

BREVET DE TECHNICIEN SUPÉRIEUR
CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS
SESSION 2024

Épreuve E4 – Étude préliminaire de produit
Unité U42 – Conception préliminaire

DOSSIER TRAVAIL

Ce dossier comporte 12 pages.

Il est conseillé de consacrer à chacune des parties les durées suivantes :

Lecture du dossier technique :	30 minutes
Partie 1 : page 1/12 à page 2/12 :	60 minutes
Partie 2 : page 2/12 à page 7/12 :	75 minutes
Partie 3 : page 7/12 à page 9/12 :	30 minutes
Partie 4 : page 9/12 à page 11/12 :	75 minutes
Partie 5 : page 11/12 à page 12/12 :	75 minutes

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP

1. Compréhension du mécanisme de réglage de l'excentration de la bielle 6

1.1. Constitution du mécanisme

Q1. DT3, DT4 DR1	Donner sur la vue en éclaté les noms des constituants du mécanisme de réglage de l'excentration de la bielle. Compléter par les numéros de pièces les classes d'équivalence cinématique proposées (la vis sans fin est exclue).
Q2. DT3, DT4 DR2	Colorier , pour chaque couple de pièces en liaison, les surfaces fonctionnelles de contact mises en jeu dans la liaison. Compléter le tableau des mobilités de chaque liaison en notant par 1 une mobilité autorisée, par 0 une mobilité interdite. Conclure quant au nom de la liaison réalisée (préciser si nécessaire : centre et axe de la liaison).

1.2. Capacité de réglage de l'excentration

Le réglage de l'excentration e de la bielle s'obtient en faisant translater suivant l'axe \vec{x} l'excentrique mâle **10** grâce à la vis de réglage **12**. Cette translation contraint le patin **11** à translater par glissement dans la rainure inclinée de l'excentrique mâle **10**, provoquant ainsi le déplacement de l'excentrique femelle **9**.

Le réglage de l'excentration est conçu pour que l'excentration e ainsi réalisée varie de :

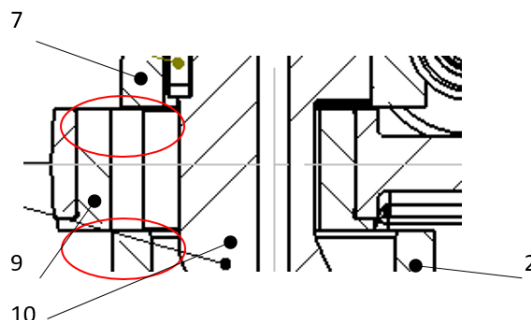
$$e_{\text{mini}} = 0 \text{ mm à } e_{\text{maxi}} = 15 \text{ mm.}$$

Q3. DT3, DT4 DR3 Feuille de copie	Le patin 11 est représenté en position $e_{\text{mini}} = 0 \text{ mm}$. Esquisser la position du patin 11 et de l'excentrique femelle 9 pour une excentration $e_{\text{maxi}} = 15 \text{ mm}$ (privilégier la position de l'axe de sa partie cylindrique). Mesurer alors la course axiale suivant \vec{x} de l'excentrique mâle 10 par rapport à l'excentrique femelle 9. Coter cette course sur le DR3. En déduire le pas du filet de la vis de réglage 12 si le passage de la position $e_{\text{mini}} = 0$ à $e_{\text{maxi}} = 15 \text{ mm}$ nécessite 10 tours pleins de la vis 12.
---	---

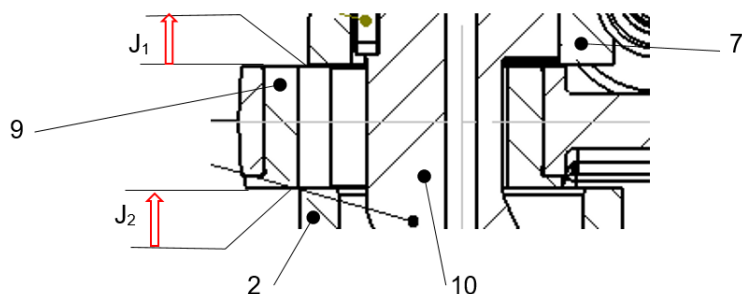
1.3. Calcul du degré d'hyperstatisme h du mécanisme de transformation de mouvement

Le calcul du degré d'hyperstatisme h se fera suivant trois hypothèses successives. La chaîne des pièces mises en jeu sera constituée de la roue **7** jusqu'au coulisseau **13** en passant par le mécanisme de réglage de l'excentration de la bielle **6**.

Hypothèse 1 : l'excentrique femelle **9** est en contact avec la roue **7** d'un côté et avec le support **2** d'autre part.



Hypothèse 2 : un jeu fonctionnel J_1 et J_2 est mis en place respectivement entre l'excentrique femelle **9** et la roue **7**, d'une part, le support **2**, d'autre part.



Hypothèse 3 : le réglage de l'excentration e est réalisé ; on néglige alors la translation relative du patin **11** par rapport à l'excentrique mâle **10**.

