



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Montpellier pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel**

Ce fichier numérique ne peut être reproduit, représenté, adapté ou traduit sans autorisation.

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

TECHNICIEN D'USINAGE

S/Epreuve E11 – Unité U11

Analyse et exploitation de données techniques

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

Compétences sur lesquelles porte l'épreuve :

- C 11 : Analyse des données fonctionnelles et des données de définition d'un ensemble, d'une pièce, d'un composant.**
- C 24 : Etablir un mode opératoire de contrôle.**

Ce sujet comporte :

- un **DOSSIER TECHNIQUE** (documents DT 1 à DT 9)
- un **DOSSIER RÉPONSE** (documents DR 1 à DR 10)

Documents à rendre par le candidat :

- le **DOSSIER RÉPONSE** complet et agrafé

Ces documents ne porteront pas l'identité du candidat, ils seront agrafés à une copie d'examen par le surveillant

Calculatrice autorisée conforme à la réglementation.

BACCALAUREAT PROFESSIONNEL

TECHNICIEN D'USINAGE

Epreuve E1 – Unité U 11

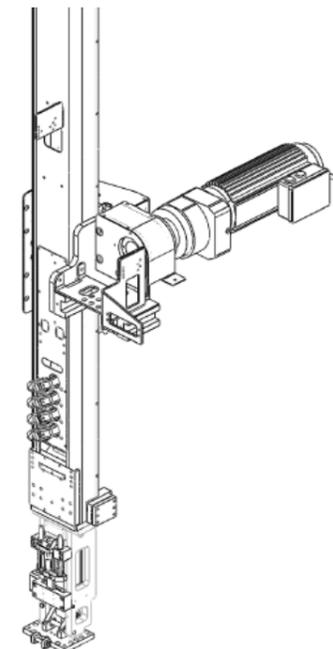
Analyse et exploitation de données techniques

SESSION 2011

DOSSIER RÉPONSE

Documents DR1 à DR10

Présentation du système mécanique	DR 1	
Analyse fonctionnelle et structurale du bras R1	DR 2 & DR 3	/12
Etude cinématique de l'axe Z et du bras R1	DR 3 & DR 4 & DR 5	/22
Etude statique de la plaque pivotante	DR 6	/13
Etude en résistance des matériaux de la pièce 40	DR 7	/8
Analyse du dessin de définition d'une pièce	DR 8 & DR 9	/11
Etablir un mode opératoire de contrôle sur MMT	DR 10	/4



TOTAL / 70

TOTAL / 20

PRESENTATION DU SYSTEME MECANIQUE

I. Mise en situation :

Le mécanisme étudié est situé sur un robot à 4 axes. Ce robot permet le transfert et la rotation entre deux positions (voir DT1). L'objet de notre étude est l'axe Z de ce robot (axe vertical), sur lequel se trouve le bras de rotation R1.

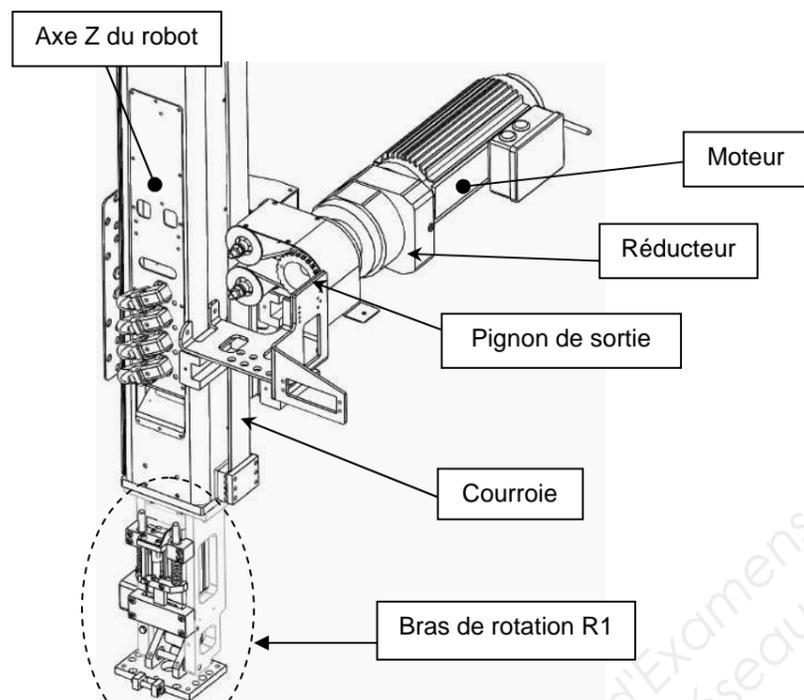
Le document DT1 présente la mise en situation de l'axe Z.

II. Fonctionnement :

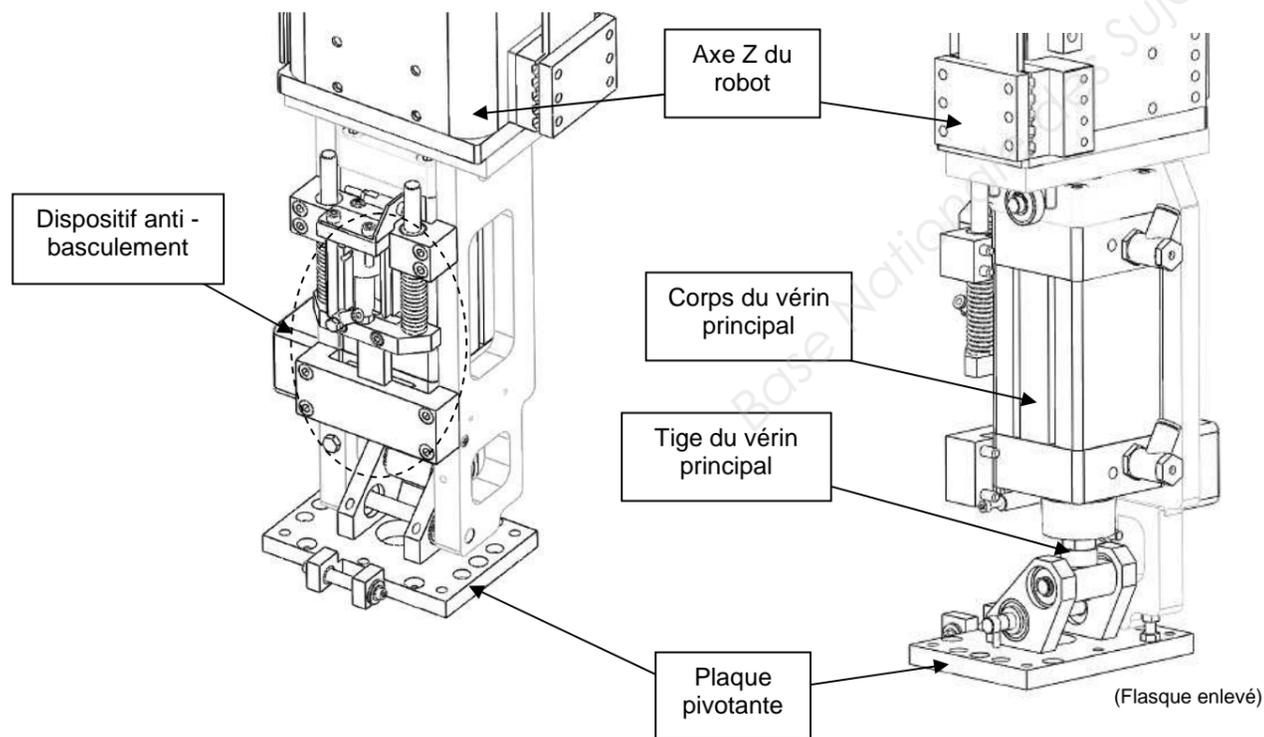
L'axe Z est motorisé par un ensemble moteur + réducteur. Ce réducteur entraîne une courroie crantée qui permet la translation de l'axe Z, par l'intermédiaire de deux rails de guidage (non représenté ici).

