

SOUS-EPREUVE
Analyse fonctionnelle et structurelle
Représentation des mécanismes
(UNITE U 42)

Questionnaire

Ce dossier contient les documents :

DQ1 à DQ7

Partie de l'étude	Barème	Temps conseillé
lecture du sujet		15 min
1	6 points	30 min
2	18 points	2h15
3	10 points	1h15
4	6 points	45 min
TOTAL	40 points	5 h

1- Analyse de la cadence de production

Document à consulter : DT1

Q1 Barème : 6 points / 40

Durée de travail conseillée : 30 min

Le carrousel étudié ici (voir plan schématique DT1) possède 24 postes dont :

- Un poste de chargement
- Un poste d'évacuation
- Un poste intermédiaire (théoriquement sans bouteille) entre ces deux premiers.
- Des postes d'emplissage.

Une fois sur le carrousel, la bouteille devra être correctement remplie et sera alors évacuée lorsqu'elle arrivera devant le poste de déchargement.

Le carrousel étant livré à un client français, les bouteilles de gaz Butane à remplir ont une masse de 11 kg vides.

La masse de gaz à injecter est de 13 kg. La phase de remplissage de la bouteille comprend plusieurs étapes (voir Grafcet « REMPL » DT1).

La cadence demandée par le client est de **2400 bouteilles par heure**. L'objectif de l'étude est de vérifier que les caractéristiques d'emplissage permettent de respecter cette cadence.

La fonction « remplir petit débit » s'effectue à **0,1 kg/s** sur les 0,2 premiers et 0,2 derniers kilogrammes de gaz.

La fonction « remplir grand débit » peut s'effectuer avec un débit maximal de **0,5 kg/s** sur le reste du remplissage de la bouteille de gaz.

Les temps utiles pour « brancher » et « déconnecter » sont donnés dans le grafcet « SYNCHRO » DT1.

Q1.1 Document à consulter : DT1

Répondre sur **feuille de copie**.

Déterminer la fraction de tour sur laquelle doit s'effectuer le remplissage de la bouteille.

Q1.2 Document à consulter : DT1

Répondre sur **feuille de copie**.

En utilisant les données de débit ci-dessus, calculer le temps de remplissage de la bouteille.

Q1.3 Document à consulter : DT1

Répondre sur **feuille de copie**.

Calculer le temps total maximal des actions à effectuer entre le chargement et le déchargement. (c'est à dire entre « transmettre » et « éjecter »).

Q1.4 Document à consulter : DT1

Répondre sur **feuille de copie**.

Calculer la fréquence de rotation maximale du carrousel, sachant que chaque bouteille doit s'emplir pendant la fraction de tour déterminée à la question Q1.1

Q1.5 Document à consulter : DT1

Répondre sur **feuille de copie**.

Calculer la production horaire maximale du carrousel. Conclure quant au respect du cahier des charge

Par la suite, on utilisera une fréquence de rotation du carrousel : $N_{\text{carrousel}} = 1,7 \text{ tr/min}$

2- Analyse des problèmes liés aux galets supports.

Documents à consulter : DT3, DT4 et DT5

Q2 Barème : 18 points / 40

Durée de travail conseillée : 2h15

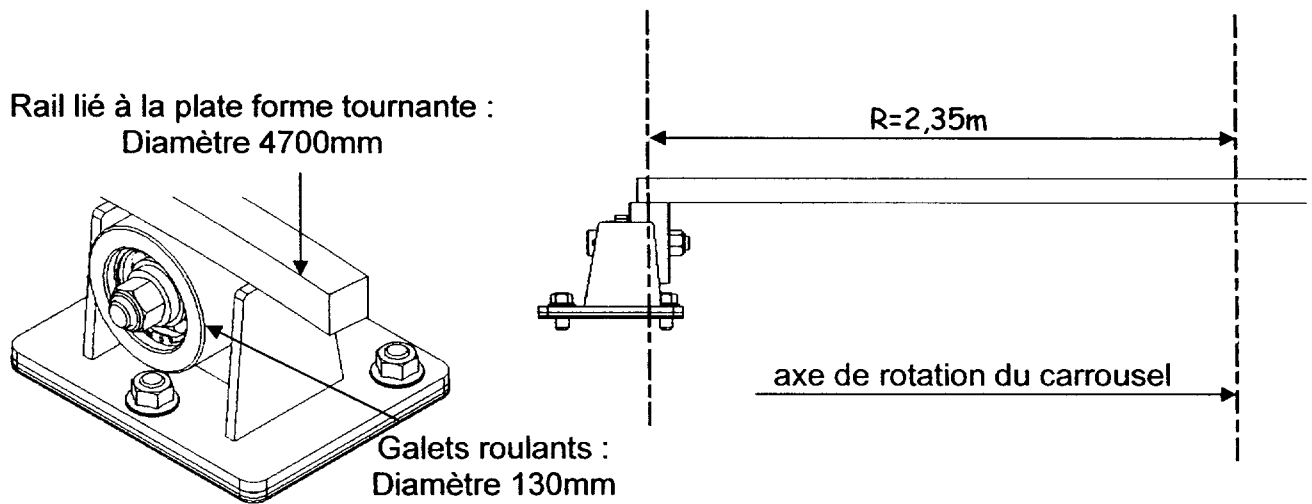
La plate-forme tournante est supportée par des galets fixés au sol qui roulent sur un rail solidaire de l'ossature (1 galet pour 3 postes). Chaque galet est supporté par un roulement à deux rangées de billes monté sur un axe réglable en hauteur.

