**Baccalauréat Professionnel**

**« Maintenance des Équipements Industriels »**

**ÉPREUVE E1 : Épreuve scientifique et technique**

**Sous-épreuve E11 : Analyse et exploitation de données techniques**

**SESSION 2014**

A partir d’un dysfonctionnement identifié sur un bien industriel pluritechnologique,l’épreuve permet de vérifier que le candidat a acquis tout ou partie des compétences suivantes :

CP 2.1 **Analyser le fonctionnement et l’organisation d’un système,**

CP 2.2 **Analyser les solutions mécaniques réalisant les fonctions opératives.**

Les supports retenus sont liés à la spécialité Maintenance des Équipements Industriels

**Ce sujet comporte : 16 pages**

Dossier présentation pages DQR 1/16 à DQR 2/16

Dossier questions-réponses pages DQR 3/16 à DQR 16/16

**Matériel autorisé :**

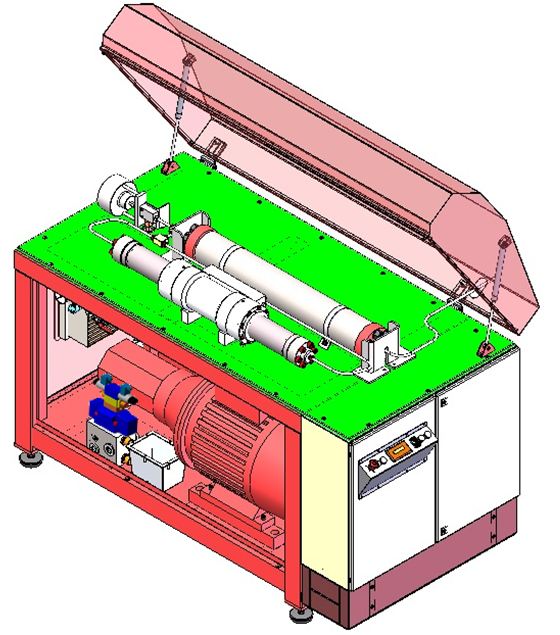
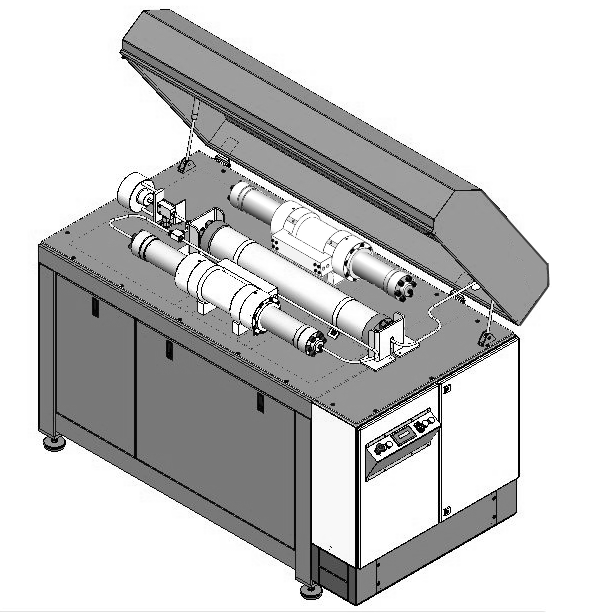
* Une calculatrice de poche à fonctionnement autonome, sans imprimante et sans aucun moyen de transmission, à l’exclusion de tout autre élément matériel ou documentaire (circulaire n°99-186 du 16 novembre 1999 ; B.O.E.N. n°42),
* Le guide du dessinateur industriel,
* Matériel de géométrie (compas, règles, équerres, rapporteur…).

**DOSSIER PRÉSENTATION**

Préparation d’une demande d’intervention sur la pompe très haute pression de découpe jet d’eau

Vous êtes nouveau dans l’entreprise. Après une période d’observation au sein du service maintenance, le responsable du service vous informe de l’étude d’une modification sur la pompe très haute pression pour réduire les temps d’arrêts production sur les cellules de découpe jet d’eau.

Afin de vérifier et de compléter certaines informations, il vous demande d’étudier le dossier technique de la pompe. Il vous demande de comprendre le fonctionnement d’un intensifieur, de trouver et de proposer des réponses aux questions liées à ce matériel afin d’anticiper vos futures interventions sur celui-ci.  
Suite à l’ajout d’un deuxième intensifieur, la manutention lors du démontage de celui-ci est difficile et dangereuse. Il vous demande d’étudier la modification de la position des fixations des ressorts à gaz sur le capot de protection supérieure. De plus, il souhaite que vous vérifiez si l’effort fournit par ces deux ressorts à gaz est toujours adapté suite à la modification. Vous aurez aussi à prévoir une gamme de démontage de ce capot.

