

Brevet de Technicien Supérieur

MAINTENANCE INDUSTRIELLE

Session 2003

**Analyse fonctionnelle et structurelle
Représentation des mécanismes
(Sous-épreuve E 4-2)**

Questionnaire

Ce dossier contient les documents Q 1/6 à Q 6/6

BAREME

Consacrez 25 min à la lecture du sujet

Questions	Barème sur 40	Temps	Questions	Barème sur 40	Temps
Questions A	5	35	Questions D	5	30
Questions B	7	30	Questions E	5	30
Questions C	6	40	Questions F	12	110

LIGNE DE ZINGAGE

Analyse fonctionnelle

L'opération de chargement d'un nouveau coil sur le mandrin du dérouleur est réalisée avec un chariot élévateur. Elle est délicate et entraîne très souvent, malgré l'habileté des caristes, des fausses manœuvres qui provoquent des détériorations nécessitant un arrêt de la ligne pour réparation.

Les objectifs de l'étude sont :

- d'analyser si l'augmentation envisagée des dimensions des coils est possible, si elle apporte des améliorations notables à la nouvelle ligne et si le choix de certains composants est convenable,
- de concevoir de nouveaux éléments susceptibles de remédier aux défauts de fonctionnement existant sur la précédente version et qui ne sont plus acceptables avec une charge de travail plus importante.

Remarque : Toutes les parties A, B, C, D, E, F, sont indépendantes

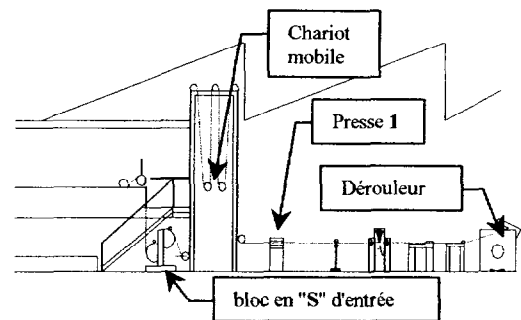
A – Installation du nouveau coil : (Répondre sur feuille de copie et voir présentation PR 1/4 à PR 4/4)

Objectif : Améliorer la productivité en augmentant les phases de travail productif de la ligne par réduction du nombre d'interventions.

MODE OPERATOIRE :

Q₁ : A l'instant où l'opération de chargement commence, l'accumulateur d'entrée est rempli, c'est à dire qu'il a en réserve 24 m de bande. Pourquoi ?

Q₂ : Lors d'un changement de coil, l'automate ralentit le passage du feuillard dans les différentes cuves de bain électrolytique. Il règle la vitesse de défilement de la bande à $6 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$. Calculez le temps dont dispose l'opérateur pour réinstaller un nouveau coil (les autres opérations sont réalisées simultanément par d'autres opérateurs).



DIMENSION DU COIL :

Q₃ : A partir des DT1/9 et DT2/9, déterminez le plus grand diamètre extérieur du coil (\varnothing_{ext} du coil) que l'on peut placer sur le mandrin, la tige du vérin 14 étant sortie entièrement et le bras 4 en position haute. Indiquez et justifiez sur le document DR 1/5 les tracés et les mesures que vous faites.

Q₄ : Le diamètre extérieur du coil est porté de 1300 mm à 1600 mm.

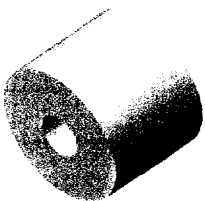
On donne : - épaisseur du feuillard : $e = 2 \text{ mm}$.

- largeur du feuillard : $l = 1 \text{ m}$.

- diamètre intérieur du coil inchangé : (\varnothing_{int} du coil = 400 mm).

- vitesse de défilement de la bande : $30 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

- masse volumique de l'acier $\rho = 7,85 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$.



- Quelle longueur de feuillard supplémentaire peut-on traiter entre 2 changements de coil ?
- Quelle durée supplémentaire s'écoule entre 2 changements de coil.
- Quel est l'accroissement de la charge supportée par le mandrin .
- Quelles sont les conséquences sur la chaîne cinématique ?

