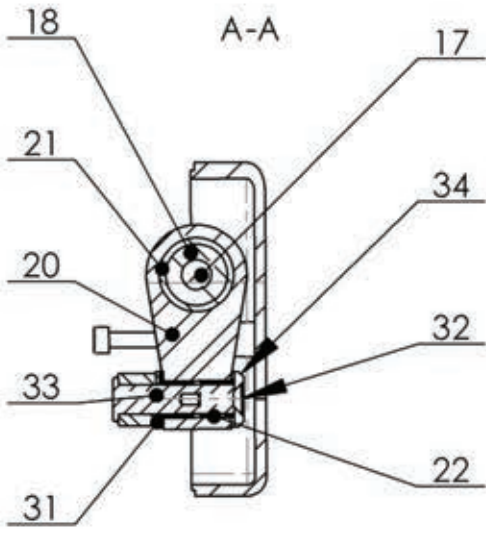
La tolérance générale Iso 2768 mK donnée sur le DR8 donne une tolérance de $\pm 0,2$ pour les cotes comprises entre 6 et 30 mm.

Question 44 : Sur le document DR8, reporter la cote tolérancée en précisant éventuellement la ou les spécifications géométriques nécessaires.

DT1



DT2

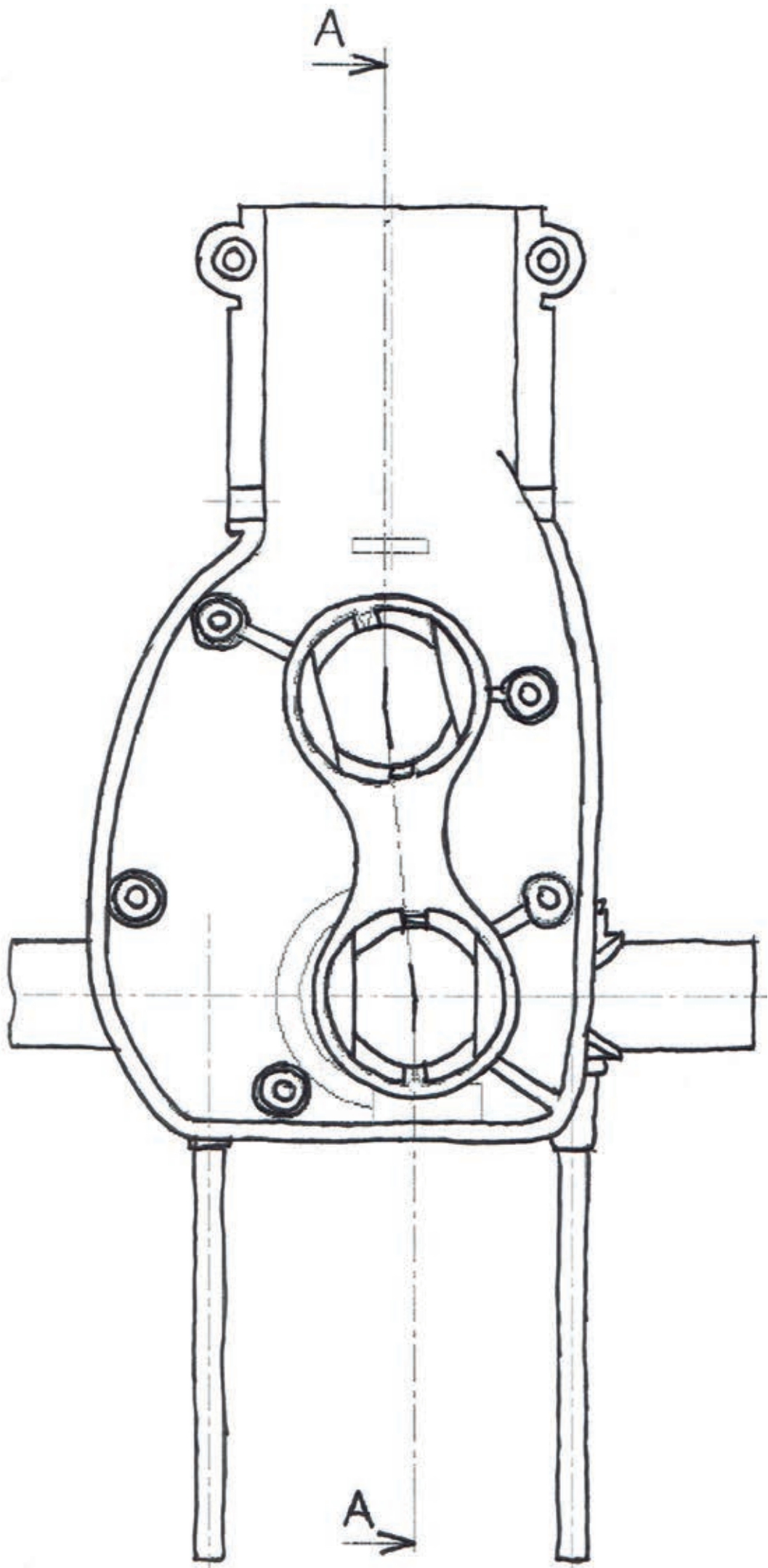


Echelle:1:2

DT3

39	2	Vis Chc M5-18
38	2	Rondelle à dents DIC 6
37	2	Vis Chc M5-10
36	1	Support peigne
35	1	axe rotation peigne
34	1	Rondelle fraisée
33	1	axe levier
32	1	VisFHC13
31	1	Rondelle_plate 8.4x15x0.8
30	1	Levier
29	1	support de doigts
28	8	Doigt
27	8	Vis Z M5 x 10
26	8	Embout cône
25	8	Embout cône doigt
24	2	Bouchon axe support de doigt
23	16	Rondelle de serrage doigt
22	2	Coussinet à collerette d = 8 ; L = 7
21	1	Rotule femelle
20	1	Bielle
19	1	anneauext6
18	1	Rotule
17	1	axe rotule
16	1	Vis Tête à encoches M10-15
15	1	Rondelle frein
14	1	bague de serrage
13	2	Palier à aiguilles SKF - HK 1512
12	1	Arbre à excentrique
11	2	Ecrou H M5
10	2	VisChc M4-30
9	2	Ecrou Hsph M4
8	5	VisChc M4-25
7	2	VisChc M5-25
6	12	Rondelle d'appui butée à aiguilles
5	6	Butée à aiguilles SKF - AXK 1528
4	1	Palier à aiguilles SKF - HK 1516
3	1	Support palier
2	1	carter inférieur tête
1	1	carter supérieur tête
Rep.	QTE	Désignations

DT4



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/S 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.
- Numéroté 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.

