

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL

Maintenance des Systèmes Mécaniques Automatisés

Épreuve : E1 - Épreuve Scientifique et Technique

Sous-épreuve A1-U11 : Sciences et techniques industrielles

Durée : 4 heures

Coefficient : 3

Cette partie de l'épreuve est destinée à vérifier que le candidat a acquis les savoirs associés :

- D'analyse fonctionnelle et structurelle des systèmes mécaniques automatisés
- De mécanique

À partir de documents fournis (dossiers techniques, plans), le candidat peut être amené à :

- Procéder à l'analyse du fonctionnement du système mécanique automatisé
- Définir la fonction globale et les fonctions des sous-ensembles constituant le système
- Justifier les solutions retenues pour assurer les fonctions du système (mécanique, électrique, électronique, informatique, pneumatique, hydraulique)
- Concevoir tout ou partie de solutions de remplacement
- Effectuer l'analyse d'un système mécanique simple conduisant à une modélisation
- Utiliser les lois et les principes de la mécanique afin de justifier une solution retenue

Les supports retenus peuvent être spécifiques à l'option maintenance des systèmes mécaniques automatisés

Ce sujet comporte : 19 pages

- Dossier techniquefeuilles 2/19 à 8/19
- Dossier questions-réponses (à rendre par le candidat)feuilles 9/19 à 19/19

Le dossier questions-réponses est à rendre impérativement, même s'il n'a pas été complété par le candidat. Il ne portera pas l'identité du candidat. Il sera agrafé à une copie d'examen par le surveillant.

Matériel autorisé : aide-mémoire du dessinateur – calculatrice

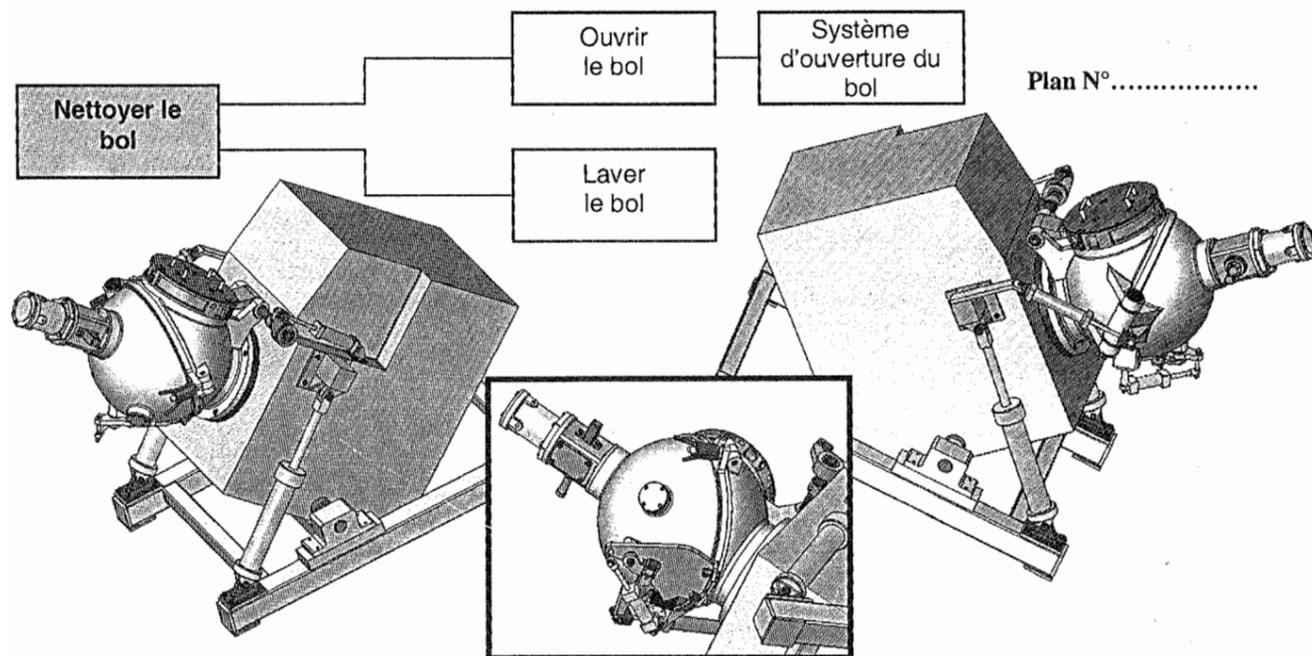
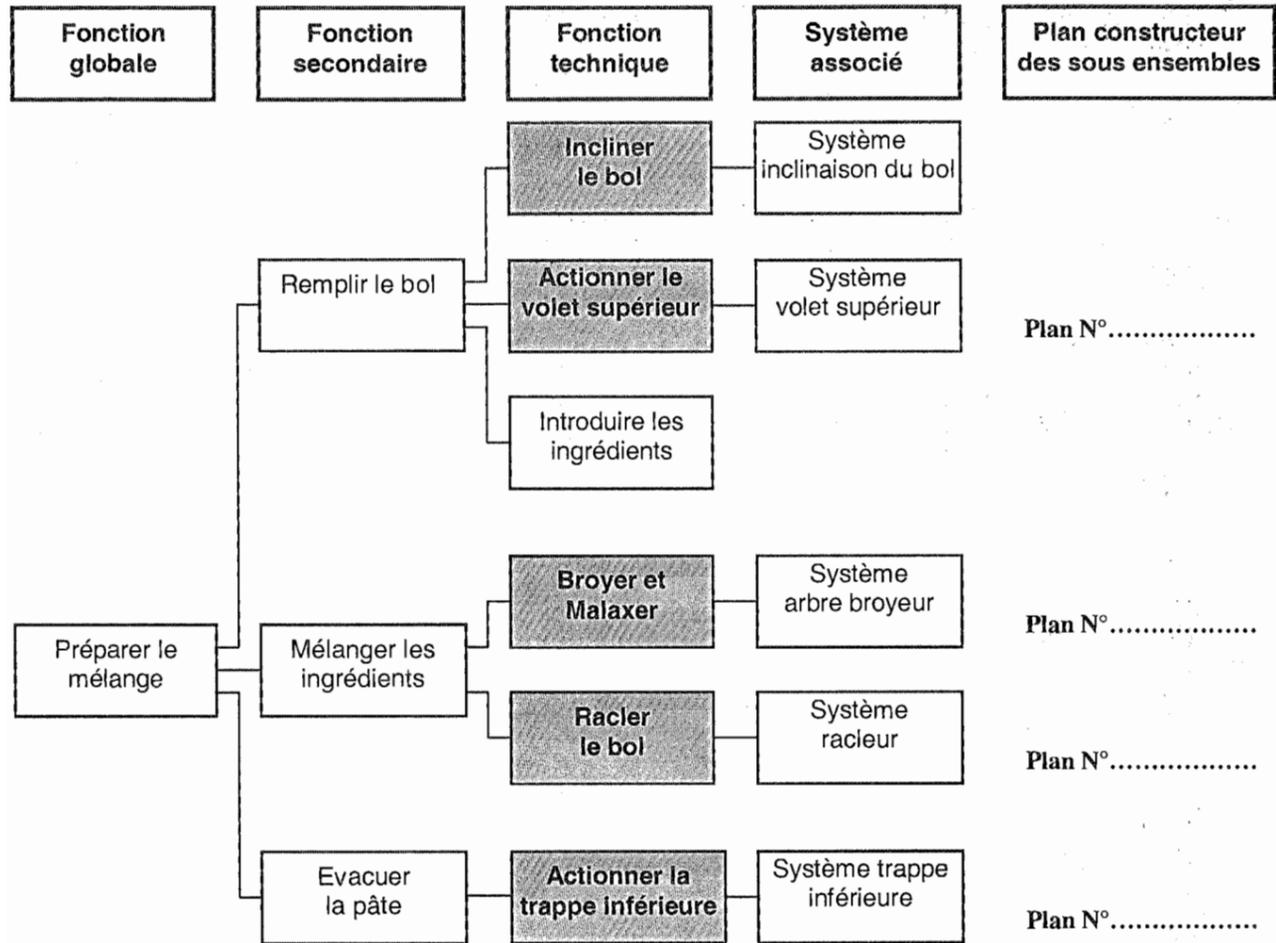
Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans aucun moyen de transmission, à l'exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire (circulaire n° 99-186 du 16 novembre 1999 ; B.O.E.N. n° 42)