Le bras de rotation R1 est fixé à l'axe Z. Un préhenseur (voir DT1) est fixé sur la plaque pivotante du bras R1 en fonction des pièces à transférer.

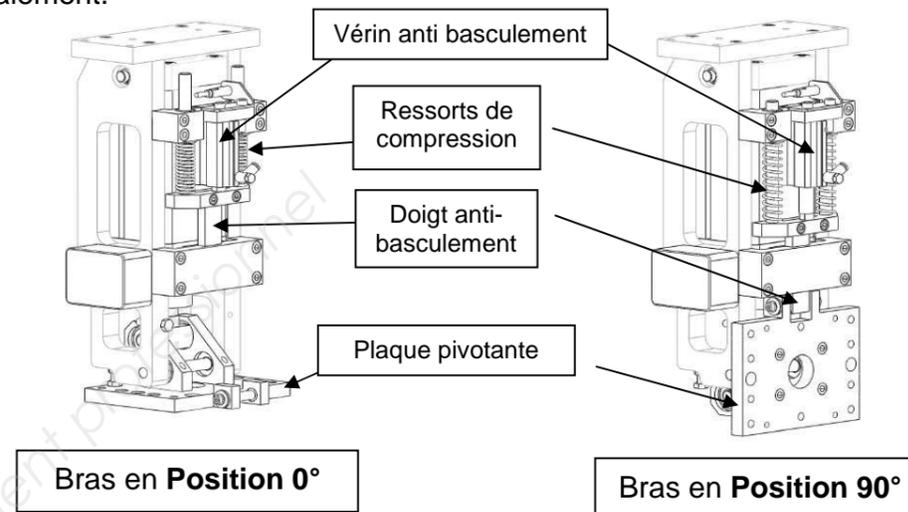
La rotation de la plaque pivotante est assurée par un vérin pneumatique appelé vérin principal.



Bras de rotation R1



Le dispositif anti-basculement est composé d'un vérin de maintien et de deux ressorts de compression. Ce dispositif empêche la rotation du bras. Il est enclenché lorsque le robot se déplace verticalement.



Le bras de rotation peut prendre deux positions :

- **Position 0°** : la plaque est horizontale, le dispositif anti-basculement est inactif.
- **Position 90°** : la plaque est verticale, le dispositif anti-basculement est **actif**.

III. Caractéristiques techniques :

	Eléments	Caractéristiques
Motoréducteur	Moteur Brushless	Fréquence de rotation : 4600 tr/min
	Réducteur	Rapport de réduction : $r = 0,15$
Axe Z du robot (axe vertical)	Course de l'axe Z	1600 mm
	Accélération admissible sur l'axe	$a_{max} = 15 \text{ m/s}^2$
Vérin assurant la rotation de la plaque pivotante	Vérin principal	\varnothing piston : 63 mm \varnothing tige : 20 mm
	Alimentation	Pression dans le vérin : 0,5 MPa
Dispositif anti-basculement	Vérin de maintien	\varnothing piston : 25 mm \varnothing tige : 12 mm Pression dans le vérin : 0,5 MPa
	Ressorts de compression	Longueur libre : 100 mm Raideur : 1.6 N/mm

IV. Objet de l'étude :

Le bureau des méthodes souhaite valider la capacité du robot. Pour cela, il doit :

- Vérifier que l'axe Z fonctionne dans des conditions acceptables.
- Vérifier que le temps de rotation de la plaque pivotante reste inférieur à 1.9 secondes afin de respecter le temps de cycle imposé.
- Vérifier que la plaque pivotante ne subisse pas de dommage lorsqu'elle vient en butée avec le bâti.
- Vérifier que le vérin principal n'endommage pas les axes de la plaque pivotante.

1. Analyse fonctionnelle et structurale du bras de rotation

Objectif : Définir les sous-ensembles cinématiques et leurs mouvements.

Remarque : On se place dans le cas où le vérin principal est moteur du mouvement de la plaque. Dans cette phase, le dispositif anti-basculement (**SE5**) ne bouge pas, il est donc considéré comme fixé au bâti du bras de rotation (**SE1**).

On donne : Les dessins d'ensemble du bras de rotation (**DT2 et DT 3**) et la nomenclature (**DT6**).
Les dessins éclatés du bras de rotation (**DT4 et DT 5**).

Question 1.1 : Compléter les classes d'équivalence cinématique suivantes :
(On ne prendra pas en compte les ressorts, joints et roulements).