B – Etude du guidage du mandrin :

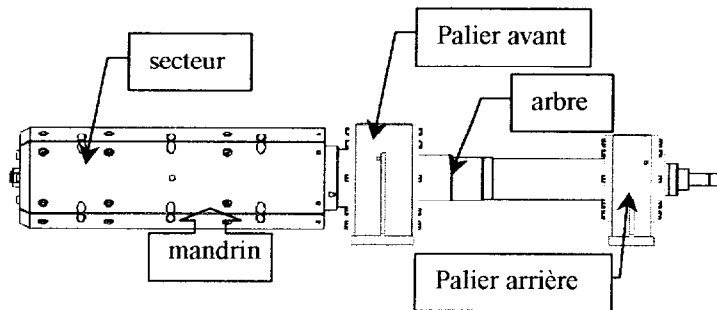
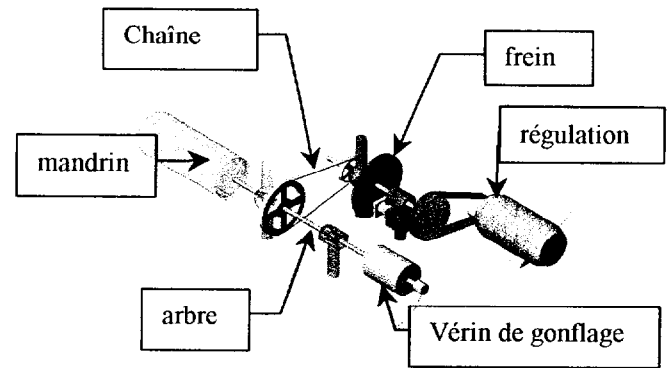
(Sur document réponse DR 2/5) (voir aussi document DT 3/9)

Objectif : Améliorer le guidage de l'arbre du mandrin.

Le coil est placé sur le mandrin. Le vérin dit « de gonflage » écarte simultanément les 4 secteurs 26 pour les plaquer à l'intérieur de l'alésage du coil.

Le guidage en rotation de l'arbre du mandrin est réalisé par 2 paliers distants d'environ 900 mm.

Lors de la 1^{ère} conception (coil de 9 t), le guidage en rotation du mandrin respectait la représentation simplifiée fig. 1 DR 2/5.



Remarques :

- Le poids du vérin de gonflage n'est pas négligeable,
- La chaîne transmet la puissance jusqu'au frein.

Q5 :

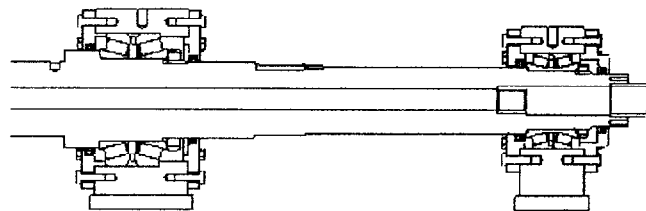
- Donnez dans ce cas le nom de chacune des 2 liaisons.
- Tracez en l'amplifiant, l'allure de la déformation résultant des charges appliquées (fig. 1).
- Quelle est la conséquence sur la position de la roue à chaîne ?

L'entreprise a décidé dans un premier temps de faire fonctionner la ligne dans cette configuration avec les nouveaux coils. La masse de l'ensemble coil + mandrin est estimée maintenant à 16000 kg.

Après quelques temps de fonctionnement, le service de maintenance constate une usure rapide de la transmission par chaîne et sa rupture.

Q6 : Quelles sont les causes probables de l'usure et de la rupture de la chaîne ?

La solution envisagée pour le guidage en rotation de l'arbre par roulements est donnée sur la figure ci-contre et le document DT 3/9.



Répondre sur le document DR 2/5

Q7 : Indiquez pour chacun des deux paliers le type de roulements utilisés ainsi que le type de montage réalisé.

Q8 : Après analyse des deux paliers, donnez le nom de la liaison que l'on peut associer à chacun des paliers (répondre en précisant le nom et le schéma normalisé associé).

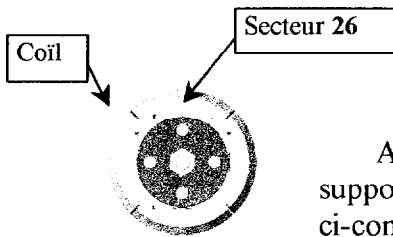
Q9 : Tracez sur la fig. 2 l'allure de la nouvelle déformation.

