

Sous épreuve U42 :
Vérifications des performances mécaniques et électriques d'un système
pluritechnologique

DOSSIER SUJET

LIGNE DE FABRICATION DE FUTS

Ce dossier comprend :

- les documents DS1 à DS6
- le document DR1, à rendre obligatoirement

L'entreprise souhaite étendre sa gamme de fûts.

Les dimensions des fûts les plus grands actuellement réalisés sont les suivantes :

- diamètre 585 mm
- hauteur : 870 mm
- épaisseur de la tôle : 1, 2 mm

La nouvelle série envisagée a pour dimensions :

- diamètre 700 mm
- hauteur : 870 mm
- épaisseur de la tôle : 1, 5 mm

L'entreprise souhaite conserver la sertisseuse permettant l'assemblage des flancs du fût sur les fonds.

L'étude comporte quatre parties :

A-Vérification des unités linéaires. (Durée indicative : 1 heure)

B-Vérification des performances de l'équipement d'entraînement des molettes. (Durée indicative : 30 minutes)

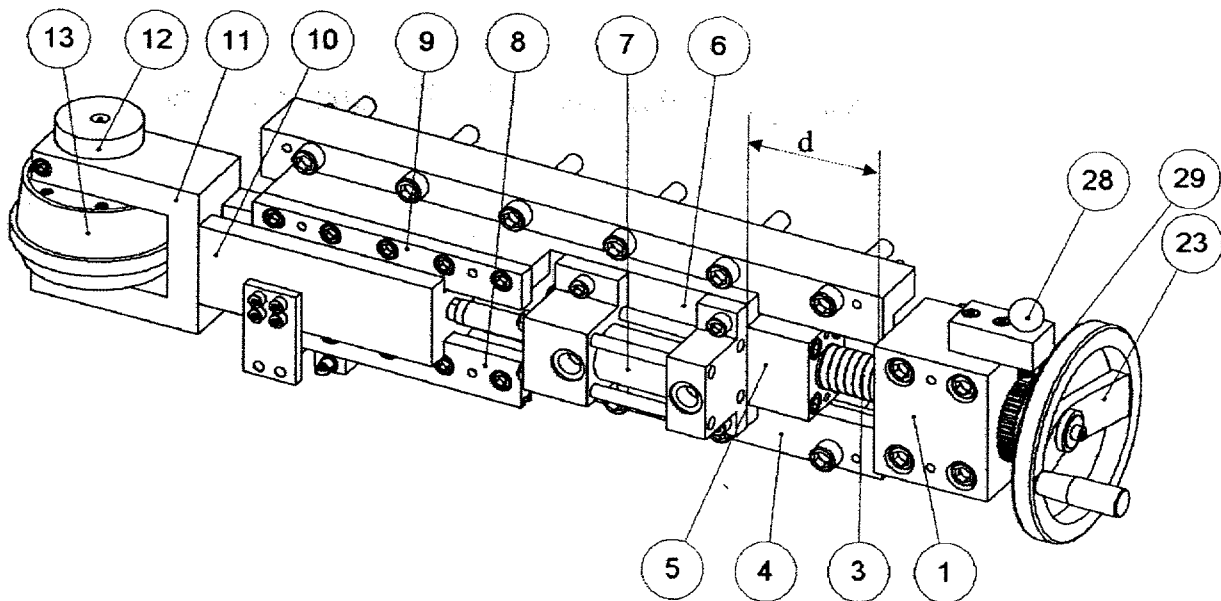
C-Vérification des caractéristiques du moteur d'entraînement des fûts. (Durée indicative : 45 minutes)

D- Choix du variateur de vitesse du plateau d'entraînement. . (Durée indicative : 45 minutes)

A-Vérification des unités linéaires.

Les unités linéaires (Voir DT1 et DT2) permettent la translation du coulisseau molette 10.

Les glissières horizontales 4 ainsi que le support 1 sont encastrées sur le châssis de la machine. (Mise en position par appui plan et goupilles 39, maintien en position par les vis CHC M16-100, repère 40)



En phase **travail**, le déplacement en translation du coulisseau molette 10 est assuré par le vérin hydraulique 7.

Réglage :

La longueur d est réglable permettant ainsi le sertissage de fûts de diamètres différents.

Le réglage de la position initiale du coulisseau molette 10 s'effectue grâce à la rotation de la vis de manœuvre 3 à l'aide du volant 23. La rotation de la vis 3 permet, grâce à l'écrou 5, la translation du chariot 6 et donc du coulisseau molette 10.