SE1 = {1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 33, 35, 36, 38, 39, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 55, 56}

SE2 = {21,.....}

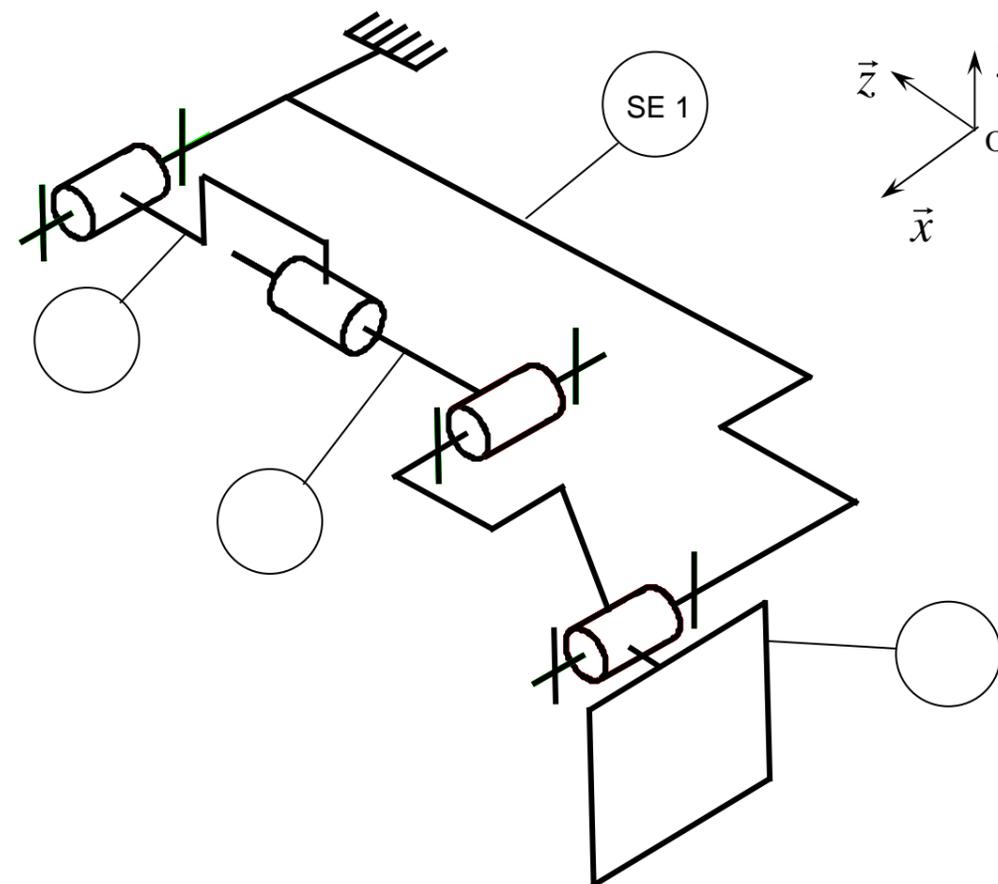
SE3 = {40,.....}

SE4 = {27,.....}

Question 1.2 : Compléter le tableau des mobilités et des liaisons entre classes d'équivalence cinématique dans le repère $R_{(O,\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$ (convention : 1 = Mouvement ; 0 = Pas de Mouvement).

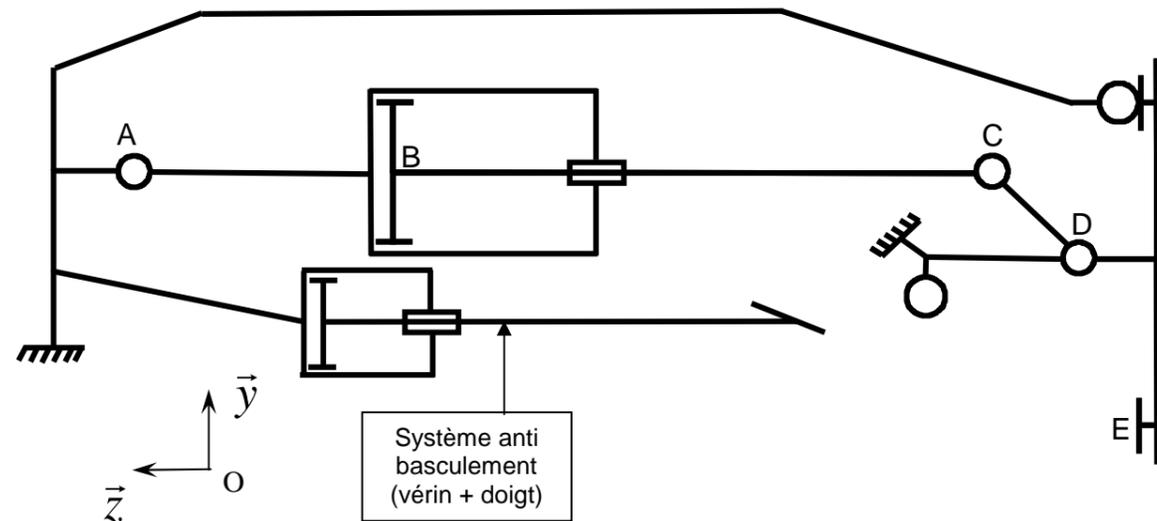
	Tx	Ty	Tz	Rx	Ry	Rz	Désignation de la liaison
SE1/SE2							
SE2/SE3							
SE3/SE4							
SE1/SE4							

Question 1.3 : Indiquer sur le schéma cinématique ci-dessous les classes d'équivalence cinématique manquantes du bras.



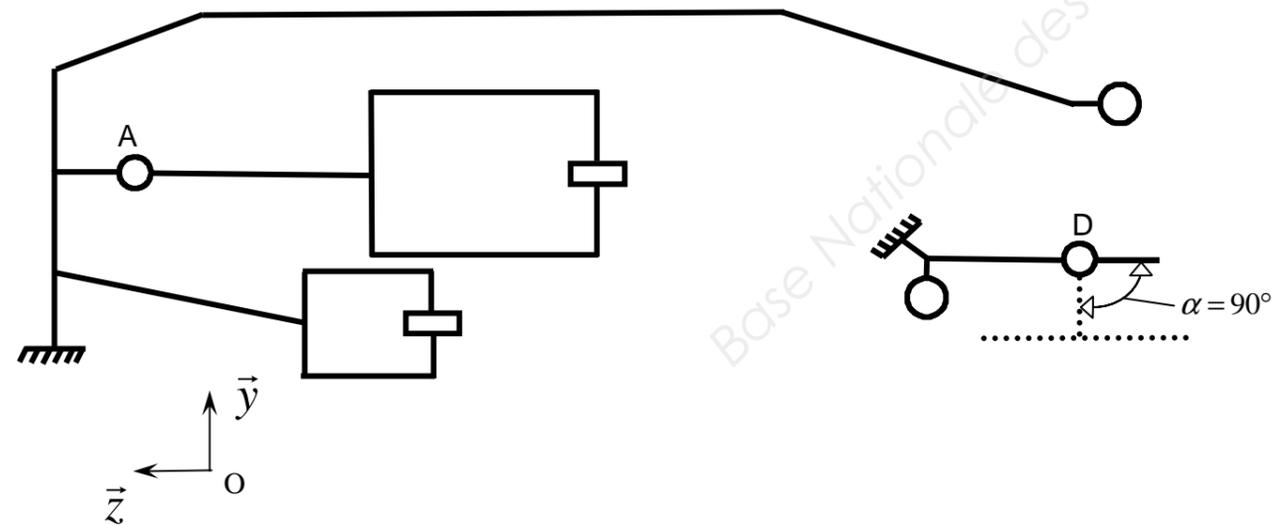
On se place maintenant dans le cas où le vérin principal est **sorti**. Le mouvement de rotation de la plaque est terminé. Dans cette phase, le dispositif auxiliaire anti basculement est actif : il est en contact avec la plaque.