Rappel : $h = m_u + m_i + \sum N_s - 6(p-1)$

- h : degré d'hyperstatisme ;
- m_u : nombre de mobilités utiles ;
- m_i : nombre de mobilités internes ;
- N_s : nombre d'inconnues statiques ;
- p : nombre de pièces ou de classes d'équivalences cinématique.

Q4.	Compléter le graphe des liaisons de l'hypothèse 1 en renseignant le nombre d'inconnues statiques N_s de chaque liaison.
DT3 DR4	Calculer le degré d'hyperstatisme h pour le graphe des liaisons correspondant à l'hypothèse 1 en précisant le détail.

Q5.	Préciser quelles modifications l'hypothèse 2 apporte au graphe des liaisons ; faire les modifications sur le graphe initial proposé.
DT3 DR4	Calculer le degré d'hyperstatisme h pour le graphe des liaisons correspondant à l'hypothèse 2 en précisant le détail.

L'hypothèse 3 engendre une liaison pivot directement entre le patin **11** associé à l'excentrique mâle **10**, et l'excentrique femelle **9**.

Le degré d'hyperstatisme devient $h = 0$ pour le graphe des liaisons correspondant à l'hypothèse 3.

Q6.	Conclure quant à la relation entre le nombre et le type de liaisons mises en jeu et le degré d'hyperstatisme obtenu.
DT3 DR4	

Q7.	Compléter le schéma cinématique minimal correspondant à cette configuration.
DT3 DR4 Feuille de copie	Conclure quant à la nécessité de mettre en place des jeux fonctionnels dans le mécanisme.

2. Vérification des caractéristiques cinématiques, hydrauliques, et énergétiques de la pompe

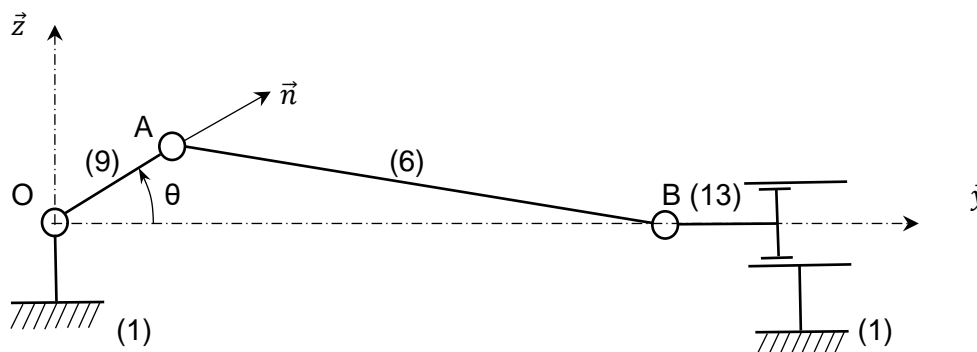
2.1. Cinématique de la pompe

Le modèle de pompe MILTON ROY® Primeroyal H étudié est un modèle dont le coulisseau a un diamètre $d = 40$ mm. Elle est entraînée par un moteur asynchrone 4 pôles dont la fréquence de rotation est : $N_m = 1440$ tr/min. Ce moteur met en action un réducteur de vitesse de type roue **7** - vis sans fin **8** dont le rapport de réduction est : $r = 1/14,5$.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 2/12

Q8.	Calculer la fréquence de rotation de la roue N_R en tr/min.
DT3, DT4 Feuille de copie	En déduire sa vitesse angulaire ω_R en rad/s.

Le système « bielle-manivelle » constitué par l'excentrique femelle **9**, la bielle **6**, et le coulisseau **13** peut être modélisé par le schéma cinématique minimal suivant (échelle non respectée) :



Le rayon de manivelle (OA) représente l'excentricité **e** de l'excentrique femelle **9**. On se place dans la configuration d'excentricité maximale, soit : **e = OA = 15 mm**.

Q9.	Définir la nature des mouvements suivants en précisant (si nécessaire) centre et axe : Mvt 9/1 ; Mvt 6/9 ; Mvt 13/1 ; Mvt 13/6 ; Mvt 6/1.
DT3 Feuille de copie	

Afin de définir les caractéristiques hydrauliques et énergétiques dans les conditions les plus défavorables, on souhaite déterminer la vitesse du coulisseau **13** pour un angle $\theta = 280^\circ$ lorsque le piston exerce son effort presseur.

Q10.	Calculer la norme du vecteur vitesse $\ \vec{V}_A(9/1)\ $ en m/s.
DR5 Feuille de copie	Représenter le vecteur vitesse sur le schéma du DR5 à l'échelle donnée.

Q11.	Comparer $\vec{V}_A(9/1)$ et $\vec{V}_A(6/1)$. Justifier .
Feuille de copie	En déduire la norme $\ \vec{V}_A(6/1)\ $.