L'index 29 empêche la rotation de la vis de manœuvre 3 lorsque le réglage est effectué.

A1-Analyse du fonctionnement. (Répondre sur le document réponse DR 1)

L'analyse cinématique d'une unité linéaire fait apparaître 5 classes d'équivalence :

- classe bâti : 4 + 1 + ensemble des pièces fixes par rapport à ces pièces.
- classe vis de manœuvre : 3 + ensemble des pièces fixes par rapport à cette pièce.
- classe chariot : 6 + ensemble des pièces fixes par rapport à cette pièce.
- classe coulisseau molette : 10 + ensemble des pièces fixes par rapport à cette pièce.
- classe molette : 13 + ensemble des pièces fixes par rapport à cette pièce.

(Remarque : on ne tient pas compte dans cette analyse de l'index 29)

A11- Compléter le tableau des liaisons entre les différentes classes d'équivalence.

Pour chaque liaison :

- préciser les degrés de liberté autorisés (Indiquer 1 si le degré de liberté est autorisé, 0 si le degré de liberté est interdit)
- indiquer le nom de la liaison.

A12- Compléter le schéma cinématique d'une unité linéaire en utilisant les symboles normalisés des liaisons.

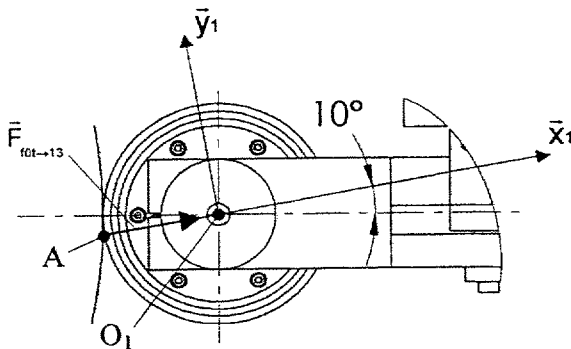
A2-Vérification de la tenue des roulements. (Répondre sur copie)

L'augmentation de l'épaisseur de la tôle augmente l'effort presseur au niveau de la molette 13 et les efforts supportés par les roulements 18 assurant le guidage en rotation de la molette. Il faut calculer les efforts supportés par les roulements et vérifier si leur durée de vie sera acceptable.

L'entreprise souhaite pour ces roulements une durée de vie de **150 millions de tours** avec une fiabilité de 90% (Voir documentation DT3).

Modélisation adoptée :

Repère d'étude : repère $(O_1, \bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{z}_1)$ défini sur les figures ci-dessous.



Effort au niveau de la molette :

Compte-tenu des frottements et de la résistance au roulement engendrés par la déformation du fond du fût, l'action du fût sur la molette 13 sera modélisée par $\vec{F}_{\text{fût} \rightarrow 13}$ appliquée en A, d'intensité 6000 N. (Le moment de l'action du fût sur la molette 13 est nul en A)

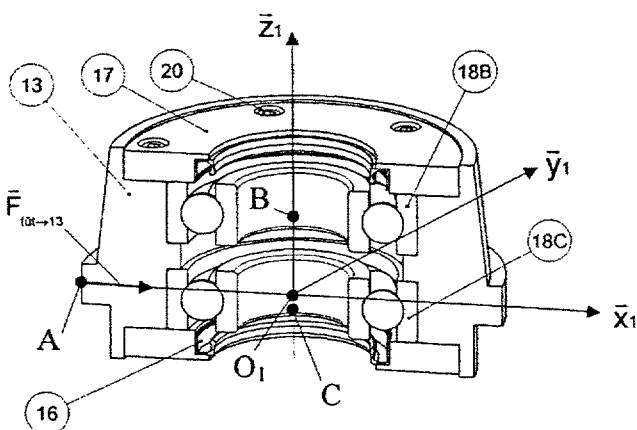
Modèle adopté pour le guidage en rotation :

Celui-ci est réalisé par deux roulements à billes à contact radial.

Pour cette étude, le roulement inférieur est repéré 18C, son centre est C ; le roulement supérieur est repéré 18B, son centre est B.

La liaison réalisée par le roulement 18B est modélisée par une liaison linéaire annulaire de centre B, d'axe (B, \bar{z}_1)

La liaison réalisée par le roulement 18C est modélisée par une liaison rotule de centre C.