Au cours du fonctionnement du carrousel, une usure anormale de ces roulements est apparue suite à une augmentation des vibrations à l'intérieur du montage des galets.

Le service maintenance a en charge le traitement de ce problème.

La largeur du galet est négligée vis à vis de la courbure du rail de la plate-forme tournante (2350 mm). On suppose que la fréquence de rotation du carrousel est de 1.7 tr/min et qu'il n'y a pas de glissement entre les galets et le rail.

2A - vérification de la durée de vie du roulement



Q2A.1 Répondre sur **feuille de copie**.

Calculer la fréquence de rotation d'un galet. (on rappelle que le carrousel est supposé tourner à 1,7 tr/min et que le galet roule sans glisser sur le rail de la plate-forme).

Q2A.2 Documents à consulter : DT3, DT4 Répondre sur **feuille de copie**.

Calcul de la durée de vie :

On suppose que chaque roulement n'est soumis qu'à un effort radial F_r correspondant au huitième du poids total de la partie mobile du carrousel soit environ $F_r = 10\ 000\ N$.

L'usine de remplissage fonctionne 16 heures par jour , 5 jours par semaine , 47 semaines par an. Calculer la durée de vie des roulements en heures et en nombre d'années de fonctionnement. Conclure.

Q2A.3 Document à consulter : DT3, DT4 Répondre sur **feuille de copie**.

Calcul du coefficient de charge statique :

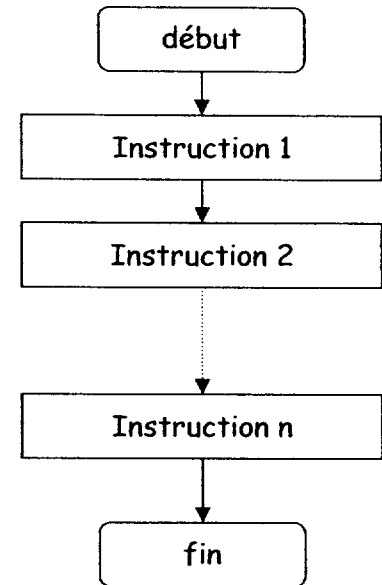
Rapidement, il apparaît un dérèglement de l'axe des roulements. Des vibrations, voir des **chocs prononcés** sur les roulements sont alors observables. On impose un fonctionnement avec des **conditions de silence normales**. On suppose que chaque roulement de galet n'est soumis qu'à un effort radial correspondant au huitième du poids total de la partie mobile du carrousel soit environ $F_r = 10\ 000\ N$.

Calculer le coefficient de sécurité statique et vérifier s'il est conforme aux valeurs du tableau.

2B - Modification du système de réglage de la hauteur du galet

Tableau des principaux schémas normalisés pour organigramme

Instruction	Embranchement après test ou décision	Début et fin de séquence	Renvoi connecteur	Sous programme



Q2B.1 Document à consulter : DT4

Répondre sur document DR1.

A partir du plan d'ensemble de l'ensemble galet actuel, donner une explication succincte et claire du réglage en hauteur du galet, sans prendre en compte le préréglage réalisé grâce aux cales 11, 12 et 13. Présenter les différentes opérations à réaliser sous forme d'un organigramme.