Q12.	Déterminer graphiquement, par la méthode de l'équiprojectivité, le vecteur $\vec{V}_B(6/1)$.
DT6 DR5 Feuille de copie	En déduire la norme du vecteur $\ \vec{V}_B(13/1)\ $ après justification. Comparer avec les résultats obtenus sur la courbe « vitesse coulisseau » du DT6. Conclure .

2.2. Caractéristiques hydrauliques

Quel que soit le résultat obtenu à la question **12**, on considère la vitesse maximale du coulisseau établie à la valeur : **$V_B \text{ maxi} = 0,157 \text{ m/s}$** .

Le coulisseau a un diamètre extérieur **d = 40 mm**. L'excentricité e est réglée à la valeur maximale, soit : **e maxi = 15 mm**.

La fréquence de rotation de la roue **7** est : **$N_R = 99,31 \text{ tr/min}$** .

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 3/12

Q13.	Calculer la course totale k (mm) du coulisseau dans cette configuration.
Feuille de copie	En déduire la cylindrée C (mm ³) de la pompe avec un coulisseau (modèle appelé SIMPLEX).
	Calculer alors le débit hydraulique moyen $Q_{v\text{moy}}$ en m ³ /s, puis en litres/heure (L/h).

On rappelle que le débit volumique d'un liquide dans une conduite s'exprime par : $Q_v = S.V$, avec :

- S : aire de la section traversée par le liquide (m²) ;
- V : vitesse d'écoulement du liquide (m/s) ;
- Q_v : débit du liquide dans la conduite (m³/s).

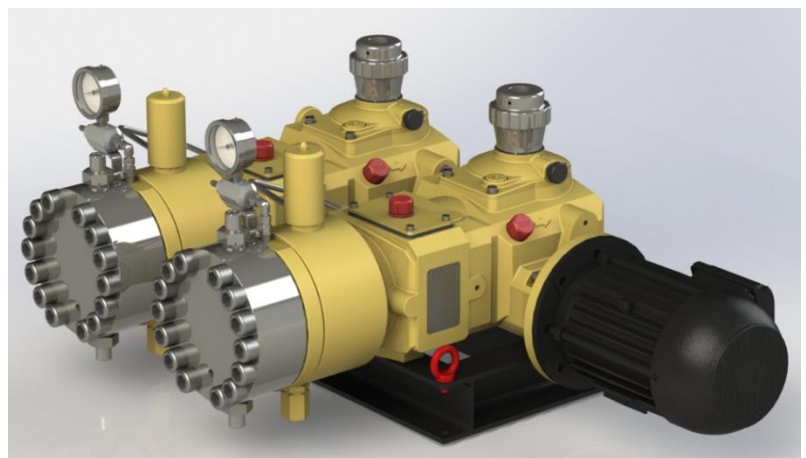
Q14.	Calculer le débit instantané maxi $Q_{v\text{maxi}}$ de la pompe en m ³ /s, puis en litre/heure (L/h), correspondant à l'angle $\theta = 280^\circ$, soit V_B maxi.
DT6	Graduer alors la courbe de débit instantané Q_v (L/h).
DR6	Expliquer pourquoi le débit est nul pour θ compris entre 0 et π radians.
Feuille de copie	Compléter alors la courbe de débit en définissant graphiquement les phases « <i>aspiration</i> » et « <i>refoulement</i> ».
	Conclure sur l'inconvénient du modèle SIMPLEX à un coulisseau.

Pour remédier à cet inconvénient, la société MILTON ROY® propose le modèle DUPLEX consistant à monter en série deux corps de pompe entraînés par un même moteur. Pour ce faire, chaque corps de pompe SIMPLEX est pivoté de 90° ; le moteur passe ainsi de la position verticale à la position horizontale. Pour entraîner les deux coulisseaux avec un seul moteur, les vis sans fin sont accouplées par un joint d'accouplement, réalisant ainsi une ligne d'arbres.

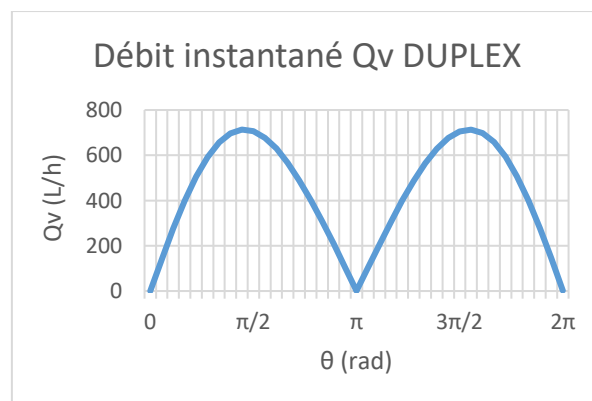
SIMPLEX



DUPLEX



On souhaite donc bénéficier de ce montage DUPLEX pour obtenir la courbe de débit suivante :



BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 4/12

Q15.	Préciser , en entourant la bonne solution sur le DR6, comment doivent être montés les deux coulisseaux relativement l'un par rapport à l'autre pour obtenir cette courbe de débit. Calculer alors le débit moyen $Q_v \text{ moy}$ en L/h de la pompe DUPLEX. Préciser , en justifiant votre réponse si une telle installation : - modifie le débit instantané Q_v de la pompe ; - nécessite un moteur plus puissant que le modèle SIMPLEX.
DR6 DT6	

2.3. Caractéristiques énergétiques

L'étude se fait sur le modèle SIMPLEX à un coulisseau. Quels que soient les résultats précédemment établis, on considère le débit volumique moyen établi à la valeur : **$Q_{v \text{ moy}} = 224,63 \text{ L/h}$** .

