

Brevet de Technicien Supérieur
MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2006

SOUS-EPREUVE
Modélisation des éléments de mécanismes
Calcul des grandeurs caractéristiques
(UNITE U 41)

Questionnaire

Ce dossier contient les documents :

Q1 à Q4

Partie de l'étude	Barème	Temps conseillé
lecture du sujet		10 min
1	14 points	1 h
2	14 points	1 h
3	4 points	15 min
4	8 points	35 min
TOTAL	40 points	3 h

1. Vérification du moto-variateur d'entraînement du carrousel.

Q1/4

Documents à consulter : DT1, DT2 et DT3.	
Barème : 14 points / 40	Durée de travail conseillée : 1h

On choisit d'entraîner le prototype d'un nouveau carrousel 24 postes à l'aide d'un moto-variateur utilisé jusqu'alors pour les carrousels 16 postes. La fréquence de rotation N_c du carrousel, pour la cadence de production envisagée, est fixée à 1,7 tour/min, alors que les modèles plus anciens tournent à un maximum de 1,2 tour/min. D'autre part, la masse du prototype étant plus importante, on souhaite vérifier que la phase accélérée du démarrage s'effectue au maximum sur 15° , angle entre deux postes d'emplissage.

Caractéristiques du moteur : $P_m = 1,1 \text{ kW}$ à $N_m = 1\,500 \text{ tours/min}$

Plage disponible de fréquence de rotation de la roue d'entraînement : $6,7 < N_e < 39 \text{ tours/min}$.

Le rendement global de la transmission, depuis le moteur jusqu'à la plate-forme, est estimé à $\eta = 0,8$.

Le couple résistant M_r du support fixe sur la plate-forme est évalué à 100 N.m

Q1.1 Fréquence de rotation de la roue d'entraînement.	
Document à consulter : DT1	Répondre sur feuille de copie.

1.1.1. Déterminer la fréquence de rotation N_e que doit avoir la roue d'entraînement pour que la plate-forme tourne à 1,7 tours/min.

1.1.2. Le moto-variateur, pour ce seul critère, convient-il ?

Les questions Q1.2 à Q1.4 vont permettre de vérifier que la puissance du moteur utilisé convient bien.

Q1.2 Puissance et couple nécessaires pour entraîner la plate-forme.	
Document à consulter : DT1	Répondre sur feuille de copie.

1.2.1. Déterminer la puissance utile maximale P_c transmissible à la plate-forme.

1.2.2. Calculer le couple d'entraînement M_c exercé sur la plate-forme, à $N_c = 1,7 \text{ tour/min}$.

Q1.3 Moment d'inertie du carrousel.	
Documents à consulter : DT2 et DT3	Répondre sur document R1.

Lors de la conception au bureau d'études, certains des composants (vérins, débitmètre massique et bouteille de gaz) ont été téléchargés sur le site des fournisseurs et ne sont représentés que par leur enveloppe. Leur moment d'inertie ne peut pas être calculé par le modèle volumique utilisé.

On considère, dans cette étude, que le démarrage s'effectue après un incident de fonctionnement, et qu'alors 24 bouteilles pleines se trouvent sur le carrousel.

1.3.1. A partir du modèle représenté document DT3, déterminer le moment d'inertie d'un poste d'emplissage par rapport à l'axe de rotation z du carrousel.

1.3.2. Définir alors le moment d'inertie I_z du carrousel équipé de ses 24 postes.

Q1.4 Validation du moto-réducteur utilisé.	
Document à consulter : DT1	Répondre sur feuille de copie.

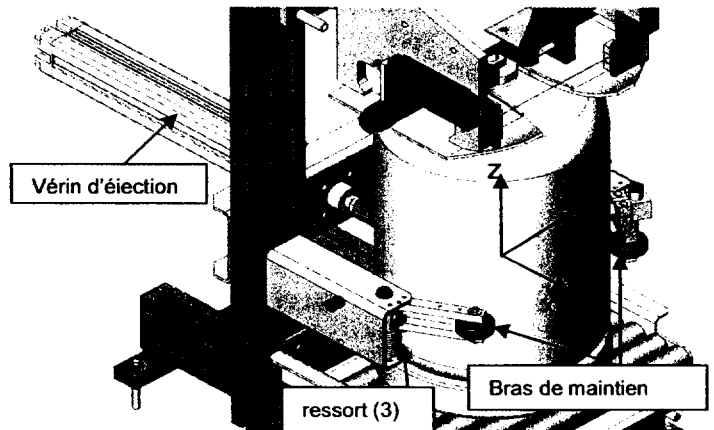
On prendra $I_z = 37500 \text{ kg.m}^2$ et on supposera que le couple exercé au démarrage est $M_c = 4900 \text{ N.m}$.
On rappelle que le couple résistant M_r du support fixe sur la plate-forme est évalué à 100 N.m