Hypothèses :

On néglige les frottements dans les roulements ainsi qu'au niveau des joints.

On néglige la pesanteur.

Coordonnées des points :

Les coordonnées des points dans le repère $(O_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$ sont les suivantes :

$$A \begin{array}{l|l} -75 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 29 \end{array} \quad B \begin{array}{l|l} 0 & 0 \\ 0 & 29 \\ 0 & -4 \end{array} \quad C \begin{array}{l|l} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -4 & 0 \end{array}$$

(Unités des longueurs : mm)

Système étudié :

Le système isolé est l'ensemble constitué de la molette 13, des flasques 17, des joints 16, des vis 15 et des roulements 18. (Cet ensemble est représenté sur la perspective précédente)

Le bilan des actions mécaniques extérieures au système comprend trois actions :

-action de l'arbre 12 sur le roulement 18C (Notée action 12→18C)

-action de l'arbre 12 sur le roulement 18B (Notée action 12→18B)

-action du fût sur la molette (Notée action fût→13)

A21-Modéliser les actions extérieures au système isolé sous forme de torseurs. Afin de simplifier les écritures, donner l'expression de ces torseurs dans le repère $(O_1, \vec{x}_1, \vec{y}_1, \vec{z}_1)$

A22-En appliquant le principe fondamental de la statique, déterminer les actions supportées par les roulements. Indiquer pour chacun des roulements la valeur de l'effort axial F_a et l'effort radial F_r qu'il subit.

A23-A l'aide de la documentation DT3, indiquer la valeur de la charge dynamique de base C des roulements 18 (Roulement de type 6308). Indiquer la valeur de la charge radiale équivalente P du roulement le plus chargé. Calculer la valeur de la durée nominale L_{10} du roulement le plus chargé. Conclure quant à la tenue des roulements.

A3-Vérification du vérin d'unité linéaire. (Répondre sur copie)

Le vérin 7 utilisé pour déplacer le coulisseau molette en phase travail a pour référence HVBS04F2HG (voir DT4), le rendement du vérin est $\eta_{\text{vérin}} = 0,95$

La pression d'alimentation maximale est $p = 60$ bars.

On néglige les frottements dans la liaison glissière entre le coulisseau molette et le chariot.

A31-Calculer la force développée par le vérin en poussant et en tirant sous la pression de 60 bars

A32-Le vérin convient-il ? Justifier à partir de l'effort $F_{\text{tot} \rightarrow 13}$ donné page précédente.

B-Vérification des performances de l'équipement électrique des molettes. (Répondre sur copie)

Afin de pallier des problèmes de qualité sur le formage du fond des fûts, l'entreprise envisage de motoriser les molettes de préformage et de finition (voir DP). Cette modification doit se faire avec du matériel présent dans l'entreprise (voir DT13). Vous êtes chargé de vérifier la conformité de l'étude électrique faite par le bureau d'études.

B1-Vérifier le couplage du moteur des molettes de préformage, en donnant le nom du couplage actuel et en justifiant son choix.

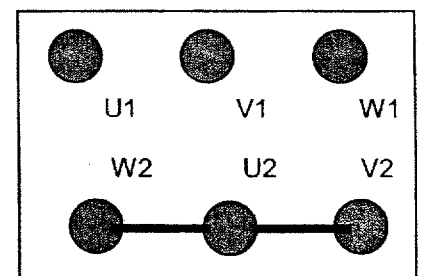
Données :

Moteur asynchrone triphasé : 0,15kW - 230/400V - 50Hz - 2800tr/min -

$\cos\phi = 0,63$ - $\eta = 0,51$

Réseau : 3x400V-50Hz

B2-Déterminer l'intensité nominale du courant dans le moteur précédent.



B3-Vérifier, en justifiant vos réponses, si les références des appareillages (voir DT5 à DT8 et DT13) sont adaptées aux spécificités de l'équipement. Dans le cas contraire, proposez la référence qui convient.

Données :

- Tension de commande : 24V AC – 50Hz.
- Contacteur : un contact auxiliaire NF.

Repère	Désignation	Référence
F3	Fusibles Am 10x38	130 01
KM2-KM3	Contacteur inverseur	LC2 K0601 B7
	Module d'antiparasitage	LA4 KE1E
F4	Relais thermique	LR2 K0304

C-Vérification des caractéristiques du moteur d'entraînement des fûts. (Répondre sur copie)

L'augmentation du diamètre du fût et de l'épaisseur de la tôle entraîne une augmentation de l'inertie du fût ainsi qu'une augmentation de l'effort au niveau des molettes.