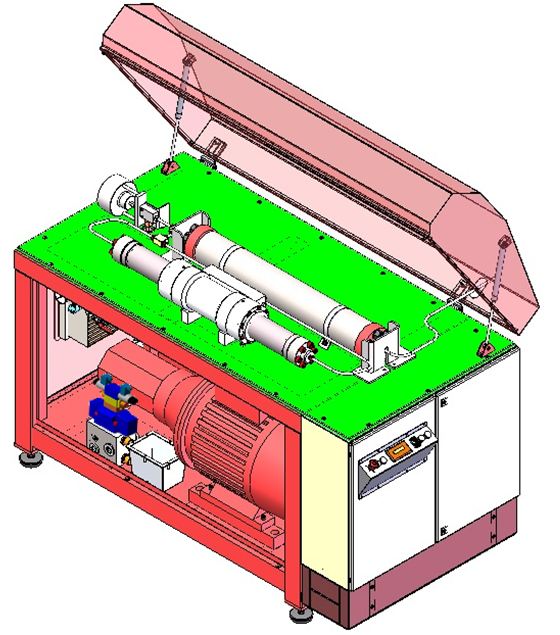


Modifications à étudier

**DOSSIER QUESTIONS-RÉPONSES**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Q1** | **Décrire le système dans son environnement** | **DTR 3 et DTR 4** | **Temps : 15 min** |
| **…../16** |

**Q1-1 Indiquer** la désignation des sous-ensembles repérés sur la représentation volumique ci-après.



………………………………  
………………………………

……………………………… ………………………………………………………………

……………………………… ………………………….…..

………………………………  
……………………………..

……………………….……  
…….……. ………………. ……………… …………….

………………………………  
………………………………………………………………………………………………………………………………

……………………………….…… …………………………………………………………………………………………………………………

……………………………………………………………………………...

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Q2** | **Identifier les fonctions opératives** | **DTR 3 et DTR 4** | **Temps : 20 min** |
| **…../18** |

**Q2-1 Donner** la fonction globale d’une pompe très haute pression.

*……………………………………………………………………………………………………………………*

**Q2-2 Donner** la matière d’œuvre d’entrée (MOE).

*…………………………………………………………………………………………………………………..*

**Q2-3 Donner** la matière d’œuvre de sortie (MOS).

………………………………………………………………………………..………………………………….

**Q2-4 Donner** les énergies d’alimentation de la pompe très haute pression.

……………………………………………………………………………………………………………………

**Q2-5 Indiquer** les fonctions des sous-systèmes qui réalisent la chaine de transmission et de transformation de l’énergie vers la tête de découpe jet d’eau.

………………………………………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………….

……………………………………………………………………………………………

………………………………………………………………………………………………………………………

Motopompe Hydraulique

45 kW - 1500tr/min - 120L/min

Bloc distributeur hydraulique

Intensifieur

Accumulateur

Canalisation inox haute résistance THP vers tête(s) de découpe jet d’eau.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Q3** | **Identifier les éléments de sécurité et d’alimentation en énergie du système** | **DTR 3 à DTR 6** | **Temps : 20 min** |
| **…../18** |

Sur la représentation volumique de la pompe THP ci-dessous :

**Q3-1 *Entourer en rouge*** l’élément permettant de mettre ou couper l’énergie électrique.

**Q3-2 *Entourer en bleu*** l’arrêt d’urgence permettant d’arrêter la pompe en cas de problème.

**Q3-3 *Entourer en vert*** l’élément permettant la vidange du circuit THP.

**Q3-4 Seulement pour les entrées, indiquer**, pour chaque repère, les raccordements et **les fluides d’entrée** dans la pompe THP (suivre l’exemple donné de l’entrée n°2).