Analyse du mélangeur boule.

Question 1 : Identification de documents constructeur

Voir DT 3/19 à 5/19

Indiquer les numéros de plans constructeur des sous ensembles du mélangeur boule.



Analyse du volet supérieur.

Problématique

Le volet supérieur permet l'ouverture et la fermeture étanche de la trappe de remplissage du bol.

Après analyse de l'historique de maintenance corrective du mélangeur, une intervention revient régulièrement :

« couvercle supérieur bloqué ! »

Il est demandé au service de maintenance, d'analyser la défaillance et de proposer une solution de remédiation définitive.

Machine	Désignation	Machine	Commentaires
			MEME RECALAGE ENCORE REMETTRE LES OUVRIERES
121	Organe	121	C/ COUVERCLE SUPERIEUR BLOQUE EFFET VENTOUSE A CAUSE DE LA PATE LE SOULEVER A L'AIDE DU BOUTON ET D'UN MAILLET
121	Organe	121	P/ PLUS DE LEVE DE COUVERCLE SUPERIEUR C/ COUVERCLE DE TRAVERS DU A DE LA PATE AUTOUR DU JOINT R/ COUP DE MASSETTE EN MEME TPS QUE L'APUIS SUR LE BP OUVERTURE
121	Organe	121	P/ Le couvercle du cutter ne s'ouvre pas C/ Le couvercle est bloqué R/ Débloccage du couvercle avec un maillet

Question 2 : Fonction globale

Donner la fonction globale du volet supérieur :

Question 3 : Classes d'équivalences

Voir DT 6/19 à 7/19

Compléter les repères des classes d'équivalences du volet supérieur :

Bâti {S₂} = { 2; 4; }

Couvercle {S₁} = { 1; 3; 11; 12; 19; 20; 21; }

Reporter sur le schéma cinématique ci-dessous les classes d'équivalences S₁ et S₁₃.