(voir exemple et tableau des éléments normalisés ci-dessus).

Q2B.2 Document à consulter : DT4

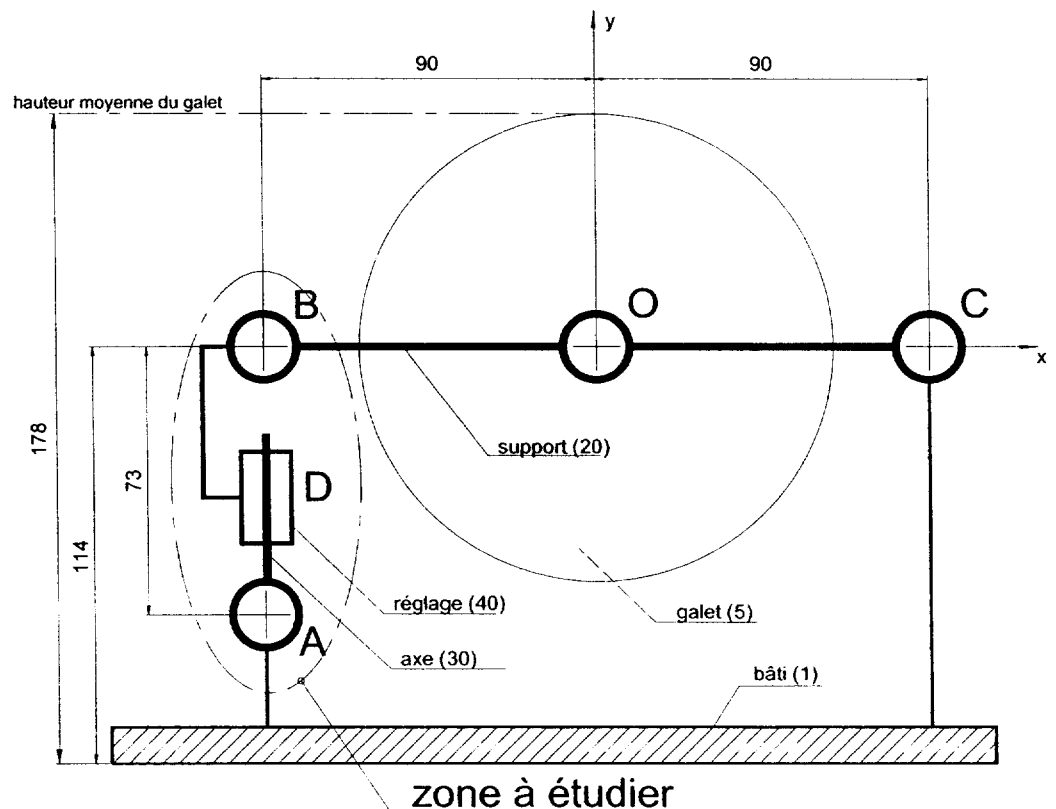
Répondre sur document DR1.

Réaliser un schéma perspectif de l'ensemble galet qui fera apparaître clairement le réglage de la hauteur (l'utilisation des symboles cinématiques normalisés n'est pas obligatoire). Utiliser les axes du document technique DT4.

Après observation, il est apparu que les vibrations créées dans le montage de roulements provenaient d'un desserrage de l'écrou frein (repère 8 du DT4).

Le service maintenance de l'entreprise envisage donc de modifier le système de réglage de hauteur du galet.

La solution retenue par ce service est celle proposée sur le schéma cinématique réalisé à l'échelle 1:1 sur le document réponse DR1.



La zone à étudier est précisée sur le schéma ci-dessus.

Cahier des charges de la modification du montage.

La hauteur moyenne entre le dessous du bâti « 1 » et le point le plus haut du galet « 5 » en position moyenne doit être de 178mm. (voir le repérage de cette cote sur le plan DT4)

Le réglage en hauteur de ce galet doit être de +/- 10 mm. (Voir plan DT5)

Un maximum de pièces existantes doivent être conservées dans la nouvelle version du galet.

Les pièces nouvelles doivent être usinées et peuvent être soudées. L'entreprise ne dispose pas de moyen permettant d'obtenir des pièces moulées et ne compte pas faire sous-traiter une telle fabrication.

Nouvelle solution : (voir document DR1).