On définit le rendement volumétrique η_v comme étant le rapport entre le débit à la pression de travail et le débit moyen calculé : $\eta_v = \frac{Q_v \text{ pression travail}}{Q_v \text{ moy calculé}}$

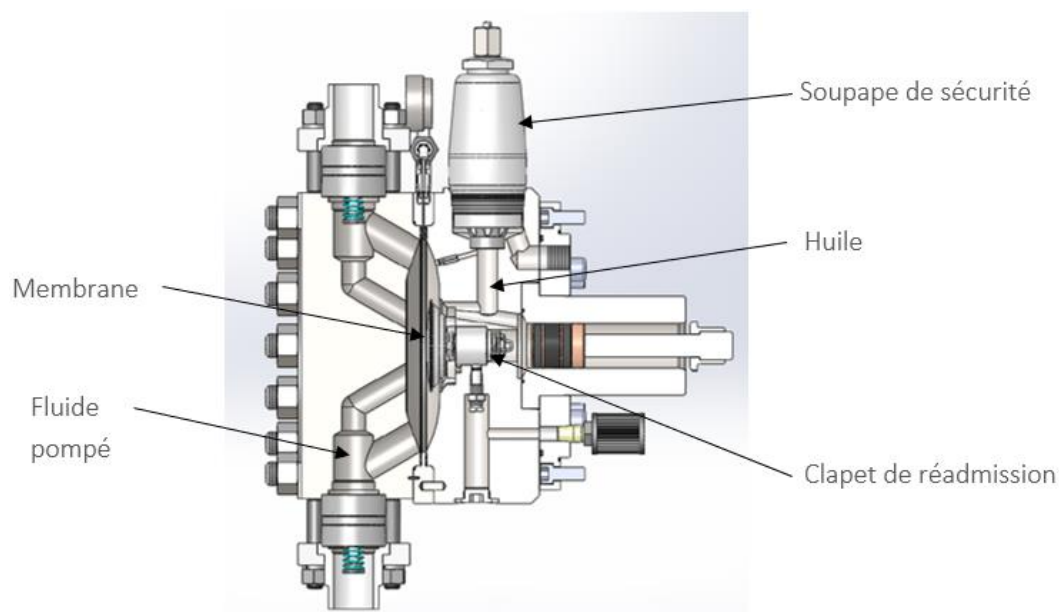
Q16.	Relever sur le DT5 la valeur du débit à la pression de travail « Flow rate @ Working pressure ». Calculer le rendement volumétrique η_v . Comparer avec le résultat constructeur « Volumetric efficiency ».
DT5 Feuille de copie	

La puissance hydraulique P_h se définit comme le produit du débit à la pression de travail par cette pression de travail : $P_h(W) = Q_v(m^3/s) \times \Delta p(Pa)$.

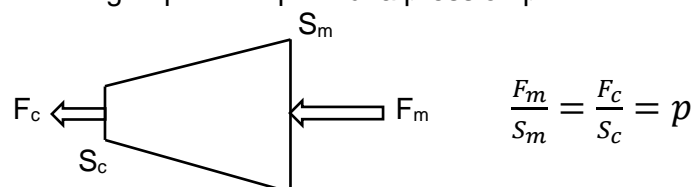
Q17.	Calculer la puissance hydraulique P_h en watts. Comparer avec les données constructeur « Hydraulic power ».
DT5 Feuille de copie	

2.4. Caractéristiques mécaniques

Le coulisseau **13** transmet l'effort de poussée à une membrane au travers d'un dispositif appelé **doseur** permettant, entre autre, au coulisseau de ne pas rentrer en contact avec le produit pompé.



Le théorème de Pascal permet d'exprimer le rapport entre deux forces appliquées sur deux surfaces distinctes d'un milieu baigné par un liquide à la pression p :

