

Problématique : Suite à un retour de l'entreprise « Ampliroll », qui a élargi sa gamme de produits et lancé une série d'essais pour des bennes de 25 tonnes sur la remorque d'un camion doté de leur système de levage, de nombreuses casses de pompes de type X80 0513220 ont été constatées au niveau de l'arbre d'entrée.



PARTIE 1 - Étude statique du bras de levage

Total : / 20

Objectif - Vérifier les conditions d'utilisation de la pompe lors des essais.

Données - Dessin d'ensemble du bras de levage DT6.

Le chargement d'une benne, posée sur un sol horizontal, suit les étapes suivantes :

Étape 1 : le camion recule jusqu'à l'accrochage du crochet à la benne (photo 1 du DT3),

Étape 2 : le camion recule de façon synchronisée avec le vérin qui entre en action (photos 2 ;3 ;4 et 5 du DT3),

Étape 3 : lorsque le contact a lieu sur le galet, le contact avec le sol n'existe plus. Le vérin continue son action jusqu'au chargement complet (photos 6 ;7 et 8 du DT3).

Nous étudierons le système dans la position de l'étape 2 : on prendra $g = 9.81 \text{ m.s}^{-2}$

Question 1.1 - Calculer le poids de la benne.

.....

Remarque : La benne étant encore en appui sur le sol, on suppose que le bras de levage supporte la moitié du poids total de la benne.

Question 1.2 - Définir les caractéristiques de la force \vec{D} , agissant sur la potence en renseignant le tableau ci-dessous :

Action mécanique	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité
$\vec{D}_{\text{Benne/Potence}}$		Verticale		

On isole l'ensemble « potence + bras de levage ».

Question 1.3 - Faire le bilan des actions mécaniques extérieures appliquées à l'ensemble isolé et énoncer le principe fondamental de la statique correspondant.

.....

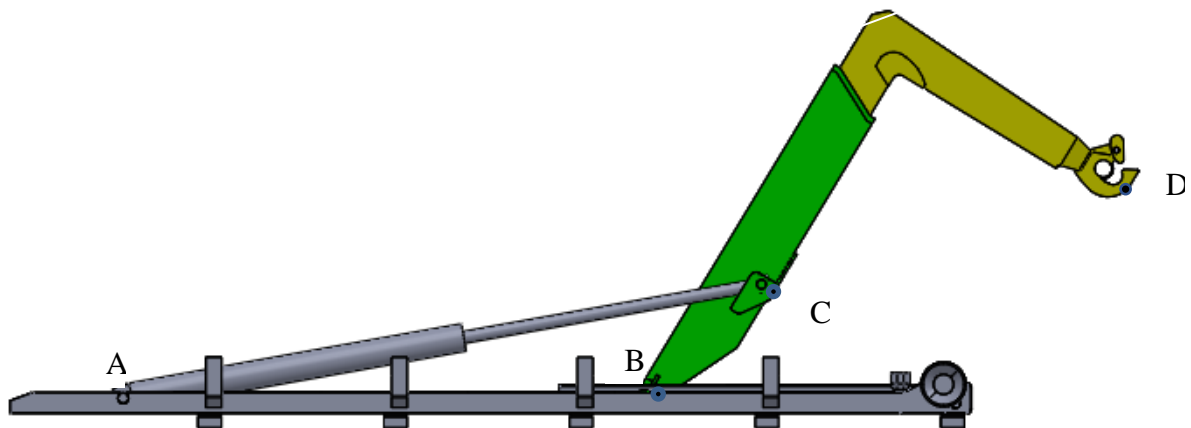
.....

.....

Question 1.4 - Résoudre graphiquement sur la page ci-dessous.

Échelle du dynamique : 1 mm pour 4000 N

+ Début du dynamique



Question 1.5 - Compléter le tableau des caractéristiques des actions mécaniques :

Actions mécaniques	Point d'application	Droite d'action	Sens	Intensité
$\overrightarrow{D}_{Benne/Potence}$				
$\overrightarrow{C}_{t\grave{a}ge\ de\ v\acute{e}r\grave{e}ns/bras}$				
$\overrightarrow{B}_{chassis/bras}$				

Question 1.6 - À l'aide des informations fournies sur les DT, calculer la pression nécessaire aux deux vérins pour lever la benne. Chaque vérin supporte la moitié de l'effort.