On se propose dans cette partie de déterminer si le moteur existant convient pour la nouvelle gamme de fûts.

Schéma du système de mise en rotation des fûts.

Le plateau d'entraînement est en liaison pivot par rapport au bâti.

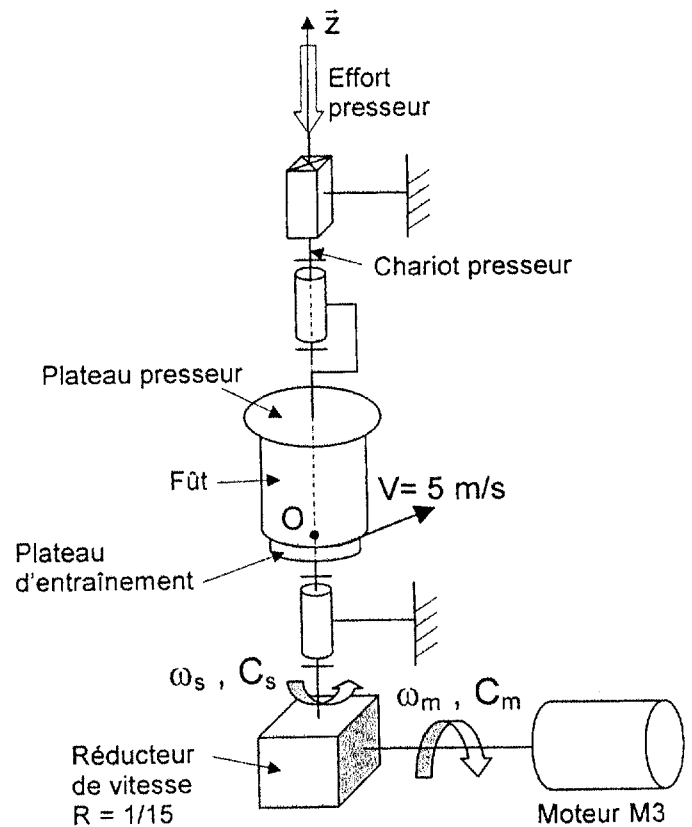
La transmission de puissance du plateau d'entraînement au fond du fût s'effectue par adhérence, l'effort presseur étant fourni par le vérin presseur.

L'axe (O, \vec{z}) est l'axe de rotation de l'ensemble plateau presseur + fût + plateau d'entraînement.

La transmission de puissance du moteur M3 au plateau d'entraînement s'effectue par un réducteur de rapport $R = 1/15$.

L'arbre d'entrée du réducteur est lié à l'arbre moteur.

L'arbre de sortie du réducteur est lié au plateau d'entraînement.



C1-Détermination de la vitesse de rotation du moteur.

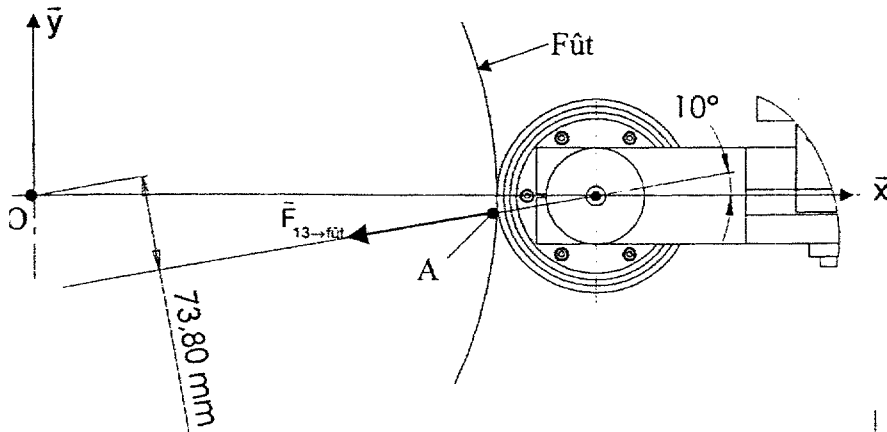
Afin d'avoir une qualité optimale de sertissage, la vitesse tangentielle des fûts doit conserver une valeur $V = 5 \text{ m/s}$ quelque soit leur diamètre.