Tige vérin {S₁₃} = { 13; 15; 16b; 18 }

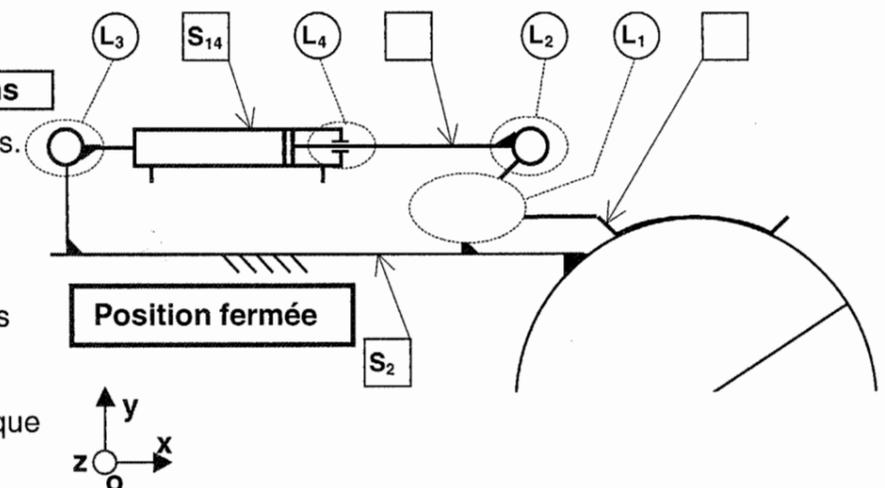
Corps vérin {S₁₄} = { 14; 16a; 17 }

Question 4 : Etude des liaisons

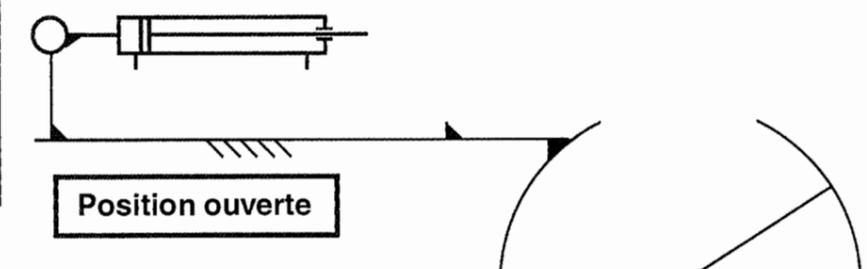
Compléter le tableau ci-dessous. Les degrés de libertés seront indiqués par 0 ou 1.

Représenter la liaison L₁ sur les schémas ci-contre.

Compléter le schéma cinématique en « position ouverte ».



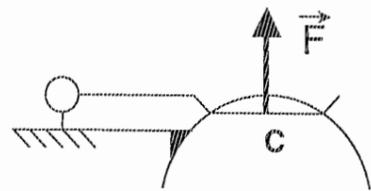
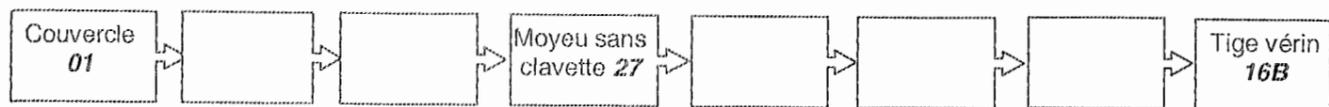
Liaison L1			
Nom de la liaison		Liaison entre { } et { }	
Tx	Rx	Symbole plan :	
Ty	Ry		
Tz	Rz		



Question 3 Analyse structurelle Voir DT 6/19 à 7/19

Une des solutions de remédiation consiste à augmenter l'effort \vec{F} de « décollement » du couvercle.

Compléter la chaîne de transmission de l'effort \vec{F} de « décollement » du couvercle.



Transmission des efforts

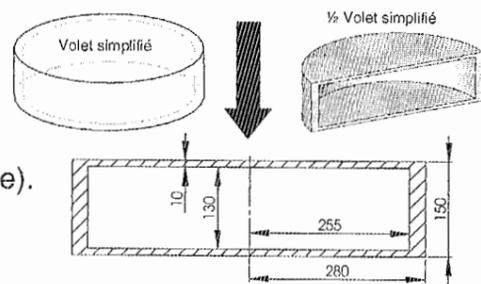
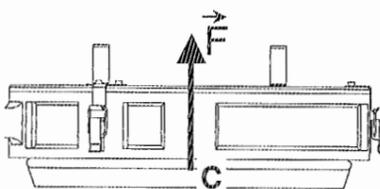
Pour établir le diagnostic, il est demandé en premier lieu de vérifier si la pression hydraulique dans le vérin est suffisante.

Question 6 Effort nécessaire pour soulever le couvercle ?

Afin d'assurer un effort suffisant lors de l'ouverture, on supposera l'effort \vec{F} nécessaire au « décollement » égal à 4 fois le poids réel du volet.

- Données :**
- densité de l'acier : $\rho = 7,85 \text{ kg/dm}^3$
 - accélération de la pesanteur : $g = 9,81 \text{ N/kg}$
 - facteur de sécurité : $f = 4$.

Rappel du formulaire :
 $m = \rho \cdot V$ $P = m \cdot g$ $M_{\text{couple}} = F \cdot d$



Calculer le volume V_v de matière du volet. On assimilera le volet à un cylindre creux (voir schéma ci contre).

Calculer la masse estimée m_v du volet. (On prendra $V = 10,5 \text{ dm}^3$)

Calculer le poids estimé P_v du volet.

Calculer l'effort F nécessaire au « décollement » du volet.

Question 7 Effort sur la tige du vérin ? Voir DT 6/19 à 7/19

- Hypothèses :**
- L'étude est assimilée à un problème plan.
 - Le poids des pièces est négligé (sauf pour le volet)
 - Les frottements sont négligés.