Q10 : Quelle est l'influence de ce nouveau montage sur la déformation possible de l'arbre ?

Objectifs pour les parties C et D : Vérifier si certains composants sont capables de supporter les nouvelles charges appliquées.

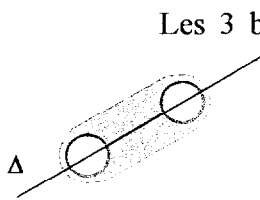
C – Etude de l'ouverture du mandrin :

(Répondre sur feuille de copie et voir documents DT 3/9, DT 5/9, DT 9/9)

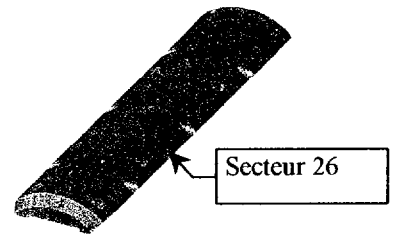


C'est le vérin de gonflage (tige 39) qui, par son action à l'extrémité du moyeu mobile 34, écarte les 4 secteurs 26.

Au début de cette phase de serrage du coil, il est possible qu'un seul secteur supporte la totalité de la charge du coil si l'on se trouve dans la situation représentée ci-contre.



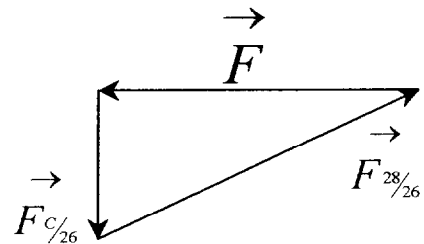
Les 3 biellettes 28 agissent simultanément sur le secteur 26. La résultante des 3 efforts transmis au secteur est suivant la direction Δ . C'est dans cette position qu'elle est la plus importante.



COÏL DE 9 TONNES :

Avec un coil de masse 9 t, l'étude de l'équilibre du secteur à cet instant a permis de tracer le polygone somme des résultantes suivant :

Action	Résultante	Module
Coil sur secteur 26	$\ \vec{F}_{c/26}\ $	9 000 daN
Biellettes 28 sur secteur 26	$\ \vec{F}_{28/26}\ $	15 650 daN
« Effort axial de maintien »	$\ \vec{F}\ $	12 800 daN



Q11 : Quelle est la pièce qui supporte cet effort axial ? A partir des dimensions relevées sur le document DT 5/9, calculez l'aire de la surface de contact.

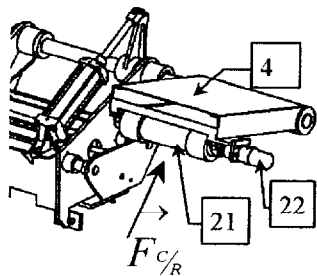
Q12 : Calculez la pression de contact, supposée uniforme, et désignez la nuance de "Bronze Métagliss" proposée qui convient pour cette version « coil de 9 t ».

COÏL DE 13 TONNES :

Q13 : Pour la nouvelle version « coil de 13 t », cette même pièce avec ce même matériau antifriction pourra-t-elle supporter la charge ? Justifiez. Proposez une solution consistant à modifier l'une des dimensions de cette pièce. Par un croquis en perspective coté, indiquez la valeur de la dimension que vous modifiez.

Q14 : Lors du tracé du polygone des résultantes ci-dessus montrant l'étude de l'équilibre du secteur, la direction de l'action de maintien a été supposée horizontale. Quel paramètre a-t-on négligé ?

D – Etude du guidage du rouleau d'appui : (Répondre sur DR 3/5)



Le coil est maintenant en place. Il s'agit de dérouler la 1^{ère} couche jusqu'à la table d'engagement. C'est le rôle du moteur hydraulique 22 qui tourne donc pour cela pendant 12,5 s. La fréquence de rotation de 22 est : $N = 75 \text{ tr.min}^{-1}$

L'adhérence du rouleau d'appui 21 sur la face extérieure du feuillard permet de transmettre la puissance.

L'action radiale qu'exerce le rouleau sur la face extérieure du coil a pour norme : $F_{\text{coil} / \text{rouleau d'appui}} = 3600 \text{ N}$.