Le schéma technologique dans le plan (O, \vec{y}, \vec{z}) du bras de rotation est représenté ci-dessous en position 0° .



Question 1.4 : Tracer le schéma technologique dans la position 90° .

Reporter les points B, C et E puis tracer la plaque ainsi que les vérins dans leur nouvelle position.



2. Etude cinématique de l'axe Z

Objectif : Vérifier que l'accélération maximale subie par l'axe Z en phase de transfert reste inférieure à 15 m/s^2 .

Question 2.1 : A l'aide du document DT 7, compléter le tableau ci-dessous et indiquer par une croix le type et la nature du mouvement de l'axe Z pour chaque phase.

	Rotation de centre	Translation rectiligne	Mouvement Plan quelconque	Nature du mouvement	
				Uniforme	Varié
Phase A					
Phase B					
Phase C					

Question 2.2 : L'accélération subie par l'axe Z est maximale en phase A.

A l'aide des équations horaires ci-dessous, calculer cette accélération maximale subie par l'axe Z.

Equations horaires pour un mouvement de translation rectiligne uniforme :

$$a = 0$$

$$V(t) = V_0$$

$$x(t) = V_0 \times t + X_0$$

Avec :

a = accélération en m/s^2
 V_0 = vitesse linéaire de départ en m/s
 X_0 = distance déjà parcourue en m

Equations horaires pour un mouvement de translation rectiligne uniformément varié :

$$a = \text{constante}$$

$$V(t) = a \times t + V_0$$

$$x(t) = \frac{1}{2} \times a \times t^2 + V_0 \times t + X_0$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Accélération maximale subie par l'axe Z :

Question 2.3 : Pour fonctionner dans des conditions optimales, l'accélération maximale subie par l'axe Z doit rester inférieure à 15 m/s². **Comparer** cette valeur à votre résultat et **conclure**.

.....

.....

.....

.....

3. Etude cinématique du bras de rotation R1

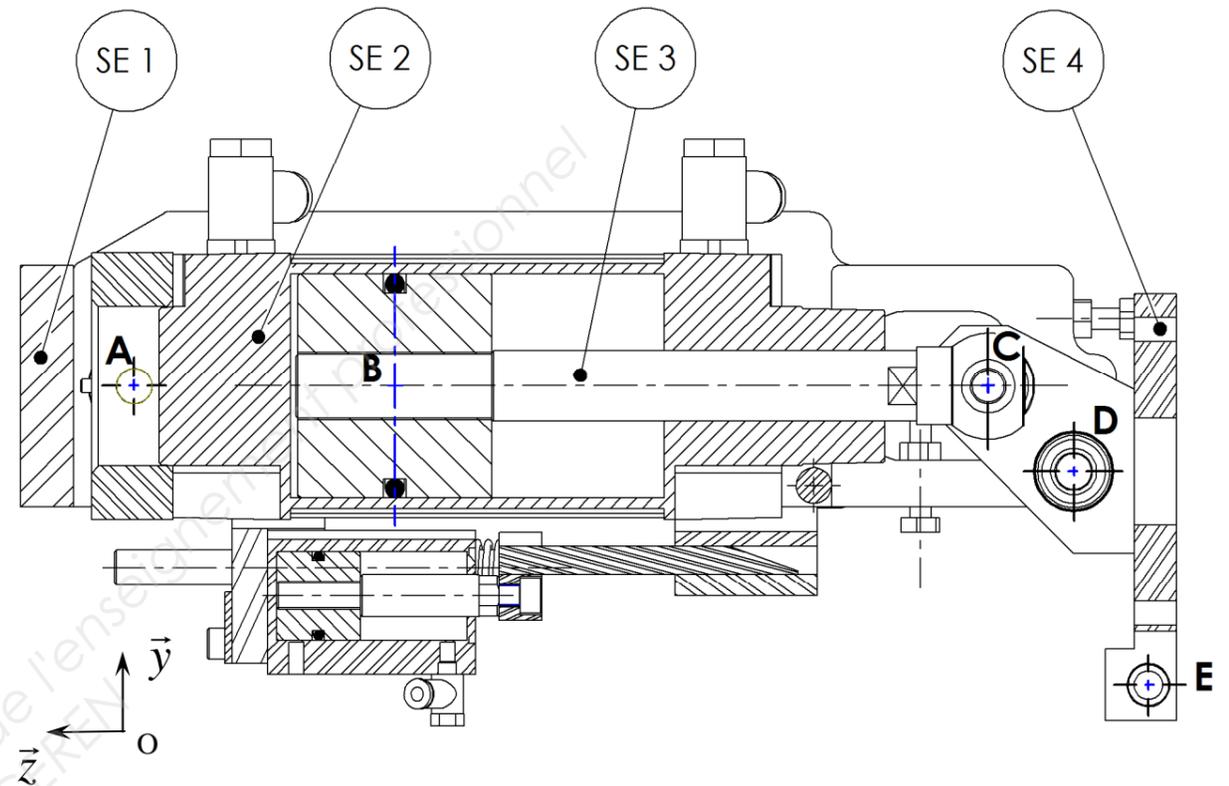
Objectif : Vérifier que le temps de rotation de la pièce transférée reste inférieur à 1,9 s.

Question 3.1: Compléter le tableau ci-dessous en notant les caractéristiques de chacune des trajectoires indiquées.