**Exemple :** L’entrée n°2 correspond à l’entrée eau de gavage 5bar, 15L/min raccord FemelleG1/2’’.

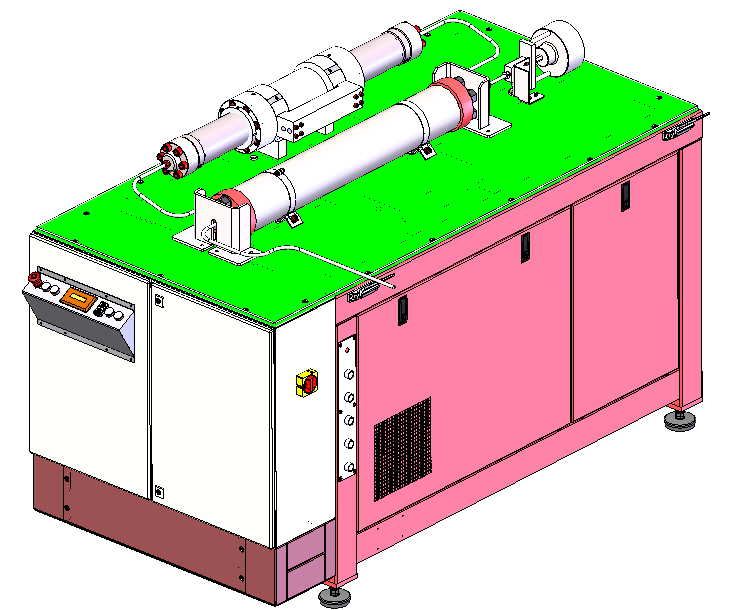
……………………………………………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………………………………..

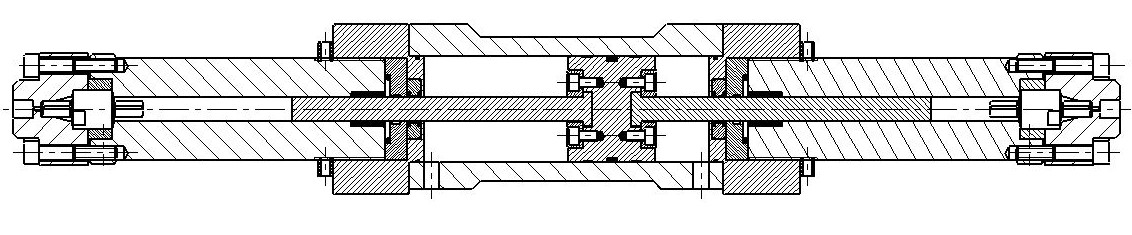
……………………………………………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………………………………..

……………………………………………………………………………………………………………………..

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Q4** | **Décoder les modes de production de l’eau THP, l’évolution temporelle du bien et décrire le rôle et les caractéristiques des composants** | **DTR 7 et DTR 8** | **Temps : 25 min** |
| **…../28** |

Ci-dessous une représentation simplifiée de l’intensifieur BST-405B avec le schéma du distributeur d’alimentation.

Sortie Eau THP

Sortie Eau THP

Plunger

D

Ø 115

Ø 25

B

Piston

C

A

Z

X

0Y

P= 19 Mpa

**Q4-1 Indiquer,** par une croix (X) dans le tableau ci-après, le type de fluide présent dans chacune des chambres.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Chambre  Fluide | A | B | C | D |
| Eau |  |  |  |  |
| Huile |  |  |  |  |

**Q4-2 Indiquer,** par une croix (X) dans le tableau ci-après, les chambres sous pression en fonction de la position du distributeur.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Chambre  Fluide | A | B | C | D |
| Eau |  |  |  |  |
| Huile |  |  |  |  |

**Q4-3 Indiquer** le sens de déplacement du piston (**entourer** la bonne réponse).

Vers la droite

Vers la gauche

ou

**Q4-4** Quels éléments permettent de savoir que le piston hydraulique est en fin de course ?

…………………………………………………………………………………………………….

**Q4-5 Indiquer** la masse et les éléments permettant de soulever l’intensifieur.

…………………………………………………………………………………………………….

**Q4-6** Quels types d’usinage permettent à l’intensifieur d’être fixé au bâti de la pompe ?

……………………………………………………………………………………………………………………

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Q5** | **Décrire et vérifier par le calcul une solution constructive sur l’intensifieur** | **DTR 7 et DTR 8** | **Temps : 35 min** |
| **…../27** |

**Données :** Diamètre du piston hydraulique D = 115 mm, Diamètre du piston Plunger d = 25 mm  
et la pression hydraulique de l’huile est de 19 MPa.

**Q5-1 Calculer** l’effort F (en N) engendré par la poussée de l’huile sur le piston Hydraulique.  
……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

**Q5-2 Calculer** la pression (en MPa) au niveau du piston Plunger d = 25 mm.

On prendra l’effort fournit par le piston hydraulique tel que F = 190000 N.  
…………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….