La ligne fonctionne 16 h /jour, 5 jours par semaine, 47 semaines par an.

Il faut changer un coil toutes les 40 minutes.

La durée de vie, c'est-à-dire la durée de bon fonctionnement dans le temps de ce guidage, dépend du choix convenable des roulements en fonction des charges appliquées et d'une protection efficace. Les 2 nouveaux roulements à billes choisis (Référence 16009 doc. DT 7/9) sont identiques. Ils nécessitent une étanchéité indépendante. La lubrification est réalisée à la graisse.

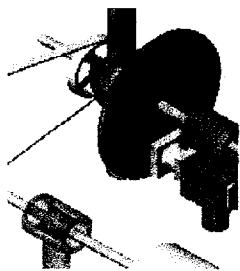
Q15 : Le montage de roulements est représenté sur DR 3/5 : (voir documents DT 7/9 et DT 8/9).

Les roulements ne supportant que des charges radiales, la charge équivalente **P** sera égale à la charge radiale.

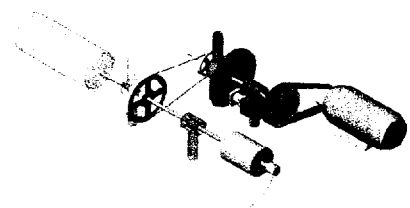
- Vérifiez la durée de vie de ces roulements (avec un pourcentage de fiabilité de 90%) :
 - donnez **L** en millions de tours, puis **L_H** en heures,
 - enfin, compte tenu du fonctionnement de la ligne, le nombre d'années **N_{ba}** au bout desquelles il faudra changer ces roulements !
- Indiquez sur le document DR 3/5 les ajustements convenables entre les bagues du roulement et les portées de l'arbre et du logement .
- L'anneau élastique est-il vraiment nécessaire ? Pourquoi ?
- Quel type d'étanchéité est réalisé ici ? Donnez la désignation du joint utilisé.
- Indiquez les tolérances pour un montage correct d'un joint.

E – Etude de la transmission de mouvement et du freinage : (Sur feuille de copie et DR1/5)

Objectif : Comprendre le mécanisme de freinage .



Le système de freinage est utilisé en cas d'arrêt d'urgence et au moment où l'extrémité du feuillard s'est positionnée correctement sur la table d'engagement.



Q16 : Sur le document DR1/5, indiquez les numéros des pièces désignées ?

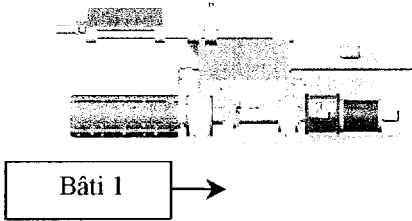
Q17 : La chaîne cinématique entre le moteur 8 et le mandrin prévoit 2 étages de réduction de la vitesse . La première réduction est obtenue par le système poulies-courroie. Quel est le type de courroie utilisé ? Justifiez l'utilisation d'une transmission par courroie pour la 1^{ère} réduction et une transmission par chaîne pour la 2^{ème} réduction.

Q18 : Pourquoi avoir placé ce système de freinage sur l'arbre 18 ?

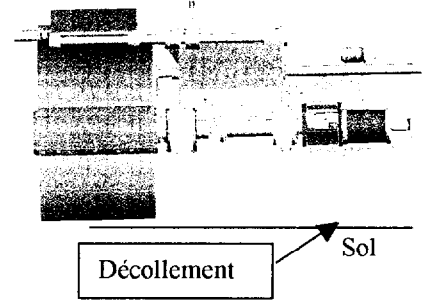
Q19 : Quels sont les critères qui ont permis le choix du nombre de disques et d'étriers ?

F – Etude du guidage latéral du bâti : (Répondre sur DR 4/5 et DR 5/5)
(voir Documents Techniques DT 7/9 et DT 8/9)

Objectif : Modifier la conception de la base d'appui du bâti 1 sur le sol.

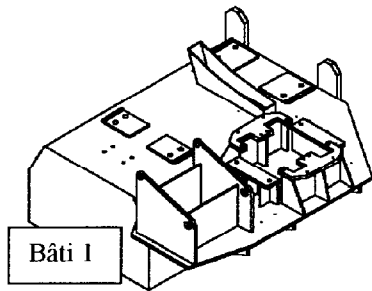


L'augmentation du poids du coïl provoque un basculement de l'ensemble.