.....

.....

Question 1.7 - Comparer cette valeur avec celle de la pompe de type X (cf. DT1) et conclure.

.....
.....
.....

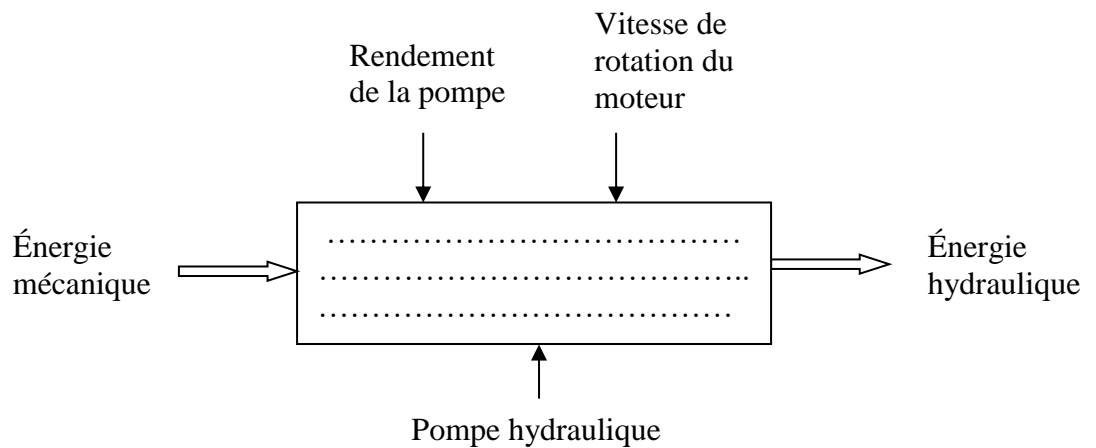
PARTIE 2 - Analyse fonctionnelle et structurelle de la pompe

Total : / 15

Objectif - Les conditions d'utilisation lors des essais étant conformes aux caractéristiques de la pompe, une modification de l'arbre d'entrée est envisagée. Dans un premier temps nous conduirons une analyse fonctionnelle et structurelle afin de comprendre le fonctionnement de la pompe à pistons axiaux.

Données - Documents techniques DT1 à DT3
Dessin d'ensemble DT4
Éclaté et nomenclature DT5

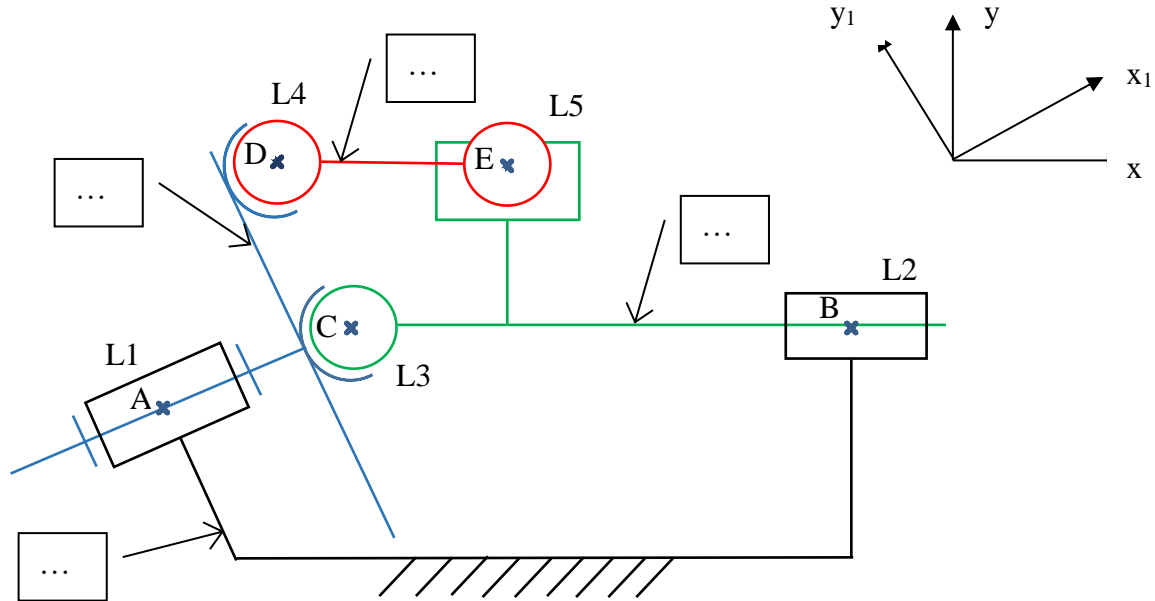
Question 2.1 - Compléter l'actigramme niveau A-0 ci-dessous en donnant la fonction globale de la pompe hydraulique.