Trajectoires	Nature du mouvement	Élément géométrique associé à la trajectoire (Ligne rectiligne, Arc de cercle, Centre, ...)
$T_{A \in SE2 / SE1}$		
$T_{B \in SE3 / SE2}$		
$T_{C \in SE3 / SE2}$		
$T_{C \in SE4 / SE1}$		
$T_{D \in SE4 / SE1}$		
$T_{E \in SE4 / SE1}$		

Question 3.2: Tracer les 3 trajectoires des points suivants sur la figure ci dessous :

$T_{B \in SE3 / SE2}$ $T_{C \in SE3 / SE2}$ $T_{E \in SE4 / SE1}$



Rotation de la plaque pivotante : (Vérin sorti)

Le débit de fluide dans le vérin permet de calculer la vitesse de translation de l'ensemble tige + piston principal (SE 3) par rapport au corps du vérin principal (SE2) :

$$\| \vec{V}_{B \in SE3 / SE2} \| = 0,025 \text{ m/s}$$

Question 3.3 : L'objectif est de déterminer graphiquement la vitesse $\vec{V}_{C \in SE4 / SE1}$ en phase de rotation de la plaque.

3.3.a : Justifier l'égalité suivante : $\vec{V}_{B \in SE3 / SE2} = \vec{V}_{C \in SE3 / SE2}$:

.....

.....

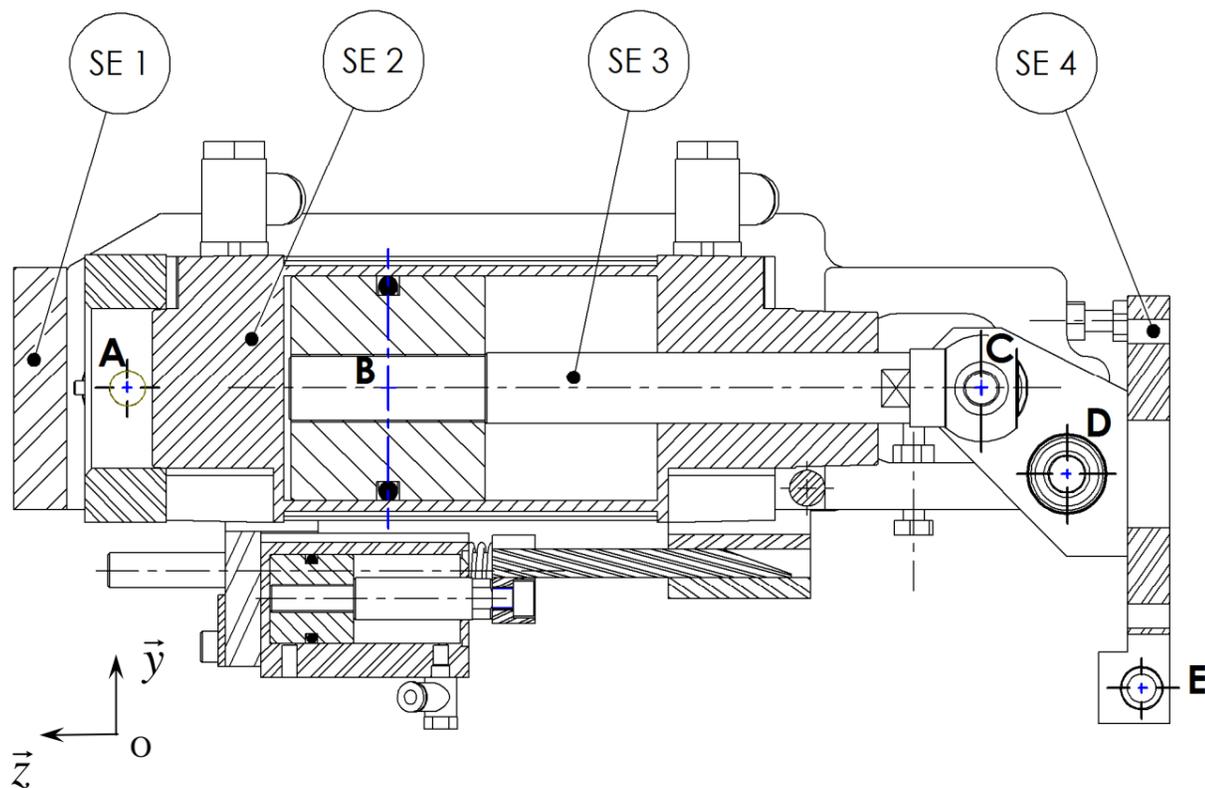
.....

3.3.b : Sur le document DR5, tracer la trajectoire de $C \in SE4 / SE1$.

3.3.c : Sur le document DR5, tracer la direction de $\vec{V}_{C \in SE4 / SE1}$.

3.3.d : Tracer $\vec{V}_{C \in SE3/SE2}$ et déterminer alors graphiquement $\vec{V}_{C \in SE4/SE1}$.

Remarque : $\vec{V}_{C \in SE3/SE2}$ est la projection de $\vec{V}_{C \in SE4/SE1}$ sur la droite (BC).



Ech des vitesses : 1cm pour 0,010 m/s

Ech des distances : 1 : 2

$$\left\| \vec{V}_{C \in SE4/SE1} \right\|_{\text{graphique}} =$$

Question 3.4 : On prendra pour la suite de l'étude $\left\| \vec{V}_{C \in SE4/SE1} \right\| = 0,036 \text{ m/s}$.

Mesurer la distance CD puis calculer $\omega_{SE4/SE1}$ en rad/s (vitesse angulaire de l'ensemble plaque pivotante SE4 par rapport au bâti SE1).

.....

$$\omega_{SE4/SE1} = \quad \text{rad/s}$$

Question 3.5 : D'après l'étude réalisée et les conditions initiales, l'objectif est de calculer le temps mis par la plaque pour effectuer sa rotation et conclure par rapport au cahier des charges.

Données : angle réel effectué par la plaque : $\alpha = 95,24^\circ$
 360 degrés = 2π radians

$\omega_{SE4/SE1}$: vitesse angulaire maximale obtenue par simulation (voir DT 7)

3.5.a : Exprimer la valeur de l'angle α effectué par la plaque en radians :

.....

Angle α en radian :

3.5.b : Calculer le temps de rotation :

.....

Temps rotation calculé :

3.5.c : Conclure par rapport au cahier des charges :

.....

4. Etude statique de la plaque pivotante

Problématique : A la fin de la phase de rotation, la plaque pivotante vient buter contre le bâti.

Afin de ne pas endommager la plaque, l'effort de butée ne doit pas dépasser 1000 N.

Objectif : Calculer cet effort de butée entre le bâti et la plaque pivotante à la fin de la phase de rotation (vérin sorti).