**Q5-3** Cette pression est-elle identique, supérieure ou inférieure à celle annoncée par le constructeur ?

.……………………………………………………………………………………………………………….

**Q5-4 Proposer** une solution pour augmenter la pression d’eau THP sans toucher à la technologie de l’intensifieur.

………………………………………………………………………………………………………..

**Q5-5** A quelle sollicitation principale ce piston Plunger est-il soumis ?

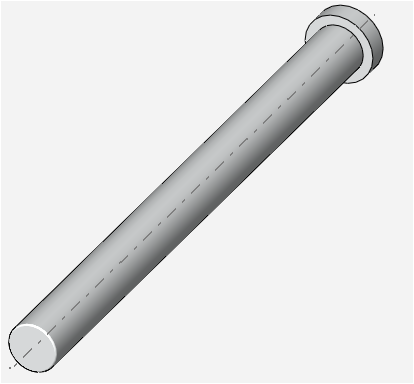
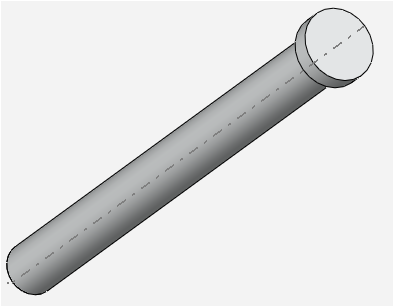
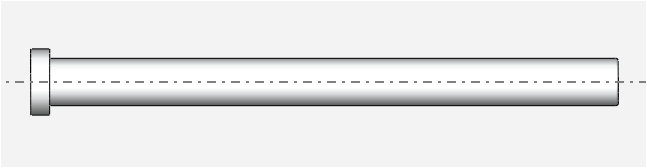
**Entourer** la bonne réponse parmi les quatre propositions ci-après.

TRACTION

COMPRESSION

TORSION

CISAILLEMENT

**Q5-6** **Représenter** F huile/P et F eau/P  les résultantes dues aux pressions hydraulique sur la vue projetée du piston Plunger. La masse et les frottements sont négligés.

Echelle des forces :

1mm = 10000N

10

Ø 40

300

Ø 25

**Q5-7 Entourer** sur le dessin ci-dessus le Ø où la contrainte sera la plus élevée.

**Q5-8** L’effort maxi dû à la pression de l’eau sur le piston est tel que Fmaxi= 190000N.

**Calculer** la contrainte à laquelle est soumis le piston Plunger.

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

**Q5-9** Le piston Plunger est fortement sollicité. La contrainte à laquelle il est soumis est telle que σ = 395 MPa. Le matériau choisit est un X 5 Cr Ni Cu Nb 16-4 avec une résistance élastique Re = 1165 MPa. De quel matériau s’agit-il ? (**Entourer** la bonne réponse).

ACIER NON ALLIE

ACIER FAIBLEMENT ALLIE

ACIER FORTEMENT ALLIE

ALLIAGE D’ALUMINIUM

ALLIAGE DE CUIVRE

FONTE

**Q5-10 Ecrire** ci-dessous la condition de résistance.

.…………………………………………………………………………………………………………………..

**Q5-11 Calculer** le coefficient sécurité s, avec σ = 395 MPa et Re = 1165 MPa.  
………………………………………….………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………

**Q5-12** Ce coefficient de sécurité s préconisé est de 2,5. La condition de résistance est-elle respectée ? (**entourer** la bonne réponse).