EFE GMC 1

DR1 à DR4

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DOCUMENT RÉPONSES

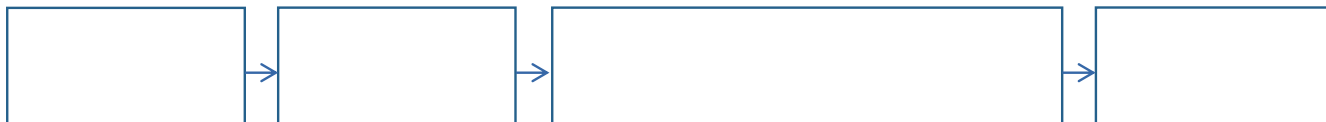
DR1

Alimenter

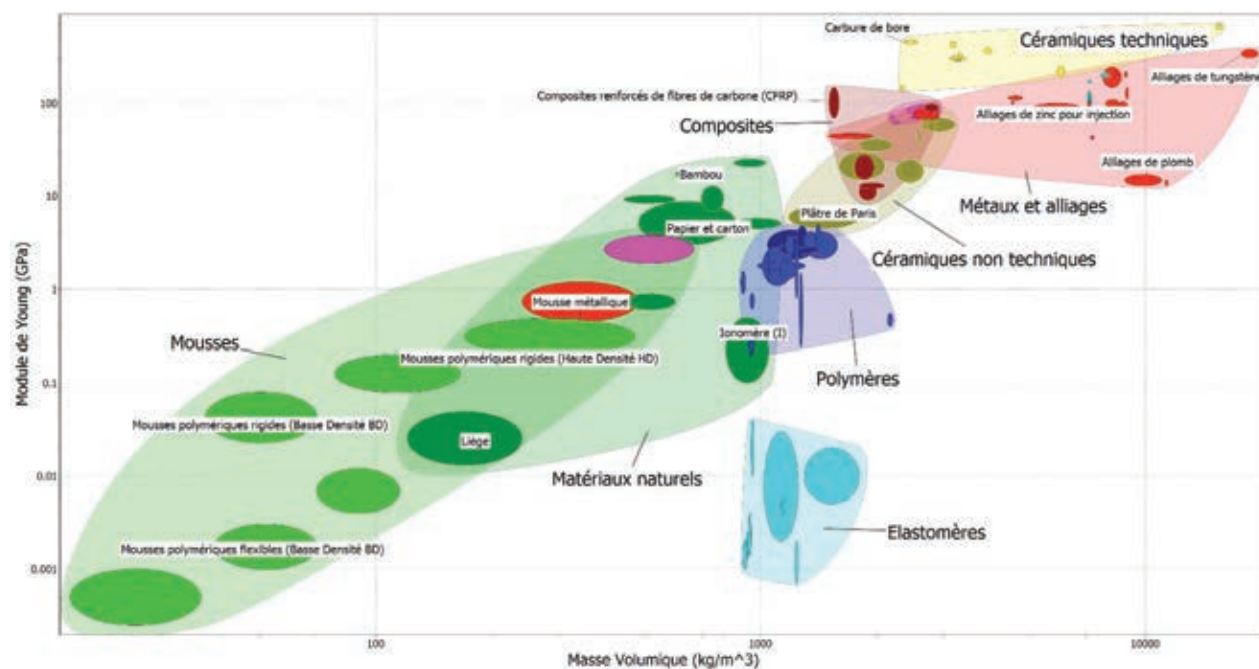
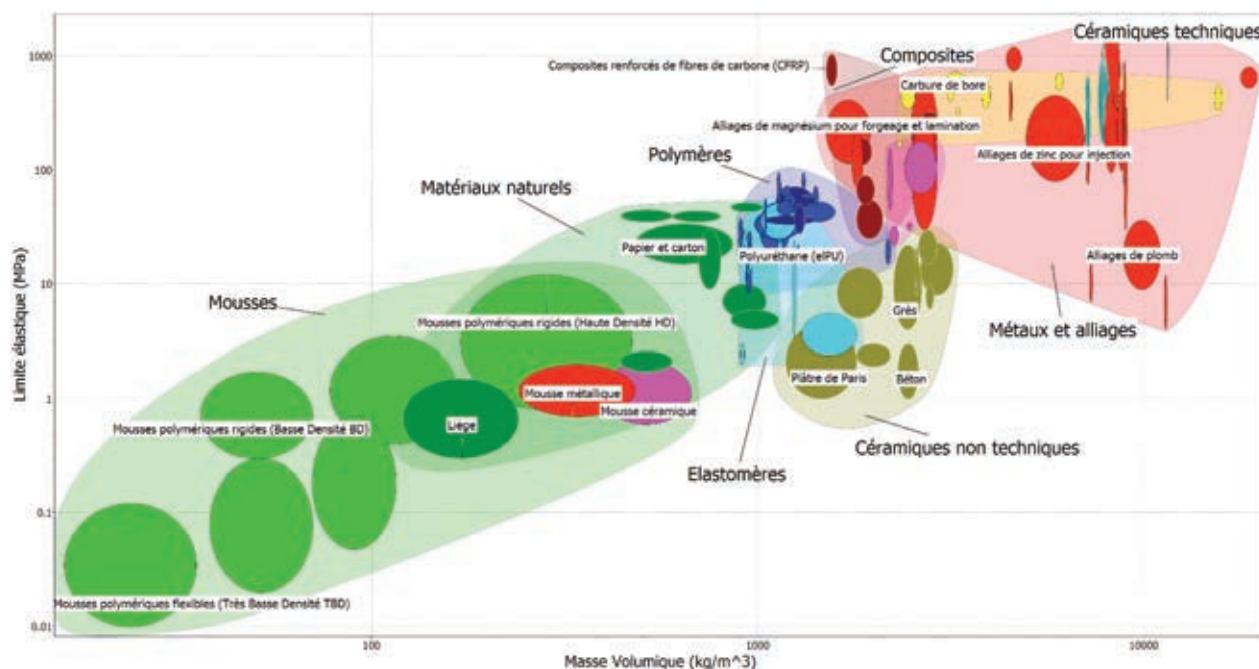
Convertir

Transmettre (3 éléments)