- Hypothèses :**
- les liaisons sont considérées comme parfaites (pas de frottement).
 - le poids propre des sous ensembles est négligé.
 - toutes les actions se situent dans le plan de symétrie du mécanisme.
 - on se place dans la position où la plaque a effectué sa rotation.

Question 4.1 : Calculer l'effort développé par le fluide sur la tige de vérin principal (SE3)

Données : Pression d'alimentation du vérin principal = 0,5 MPa
 Vérin principal : Diamètre de piston = 63 mm
 Diamètre de tige = 20 mm

$$\left\| \vec{H}_{\text{fluide}/SE3} \right\| =$$

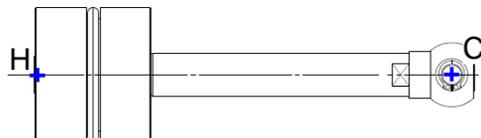
On prendra pour la suite de l'étude $\left\| \vec{H}_{\text{fluide}/SE3} \right\| = 1600 \text{ N}$

On isole la tige de vérin principal SE3

Question 4.2 : Compléter le tableau bilan des actions mécaniques ci-dessous, avant étude.

Effort	Point d'application	Direction	Sens	Intensité

Tracer la direction de l'action mécanique en C sur le schéma ci-dessous.



On isole la plaque pivotante SE4.

L'effort de butée est entre le bâti et la plaque pivotante. On le note $\vec{K}_{SE1/SE4}$.

Sa direction est normale à la surface de contact, passant par le point K.

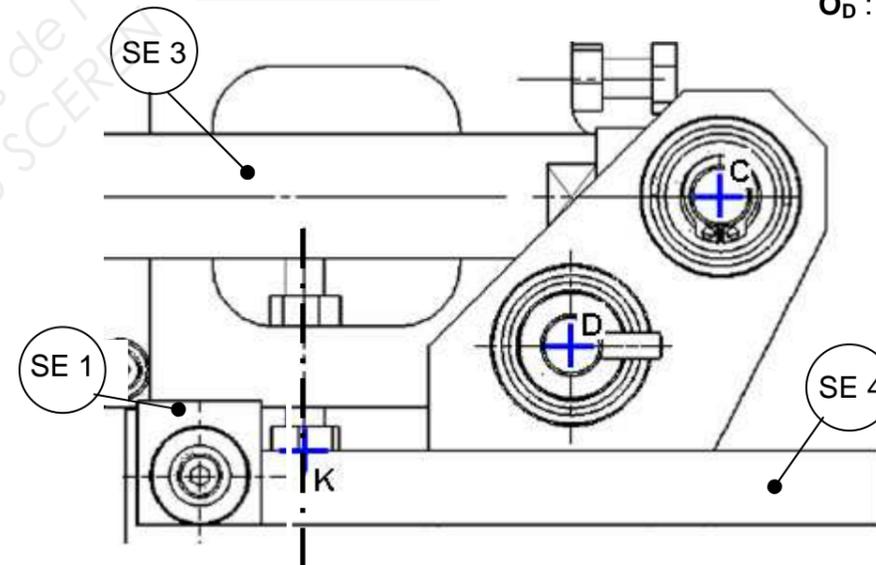
On ne connaît pas son intensité.

Question 4.3 : Compléter le tableau bilan des actions mécaniques ci-dessous, avant étude.

Effort	Point d'application	Direction	Sens	Intensité
$\vec{C}_{SE3/SE4}$				
$\vec{D}_{SE1/SE4}$				
$\vec{K}_{SE1/SE4}$				

Échelle des forces 1cm → 500N

O_D : Origine du dynamique des forces



Question 4.4 : En appliquant le Principe Fondamental de la Statique, déterminer graphiquement

l'intensité des actions $\vec{D}_{SE1/SE4}$ et $\vec{K}_{SE1/SE4}$ et conclure :

$$\left\| \vec{D}_{SE1/SE4} \right\| =$$

$$\left\| \vec{K}_{SE1/SE4} \right\| =$$

Conclusion :

.....

5. Etude en résistance des matériaux de la pièce liaison vérin (Rep. 40 – DT 9)

Objectif : Calculer le coefficient de sécurité effectif et le comparer au coefficient $s_{cons}=12$ donné par le constructeur.

Question 5.1 : La pièce 40 est réalisée en 35 Cr Mo 4. **Décoder** cette désignation :

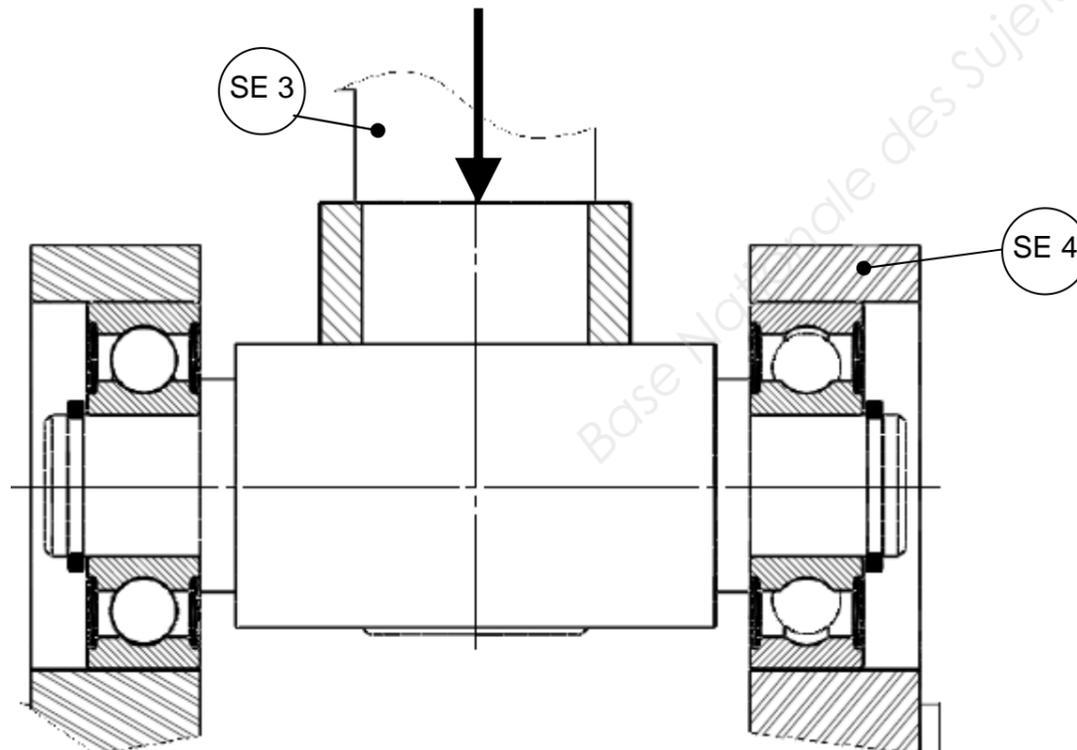
Type de matériaux :
(Entourer la bonne réponse)

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

Signification des symboles et composition :

35	
Cr	
Mo	
4	

Question 5.2 : Repasser en couleur la (ou les) section(s) cisailée(s) sur la mise en plan ci-dessous.