C11-Calculer la vitesse angulaire ω_s (rad/s) et la vitesse de rotation N_s (tr/min) de l'arbre de sortie du réducteur, la nouvelle série de fûts ayant un diamètre $D = 700 \text{ mm}$

C12-Calculer la vitesse angulaire ω_m (rad/s) et la vitesse de rotation N_m (tr/min) du moteur.

C2-Détermination du couple de sortie du réducteur en phase sertissage.

Pendant cette phase la vitesse de rotation des fûts est constante et une seule des molettes agit sur le fond du fût.



Effort de sertissage :

Lors du sertissage du fond de fût sur le flanc, l'effort de sertissage

$\vec{F}_{13 \rightarrow \text{fût}}$ (Effort de la molette 13 sur le fût) est l'opposé de l'effort $\vec{F}_{\text{fût} \rightarrow 13}$ défini à la partie A2.

Action de la molette 13 sur le fût : $\vec{F}_{13 \rightarrow \text{fût}}$ appliquée en A de norme 6000 N.

Coordonnées du point A dans le repère $(0, \bar{x}, \bar{y}, \bar{z})$:

$$\begin{array}{l|l} 350 \\ A & -13,2 \\ & 0 \end{array} \quad (\text{Unités : mm})$$

Hypothèses :

On néglige les frottements dans les liaisons.

On néglige la pesanteur.

C21-Calculer, par la méthode de votre choix, le moment de $\vec{F}_{13 \rightarrow \text{fût}}$ au point O.

C22-En déduire le couple de sortie du réducteur C_S transmis à l'ensemble plateau presseur + fût + plateau d'entraînement pendant la phase de sertissage.

C3-Détermination du couple de sortie du réducteur en phase de démarrage.

Pour respecter la cadence de production, les fûts doivent atteindre leur vitesse de rotation nominale N_S calculée à la question C11 en 0,5 s.

Quelque soit le résultat trouvé à la question C11 ou en cas de non-résolution de cette question, vous prendrez : $N_S = 135 \text{ tr/min}$

Pendant la phase de démarrage, il n'y a pas d'action des molettes sur le fût.

Moments d'inertie.

Le moment d'inertie de l'ensemble plateau presseur + fût + plateau d'entraînement par rapport à l'axe $(0, \bar{z})$ vaut :

$$I = 5,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$

C31- Calculer l'accélération angulaire $\dot{\omega}$ de l'ensemble plateau presseur + fût + plateau d'entraînement pendant la phase de démarrage.

C32-Calculer le couple de sortie du réducteur C_S transmis à l'ensemble plateau presseur + fût + plateau d'entraînement pendant la phase de démarrage.

C4-Vérification du moteur.

Données :

Moteur : Moteur asynchrone triphasé : 11kW - 230/400V - 39/22,5A - 50Hz - 2830 tr/min

Rendement du réducteur : $\eta_r = 0,9$

On néglige l'inertie du moteur et du réducteur.

Quelque soit les résultats trouvés aux questions C11, C12, C22, C32 ou en cas de non-résolution de ces questions, vous prendrez pour valeurs :

-pour la question C11 : $N_S = 135 \text{ tr/min}$

-pour la question C22 : $C_S = 440 \text{ N.m}$

-pour la question C12 : $N_M = 2025 \text{ tr/min}$

-pour la question C32 : $C_S = 155 \text{ N.m}$

C41-Calculer la puissance maximale P_S en sortie de réducteur pour :

a-la phase de sertissage.

b-la phase de démarrage.

C42-Calculer la puissance maximale P_M fournie par le moteur et le couple maximal C_M fourni par le moteur.

C43-Le moteur convient-il ? Justifier en vérifiant si ses caractéristiques de vitesse , couple et puissance sont suffisantes.

D-Choix du variateur de vitesse du plateau d'entraînement. (Répondre sur copie)

Suite à la mise en place d'un nouveau modèle de diamètre 700mm, on veut vérifier les nouveaux paramètres de réglage du variateur de vitesse du plateau nécessaire pour conserver une vitesse tangentielle de 5 m/s.

Le schéma de l'installation est donné ci-contre.