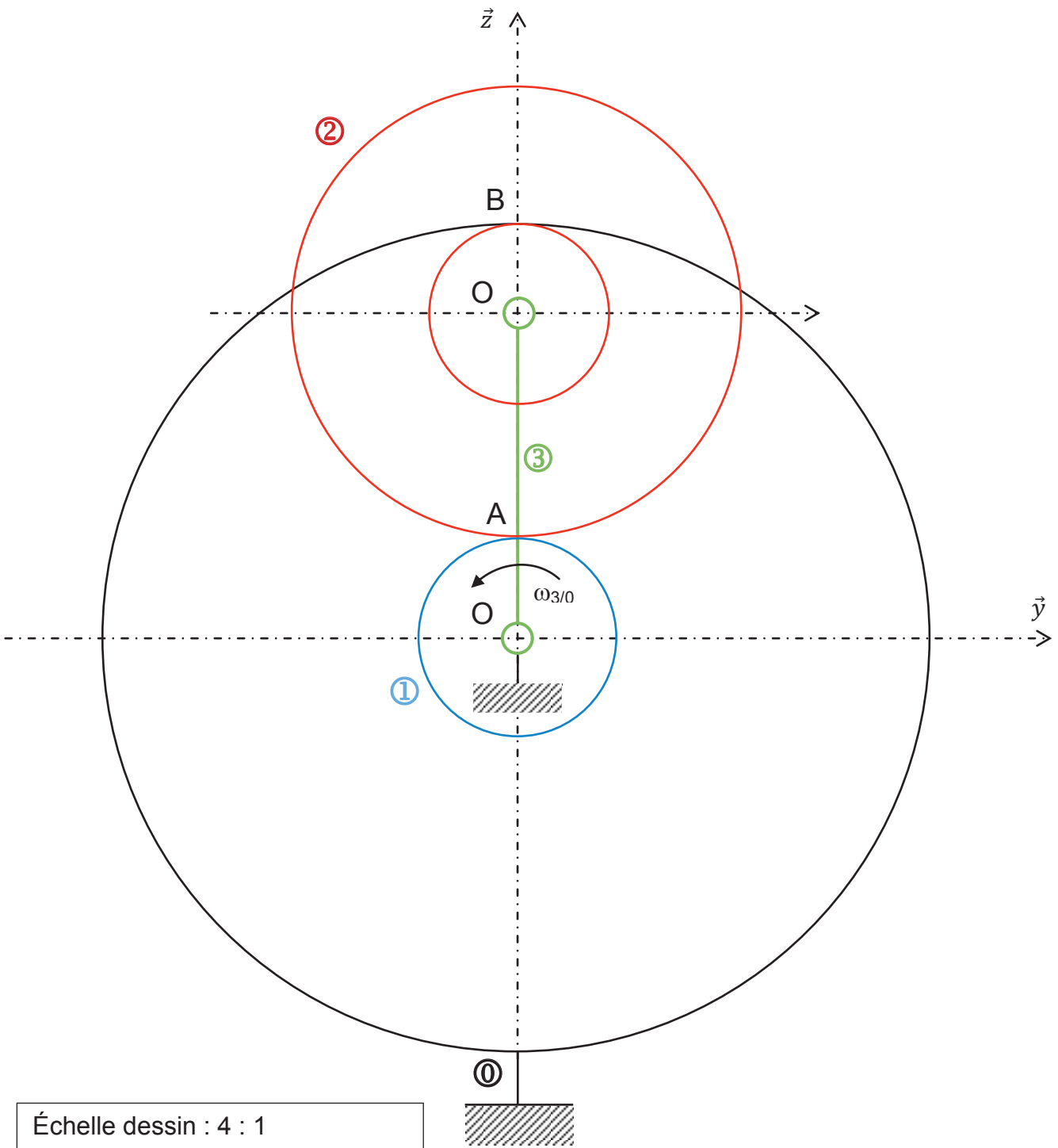
Agir



DR2



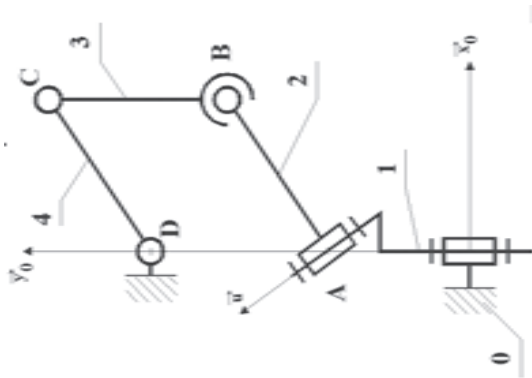
DR3



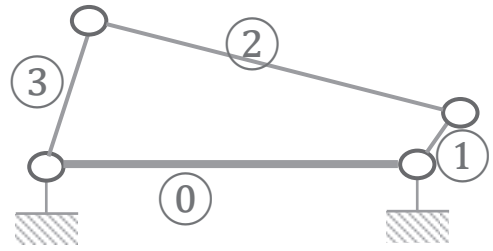
Échelle dessin : 4 : 1
Échelle des vitesses : 1 cm pour 0.5 m/s