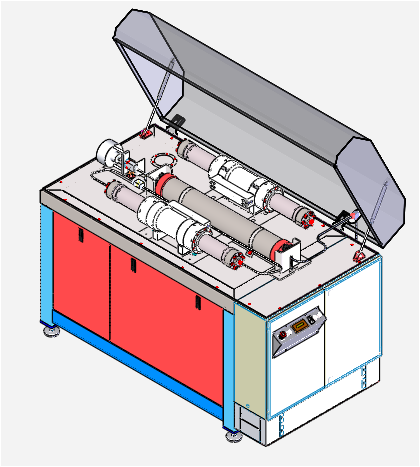
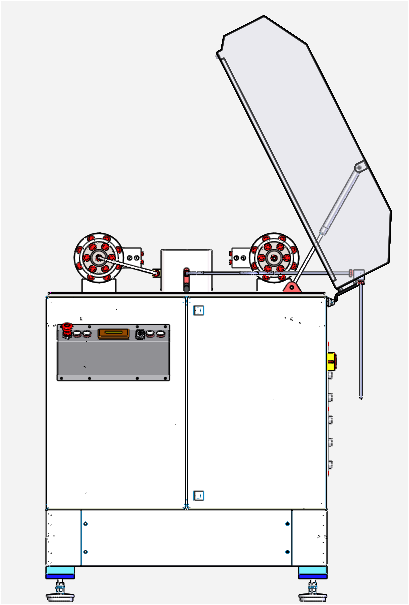
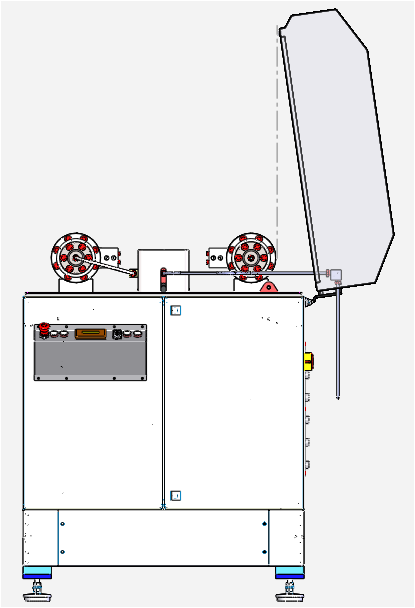
OUI

NON

Problématique de maintenance : Après l’exploitation et plusieurs interventions de maintenance, il est apparu que le capot permettant de couvrir et de protéger les deux intensifieurs ne s’ouvrait pas assez pour permettre le démontage de l’intensifieur 2 nouvellement ajouté en toute sécurité. Il est demandé au technicien de maintenance de vérifier la solution proposée par le bureau d’étude permettant une ouverture plus grande du capot afin de pouvoir sortir l’intensifieur 2 verticalement (voir les dessins ci-après).

Solution actuelle avec cycle de sortie de l’intensifieur 2

Nouvelle solution étudiée avec sortie de l’intensifieur 2 verticalement



1

2

Z

Y

0

X

Chape arrière ressort à gaz

Intensifieur 2

Z

Y

0X

Une étude du capot et du ressort à gaz implique :

* de définir une nouvelle position de la chape arrière des ressorts à gaz.
* de vérifier la bonne fermeture du capot.
* de prévoir une procédure de démontage du capot afin de réduire au maximum le temps d’intervention et d’effectuer la modification.

**Nota :** Pour simplifier l’étude cinématique, des repères spécifiques ont été notés sur les différents sous-ensembles.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Q6** | **Décrire la cinématique des parties opératives** |  | **Temps : 40 min** |
| **…../28** |

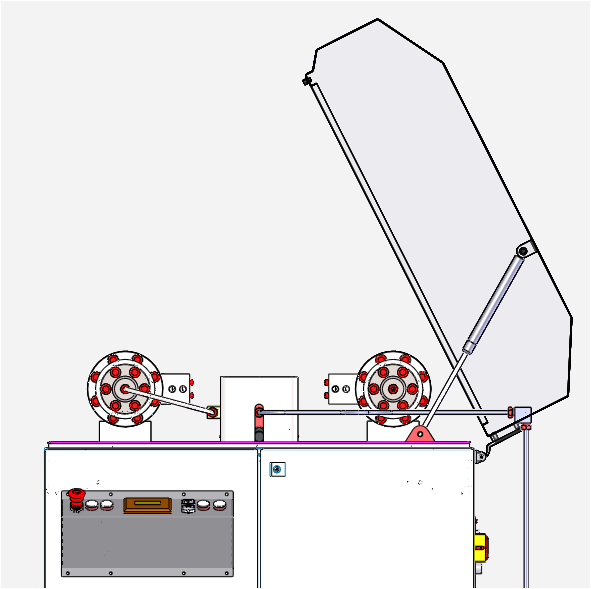
**Q6-1** Quel est le mouvement du capot (2+5) par rapport au bâti(1) ?  
…………………………………………………………

Figure 1

Z

Y

0X

A

B

C

D

**Q6-2** Quel est le mouvement du ressort à gaz (4+3) par rapport au bâti(1) ?  
………………………………………………………

**Q6-3** Quel est le mouvement du ressort à gaz (4+3) par rapport au capot (2+5) ?  
………………………………………………………

**Q6-4** Comment appelle-t-on la liaison entre le  
capot (2+5) et au bâti(1) ?  
……………………………………………………….

**Sur la figure 1 ci-contre :**

**Q6-5 Tracer** la trajectoire TA2/1, du point A du capot (2) par rapport au bâti(1).

**Q6-6 Placer** la position du point A’ sur la trajectoire TA2/1 en traçant la droite symbolisant le dégagement vertical de l’intensifieur 2.