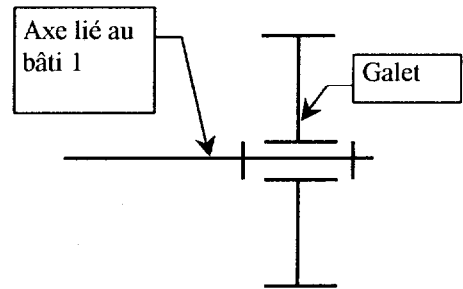


Le poids de l'ensemble dérouleur + coïl est de 17000 daN.

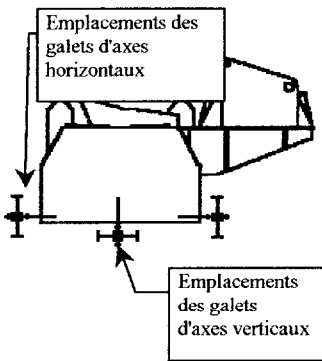
Le déplacement latéral de l'ensemble du dérouleur, permettant d'aligner avec précision le nouveau coïl sur la fin de la bande précédente (opération de raboutage), s'avère encore plus difficile.



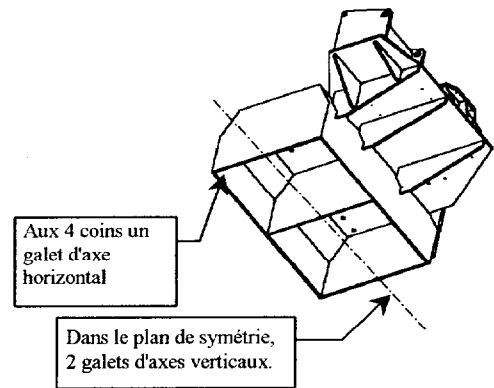
Pour effectuer cette opération sans trop d'effort, le service maintenance prévoit d'adapter sous le bâti 1 des galets de conception identique.



CONCEPTION D'UN GALET TYPE

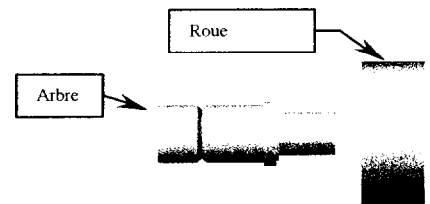
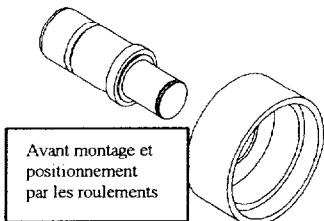


Il est prévu 4 galets d'axes horizontaux qui supporteront le poids de tout l'ensemble (guidage transversal) et 2 galets d'axes verticaux qui maintiendront l'axe du dérouleur perpendiculaire à la direction de déroulement de la ligne de zingage (guidage longitudinal).



Tous les galets sont identiques. Ils sont constitués de:

- 1 arbre pour la liaison sur le bâti,
- 1 roue ($\varnothing_{ext} = 200$ mm),
- 2 roulements Ref : 6312.2RSR prévus pour résister à la sollicitation la plus importante au moment du basculement.



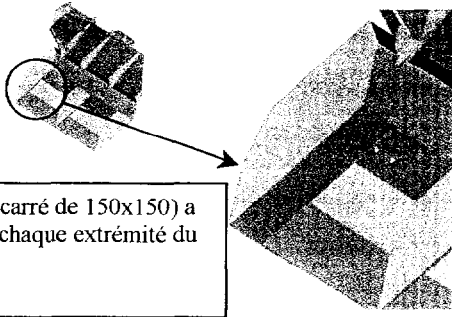
Quatre galets serviront à chaque guidage transversal, deux galets au guidage longitudinal.

Un roulement à l'arrêt ou tournant très lentement supporte les efforts (uniquement radiaux) qui lui sont appliqués dans des conditions de fonctionnement sévères.

Q20 : Justifiez, à l'aide de l'extrait de la documentation constructeur DT 8/9, que les roulements choisis pour ces montages conviennent .