Tournez la page S.V.P.

Solution du Peigne Vibreur :



Solution 1 :



Avantages :
Ensemble rigide.
Mouvement de sortie symétrique

Avantages :
Ensemble rigide et compact

Inconvénients :
Ensemble plus encombrant

Inconvénients :
Mouvement de sortie non symétrique

Solution 2 :

Solution 3 :

Avantages :

Avantages :

Inconvénients :

Inconvénients :

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/S 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.

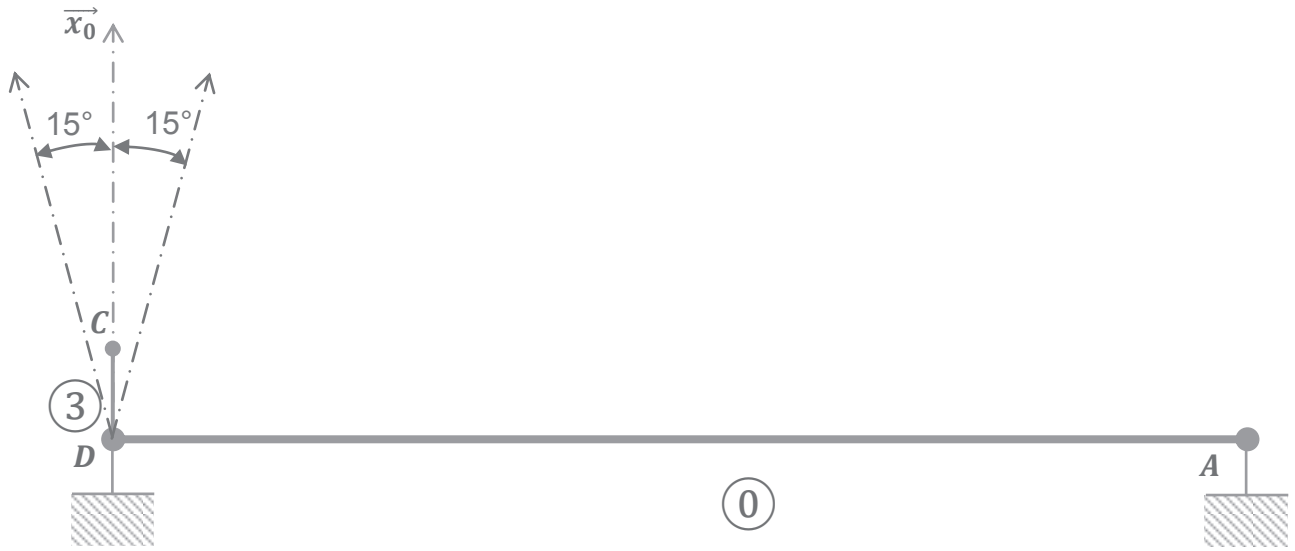
EFE GMC 1

DR5 à DR7

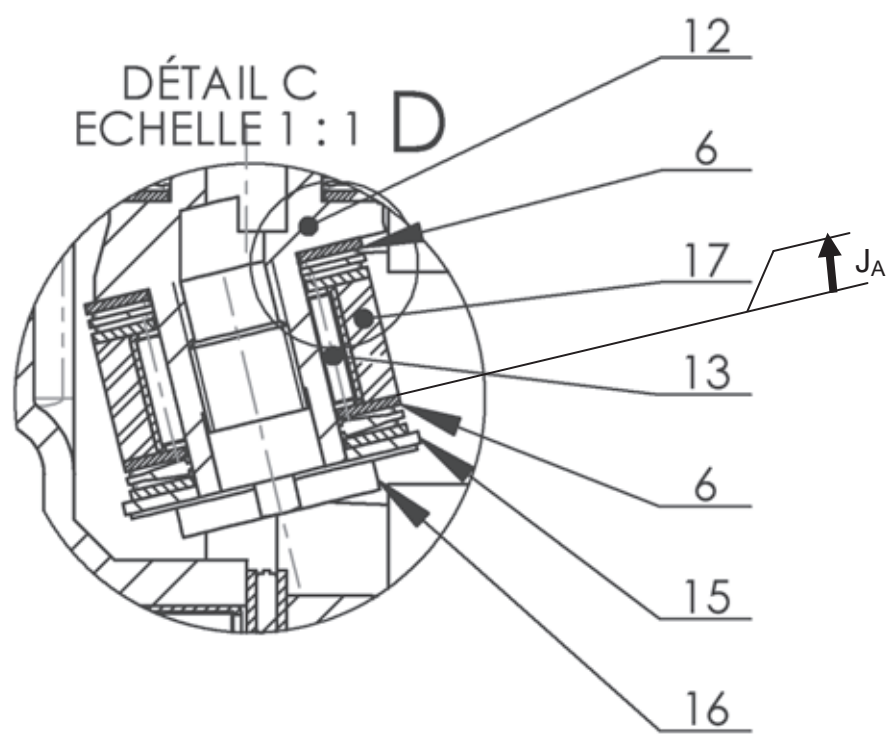
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR5