Question 2.2 - Compléter les classes d'équivalences cinématiques de la pompe.

- Pièces à exclure = { 7 ; 23 ; ... ; ... ; ... ; ... ; ... }
 E1 = { 1 ; ... ; ... ; ... ; ... ; ... ; ... ; ... ; ... }
 E2 = { 2 ; ... }
 E3 = { 4 ; ... }
 E4 = { ... ; ... }

Question 2.3 - Repérer les classes d'équivalence du schéma cinématique ci-dessous (le schéma est représenté pour un seul piston).

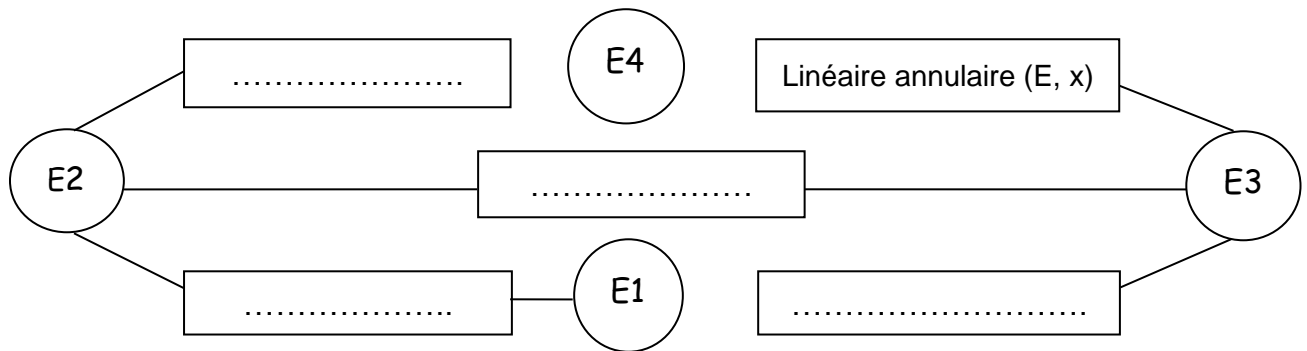


Question 2.4 - Compléter le tableau des mobilités et des liaisons entre les sous-ensembles cinématiques en vous aidant de la figure précédente.

(Convention : 1 = mouvement ; 0 = Pas de mouvement)

Liaison	Liaison entre ...	Degrés de liberté						Nom de la liaison, centre, axe
		Rx ₁	Ry ₁	Rz	Tx ₁	Ty ₁	Tz	
L 1	E ... et E ...	...	...	...	...	...	...	.....
L 2	E ... et E ...	Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz	.....
L 3	E ... et E ...	Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz	.....
L 4	E ... et E ...	Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz	.....
L 5	E 3 et E 4	Rx	Ry	Rz	Tx	Ty	Tz	Linéaire annulaire de centre E, d'axe x
		1	1	1	1	0	0	

Question 2.5 - Compléter le graphe des liaisons ci-après pour un seul piston.