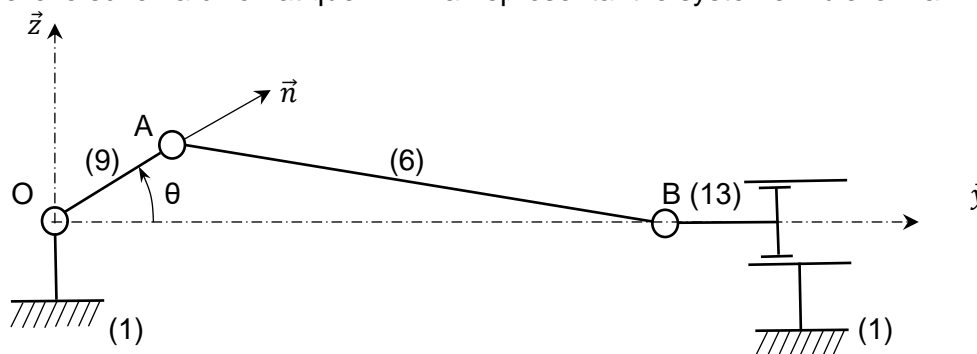


- F_m : force appliquée par le liquide pompé sur la membrane du diffuseur ;
- S_m : aire de la surface de la membrane de diamètre $D = 106 \text{ mm}$;
- F_c : force appliquée par le liquide du doseur sur le coulisseau ;
- S_c : aire de la surface du coulisseau de diamètre $d = 40 \text{ mm}$.

Le calcul se fera avec une pression $p = 27 \text{ bars}$.

Q18.	Calculer la force F_m appliquée sur la membrane.
<i>Feuille de copie</i>	En déduire la force F_c appliquée sur le coulisseau.

On rappelle le schéma cinématique minimal représentant le système « bielle-manivelle » :



Le système est supposé à l'équilibre ; l'angle $\theta = 280^\circ$ utilisé pour l'ensemble des calculs.
Le poids des pièces est négligé.

Q19.	Préciser combien de forces agissent sur la bielle 6 en équilibre.
<i>Feuille de copie</i>	Nommer ces actions.
	Préciser leur direction.

Le coulisseau **13** est en équilibre sous l'action de trois forces :

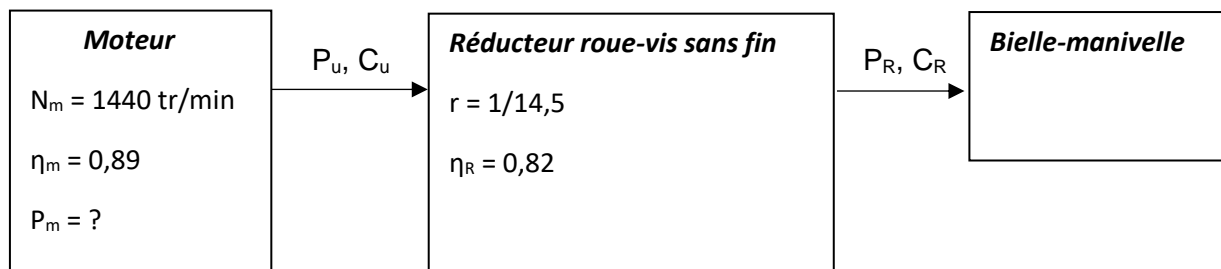
- action du liquide doseur sur le coulisseau : \vec{F}_c (on prendra $F_c = 3390 \text{ N}$) ;
- action de la bielle 6 sur le coulisseau : $\vec{B}(6 \rightarrow 13)$;
- action du carter 1 sur le coulisseau : $\vec{R}(1 \rightarrow 13)$ supposée orthogonale à la surface de contact.

Q20.	Compléter le tableau établissant les caractéristiques des actions mécaniques appliquées sur le coulisseau 13.
<i>DR7</i>	(on appellera P le point d'application de $\vec{R}(1 \rightarrow 13)$).
<i>Feuille de copie</i>	Appliquer graphiquement le principe fondamental de la statique au coulisseau 13 et déterminer la norme de l'action $\ \vec{B}(6 \rightarrow 13)\ $.
	En déduire la norme de l'action $\ \vec{A}(6 \rightarrow 9)\ $, action de la bielle 6 sur l'excentrique femelle 9.

Pour $\theta = 280^\circ$, la bielle **6** et l'excentrique femelle **9** sont supposés perpendiculaires.

Q21.	Si $(OA) = e = 15 \text{ mm}$, calculer alors le couple résistant C_R (N·m) sur l'axe de la roue 7 (les pièces 7, 10, 9 sont supposées liées).
Feuille de copie	

La chaîne énergétique se compose comme suit :



- P_m : puissance moteur ;
- η_m : rendement moteur ;
- P_u : puissance utile en sortie moteur ;
- C_u : couple utile en sortie moteur ;
- η_R : rendement du réducteur roue-vis sans fin ;
- P_R : puissance sur la roue transmise à la bielle ;
- C_R : couple sur la roue transmis à la bielle ;
- ω_R : vitesse angulaire de la roue.

Quel que soit le résultat de la question 20, nous prendrons **$C_R = 51 \text{ N}\cdot\text{m}$** .

Q22.	À la lecture de la courbe de couple à la roue C_R du DT6, justifier le fait que la courbe évolue entre les angle $\theta = \pi$ et $\theta = 2\pi$.
DT6 Feuille de copie	

On considère la valeur $\omega_R = 10,4 \text{ rad/s}$.

Q23.	Calculer la puissance à la roue P_R (W).
Feuille de copie	Calculer la puissance utile P_u (W) en entrée de réducteur.
	Déterminer le couple utile C_u (N·m).