Données : - Le poids du volet corrigé correspondant à l'effort \vec{F} de « décollement » :

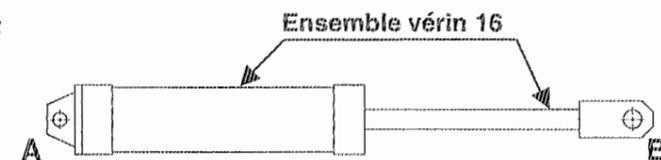
$\|\vec{F}\| = 3200 \text{ N}$

/18pts

Isolement de l'ensemble vérin rep.16

Bilan des actions sur le vérin :

Compléter le tableau :



Action	Point d'application	Direction	sens	Intensité

Tracer en rouge sur le schéma du vérin, les directions de chaque actions :

Isolement de l'ensemble mobile S_1 « volet, arbre, levier ».

Bilan des actions :

Action	Point d'application	Direction	sens	Intensité
\vec{F}				3200 N

Compléter le tableau :

Déterminer graphiquement l'effort au point B:

Echelle des forces : 1mm => 100N

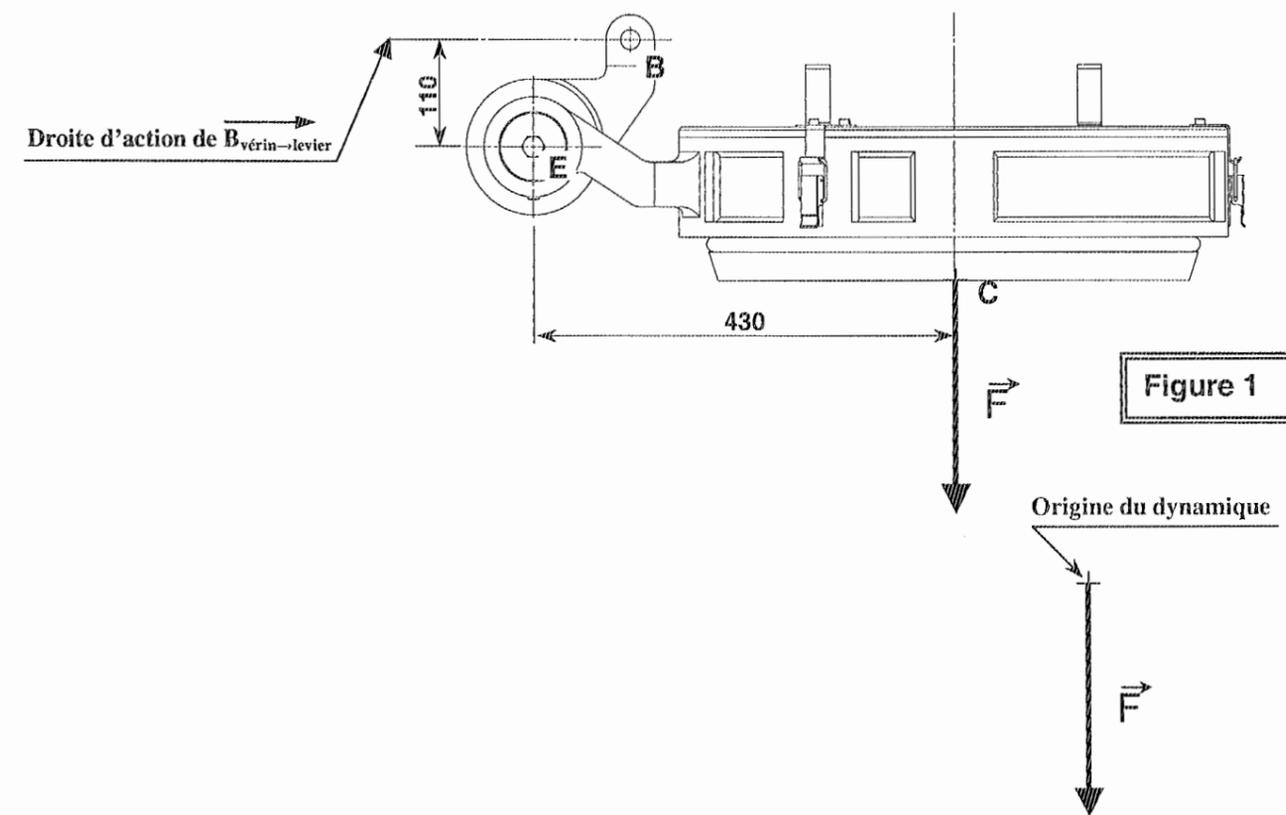


Figure 1

Donner l'intensité de l'action en B :

$\|\vec{B}_{16 \rightarrow S_1}\| =$

/34pts

Question 8 : Couple transmis par l'arbre ? Voir DT 6 et 7/19

Calculer le couple transmis par l'arbre du volet supérieur 7.
On prendra comme effort résistant l'effort de décollement du volet : $\|F\| = 3200 \text{ N}$
(voir fig. 1) sur DQR 12/19.

$M_{\text{arbre7}} =$ N.m

Question 9 : Calculer l'effort exercé dans le vérin 16 ?

Données : - Le groupe hydraulique fournit une pression de service de **35 bar** (3,5MPa).