- Le galet « 5 » est monté en liaison pivot d'axe (O, \vec{z}) par roulement sur un support « 20 »
- Le support « 20 » est en liaison pivot d'axe (C, \vec{z}) avec le bâti « 1 »
- L'axe « 30 » en pivot d'axe (A, \vec{z}) avec le bâti « 1 » est en liaison pivot glissant d'axe DA dans un système de réglage « 40 ». C'est la translation possible entre ces deux pièces qui permettra de modifier la position en hauteur du galet. Une fois réglée, cette position sera ensuite bloquée.
- Le système de réglage « 40 » est en liaison pivot d'axe (B, \vec{z}) avec le support « 20 ».

Remarque :

Les pièces repérées 1 à 13 sont des pièces existantes dans la version actuelle du galet (voir plan DT4). Par contre, les repères 20, 30, 40 du schéma correspondent à des pièces (ou groupe de pièces) de la version du galet à concevoir.

Q2B.3a Document à consulter : DT4 Répondre sur document DR1.

Tracer, en rouge sur le schéma cinématique, le galet « 5 » et le support « 20 » en position haute. Tracer les points Oh et Bh correspondants à cette position.

Q2B.3b Document à consulter : DT4 Répondre sur document DR1.

Mesurer la distance entre le points A et le nouveau point B nommé Bh.

Q2B.3c Document à consulter : DT4 Répondre sur document DR1.

Quelle serait la distance approximative entre les points A et Bb (Bb étant la position du point B avec le galet en position basse) ?

Q2B.3d Document à consulter : DT4 Répondre sur document DR1.

Mesurer la valeur de la demi course du point B en projection sur l'axe \vec{y} .

Q2B.4 Documents à consulter : DT4 et DT5 Répondre sur document DR2.

Dessin de conception de la nouvelle solution de réglage.

Le cahier des charges impose qu'un maximum de pièces existantes soient conservées dans la nouvelle version du galet.

La nouvelle version du galet conservera (sans aucune modification) le galet « 5 », le roulement « 4 », l'anneau « 6 » l'écrou « 8 » et la rondelle « 7 », ainsi que les cales 11, 12, 13.

Le bâti « 1 » (voir plan DT5) ne pourra, bien sûr, pas être conservé totalement ; par contre, sa structure globale devra être identique.

- Le carré « 4 » doit être supprimé.
- Les tôles « 3 » peuvent être déplacées latéralement , la cote de 150 mm entre elles étant alors

modifiée.

Une partie de la solution retenue est déjà représentée sur le document **DR2**

Terminer cette conception en s'intéressant plus spécialement :

- à la liaison pivot d'axe (B, \vec{z}) entre le support « 20 » et le système de réglage « 40 »
- à la liaison pivot glissant d'axe (D, \vec{y}) entre l'axe « 30 » et le système de réglage « 40 »
- à la liaison pivot d'axe (A, \vec{z}) entre et l'axe « 30 » et le bâti « 1 »
- au blocage en position de l'axe « 30 » une fois le galet en place sous le carrousel.

Remarque : les mouvements de rotation des pièces sont de faibles amplitudes.

Vérifier que le point B peut effectivement effectuer la course définie à la question 2B.3d sans qu'il y ait interférence entre les différentes pièces.

Vérifier qu'aucune pièce ne vient interférer avec le rail de la plate-forme tournante sur lequel roule le galet.

Le dessin est à réaliser à l'échelle 1:2 sur le calque DR2

Compléter les trois vues suivantes :

-vue de face

-vue de dessus coupe CC

-vue de gauche coupe AA

(autre vue de détail au choix si nécessaire)

Questions Q3 et Q4 : voir pages suivantes...

3- Modification de l'implantation du graisseur de la butée inférieure.