Q24.	Conclure quant à la puissance moteur P_m (W) nécessaire à l'entraînement de la pompe.
DT5 Feuille de copie	Valider le résultat vis-à-vis du choix du constructeur.

3. Optimisation de la conception de la bielle

3.1. Détermination des indices de performance

Le constructeur souhaite vérifier que la bielle remplit bien sa fonction et voir s'il peut optimiser sa masse et sa résilience (ou non fragilité) face aux amorces de rupture sous l'effet répété des sollicitations.

Q25.	Définir les conditions aux limites (déplacements imposés et actions mécaniques) mises en place sur le modèle de la bielle.
DT7, DT8 Feuille de copie	Relever la contrainte maximale et définir la zone concernée.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 7/12

Q26.	Préciser à quel phénomène est dû cette contrainte.
DT7, DT8 Feuille de copie	Proposer une solution afin d'atténuer cette valeur. À partir des caractéristiques du matériau, calculer le coefficient de sécurité s . Conclure .

Nous allons dans un premier temps justifier le choix du matériau actuel (fonte), puis déterminer les matériaux qui présentent le même indice de performance.

Hypothèses :

- la bielle est assimilée à une poutre ;
- la section S de la poutre est libre ;
- chargement F et longueur L0 sont imposés.

Nous allons déterminer l'indice de performance lié à la résistance élastique R_e .

Q27.	Exprimer la masse m en fonction de la longueur L_0 , de la section S et de la masse volumique ρ du matériau.
Feuille de copie	Exprimer la contrainte normale σ en fonction de la charge F et de la section S. Ecrire la condition de résistance mécanique (on prendra l'hypothèse d'un coefficient de sécurité de 1).

Q28.	Montrer que $m = \rho \cdot L_0 \cdot \frac{F}{R_e}$
Feuille de copie	Sachant que F et L_0 sont constants, en déduire la partie variable (selon matériau) appelée indice de performance lié à la résistance noté IP_1 .

Sachant que l'on veut minimiser la masse, il convient alors de maximiser l'inverse de IP_1 , soit : $I_1 = \frac{1}{IP_1}$.

Nous allons déterminer l'indice de performance IP_2 lié à la rigidité.

Q29.	Exprimer σ en fonction de l'allongement Δl , de la longueur initiale L_0 et du module de Young E.
DT7, DT8 Feuille de copie	Sachant que $S = \left(\frac{m}{\rho \cdot L_0}\right)$, montrer que $m = \frac{\rho \cdot F \cdot L_0^2}{E \cdot \Delta L}$. Sachant que F, L_0 , et ΔL sont constants, en déduire la partie variable appelée indice de performance lié à la rigidité de la bielle noté IP_2 .

Minimiser l'indice IP_2 revient à maximiser son inverse : $I_2 = \frac{1}{IP_2}$.

Les diagrammes Granta Edupack® ont une échelle logarithmique. Ramener à cette échelle nos deux indices de performance nous donne deux équations de droite :

- pour I_1 : $\text{Log}(R_e) = \text{Log}(\rho) + \text{Log}(I_1)$;
- pour I_2 : $\text{Log}(E) = \text{Log}(\rho) + \text{Log}(I_2)$.

Interprétation des courbes : tous les matériaux traversés par la même droite ont le même indice de performance. Sur le DR8 la droite indiquée a un coefficient directeur égal à 1.

Q30.	Pour chacun des deux diagrammes DR8, tracer des droites parallèles à la droite tracée tangentes aux deux limites opposées du matériau de référence.
DR8 Feuille de copie	Déterminer les matériaux équivalents présentant le même indice de performance. Préciser quel est l'indice de performance le plus pertinent.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 8/12

3.2. Estampage

On souhaite augmenter la résilience du matériau de la bielle (diminuer la fragilité) et, ainsi, éviter les amorces de rupture sous l'effet des à-coups. Le choix s'oriente sur une pièce estampée.

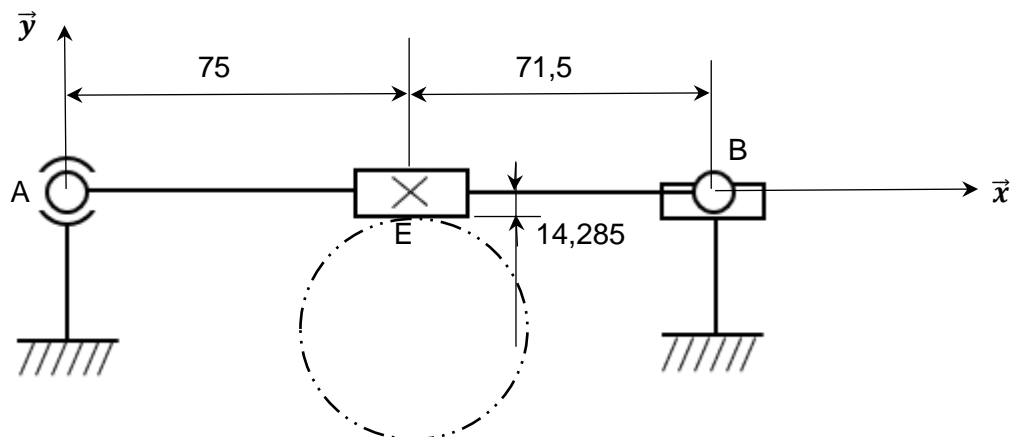
Q31.	Préciser pour quels matériaux l'estampage n'est-il pas envisageable. Justifier.
DT9 Feuille de copie	Choisir une famille de matériaux convenant à ce procédé.
Q32.	Préciser si l'estampage augmente la résilience. Justifier.
DT9 DR9 Feuille de copie	Préciser quel doit être le sens du fibrage. Représenter ce fibrage sur la figure 1 du DR 9.
Q33.	Indiquer les différences de la pièce estampée par rapport à la pièce moulée.
DT9 DT10 DR9 Feuille de copie	Entourer les zones concernées sur les deux figures Fig.1 et Fig.2 du DR9. Conclure quant à la recevabilité du choix de l'estampage comme procédé.