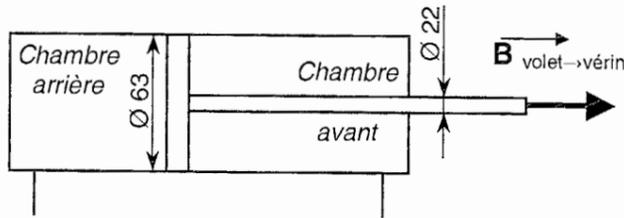
Rappel : 1 MPa = 1 N/mm²
1 bar = 0,1 N/mm²

Quel déplacement effectue la tige du vérin pour soulever le volet ? (Entourer la bonne réponse)

- La tige rentre
- La tige sort

Quelle chambre doit être sous pression pour soulever le volet ? (Entourer la bonne réponse)

- La chambre avant
- La chambre arrière



Calculer la section du piston soumise à la pression.

S =

Calculer l'effort maxi du vérin 16 avec la pression de service.

F_{maxi} =

Comparer votre résultat avec l'effort défini graphiquement sur le DQR 12/19.

On prendra $\|B_{16 \rightarrow S1}\| = 13000 \text{ N}$

Proposer 2 solutions de remédiation envisageables.

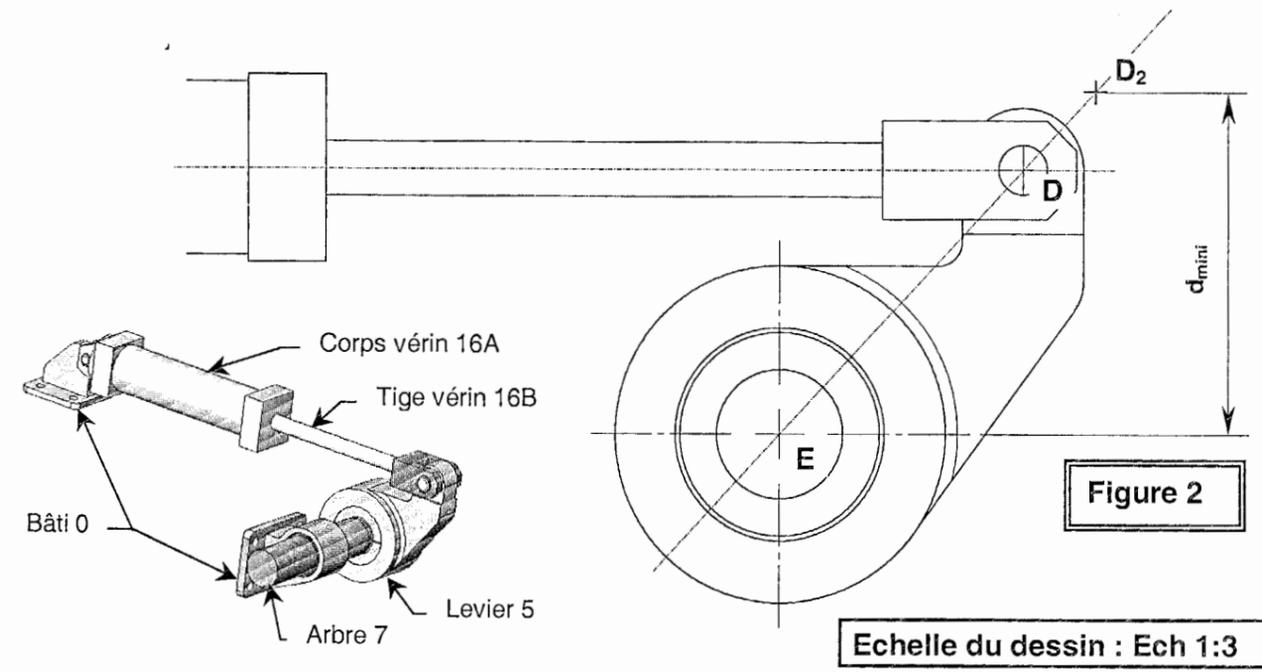
Remédiation

La pression de service ne pouvant pas être modifiée en raison de la puissance maxi du groupe, on choisit d'augmenter le « bras de levier » du vérin.

Question 10 : Course du vérin ? Voir DT 6/19 à 7/19

Quelle doit être la valeur d_{mini} du « bras de levier » permettant de transmettre le moment du couple de **1400 N.m** sans dépasser un effort sur la tige du vérin de **12250 N** (effort correspondant approximativement à la pression maxi d'utilisation)
On supposera que le vérin conserve une position de départ horizontale.

$d_{\text{mini}} =$ mm



Donner la nature du mouvement du levier par rapport au bâti.

Soit D_2 le nouveau centre d'articulation de la liaison Vérin-levier.
Définir la trajectoire du point D_2 levier/bâti.

Tracer cette trajectoire sur la figure 2 ci-dessus.