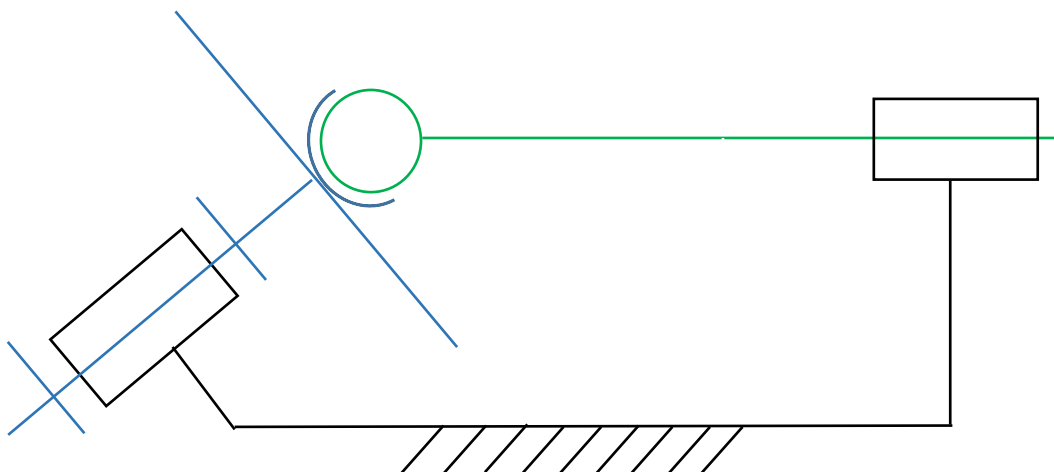
PARTIE 3 - Étude cinématique de la pompe hydraulique

Total : / 18

Objectif - Suite à la modification de l'arbre d'entrée, on souhaite déterminer le débit de la pompe et vérifier qu'il est identique à l'ancien modèle.

Données - Documents techniques DT1 à DT3
Dessin d'ensemble DT4
Éclaté et nomenclature DT5

Question 3.1 - Compléter le schéma ci-dessous de la pompe lorsque le piston est en position de refoulement maxi.



Question 3.2 - Déterminer la course du piston, connaissant l'angle d'inclinaison (40°) du plateau d'entrée et le diamètre ($\varnothing 63.7 \text{ mm}$) sur lequel se trouvent les points de contact piston-plateau.

(Faire un schéma)

Course =

Quel que soit le résultat trouvé à la question 3.2, on prendra 41 mm pour la course d'un piston.

Question 3.3 – Déterminer (en cm^3) le volume d'huile déplacé par un piston sur un demi-tour, sachant que le diamètre de l'alésage recevant le piston est de 18.9 mm.

.....

$V = \dots\dots\dots \text{cm}^3$

La cylindrée correspond au volume de fluide refoulé par l'ensemble des n pistons sur une rotation complète.

Question 3.4 - Calculer (en cm^3) la cylindrée de la pompe.

.....
.....

$\text{Cyl.} = \dots\dots\dots \text{cm}^3$

Question 3.5 – Calculer le débit de la pompe pour une fréquence de rotation de 1500 tr. min^{-1} .

Sachant que $Q = (\text{Cyl.}/1000) \times N$

.....

$Q = \dots\dots\dots \text{l. min}^{-1}$
--

Question 3.6 - À partir du graphique constructeur, déterminer le débit de l'ancien modèle de pompe pour une fréquence de rotation de 1500 tr. min^{-1} .

$Q' = \dots\dots\dots \text{l. min}^{-1}$

Question 3.7 - Comparer les débits Q et Q' entre les deux modèles.

.....

PARTIE 4 - Étude de la résistance des matériaux

Total : / 15,5

Objectif -Le nouvel arbre d'entrée est préconisé par le bureau d'étude en **18NiCr5-4**.

Vérifier si le choix du matériau est conforme au cahier des charges.

Données - Le coefficient de sécurité à respecter est de : **s =5**
Formulaire DT10
Couple transmis à l'arbre d'entrée **C = 3000 N.m**

Hypothèses - Matériau homogène et isotrope
Problème plan géométrique et mécanique
Limite des petites déformations
Liaisons parfaites

Question 4.1 - Déterminer la famille de matériau, en entourant la bonne réponse.