4. Validation du guidage en rotation et optimisation des solutions

4.1. Analyse de la solution existante

Q34.	Préciser le type de roulements utilisés pour le guidage en rotation de la vis 8 avec le carter 1.
DT3 Feuille de copie	Préciser si les roulements sont montés en X ou en O. Justifier le choix du montage en précisant quelles sont les bagues serrées.

Le guidage en rotation de la vis **8** par rapport au carter **1** peut se modéliser ainsi :



La liaison en A modélise le guidage en rotation sur roulements. La liaison en B modélise la liaison par contact direct entre la vis **8** et le carter **1**. Le point E est le point de tangence des cercles primitifs de la roue et de la vis.

Q35.	Donner le nom des liaisons modélisées en A et B en précisant la géométrie (point, axe).
Feuille de copie	

On donne le torseur $\{T_E\}$ des actions de la roue **7** sur la vis **8**, et le torseur $\{T_m\}$ des actions du moteur sur la vis :

$$\{T_E\} = \begin{pmatrix} 1762 & 0 \\ 651 & 0 \\ -303 & 0 \end{pmatrix}_{E,R} \quad \text{et} \quad \{T_m\} = \begin{pmatrix} 0 & -4323 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_{A,R}$$

On pose : $\{T_A\} = \begin{pmatrix} X_A & 0 \\ Y_A & 0 \\ Z_A & 0 \end{pmatrix}_{A,R}$ et $\{T_B\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ Y_B & 0 \\ Z_B & 0 \end{pmatrix}_{B,R}$ respectivement les torseurs d'actions transmissibles dans les liaisons de centre A et B.

Les valeurs sont exprimées en N et N·mm dans le repère $(A, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.

Q36.	Appliquer le principe fondamental de la statique à la vis 8 au point A.
Feuille de copie	Déterminer les valeurs algébriques des inconnues des torseurs $\{T_A\}$ et $\{T_B\}$.

4.2. Optimisation de la solution

Afin d'améliorer la stabilité du guidage en rotation de la vis **8** par rapport au carter **1**, il est projeté de remplacer les deux roulements **20** ($d = 20$; $D = 47$; $B = 14$) par un roulement à double rangée de billes référence 3204 A tel que : $d = 20$; $D = 47$; $B = 20,6$.

Quels que soient les résultats de la question 35, nous prendrons les valeurs suivantes :

$$\{T_A\} = \begin{pmatrix} -1762 & 0 \\ -146 & 0 \\ 148 & 0 \end{pmatrix}_A \quad \text{et} \quad \{T_B\} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ -505 & 0 \\ 155 & 0 \end{pmatrix}_B \quad \text{valeurs en N dans le repère } (A, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z}).$$

On souhaite ne pas modifier la vis **8** existante. Le cahier des charges impose une durée de vie $L_{10h} = 25000$ heures.

La fréquence de rotation de la vis est : $N_m = 1440$ tr/min. L'angle $\alpha = 40^\circ$ pour chaque roulement.

$$\text{Rappels : } L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^3 \quad \text{et} \quad L_{10h} = \frac{L_{10} \cdot 10^6}{60 \cdot N}$$

Q37.	Calculer la charge axiale F_a et radiale F_r exercées sur le roulement de centre A.
DT11 Feuille de copie	Donner la valeur de e pour un angle $\alpha = 40^\circ$. En déduire les coefficients X et Y appliqués au calcul de la charge équivalente P .

Q38.	Calculer la charge équivalente P (en Newton) sur le roulement au point A.
DT11 Feuille de copie	Calculer la durée de vie L_{10} puis L_{10h} de ce roulement. Conclure quant à la validation du cahier des charges.

Q39.	Calculer la charge dynamique C permettant de respecter la durée de vie L_{10h} imposée par le cahier des charges.
DT11 Feuille de copie	Donner une référence de roulement de même type proposant une charge dynamique C égale ou supérieure à la charge dynamique C calculée. Conclure quant à la possibilité de conserver les dimensions de la vis sans fin.