Le volet devant s'ouvrir de 90°,

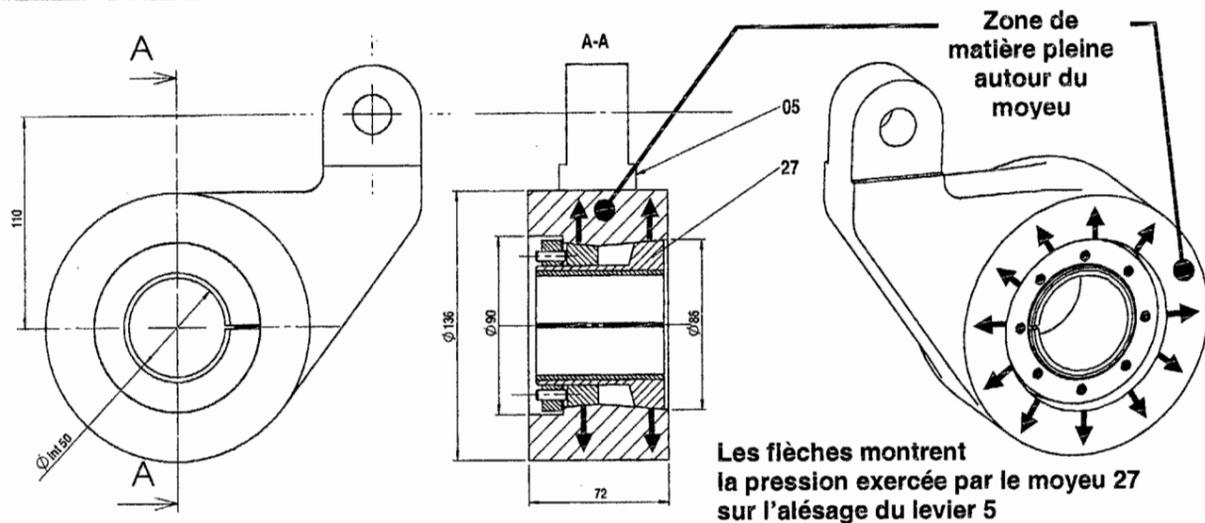
Tracer le point « D'_2 levier/bâti » en position « volet ouvert ».

Mesurer la course du vérin ? (Attention à l'échelle du dessin)

Course vérin = mm

Le vérin existant convient-il ? Justifier. (Voir nomenclature DT 7/19)

Vérification du moyeu VECOBLOC sans clavette



Il est demandé de vérifier si le moyeu sans clavette rep. 27 permet la transmission du couple de 1400N.m correspondant à l'effort de décollement du couvercle.

Question 11 : Moyeu sans clavette

Voir DT 6/19 à 8/19

Donner la fonction du « moyeu sans clavette » : (Cocher la bonne réponse)

- Transmettre le moment du couple par adhérence.
- Transmettre le moment du couple par obstacle type clavette.
- Transmettre le moment du couple par obstacle type cannelures.

Justifier le choix du constructeur pour le type de moyeu choisit. (Cocher la bonne réponse)

- Assurer une liaison non démontable entre l'arbre et le levier.
- Assurer une liaison partielle entre l'arbre et le levier.
- Assurer le réglage et la position angulaire du couvercle lors de la fermeture.

Quelle est la valeur du couple maxi transmis par le moyeu existant type 65-45 SC à 8 vis ? Voir doc. Constructeur. N.m

Le moyeu existant permet-il de transmettre le couple nécessaire à l'effort de décollement du couvercle. (Cocher la bonne réponse) Oui Non.

On décide de remplacer ce moyeu par le modèle supérieur de type : 75-50 SC

Quel nombre de vis minimal doit on prendre pour être sûr de transmettre le couple de 1400N.m :

On choisit par sécurité de prendre 8 vis. Le moyeu exerçant de fortes pressions sur l'alésage du levier rep. 05, le constructeur précise qu'il faut un « diamètre minimal de matière pleine » autour du moyeu.

Quel diamètre minimal de matière pleine demande le constructeur pour une pièce en acier ?

Le levier existant convient il ? justifier :

/14pts

Nouveau
moyeu
type
75-50 SC

Vérification de la liaison levier-tige verin

Il est demandé de vérifier la résistance de l'axe rep 13.

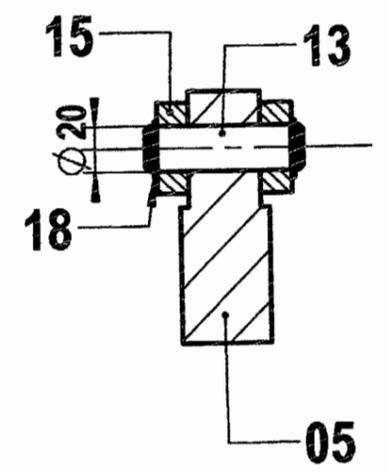
Question 12 : Résistance de l'axe.

Voir DT 6/19 à 7/19

Conformément à l'analyse menée jusque là, on considérera les données suivantes :

- L'effort maxi transmis par le vérin est de 9600 N.
- L'axe rep. 13 est en acier S235.
- Le facteur de sécurité est de 4.

Matériaux	Relation Reg = f (Re)
Aciers doux (Re ≤ 270 MPa)	Reg = 0,5 Re
Alliages d'aluminium	
Aciers mi-durs (320 ≤ 520 MPa)	Reg = 0,7 Re
Aciers durs (Re ≥ 600 MPa)	Reg = 0,8 Re
Fontes	



Donner le type de sollicitation que supporte l'arbre.

Donner la valeur de la résistance élastique pour cet acier : Préciser l'unité.

Re =

Calculer la résistance élastique au glissement (pour Re=235Mpa)

Reg =

Calculer la résistance pratique au glissement. Préciser l'unité.

Rpg =

Ecrire la condition de résistance.

Calculer la section théorique totale supportant la sollicitation. (τ=T/S)

S =

Donner le nombre de sections cisillées.

n =

Tracer en rouge les sections cisillées de l'axe rep.13 sur le dessin ci dessus.

Calculer le diamètre mini (d) de l'axe rep.13:

d_{mini} = mm

L'axe rep.13 existant est il conforme ? Justifier.