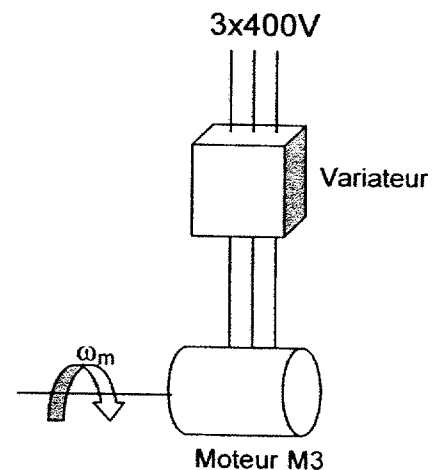
Données :

Moteur asynchrone triphasé :

11kW - 230/400V - 39/22,5A - 50Hz - 2830 tr/min.

Réseau : 3x400V

Variateur : Movitrac 07-A Référence : 827 256 5

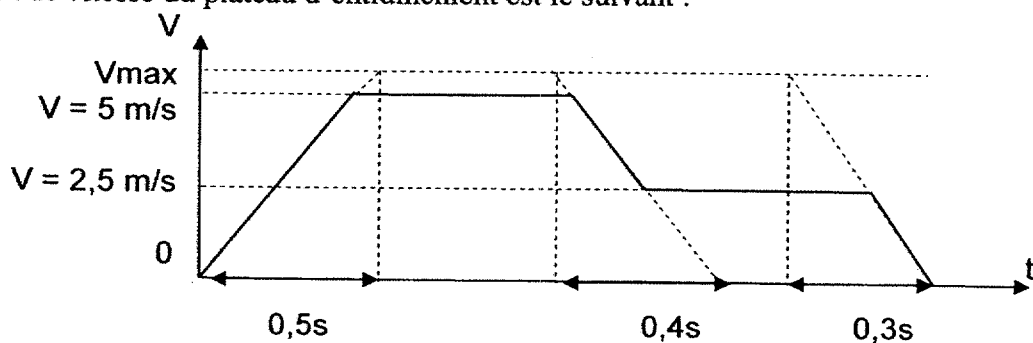


D1-Déterminer le courant nominal I_n absorbé par le moteur.

D2-Donner la vitesse de synchronisme du moteur, puis calculer son nombre de paire de pôles p.

D3-Justifier le choix du variateur pour un fonctionnement à charge constante (voir DT9).

Le profil optimal de vitesse du plateau d'entraînement est le suivant :



D4- Rechercher à partir du profil de vitesse ci-dessus, les valeurs de réglage des paramètres suivants du variateur (voir DT10 à 12).

130/140, 131/141, 136/146, 300/310, 301/311

Nota : Les temps des rampes paramétrées correspondent à des temps compris entre la vitesse nulle et la vitesse maximum (V_{max}). Dans notre cas, $n_{min} = 0$ et $n_{start-stop} = 0$.

D5-La consigne de vitesse étant un signal analogique unipolaire 0-10V raccordé sur les bornes X10-2 et X10-4 permettant de varier la vitesse du moteur jusqu'à N_{max} , donner les valeurs des paramètres suivants (voir DT10 à 11): 100 , 101 , 112.

D6-Sachant que la vitesse doit varier de 0 à 3000 tr/min, donner la valeur de la consigne analogique qui permettra d'obtenir une vitesse tangentielle de 5m/s. (Quelque soit le résultat trouvé à la partie C1, vous prendrez pour vitesse du moteur 2025 tr/min pour une vitesse tangentielle de 5 m/s)

Examen ou concours Série* :
 Spécialité/option :
 Repère de l'épreuve :
 Épreuve/sous-épreuve :
 (Préciser, s'il y a lieu, le sujet choisi)

Numérotez chaque page (dans le cadre en bas de la page) et placez les feuilles intercalaires dans le bon sens.

Note : 20

Appréciation du correcteur (uniquement s'il s'agit d'un examen) :

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

A11- Tableau des liaisons .

Liaison	Degrés de liberté	Nom de la liaison
classe bâti / classe vis de manœuvre	Tx = Rx = Ty = Ry = Tz = Rz =	
classe vis de manœuvre / classe chariot	Tx = Rx = Ty = Ry = Tz = Rz = Particularité :	
classe chariot / classe bâti	Tx = Rx = Ty = Ry = Tz = Rz =	
classe coulisseau molette / classe chariot	Tx = Rx = Ty = Ry = Tz = Rz =	
classe molette / classe coulisseau molette	Tx = Rx = Ty = Ry = Tz = Rz =	

A12- Schéma cinématique d'une unité linéaire.