Q21 : Sur DR 4/5, réalisez le montage de roulements d'un galet type. Indiquez les ajustements convenables entre les bagues du roulement et les portées de l'arbre et du logement .

FIXATION DES GALETS SUR LE BÂTI



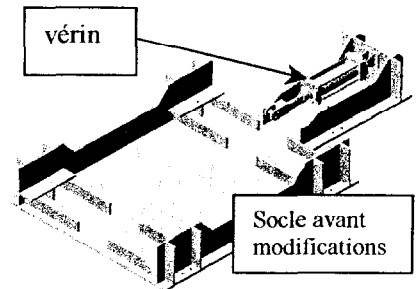
Les arbres des 4 galets horizontaux et ceux des 2 galets verticaux doivent être liés au bâti 1. (liaison complète démontable).

Q22 : Sur le Document Réponse DR 5/5, représentez dans la coupe D-D *zone 1*, un des galets en liaison avec l'arbre et avec le bâti 1 renforcé à cet endroit : (indiquez les ajustements et la désignation des éléments utilisés)

ADAPTATION D'UN SOCLE

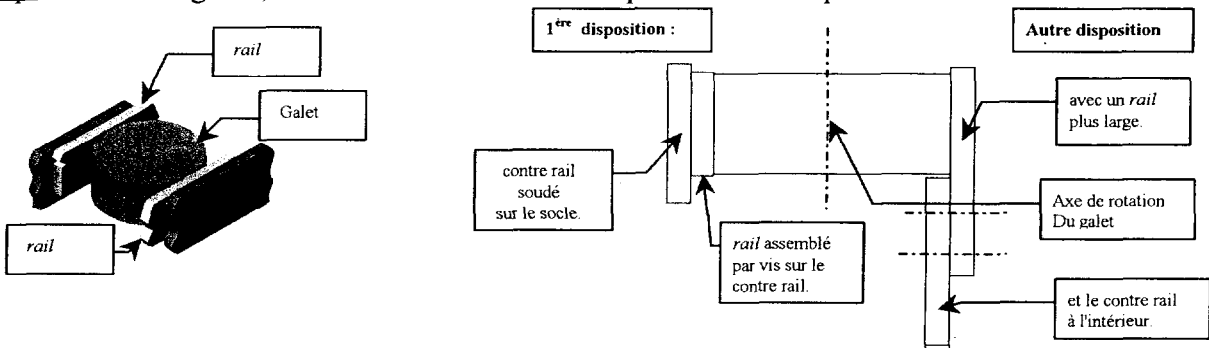
Les galets ne pouvant pas rouler directement sur le sol en béton, il faut concevoir un élément intermédiaire appelé socle (voir DT 6/9).

Un socle, remplissant la même fonction est déjà utilisé sur une autre machine. Ce socle est en construction soudée et va être adapté à cette nouvelle situation. Il sera fixé sur le sol et permettra à l'aide d'un vérin de manœuvrer latéralement le bâti pour positionner correctement la nouvelle bande par rapport à la précédente qui finit de passer sur la ligne (raboutage).



Les galets doivent rouler sur des "rails" maintenus sur le socle. Dans tous les cas, il y a un rail de part et d'autre du galet. Chaque rail doit pouvoir être démonté, il sera fixé par des vis H M16 sur le contre rail lui-même soudé sur le socle mais la disposition de l'un par rapport à l'autre peut être différente.

Remarque : sur ces figures, les rails et contre-rails sont partiellement représentés.



Q23 : Quelles doivent être les propriétés mécaniques de ces "rails" ? (Répondre sur DR 5/5).

Le déplacement souhaité du bâti pouvant être d'environ 350 mm, il faut donc prévoir la longueur des rails en conséquence.

Q24 : Sur le Document Réponse DR 5/5 :

Il s'agit de mettre en place :

- le contre-rail, en indiquant les cordons de soudure que vous prévoyez de réaliser,
- le rail de guidage assemblé par vis sur le contre-rail (Vous indiquerez la position de toutes les vis et représenterez complètement une seule fixation par vis).

Complétez pour le guidage transversal :

- zone 2* la coupe D-D,
- zone 3* la coupe A-A,
- zone 4* vue de dessus détail C.