On donne : Dessin de définition de la pièce 40 : voir DT 9
 Limite élastique du matériau de la pièce 40 : voir DT 8
 L'effort de cisaillement a une intensité de 1600 N.

$$R_{eg}=0,5 \times R_e \quad R_{pg}=\frac{R_{eg}}{s} \quad \tau = \frac{\text{effort de cisaillement}}{\text{section totale cisailée}}$$

Condition de résistance : $\tau \leq R_{pg}$

Question 5.3 : Calculer la surface totale soumise au cisaillement :

.....

Surface totale soumise au cisaillement =

Question 5.4 : Calculer la contrainte de cisaillement $\tau_{réelle}$:

.....

$\tau_{réelle} =$

Question 5.5 : Calculer le coefficient de sécurité effectif, au regard de la contrainte maximale de sécurité admissible :

.....

Coefficient de sécurité effectif =

Question 5.6 : Comparer le coefficient de sécurité trouvé avec celui donné par le constructeur et conclure.

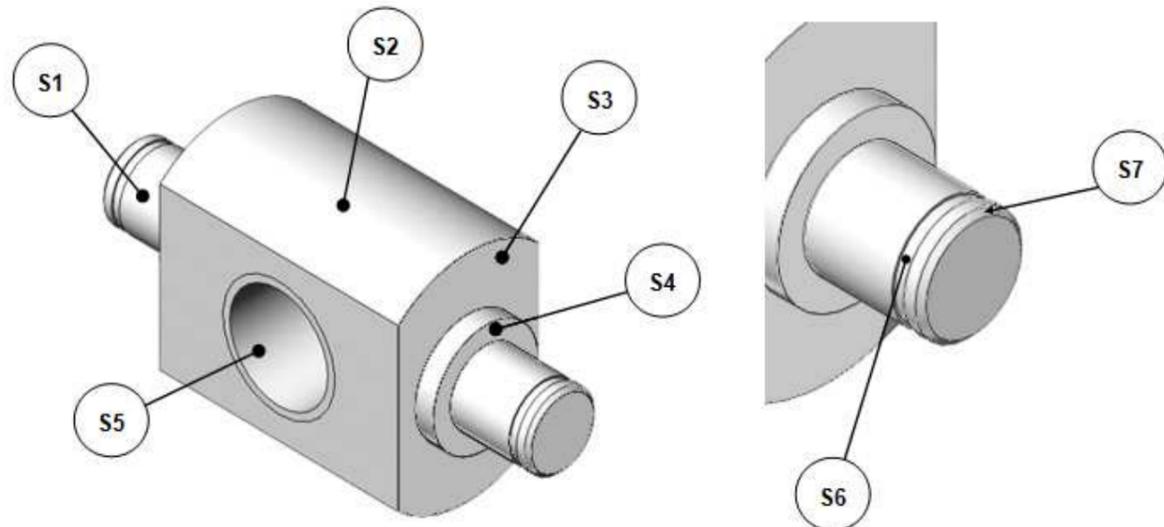
.....

6. Analyse du dessin de définition d'une pièce

Pièce étudiée : Rep. 40 : liaison vérin principal
Document Technique **DT 9**

Objectif : Analyser les données de définition d'une pièce en vue de sa réalisation.

Question 6.1 : Indiquer la nature géométrique des surfaces S1 à S7 repérées ci-dessous.



Surface	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
Nature géométrique							

Question 6.2 : Compléter le tableau ci-dessous :

	Spécifications dimensionnelles	Spécifications géométriques
S1		
S2		
S4		
S5		

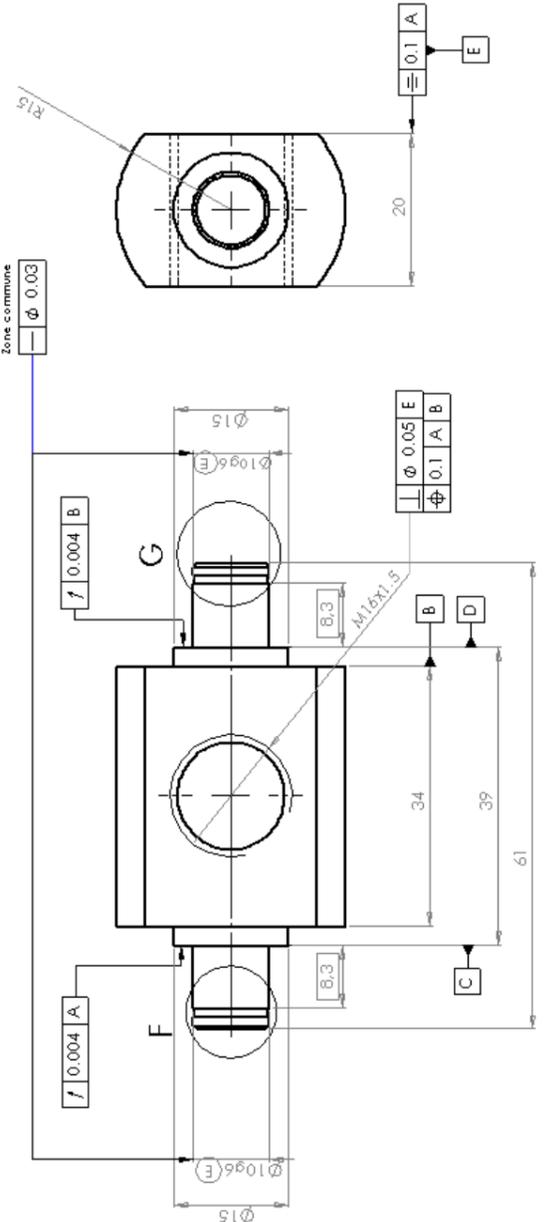
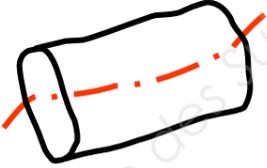
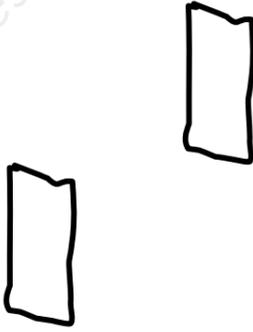
Question 6.3 : Interpréter la spécification dimensionnelle $\varnothing 10 g6 \text{E}$ du document **DT 9**, en complétant la fiche d'analyse ci-dessous.