Échelle : 3 : 1



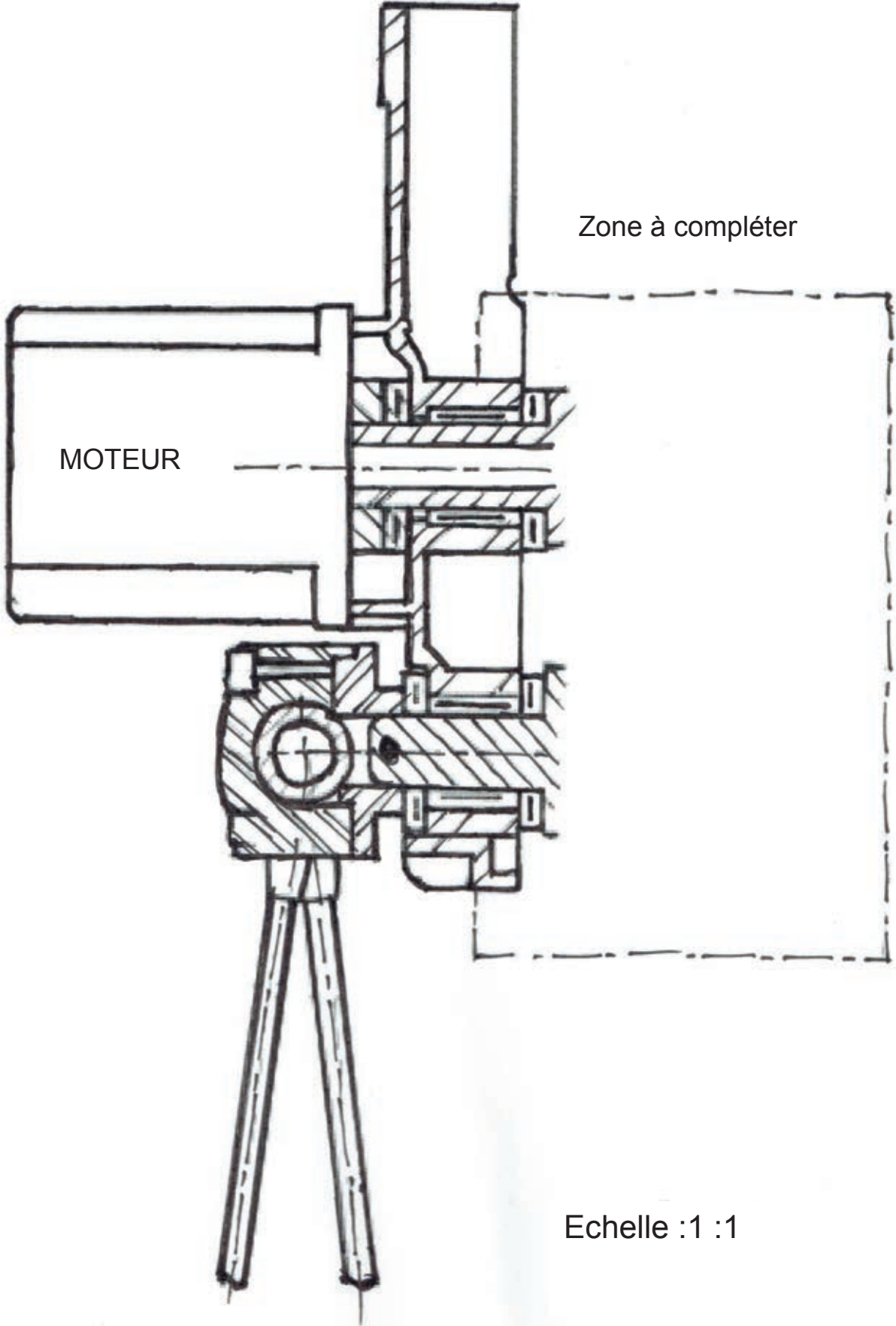
DR6



Tournez la page S.V.P.

DR7

A-A



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**

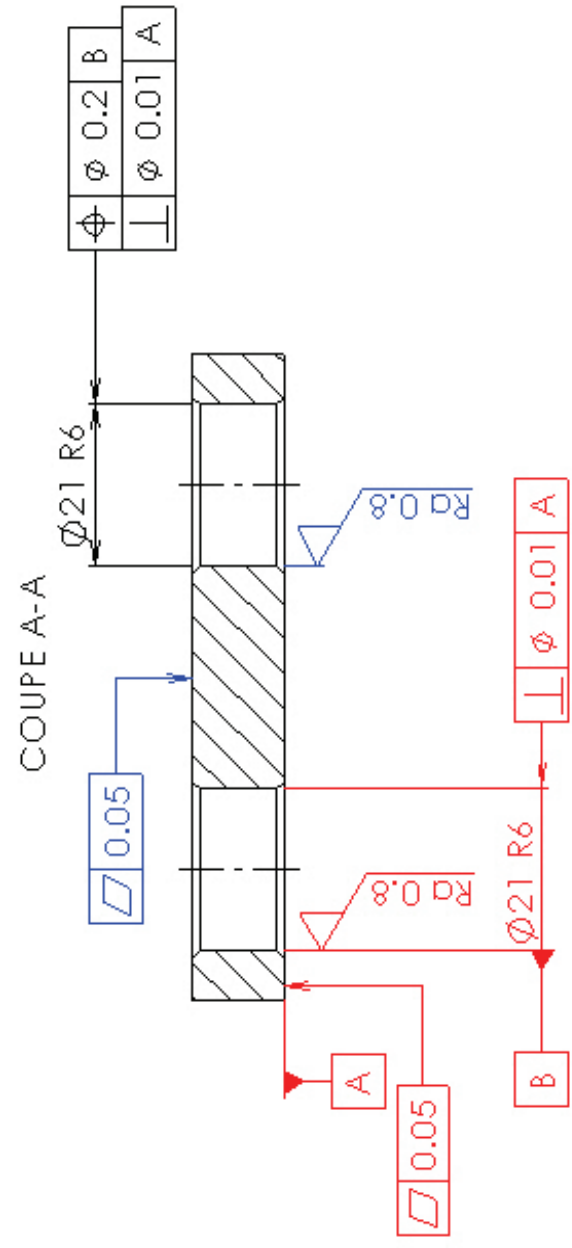
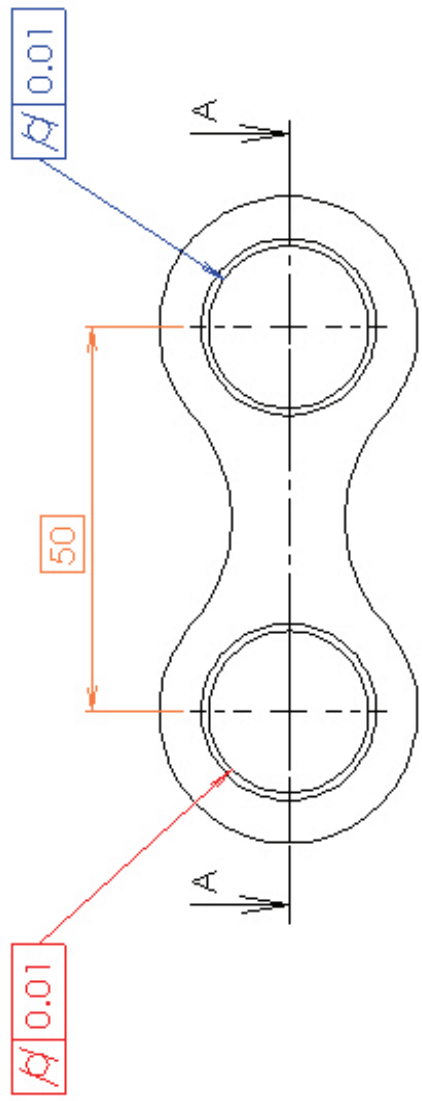
- Remplir soigneusement, sur **CHAQUE** feuille officielle, la zone d'identification en **MAJUSCULES**.
- Ne pas signer la composition et ne pas y apporter de signe distinctif pouvant indiquer sa provenance.
- Numéroté chaque **PAGE** (cadre en bas à droite de la page) et placer les feuilles dans le 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.