Cette optimisation par roulement ne donnant pas entière satisfaction, il est proposé alors de s'orienter sur une solution par coussinet autolubrifiant à collerette permettant de garder le

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 10/12

diamètre de 20 mm de la vis. Le choix se porte donc sur un coussinet **Metafram® SBF BP25 Ø20/24 L**.

Rappels :

- la fréquence moteur est $N_m = 1440$ tr/min ;
- les coussinets sont montés sur un diamètre d'arbre $d = 20$ mm.

Q40.	Indiquer quelle est la valeur du facteur pV à ne pas dépasser pour ce modèle de coussinet (préciser l'unité).
DT12 <i>Feuille de copie</i>	Calculer la vitesse circonférentielle V (m/s) sur la portée de coussinet de la vis. Donner la vitesse linéaire maximale autorisée par le type de coussinet employé. Conclure quant à la validité du choix de ce composant sur le critère « vitesse linéaire ».

Q41.	Exprimer littéralement la surface diamétrale S en fonction du diamètre d'arbre d et de la longueur L du coussinet.
DT12 <i>Feuille de copie</i>	Exprimer littéralement la pression diamétrale en fonction de la charge radiale Fr et de la surface diamétrale S, puis en fonction du diamètre d et de la longueur L du coussinet. Exprimer la charge radiale Fr en daN appliquée sur le coussinet. Calculer la pression diamétrale maximale (daN/cm ²) permettant de respecter le facteur pV imposé. En déduire la longueur minimale L (cm) du coussinet.

5. Conception de la version DUPLEX de la pompe MILTON ROY ® Primeroyal H

Le montage de la pompe en mode DUPLEX consiste à réaliser une ligne d'arbre continue au niveau des vis sans fin transmettant le mouvement et la puissance aux systèmes bielle-manivelle. L'accouplement des vis se fait par clavetage et manchon d'accouplement. Afin de garantir la coaxialité des vis, l'accouplement des carters doit être réalisé avec soin.

Le cahier des charges de la conception impose donc de respecter les critères suivants :

- mise en position des carters par appui plan prépondérant et centrage court ;
- maintien en position par assemblages filetés (non demandés) ;
- liaison entre vis sans fin par manchon d'accouplement lié par clavette et vis de pression sans tête avec l'arbre ;
- le manchon cylindrique d'accouplement est une pièce cylindrique alésée au diamètre de la vis ($d = 15$ mm), clavetée sur les deux extrémités de vis, et maintenue serrée par vis de pression sur l'une des clavettes. Cette pièce permet ainsi l'accouplement des vis dans une zone où il n'y a pas d'accès une fois les carters réunis.

Le couple à transmettre est : **$C_u = 4323$ N•mm**. Le diamètre de la vis sans fin **8** au niveau de l'accouplement est : **$d = 15$ mm**. Les clavettes, de **forme B**, sont en acier **C35** ($R_{e\ mini} = 335$ MPa ; pression de matage admissible : $p\ max = 45$ MPa).

Q42.	Donner la signification de la désignation C35 du matériau de la clavette.
DT13 <i>Feuille de copie</i>	Calculer l'effort tangentiel T à la périphérie de l'arbre. Calculer la clavette au matage et déterminer la longueur minimale L de clavette nécessaire à la tenue mécanique.

BTS CONCEPTION DES PRODUITS INDUSTRIELS	DOSSIER TRAVAIL	SESSION 2024
E4 : Étude préliminaire de produit U42 : Conception préliminaire	24CP42CP	Page 11/12

Quel que soit les résultats aux questions précédentes, nous prendrons une clavette de forme B de longueur **L = 10 mm**.

Acier doux : $Re \leq 270 \text{ MPa}$ Alliages d'aluminium	$Rg = 0,5.Re$
Aciers mi-durs : $320 \leq Re \leq 500 \text{ MPa}$	$Rg = 0,7.Re$
Aciers durs : $Re \geq 600 \text{ MPa}$ Fontes	$Rg = 0,8.Re$

Q43.	Définir la catégorie de dureté de l'acier C35 et calculer sa limite élastique Rg .
Feuille de copie	Calculer alors la contrainte de cisaillement τ en considérant une longueur de clavette $L = 10 \text{ mm}$. Écrire la condition de résistance au cisaillement et calculer le coefficient de sécurité s .

Q44.	Représenter à main levée, <i>fig.1</i> , la conception du montage du manchon d'accouplement et la mise en position par centrage court des deux carter (le carter de droite est centré dans le carter de gauche).
DT13 DR10	Coter les ajustements entre arbre et moyeu. Esquisser <i>fig.2</i> une perspective du manchon mettant en évidence les formes de la pièce. Coter et tolérer les cotes a , j , d , sur la section d'arbre <i>fig.3</i> .

La liaison des deux arbres par manchon n'est pas sans inconvénient.

Q45.	Citer une condition géométrique entre les deux arbres nécessaires au bon montage du manchon.
Feuille de copie	Proposer une solution d'accouplement autre permettant de palier la contrainte précédente.