1.4.1. Calculer l'accélération angulaire ω' prise par le carrousel, lors du démarrage.

1.4.2. Quel est l'angle décrit par le carrousel pour passer de l'arrêt à $N_c = 1,7 \text{ tour/min}$? Convient-il ?

Documents à consulter : DT2, DT4, DT5 et DT6.
Barème : 14 points / 40
Durée de travail conseillée : 1h

Les bouteilles sont maintenues sur les postes d'emplissage par deux bras (4+5) qui participent également à leur centrage. Deux ressorts de torsion (3) maintiennent les bras (4+5) en appui sur la bouteille. La rupture fréquente, par fatigue, d'un ressort (3), entraîne une diminution de la production, le poste d'emplissage concerné n'étant alors plus utilisé jusqu'au moment de la réparation. On décide d'implanter de nouveaux ressorts (3) de diamètre de fil plus important, qui exerceront, en B, sur chaque bras de maintien, un effort de **800 N**. On admettra que cet effort reste constant lors de l'éjection d'une bouteille de gaz. Le vérin d'éjection actuel est un vérin pneumatique, alimenté à la pression de **5 bars (0,5 MPa)**, référencé : **NORGREN PRA/182050/M/400**. On souhaite vérifier que ce vérin pourra être conservé, malgré l'augmentation de l'effort fourni par les nouveaux ressorts.



Q2.1 Détermination de l'effort exercé par un bras de maintien.
Documents à consulter : DT2, DT4 et DT5
Répondre sur document R2 et (ou) sur feuille de copie .

- Hypothèses :
- la masse des pièces 4 et 5 est négligé
 - toutes les liaisons sont parfaites.

2.1.1. Réaliser l'**inventaire complet** des actions extérieures appliquées au bras de maintien (4+5).

2.1.2. Déterminer l'intensité de l'effort exercé en A par la bouteille (2) sur le bras de maintien (4+5). (résolution graphique ou analytique).

Q2.2 Poussée minimale à assurer par le vérin d'éjection.
Documents à consulter : DT2, DT4 et DT5.
Répondre sur feuille de copie .

Données et hypothèses:

- quel que soit le résultat précédent, on prendra $\|\bar{A}_{5-2}\| = \|\bar{E}_{5-2}\| = 180 \text{ N}$
- le poids d'une bouteille de gaz pleine est $\|\bar{P}_2\| = 240 \text{ N}$.
- toutes les liaisons sont parfaites, excepté celle des rouleaux (15) sur la bouteille (2) qui peut être modélisée, en J, par le torseur suivant :

$$\left\{ \mathcal{T}_{15/2} \right\}_J = \left\{ \begin{array}{c|c} -20 & L_J \\ 0 & M_J \\ Z_J & 0 \end{array} \right\} (J, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$$

Force exprimée en Newton
Moment exprimé en N.m

2.2.1. Réaliser, sous forme de torseurs, l'**inventaire complet** des actions extérieures appliquées à la bouteille de gaz (2).

2.2.2. Déterminer la poussée minimale en C que doit fournir le vérin (6) lors de l'éjection de la bouteille. (l'équation de la résultante suffit pour résoudre).

Q2.3 Comparaison des poussées minimale et effective.
Documents à consulter : DT6
Répondre sur feuille de copie .

2.3.1. Calculer l'effort théorique fourni par le vérin **NORGREN PRA/182050/M/400**, la pression d'alimentation étant de 5 bars (0,5 MPa).

2.3.2. Pourra-t-on conserver le vérin actuel? Justifier succinctement la réponse.

3 . Modification du support de la tête d'emplissage.