Acier non allié	Alliage de cuivre	Alliage d'aluminium	Matière plastique
Acier faiblement allié	Acier fortement allié	Fer	Alliage de zinc

Question 4.2 - Décoder les symboles de la composition du matériau.

18	
Ni	
Cr	
5	
4	

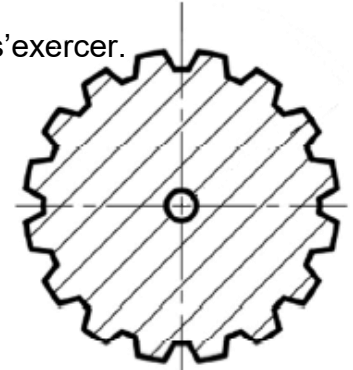
Question 4.3 - Entourer le type de sollicitation auquel sont soumises les cannelures de l'arbre d'entrée.

Traction	Compression	Cisaillement	Flexion
----------	-------------	--------------	---------

Question 4.4 – Indiquer à quel endroit la sollicitation va s'exercer.

.....

(Coupe de l'arbre au niveau des cannelures)



Question 4.5 -Calculer la force totale F_t exercée sur les cannelures issues du couple d'entrée.

Sachant que $C = F_t \times \text{rayon}$ et $\varnothing \text{ nominal} = 32 \text{ mm}$

.....

$$F_t = \dots\dots\dots$$

Question 4.6 – Calculer la force exercée sur une seule cannelure.

.....

$$F = \dots\dots\dots$$

Question 4.7 – Calculer la contrainte T sachant que la section $S = 155 \text{ mm}^2$.

.....

$$T = \dots\dots\dots$$

Question 4.8 - Calculer la résistance élastique au glissement Reg .

.....

$$Reg = \dots\dots\dots$$

Question 4.9 - Calculer la résistance pratique au glissement R_{pg} .

.....
.....

$R_{pg} = \dots\dots\dots$

Question 4.10 – Conclure sur le choix du matériau.

.....
.....

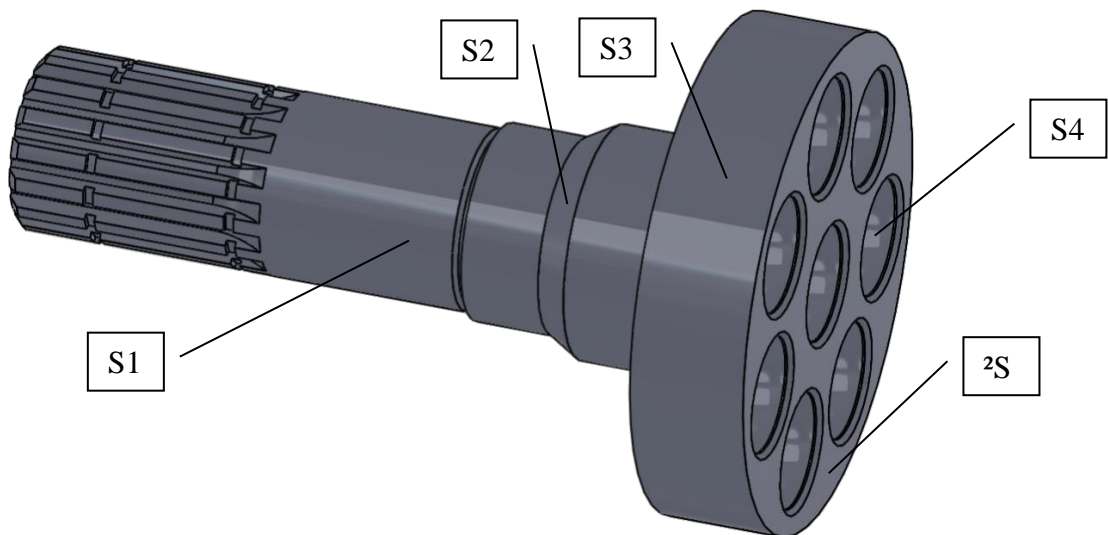
PARTIE 5 - Analyse du dessin de définition de la matrice DAG