EFE GMC 1

DR8 et DR9

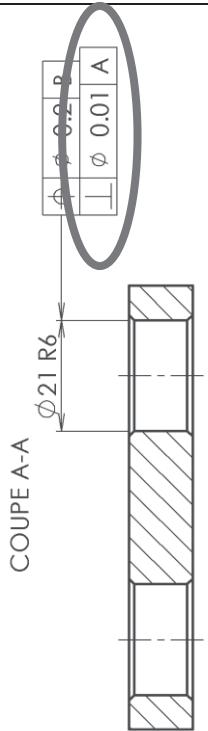
NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

DR8



Rugosité générale: $\sqrt{Ra 1.6}$
Tolérance générale: Iso 2768 mK
Tolérance GPS: ISO 8015

Echelle :1:1

TOLÉRANCE NORMALISÉE		ANALYSE D'UNE SPÉCIFICATION :			
Symbole de spécification		ELEMENTS NON IDEAUX (points, lignes ou surfaces réels)		ELEMENTS IDEAUX (points, droites ou plans associés)	
Forme	Orientation	Elément(s) de tolérance(s)	Elément(s) de référence	Référence(s) Spécifique(s)	Zone de tolérance
<input type="checkbox"/> Forme	<input type="checkbox"/> Orientation	Unique Groupe	Unique Multiple	Simple Commune Système	Simple Composée
<input type="checkbox"/> Position	<input type="checkbox"/> Battement				
-	∩	□	H	∠	
//	⊥	⊕	⊙	≡	↑
Condition de conformité : l'élément tolérancé doit être entièrement compris dans la zone de tolérance.					
 <p>COUPE A-A</p> <p>∅21 R6</p> <p>∅ 0.01 A</p>					

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/Specialité/Série :

Epreuve : Matière : Session :

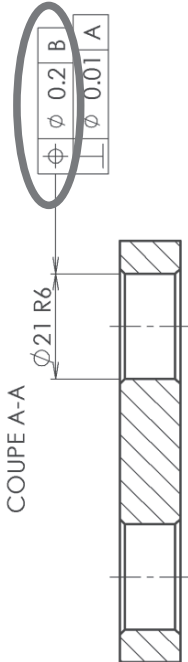
CONSIGNES

- 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.
- Numéroté 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.

EFE GMC 1

DR10 et DR11

NE RIEN ECRIRE DANS CE CADRE

TOLÉRANCE NORMALISÉE		ANALYSE D'UNE SPÉCIFICATION :			
Symbole de spécification		ELEMENTS NON IDEAUX (points, lignes ou surfaces réels)		ELEMENTS IDEAUX (points, droites ou plans associés)	
<input type="checkbox"/> Forme	<input type="checkbox"/> Orientation	Elément(s) de référence	Référence(s) Spécifique(s)	Zone de tolérance	Contrainte Orientation-Position Par rapport à la référence spécifiée
<input type="checkbox"/> Position	<input type="checkbox"/> Battement				
-	○	Elément(s) tolérancé(s)	Simple Commune Système	Simple Composée	
//	⊥				
□	∠	Unique Groupe	Unique Multiple	Simple Commune Système	
⊕	↗				
Condition de conformité : l'élément tolérancé doit être entièrement compris dans la zone de tolérance.					
 <p>COUPE A-A</p> <p>∅21 R6</p> <p>∅ 0.2 B</p> <p>∅ 0.01 A</p>					