Q3/4

Document à consulter : DT7, voir aussi DT8 et DT9

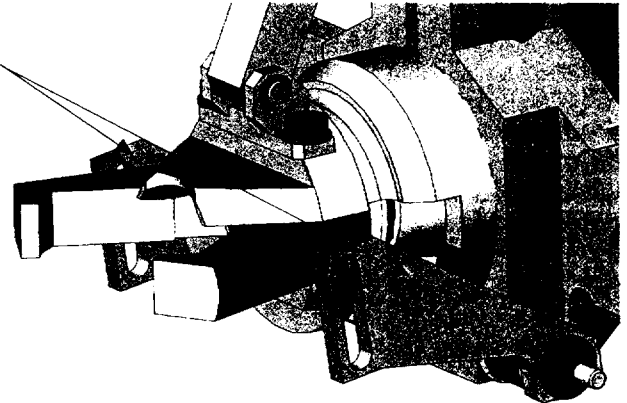
Barème : 4 points / 40

Durée de travail conseillée : 15 min

Lors des premiers essais effectués par le service maintenance sur le prototype de bascule, les pièces (12) qui supportent la tête d'emplissage sont entrées dans une zone de déformation permanente non acceptable pour un fonctionnement correct des postes d'emplissage.

On doit donc effectuer quelques modifications des dimensions et formes de ces pièces, aidé en cela par un logiciel de résistance des matériaux par éléments finis associé au logiciel de conception 3D. (voir DT7).

pièces 12

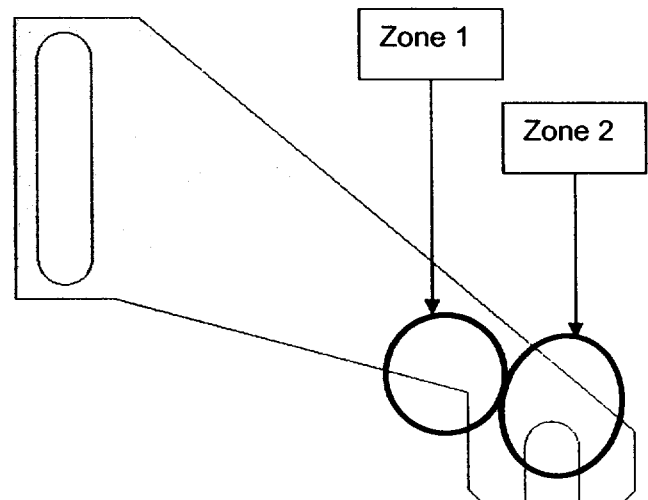
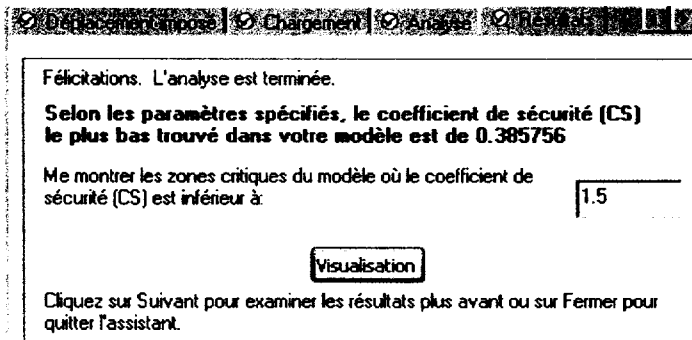


Résultats :

Après analyse, le logiciel de résistance des matériaux fournit les résultats suivants :

Le plus petit coefficient de sécurité calculé sur la pièce est de 0.385

Le bureau d'étude ayant demandé de ne pas travailler avec un coefficient de sécurité inférieur à 1.5, le logiciel fait apparaître deux zones critiques ($s < 1.5$ en blanc sur le dessin ci-dessous).



La contrainte varie de $5.8 \cdot 10^3$ à $1.96 \cdot 10^8$ N/m²

Q3 Exploitation des résultats de résistance des matériaux.

Répondre sur **document R3**.

En utilisant les renseignements donnés ci-dessus, proposer trois modifications uniquement de dimension ou de forme permettant de diminuer les contraintes dans les zones 1 et 2 repérées ci-dessus. Les trois solutions qui seront proposées ne modifieront chacune qu'une forme ou une dimension. Elles affecteront soit la zone 1, soit la zone 2, soit les deux à la fois.

Une solution 0 concernant le matériau est donnée en exemple.

Les cotes de position et les dimensions des deux trous oblongs ne seront pas modifiées.

Les solutions 1, 2 et 3 devront être :

- tracées et repérées sur l'esquisse de la pièce (cote a, cote b, forme c, etc.).
- commentées succinctement littéralement. (par exemple : remplacer la cote de 150 par la cote d).