Total : / 31,5

Objectif - Analyser les données de définition de l'arbre en vue de sa fabrication

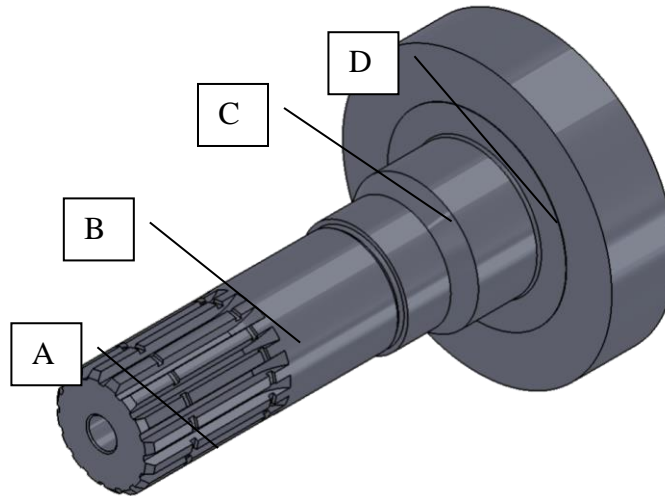
Données - Dessin de définition DT7
Documents techniques DT8 et DT9

Question 5.1 – Indiquer la nature géométrique des surfaces S1 à S5 repérées ci-dessous :



Surfaces	S1	S2	S3	S4	S5
Nature géométrique					

Question 5.2 - Indiquer la forme technique des surfaces A à D repérées ci-dessous.



Formes	A	B	C	D
Vocabulaire technique				

Question 5.3 - Compléter le tableau ci-dessous, en indiquant les spécifications dimensionnelles, géométriques, d'état de surface et les dimensions de référence des surfaces repérées S1 à S5.

Surfaces	Spécifications dimensionnelles	Spécifications géométriques	Dimensions de référence	Spécification d'état de surface
S1				
S2				
S3				
S4				
S5				

Question 5.4 - Analyser un ajustement.

Le montage entre l'arbre d'entrée (rep.2) et le roulement (rep.23) est réalisé avec l'ajustement suivant : $\varnothing 45H7m6$.

a) Compléter le tableau ci-dessous.

	ARBRE	ALÉSAGE
Cote tolérancée		
Cote nominale (mm)		
Écart supérieur (mm)	es =	ES =
Écart inférieur (mm)	ei =	EI =
IT (mm)		
Cote maxi. (mm)	arbre maxi =	Alésage maxi =
Cote mini (mm)	arbre mini =	Alésage mini =

b) Calculer.

Jeumaxi = =

Jeumini = =

c) En déduire la nature de l'ajustement, en entourant la bonne réponse.