**Q6-7 Calculer** la valeur de F (en mm), d’après les cotes indiquées sur le plan DTR 10.

…………………………………………………………………………………………………………………  
La figure 2 (page suivante) représente la nouvelle position ouverte du capot (échelle 1:10).

**Sur la figure 2**:

**Q6-8 Tracer** la trajectoire du point B(3+4) par rapport au bâti(1) .

**Q6-9 Repérer en vert** la droite passant par B5 correspondant aux positions que peut prendre la chape avant soudure sur le capot(2).

**Q6-10 Déduire** et placer la position du point B5’ correspondant à la nouvelle position de la chape(5) pour cette position ouverte du capot(2).

**Q6-11 Tracer et mesurer** la cote G (comme sur la figure 1) et **indiquer** la valeur en tenant compte de l’échelle.

…………………………………………………………………………………………………………………Une étude approximative faite par le responsable donne une cote G pour la position de l’axe B5 par rapport à la face d’appui charnière tel que G = 275 mm.

**Q6-12** Quel va être l’effet de cette cote G = 275 sur l’ouverture du capot ?  
(**Entourer** la réponse qui vous semble correcte).

Réduire l’ouverture du capot

Augmenter l’ouverture du capot

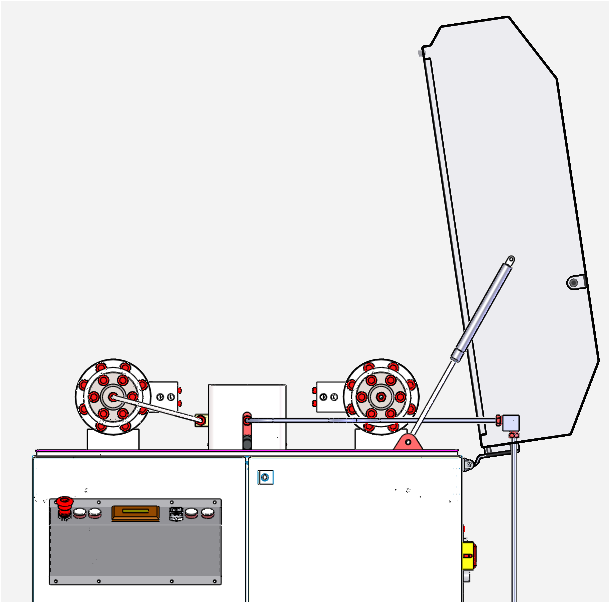
****Q6-13** L’effet produit est-il conforme à l’attente afin de permettre le dégagement de l’intensifieur 2 verticalement ?

Figure 2

Echelle 1:10

Z

Y

0X

B(3+4)

Face d’appui charnière

A

B5

C

D

Position possible de B’5 avant soudure

(**Entourez** la réponse qui vous semble correcte).

OUI

NON

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Q7** | **Identifier pour une solution technique les conditions d’utilisation et les risques de défaillances** |  | **Temps : 45 min** |
| **…../36** |

Le responsable maintenance demande à son technicien de vérifier que l’effort fournit par les deux ressorts à gaz n’est pas trop important et que le capot reste en position fermée sur les deux intensifieurs. Il émet des réserves du fait du changement de position de la chape arrière. Il ne veut pas entreprendre un démontage et une modification du capot sans avoir vérifié un éventuel dysfonctionnement.

Données : L’effort fournit par chaque ressort à gaz (34) au point B est B34/2 = 80 DaN. La masse de chaque ressort à gaz sera négligée.

La position du centre de gravité G et la masse totale de l’ensemble capot(2) est m = 44 Kg.  
Nous prendrons une accélération de la pesanteur tel que g = 9,81 m/s2.

L’ensemble sera étudié dans le plan YOZ. Les frottements seront négligés.