On barrera d'une croix les cotes supprimées.

4. Modification du vérin de relevage .

Q4/4

Documents à consulter : DT8 et DT9.

Barème : 8 points / 40

Durée de travail conseillée : 35 min

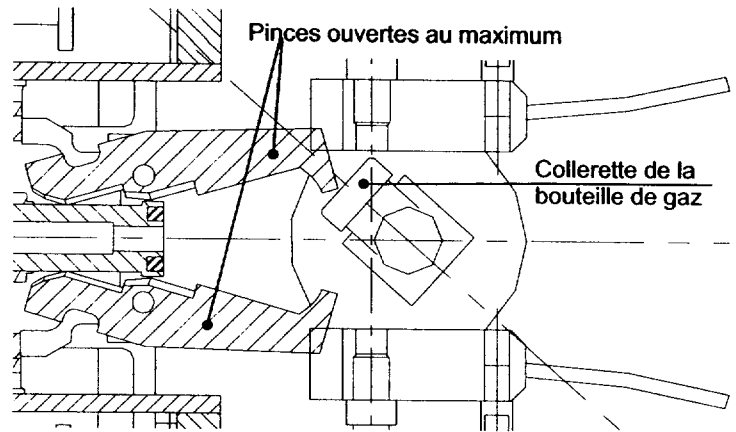
Malgré un pré-positionnement avant l'admission sur le carousel, on constate que les bouteilles qui entrent plus ou moins bien orientées heurtent parfois les pinces de la tête d'emplissage. Cela entraîne naturellement une baisse de la production, le poste concerné n'étant alors plus utilisé jusqu'à l'arrêt du cycle.

L'escamotage des pinces est pourtant prévu, grâce au vérin de relevage. (voir plan d'ensemble document DT8 et cycle d'orientation des bouteilles, document DT9).

On dispose, à l'atelier, du plan DT8.

La liaison élastique entre la tête d'emplissage (8) et le support (12) (en liaison complète avec le bâti (0)), sera considérée comme un pivot (voir DT8).

La liaison entre le vérin (9,10,11) et le support (0) est un pivot.(voir DT8)



Q4.1 Analyse des liaisons.

Documents à consulter : DT8 et DT9.

Répondre sur document R4.

4.1.1. Quelle est la nature du mouvement, par rapport au support (0), que prend la tête d'emplissage (8) lors de son relevage ? (Préciser le nom du mouvement, un axe et un point).

4.1.2. Quelle est la nature des trajectoires des différents points de la tête d'emplissage (8) pendant ce mouvement ?

4.1.3. Quelle est la nature du mouvement, par rapport au support (0), du corps (9) du vérin de relevage ? (préciser le nom du mouvement, un axe et un point).

Q4.2 Tracé de la pince en position « relevée ». Modification à envisager.

Documents à consulter : DT8 et DT9.

Répondre sur document R4.

4.2.1. Tracer, sur le dessin du document R4, la trajectoire du point A appartenant à la pince de la tête d'emplissage (8) par rapport au support (0). La repérer sur le dessin par $T_{A,8/0}$.

4.2.2. Tracer, en couleur (en vert, par exemple), la position du point A (qui sera repérée A') correspondant à la position « vérin de relevage rentré ». On s'aidera de la figure 1 du document R4. Justifier le tracé, succinctement et clairement.

4.2.3. Tracer, de la même couleur (verte, par exemple), **uniquement le contour grisé e'f'g'h'** de la pince de la tête d'emplissage (8) correspondant à la position « vérin de relevage rentré ». Pourquoi peut-on affirmer que la collerette de la bouteille peut parfois heurter les pinces ?

4.2.4. Tracer la nouvelle position du point A (qui sera repérée A'') et celle **du contour grisé e''f''g''h''** de la pince (8), d'une autre couleur (bleue, par exemple) qui assurera qu'aucune bouteille ne vienne heurter les pinces. Pour choisir cette nouvelle position, on optera pour un **espacement minimal de 3 mm** entre la partie g''h'' de la pince de la tête d'emplissage (8) et les zones les plus proches de la collerette de la bouteille de gaz.

4.2.5. La course du vérin de relevage (9,10,11) n'étant pas utilisée dans sa totalité dans la configuration actuelle, proposer une modification simple d'une pièce qui permette de respecter la position définie à la question 4.2.4.