Ajustement avec du serrage

Ajustement incertain

Ajustement avec du jeu

Question 5.5 – Compléter les 9 zones du tableau qui comportent une étoile

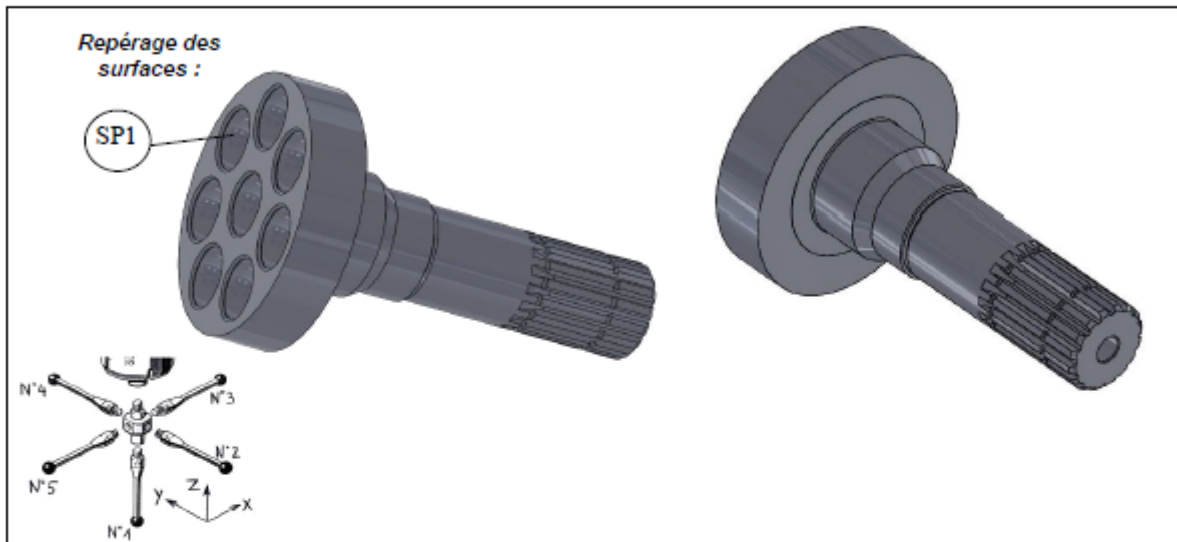
Symbole de la spécification :	Éléments non idéaux		Éléments idéaux	
	Élément(s) tolérancé(s)	Élément(s) de référence	Référence(s) spécifiée(s)	Zone de tolérance
Type de spécification Forme Orientation Position Condition de conformité L'élément tolérancé doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	Unique Groupe	Unique Multiples	Simple Commune Système	Simple Composée
	Entourer l'élément correct Surface nominale plane	Entourer l'élément correct 2 lignes A et B nominalement circulaires, intersection des surfaces S1 et S2 avec les plans PI2' et PI3', ces plans sont situés à 13 et 31 mm des épaulements de butée de roulements.	Entourer l'élément correct DROITE D ₀ passant par les centres des deux cercles associés aux éléments de référence A et B.	Entourer l'élément correct Volume limité par 2 plans parallèles distant de 0,1 mm
Extrait du dessin de définition 	Unique Groupe	Unique Multiples	Simple Commune Système	Simple Composée
	Entourer l'élément correct Surface nominale plane	Entourer l'élément correct 2 lignes A et B nominalement circulaires, intersection des surfaces S1 et S2 avec les plans PI2' et PI3', ces plans sont situés à 13 et 31 mm des épaulements de butée de roulements.	Entourer l'élément correct DROITE D ₀ passant par les centres des deux cercles associés aux éléments de référence A et B.	Entourer l'élément correct Volume limité par 2 plans parallèles distant de 0,1 mm
	Schématiser les éléments géométriques	Schématiser les éléments géométriques	Schématiser les éléments géométriques	Schématiser les éléments géométriques

Ensemble - Pompe à pistons

Élément - Arbre d'entrée

Spécification à contrôler

\perp	0,1	A-B
---------	-----	-----



Question 5-6 – À partir du DT8, repérer les surfaces à palper sur la vue ci-dessus ainsi que le nombre minimal de points de mesurage nécessaire à la saisie de chaque élément.

Par convention on utilisera les abréviations suivantes :

Point : PT, droite : DR, cercle : CE, plan : PL, sphère : SP, cylindre : CYL, cône : CN

Question 5-7 - Renseigner le tableau ci-dessous en suivant l'exemple.

Élément	Nombre minimal de points à palper	Palpeur(s) utilisé(s)
Exemple SP1	4	2
PL1		
PL2		
PL3		
CYL1		
CYL2		

Question 5-8 - À partir de DT8, compléter les constructions suivantes.

PL4 = Plan parallèle au plan PL2 distant de mm

PL5 =

PT2 = [PL4] \cap axe du [CYL2]

PT3 =

(DR0) : droite de référence

(DR0) passant par et

PT1 = \cap

PL6 \perp à la droite (DR0) et passant par le PT1

La surface tolérancée PL1 est mesurée en huit points Mi (Pt Mi) également répartis sur la surface.

On note diPt Mi / PL6 la distance entre un point Mi et le plan PL6.

Question 5-9 - Énoncer le critère d'acceptabilité.

.....mm