/20pts

Modification du levier 5

Suite aux études précédentes, on décide de réaliser un **nouveau levier 5** nécessitant deux modifications fonctionnelles :

- Augmentation du « bras de levier » à l'entraxe [ED₂] voir fig.2 DQR 14/19
- Montage d'un moyeu VECOBLOC supérieur type 75-50 SC, 8vis voir DT 8/19 et DQR15/19

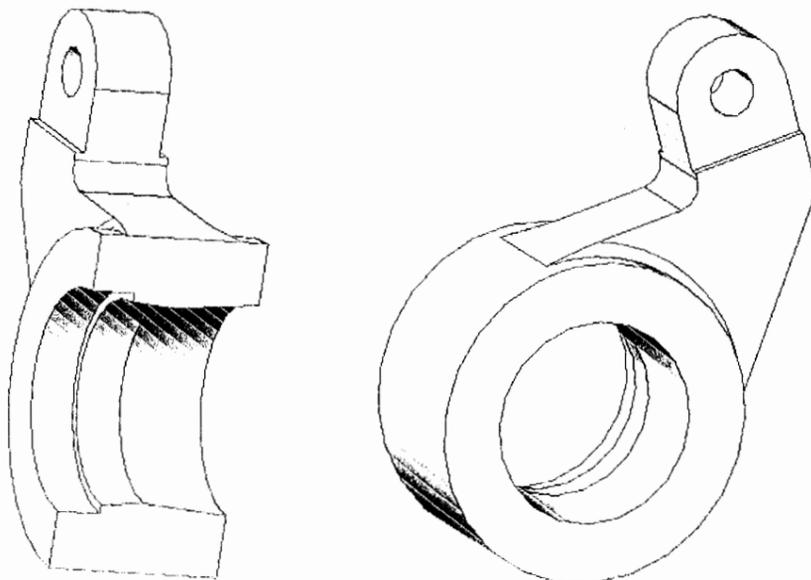
Diagramme FAST partiel du levier 5 :

Fonction de service	Fonctions techniques	Solutions constructives	Surfaces fonctionnelles
Transmettre et transformer les mouvements et efforts du vérin à l'arbre.	Recevoir la chape 15 et l'axe 14	Guidage en rotation par chape.	1 trou cylindrique + 2 plans parallèles (distants de 32 mm) Bleu
	Transmettre le moment du couple de l'arbre au levier	Liaison compète démontable par adhérence	2 surfaces coniques Rouge
	Protéger le moyeu VECOBLOC	Lamage	1 surface cylindrique + 1 plan. Vert
	Transformer le moment du couple en effort sur la tige du vérin	« Bras de levier »	Entraxe mini [ED ₂] = 145x45°
	Résister à la pression exercée par le moyeu Vecobloc sur l'alésage	Épaisseur de matière suffisante autour du moyeu	Cylindre Ø ext = 136 mm

Question 13 : Repérage des surfaces fonctionnelles

Voir DT 6/19, 8/19 et 15/19

Repérer, à l'aide des couleurs indiquées sur le diagramme fast, les surfaces fonctionnelles sur les deux vues en 3D ci-dessous du levier 5 actuel.



/14pts

Question 14 : Définition du levier mécano soudé

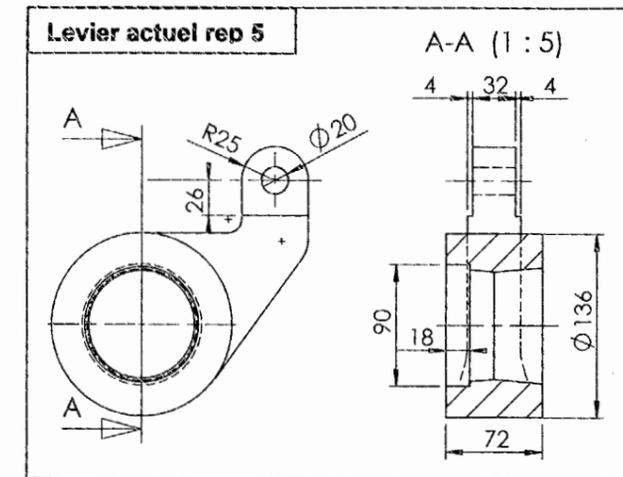
Voir DT 17/19

Ce **nouveau levier rep.5** sera une pièce unitaire réalisée en mécano soudé, composée de 2 éléments :

- Un plat de 32 mm dont les contours sont définis sur la vue de face (voir fig. ci-dessous)
- Un tube cylindrique

En vous aidant du **diagramme FAST** et du dessin de définition partiel du **levier actuel**, placer les surfaces fonctionnelles manquantes sur le **nouveau levier rep.5** :

Terminer le dessin du plat sur les deux vues (avec les arêtes cachées).