On donne un extrait du tableau des écarts pour les tolérances dimensionnelles des arbres (en micromètres) :

Cote nominale	De 6 à 10 inclus	De 10 à 18 inclus
g6	-5 -14	-6 -17

TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par dimensions
<p>Dessin partiel de la pièce avec la cote dimensionnelle</p>	<p><i>Croquis pour explication de la spécification par dimensions</i></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Condition de conformité</p> <p><u>Condition 1</u> :</p> <p>Les dimensions linéaires doivent être comprises entre deux cotes :</p> <p style="text-align: right;">Cote Maxi.=</p> <p style="text-align: right;">Cote mini. =</p> <p><u>Condition 2</u> :</p> <p>L'exigence d' est indiquée par le symbole E à la suite d'une tolérance linéaire.</p> <p>Cette exigence impose que l'élément ne dépasse pas de forme parfaite à la dimension au de matière.</p> </div>

Question 6.4 : Compléter le tableau ci dessous :

TOLERANCEMENT NORMALISE	Analyse d'une spécification par zone de tolérance				
Spécification contrôlée : 	Éléments non Idéaux		Éléments Idéaux		
Type de spécification Forme Orientation Position Battement Entourer la bonne réponse	Élément(s) TOLÉRANCÉ(S)	Élément(s) de RÉFÉRENCE	Référence(s) SPÉCIFIÉE(S)	Zone de tolérance	
Condition de conformité L'élément toléré doit se situer tout entier dans la zone de tolérance.	Unique Groupe (entourer la bonne réponse)	Unique <u>Unique</u> Multiples	Simple Commune Système (entourer la bonne réponse)	Simple Composée (entourer la bonne réponse)	Contraintes Orientation et/ou position par rapport à la référence spécifiée
<p>Schéma (Extrait du dessin de définition)</p> 	<p>Ligne nominale- ment rectiligne: axe du taradage</p> 	<p>2 surfaces nominale- ment planes</p> 	<p>A compléter si nécessaire</p>	<p>A compléter si nécessaire</p>	<p>A compléter si nécessaire</p>

7. Etablir un mode opératoire de contrôle sur MMT

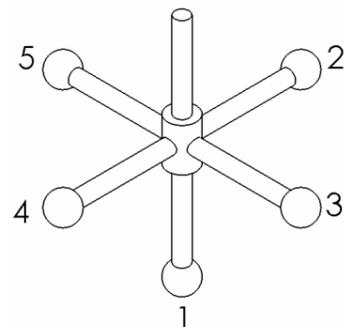
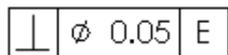
Compléter la représentation schématique des éléments géométriques en identifiant les éléments palpés et extraits. Compléter et renseigner les cases à **bordures doubles** du tableau.

Enoncer le critère d'acceptabilité. Les numéros des palpeurs utilisés et leurs longueurs sont donnés.

PROCEDURE DE CONTRÔLE – ÉTABLIR UN MODE OPERATOIRE DE CONTRÔLE SUR MMT

Ensemble : Bras De Rotation R1
Élément : Liaison Vérin (Rep 40)
AVANT TARAUDAGE

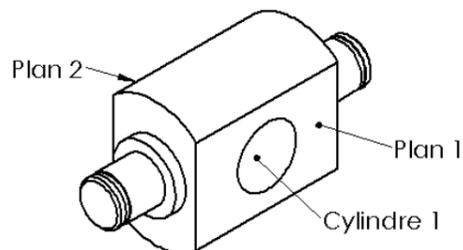
Spécification à contrôler :



Palpeur(s) utilisé(s)
N°1
N°5

Longueur mini
 -
 20

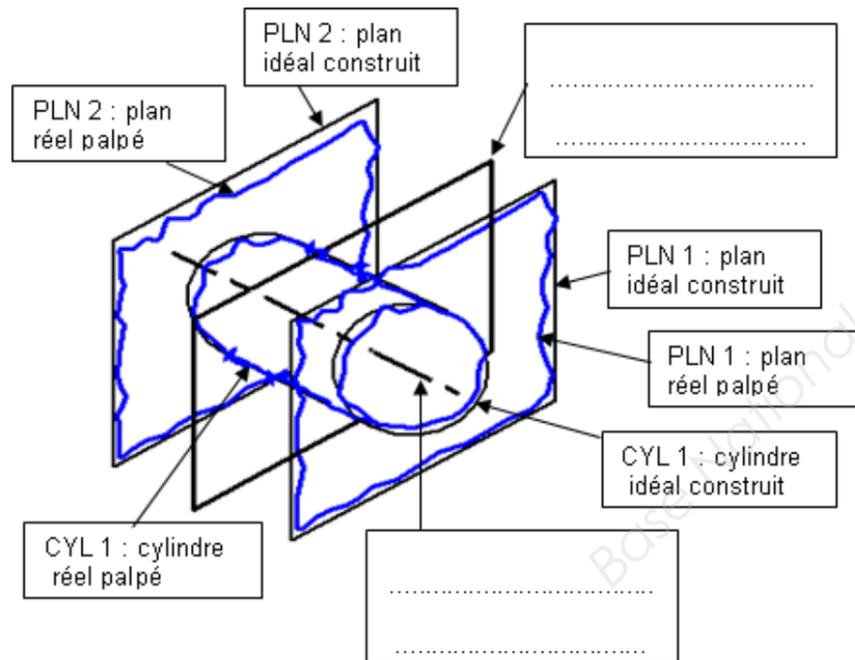
Repérage des surfaces :



Éléments géométriques à palper (choix des surfaces à palper) : [PLN 1] ; [PLN 2] ; [CYL 1]

Représentation schématique des éléments géométriques palpés et extraits.

Identifier ces éléments palpés ou extraits sur le schéma ci-dessous :



Éléments géométriques à construire :

Construire **PLN 3** : plan médian entre **PLN 1 idéal construit** et **PLN 2 idéal construit**.

Construire **D 1** :

Critère d'acceptabilité :

.....