G

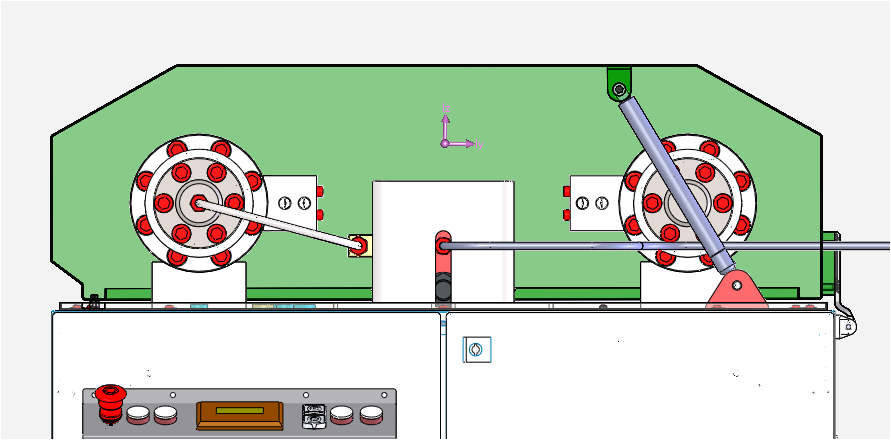
A

D

C

B

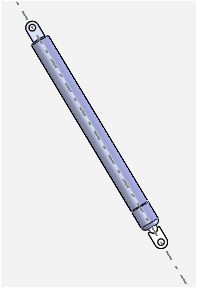
Mise en situation et repérage :



Z

Y

0X



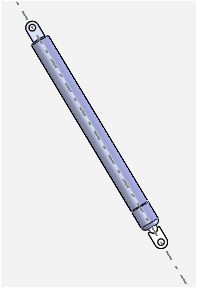
B

C

Isoler le ressort à gaz (34).  
Rappel : B34/2 = 80 DaN et la masse des ressorts est négligée.

**Q7-1 Faire** le bilan des actions mécaniques sur le ressort à gaz (34).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nom de l’action | Point d’application | Droite d’action | sens | Intensité  en N  Z  Y  0X |
|  | B |  |  |  |
|  | C |  |  |  |

**Q7-2 Enoncer** le principe fondamental de la statique pour cet équilibre.  
………………………………………………………………......  
…………………………………………………………………..  
…………………………………………………………………..

B

C

**Q7-3 Donner** l’intensité de C1/34 en N…………………………………………………………………..

Z

Y

0X

**Q7-4 Tracer** en vert les actions mécaniques sur le ressort   
à gaz ci-contre. Prendre 1 mm 32 N

On isole le capot(2)  
Rappel : La masse du capot m = 44Kg, B34/2 = 80 daN pour un ressort à gaz et g = 9,81 m/s2

**Q7-5** **Calculer** le poids P2  du capot(2). (**Indiquer** le résultat avec deux chiffres après la virgule).  
…………………………………………………………………………………………………….  
**Données :** P2 = 440N pour la suite de l’étude et R= 1300 N  
La valeur de la résultante de **R=P2 + B34/2** en N est déterminée dans le cadre ci-après.

**Q7-6** **Tracer** la résultante **R =P2 + B34/2** (figure 3ci-dessous à gauche) et **représenter** cette résultante au point Q (figure 3ci-dessous à droite).

Figure 3

Echelle 1:10

Echelle des forces :

1mm = 20N

G

B

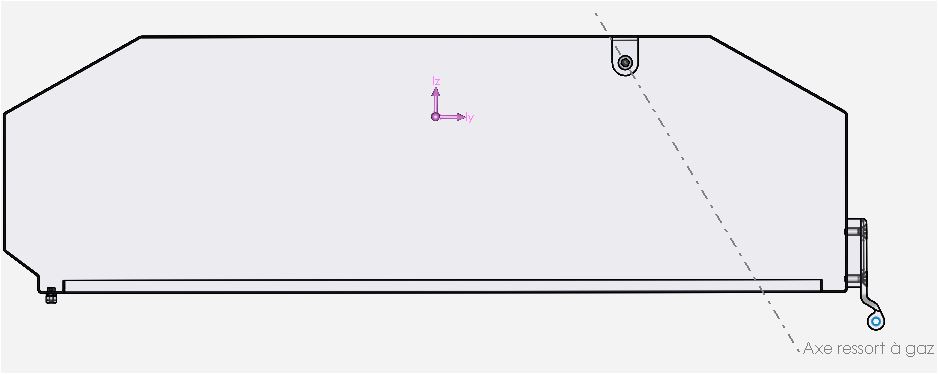
D

A

***P2***

***B34/2***

***Q***



Objectif : Afin de vérifier que les deux ressorts à gaz ne soulèvent pas le capot, il faut qu’il existe une action A1/2 au point A non nulle.  
Elle est perpendiculaire à la surface d’appui. Le sens et la valeur restent à déterminer.  
L’action D1/2 est à déterminer.  
Nota : Les actions B34/2 et P2 seront remplacées par une résultante R = 1300 N au point K, donnée sur la figure 4. Le système se réduit à trois forces.  
(Il ne faut plus tenir compte des actions en B et G pour résoudre l’exercice).