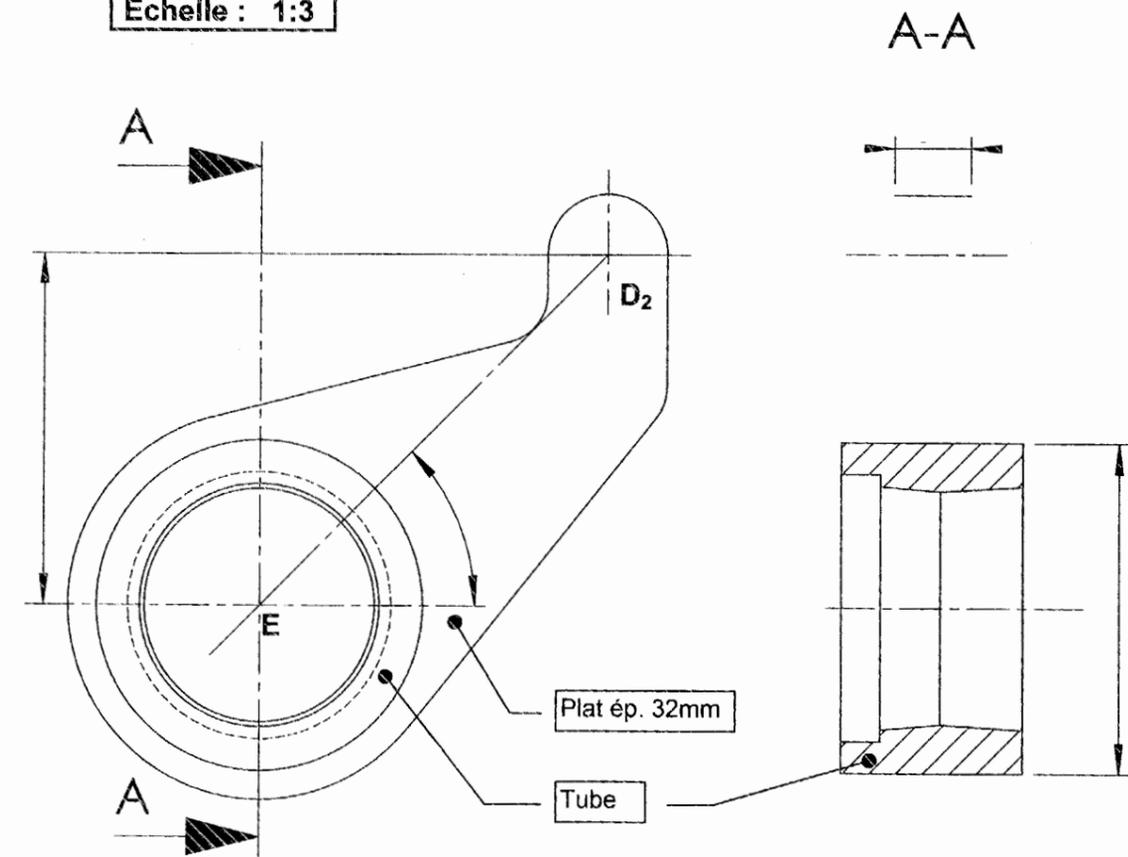


Placer les cotes fonctionnelles indiquées dans le diagramme FAST.

Indiquer les cotes de soudures entre le plat et le tube en respectant la normalisation symbolique. (Soudures d'angle périphériques d'épaisseur 5mm)

NOUVEAU LEVIER MECANO SOUDE Rep5

Echelle : 1:3



/24pts

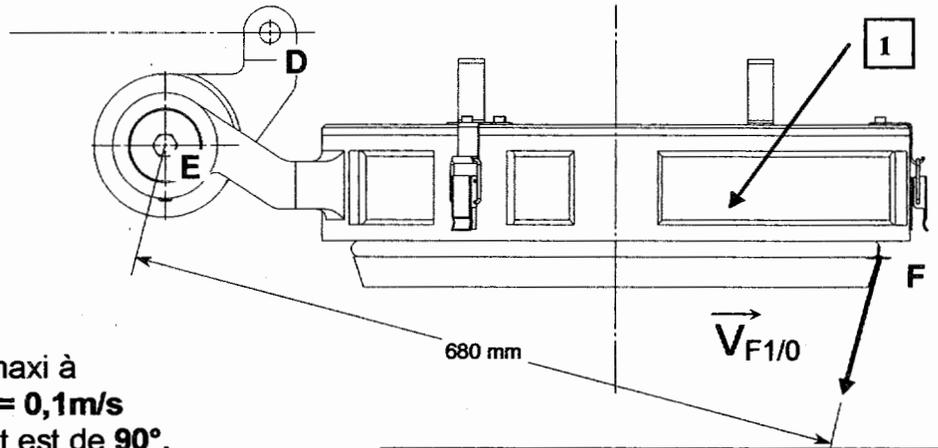
Vitesse de sortie de tige du vérin

Problématique :

Le constructeur préconise une vitesse de contact maximale lors de la fermeture pour éviter l'effet de choc et la détérioration du joint.

Données :

- Soit la vitesse de contact maxi à l'extrémité du volet : $V_{F1/0max} = 0,1m/s$
- L'angle d'ouverture du volet est de 90° .
- La course du vérin est de 290mm.
- La vitesse du mouvement est supposée **uniforme**.



Rappel du formulaire :
 $V=R.\omega$ $\theta= \omega.t$ $x=V.t$

Question 15 : Temps de fermeture du volet.

Calculer la vitesse angulaire du volet. Préciser l'unité.

$\omega =$

Donner l'angle d'ouverture du volet en rad ?

$\theta =$ rad

Calculer le temps de fermeture du volet.

$t =$ s

Question 16 : Vitesse de sortie du vérin.

On prendra un temps de fermeture de 11s,
 Calculer la vitesse de sortie de la tige du vérin.

$V_{tige} =$ m/s

Question 17 : Solution de remédiation

Choisir une solution de remédiation permettant de limiter la vitesse de contact à l'extrémité du volet. La vitesse actuelle de sortie de tige du vérin étant de 0,2m/s. (Cocher la bonne réponse)

- Installer un limiteur de débit en sortie de tige du vérin rep. 16
- Installer un limiteur de débit en rentrée de tige du vérin rep. 16

/10pts