DQ6/7

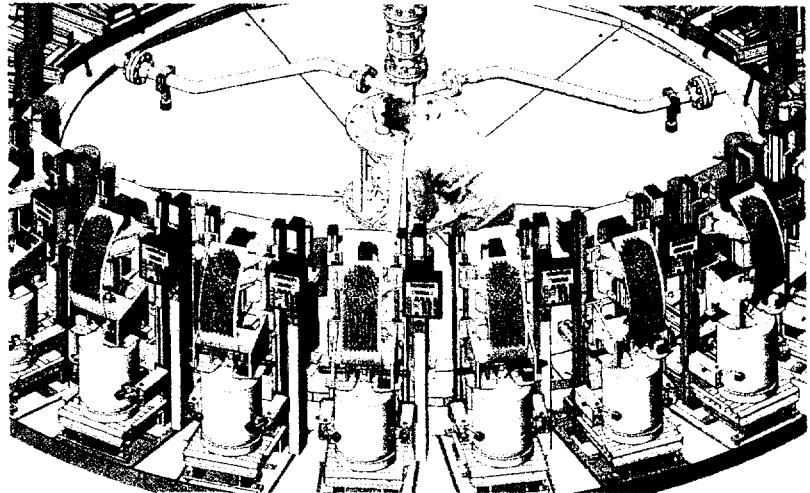
Documents à consulter : DT2,DT6 et DT7

Q3 Barème : 10 points / 40

Durée de travail conseillée : 1h15

Lors des visites de maintenance chez les différents clients, on doit, en particulier, assurer la lubrification à la graisse de la butée inférieure assurant le centrage des carrousels.

L'accès au graisseur de cette butée est extrêmement malaisé, dans la mesure où il faut démonter au minimum une plaque de plus de 20 kg (voir ci-dessous et ci-contre) et dégager les tuyaux et câbles en appui sur la plate-forme. Cette opération immobilise le carrousel près d'une heure et entraîne une perte de production.



On se propose de rechercher une modification simple de l'implantation du graisseur qui évitera le démontage précisé ci-dessus. Pour cela, il sera utilisé un graisseur, des raccords et du tuyau de cuivre.

Q3.1 Documents à consulter : DT2,DT6

Répondre sur document DR3.

Colorier en rouge, sur les figures 1, 2, 3, les parties mobiles en rotation du carrousel, et laisser en blanc, les parties fixes.

Q3.2 Documents à consulter : DT2,DT6

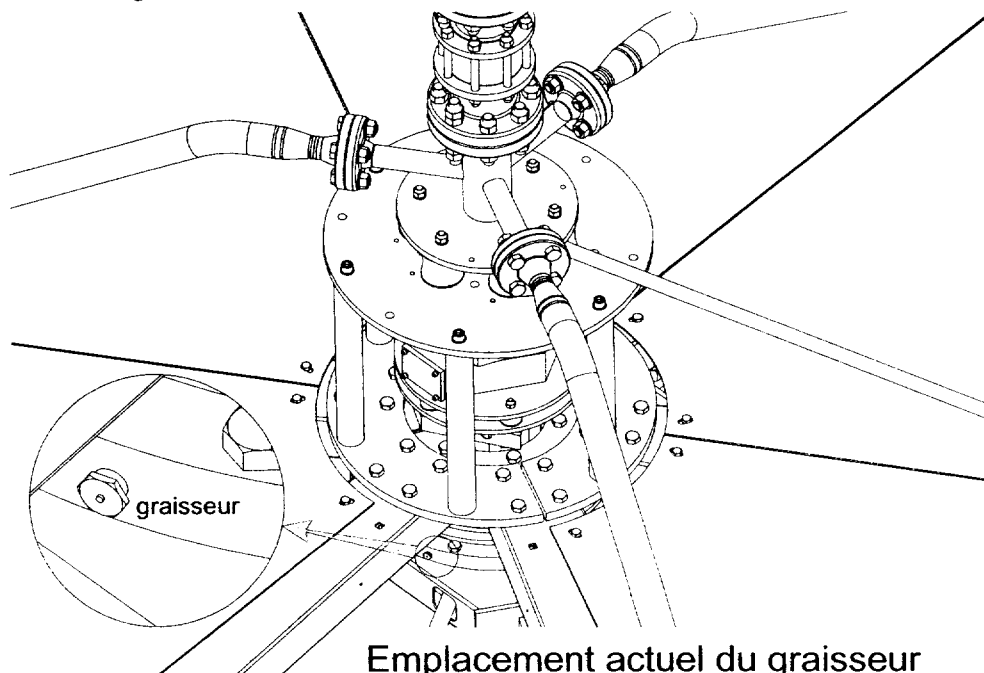
Répondre sur document DR3.

Indiquer, sur chacune des figures 1 et 3, par une croix, par exemple, l'emplacement où vous souhaitez voir implanter le graisseur. Relier ces deux croix à la bulle « Nouvel emplacement du graisseur ».

Q3.3 Documents à consulter : DT6,DT7

Répondre sur document DR3.

Sachant que le graisseur, le perçage d'alimentation à la butée et le tuyau de liaison devront tous être solidaires, naturellement, soit de la partie fixe (en blanc, fig.1, 2 et 3), soit de la partie mobile (en rouge, fig1, 2 et 3), représenter, à main levée, fig.4, la modification proposée.



Emplacement actuel du graisseur

4- Modification de la liaison élastique de la tête d'emplissage.

Documents à consulter : DT8,DT9

Q4 Barème : 6 points / 40

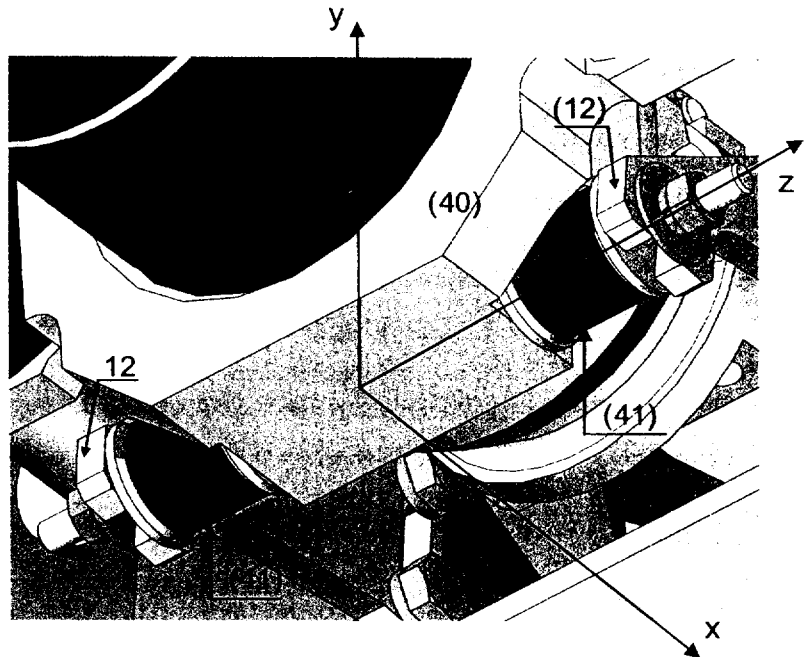
Durée de travail conseillée : 45 min

La tête d'emplissage de chacun des 24 postes est reliée à son support par deux plots élastiques Paulstra (41) qui lui permettent, lors de son accrochage à la tête de la bouteille de gaz, les mouvements de faible amplitude suivants :

- Tx, Ty et Tz (T = translation)
- Rx et Ry (R = rotation)

Ces petits mouvements permettent de prendre en compte les défauts géométriques de la bouteille, et d'assurer une étanchéité maximale durant l'emplissage en gaz.

Les deux plots élastiques qui supportent une tête d'emplissage sont (voir DT9), d'une part, vissés dans le support (40) de la tête d'emplissage, et, d'autre part, fixés sur les bras supports (12), à l'aide d'écrous.



La rotation autour de l'axe z, lors de la sortie et de la rentrée du vérin de relevage, est autorisée par la déformation élastique en torsion des deux plots (41), sur un débattement angulaire de plus de 10 degrés.

On est amené à intervenir fréquemment pour changer ces plots qui se rompent par cisaillement de l'élastomère, dû aux torsions répétées à chaque rotation de la tête d'emplissage. On envisage la modification de la liaison des plots (41) avec les supports (12), afin de supprimer la sollicitation en torsion autour de l'axe z.

Q4.1 Document à consulter : DT8,DT9

Répondre sur document DR4.

4.1. Préciser quel degré de liberté il faut autoriser entre chacun des deux supports (12) et les tiges métalliques des plots (41), pour que ces derniers ne soient plus sollicités en torsion.

Q4.2 Document à consulter : DT8,DT9

Répondre sur document DR4.

4.2. Quelle est alors le nom de la liaison à réaliser alors entre les plots (41) et les supports (12)?

Q4.3 Document à consulter : DT8,DT9

Répondre sur document DR4.

4.3. Proposer une modification, à main levée, sur le document réponse R4.

NOTA :

- les formes du support (12) peuvent être modifiées.
- on pourra modifier l'épaisseur de (12) dans les limites indiquées sur le document R4.
- les liaisons entre les deux support (12) et les deux plots (41) seront identiques. C'est pourquoi il n'en est demandé qu'une des deux.