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nom de l’action | Point d’application | Droite d’action | sens | Intensité  en N |
| R | K | *Donnée* |  | 1300 |
|  | *A* |  |  |  |
|  | *D* |  |  |  |

**Q7-7 Faire** le bilan des actions mécaniques sur le capot(2).

R

Figure 4

Echelle 1:10

R

Z

Y

0X

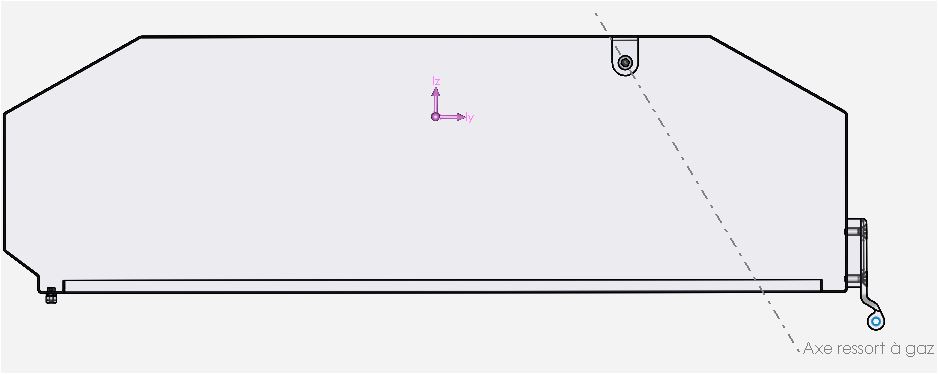
Dynamique

Echelle des forces : 1mm=20N

A1/2= …………..

D1/2= …………..

K



A

D

G

B

**Q7-8 Enoncer** le Principe Fondamental de la statique pour cet équilibre.  
……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

**Q7-9 Déterminer** graphiquement les forces A1/2 et D1/2 et **reporter** leurs valeurs dans les cadres ci-dessus.**Q7-10** Le capot reste-il fermé sous son poids en position basse ? (**Entourer** la réponse correcte).

NON

OUI

**Q7-11 Justifier** en analysant le sens et la valeur de la force A1/2.  
……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………**Nota :** à partir de ce point, utiliser les repères des pièces notés sur les DTR 9 et DTR 10.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Q8** | **Décoder toutes formes de représentation des solutions constructives pour des assemblages** | **DTR 9 et DTR 10** | **Temps : 10 min** |
| **…../ 6** |

**Q8-1 Indiquer,** ci-après, les éléments réalisant l’assemblage entre les ressorts à gaz (156)  
et le capot de protection supérieur (14) sur lequel est soudée la chape (137).  
………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….........

**Q8-2 Indiquer,** ci-après, les éléments assurant l’assemblage des charnières (140) sur le capot de protection supérieur (14).  
…………………………………………………………………………………………………………………..

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Q9** | **Rédiger la gamme de démontage et actualiser les procédures de prévention** | **DTR 9 et DTR 10** | **Temps : 30 min** |
| **…../23** |

**Q9-1 Rédiger** la procédure de démontage du capot (14) (suivre l’exemple de la première ligne).  
Hypothèses : Le capot est fermé. La pompe est arrêtée et consignée. Il n’y a plus de pression dans les canalisations THP et elles sont purgées.

Consignes : Seules les fixations sur le capot (14) des ressorts à gaz seront démontées.  
Les ressorts à gaz seront pivotés et posés sur le plateau supérieur de la pompe THP après démontage. Les charnières (140) et les raccords THP (160, 159 et 161) doivent être démontés capot fermé.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Action | Désignation | Repère | Quantité | Outillage | Commentaires, consignes, outillage de maintien et indications |
| Ouvrir | Capot de protection supérieur | 14 | 1 | Manuellement | Caler en position ouverte |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |