Automne 2017

Final

Durée: 1h30

Document autorisé:

Une page recto verso manuscrite autorisée.

Les documents DR1 à DR6 sont à rendre en fin d'épreuve.

Notation des différentes parties :

- 1.1 : **6** points
- 1.2 : montage M1 : 4 points ; montage M2 : 6 points
- 1.3 : 4 points

Etude d'un treuil de halage

Le dessin d'ensemble (constitué des deux formats A4 : voir les pages 13 et 14) représente un treuil de halage utilisé dans la marine.

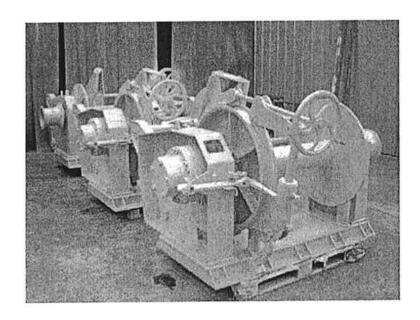
Son arbre d'entrée (5) peut être entraîné par un moteur thermique ou électrique.

Le tambour d'enroulement (3) reçoit un câble de diamètre 5 mm simplement enroulé, sans fixation (pas d'utilisation en levage) pour un effort maxi de 5000 N.

Par une action sur le levier (16) – vue suivant K – on peut solidariser en rotation ou désolidariser l'arbre d'entrée (5) et le tambour (3). Le système utilisé, grâce à la forme des crabots – vue suivant G – et au ressort (14) fait aussi office de limiteur de couple.

Par action sur le levier (21) – vue suivant H – on peut freiner ou laisser libre en rotation le tambour (3). Le frein est du type à sangle.

Le réducteur à engrenages à dentures hélicoïdales, placé dans une enceinte étanche, est lubrifié à la graisse.



1	1	Carter		
2	1	Couvercle de carter		
3	1	Tambour		Diamètre d'enroulement
				$\Phi = 125 \text{ mm}$
4	1	Couvercle de tambour		
5	1	Arbre d'entrée		
6	1	Douille à crabot		a construction of the second s
7	1	Pignon d'entrée		$z_7 = 16$ dents
8	1	Roue dentée		z ₈ = 63 dents
9	1	Pignon arbrè		$z_9 = 20$ dents
10	1	Arbre intermédiaire		
11	1	Couronne dentée		z ₁₁ = 99 dents
12	1	Joint d'étanchéité		
13	1	Plaque de butée		
14	1	Ressort		
15	1	Rondelle d'appui du ressort		
1.6	1	Levier de débrayage		
17	1	Moyeu de levier de débrayage		
18	1	Rondelle d'arrêt		
19	1	Plaque d'arrêt		
20	1	Axe de commande de débrayage		
21	1	Levier de frein		
22	1	Biellette		
23	1	Etrier mobile		
24	1	Etrier fixe		
25	1	Axe d'arrêt du frein		
26	1	Sangle de frein e = 0.8 mm		Liaison avec 23 et 24 par rivets
27	1	Garniture de friction e = 4 mm		Liaison avec 26 par rivets
28	1	Axe épaulé		
29	1	Plaque de butée de pignon d'entrée		Serrée sur 7
Rep	Nb	Désignation	Matière	Observations

1- Etude de la liaison pivot $(S_1 - S_3)$ entre le carter (1) et le tambour (3)

On se propose d'étudier deux types de montages de roulements pour réaliser cette liaison pivot.

Déterminer les efforts supportés par chacun des deux composants de centres A et B
 On isole l'ensemble E = Tambour (3) + Couronne (11)
 On note :

$$\begin{cases} T_{1 \to E_{(A)}} \\ A_{,(\vec{x}\vec{y}\vec{z})} \end{cases} = \begin{cases} \begin{vmatrix} ||\vec{X}_A|| & 0 \\ ||\vec{Y}_A|| & 0 \\ ||\vec{Z}_A|| & 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} T_{1 \to E_{(B)}} \\ B_{,(\vec{x}\vec{y}\vec{z})} \end{cases} = \begin{cases} 0 & 0 \\ ||\vec{Y}_B|| & 0 \\ ||\vec{Z}_B|| & 0 \end{cases}$$

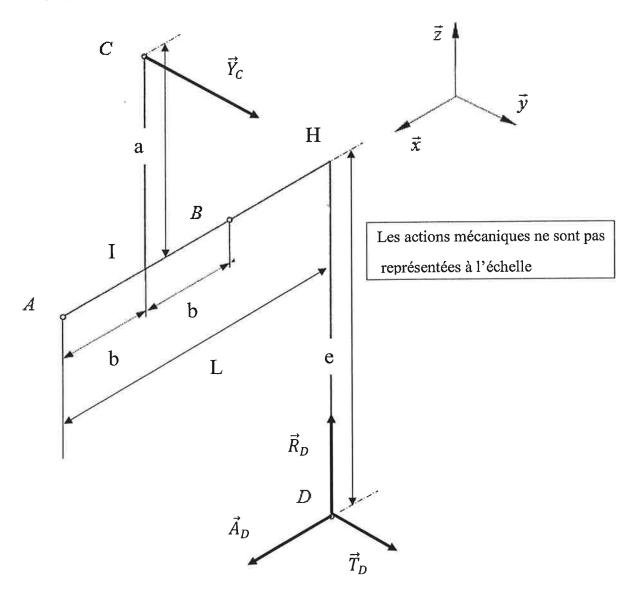
$$\{ T_{2 \to E_{(B)}} \}_{D,(\vec{x}\vec{y}\vec{z})} = \begin{cases} 0 & 0 \\ ||\vec{Y}_B|| & 0 \\ ||\vec{Z}_B|| & 0 \end{cases}$$

$$\{ T_{2 \to E_{(B)}} \}_{D,(\vec{x}\vec{y}\vec{z})} = \begin{cases} 0 & 0 \\ ||\vec{X}_B|| & 0 \\ ||\vec{T}_B|| & 0 \\ ||\vec{R}_B|| & 0 \end{cases}$$

Pour rappel:

avec:
$$A = T \tan \beta$$
 et $R = T \frac{\tan \alpha}{\cos \beta}$
 $\alpha = 20^{\circ}$ et $\beta = 30^{\circ}$

Paramétrage:



Afin de vous aider dans votre démarche, compléter les torseurs suivants :

$$\left\{T_{1 \to E(B)}\right\}_{A, (\vec{x} \vec{y} \vec{z})} = \left\{ \begin{matrix} 0 \\ \|\vec{Y}_B\| \\ \|\vec{Z}_B\| \end{matrix} \right\} \qquad \left\{T_{C\hat{a}ble \to E}\right\}_{A, (\vec{x} \vec{y} \vec{z})} = \left\{ \begin{matrix} 0 \\ \|\vec{Y}_C\| \\ 0 \end{matrix} \right\}$$

$$\{T_{9\to E}\}_{A,(\vec{x}\vec{y}\vec{z})} = \begin{cases} \|\vec{A}_D\| \\ \|\vec{T}_D\| \\ \|\vec{R}_D\| \end{cases}$$

Ecrire le PFS, soit:

$$\left\{T_{1\to E_{(A)}}\right\}_{A,(\vec{x}\vec{y}\vec{z})} + \left\{T_{1\to E_{(B)}}\right\}_{A,(\vec{x}\vec{y}\vec{z})} + \left\{T_{C\hat{a}ble\to E}\right\}_{A,(\vec{x}\vec{y}\vec{z})} + \left\{T_{9\to E}\right\}_{A,(\vec{x}\vec{y}\vec{z})} = 0$$

En déduire les 6 équations scalaires littérales, les écrire ci-après :

(1)		_
-----	--	---

Application numérique : a = 65 mm ; b = 30 mm ; L = 95 mm ; e = 110 mm $\|\vec{Y}_C\| = 5000 \text{ N}$

Déterminer dans l'ordre:

 $\left\|\vec{T}_{D}\right\|,\left\|\vec{A}_{D}\right\|,\left\|\vec{R}_{D}\right\|\;puis\;\left\|\vec{Y}_{B}\right\|,\left\|\vec{Y}_{A}\right\|,\left\|\vec{Z}_{B}\right\|,\left\|\vec{Z}_{A}\right\|\;et\;enfin\;\left\|\vec{X}_{A}\right\|.$

$$\|\vec{T}_D\| = N; \|\vec{A}_D\| = N; \|\vec{R}_D\| = N;$$

$$\|\vec{Y}_B\| = N; \|\vec{Y}_A\| = N; \|\vec{Z}_B\| = N; \|\vec{Z}_A\| = N;$$

$$\|\vec{X}_A\| = N;$$

 $|X_A|| = N;$ NOM: DR1

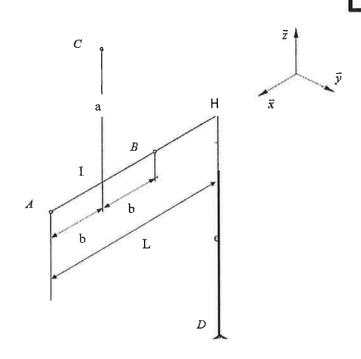
Compléter alors numériquement les torseurs ci-après :

$$\left\{ T_{1 \to E(A)} \right\}_{A, (\vec{x} \vec{y} \vec{z})} = \left\{ \begin{array}{c} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right\} \qquad \left\{ T_{1 \to E(B)} \right\}_{B, (\vec{x} \vec{y} \vec{z})} = \left\{ \begin{array}{c} 0 & 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right\}$$

$$\left\{ T_{C\hat{a}ble \to E} \right\}_{C, (\vec{x} \vec{y} \vec{z})} = \left\{ \begin{array}{c} 0 & 0 \\ 5000 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \right\} \qquad \left\{ T_{9 \to E} \right\}_{D, (\vec{x} \vec{y} \vec{z})} = \left\{ \begin{array}{c} 0 & 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{array} \right\}$$

Les dessiner sur le schéma ci-dessous :

Echelle à respecter :



NOM:

*) Calculer les composantes radiales F_{RA} et F_{RB} supportées par les composants de centres A et B

$$F_{RA} = N \quad et \quad F_{RB} = N$$

*) Rappeler l'intensité ainsi que le sens de la charge axiale A supportée par l'ensemble (E)

$$A = N$$
 sens:

Pour la question 12, dans laquelle on retient des roulements pour les montages M_1 et M_2 , on prendra impérativement :

 $F_{RA} = 2450 \text{ N}, F_{RB} = 7000 \text{ N} \text{ et } A = 1700 \text{ N} \text{ dirigée de B vers A}.$

12- Calcul de la durée de vie des roulements Rlt A et Rlt B On se propose d'étudier deux montages différents :

Montage M₁ :

- Roulement Rlt A: référence 6212: C = 52 kN, C₀ = 36 kN
- Roulement Rlt B: référence 6014 : C = 36 kN, $C_0 = 28,5$ kN

deux roulements à une rangée de billes à contact radial

*) Calculer la durée de vie L_{10-A} du roulement Rlt A

Fa/Co =

Fa/Fr =

P =

 $L_{10-B} =$

- $L_{10-A} = Mtr$
- *) Calculer la durée de vie L_{I0-B} du roulement Rlt B

 $L_{IO-B} = Mtr$

Roulement A:

Fa/Co =

e=

Y =

Fa/Fr =

P =

 $L_{10-A} =$

NOM:

Montage M_2 : Les roulements Rlt A et Rlt B sont des roulements à une rangée de billes à contact oblique référence 7212 montés à centres de poussées éloignés.

$$C = 56 \text{ kN et } C_0 = 44,5 \text{ kN}$$

$$P = F_R \qquad si \frac{F_A}{F_R} \le 1,14$$

$$P = 0,35F_R + 0,57F_A \qquad si \frac{F_A}{F_R} > 1,14$$

*) Identifier les roulements Rlt1 et Rlt2
Compléter le schéma des charges axiales

Α	В

	Indice du Rh
Rlt A	
Rlt B	

*) Calculer les charges axiales induites RQ_{AI} et RQ_{A2}

	Expression littérale	Valeur numérique (N)
RQ_{AI}		
no.		
RQ_{A2}		

*) Calculer les charges axiales F_{AI} et F_{A2}

Hypothèse de comportement

Hypothèse	F_{RI}	F_{R2}	
retenue	$\frac{A}{2Y}$	2Y	

NOM:

En déduire les charges axiales

	Expression littérale	Valeur numérique (N)
F_{AI}		
F_{A2}		

*) Calculer les charges dynamiques équivalentes P_I et P_2

	Expression littérale	Valeur numérique (N)
P_I		
P_2		

*) Calculer les durées de vie L_{10-1} et L_{10-2}

	Expression littérale	Valeur numérique (Mtr)
L_{10-1}		
L_{10-2}		

Γ	OM	
• '	O 111	

- 13- Ajustements proposés pour le montage M_1 des roulements Rlt A et Rlt B
 - Quelle est la bague des roulements qui est montée serrée et quelle est celle qui est montée libre :

*	bague extérieure :	_
	0	

* bague intérieure :

Proposer et inscrire dans les cadres prévus sur le dessin ci-dessous, les ajustements pour chacune des bagues

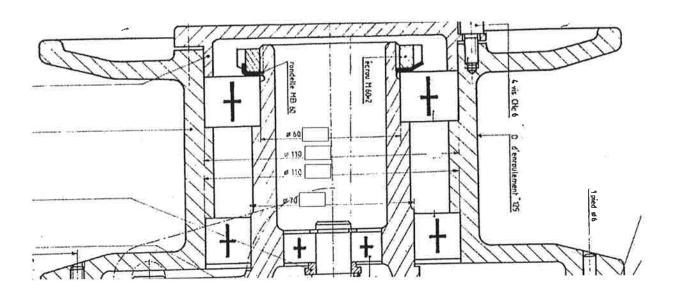
* bague extérieure Rlt A:

* bague extérieure Rlt B:

* bague intérieure Rlt A :

* bague intérieure Rlt B:

C _A /P _A =	: conclusion : .	**************************************
C _B /P _B =	: conclusion : .	



NOM:

ROULEMENTS A BILLES A CONTACT RADIAL

$\frac{F_A}{C_0}$	х	Y	e	
0,014		2,30	0,19	
0,028		1,99	0,22	
0,056		1,71	0,26	
0,084	0,56	1,55	0,28	
0,11		1,45	0,30	
0,17		1,31	0,34	
0,28		1,15	0,38	
0,42		1,04	0,42	
0,56		1,00	0,44	

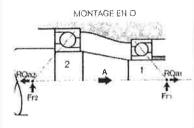
$$\ln(e) = 0.2329 \times \ln\left(\frac{F_A}{C_0}\right) - 0.6776$$

$$Y = \frac{0.44}{e}$$

AJUSTEMENTS RECOMMANDES POUR LES ROULEMENTS

ARBRES				LOGEMENTS			
Bague libre sur sa portée	g 6	Roues Débattement axial exigé (dilatation, réglage).	Direction de la ci fixe par rapport bague int	àta	M 7.	Poulies folles Galets tendeurs Roues	
Cas général	16	Poutle folle Galet tendeur		Très fortes charges Fortes charges avec choc C P < 5	N 7	Matériel l'erroviaire Gros roulements à rouleaux	
Charges normales $\frac{C}{P} > 5$	j8/k8	Pelits moteurs électriques, broches. Broches mach-outils. Pompes. Ventilateurs. Moteurs moyens. Réducteurs de vitesse.	Direction de la cilixe par rapport bague extérier	àla	37	Moleurs électriques de moyenne puissance. Poulies, broches de machines-ouills, Transmissions. Applications générales.	
Charges élevées C < 5	m8/p8	Moteurs de traction, Gros réducteurs. Matériel ferroviaire ou de travaux publics		Bague libre sur sa portée.	H7	Débattement axial exigé (dilatation ou réglage).	
	Gros compresseurs.		Roulements à rouleaux cylindriques et coniques.	M78 P7			
Charges purement axiales	16	Roulements at a butées.	Autres cas	Charges purement axiales.	Н7	Roulements et butées.	
Manchons de serrage.	h 9	Transmissions. Matériel agricole.	- 100 ma 60a				

Arbre monté sur deux roulements à billes à contact oblique



MONTAGE EN X

1 ROW ROW 2

Fri Fre

Charges sur les roulements à contact oblique

Arbre monté sur deux roulements à rouleaux coniques

MONTAGEEN O

DONTAGE EVO

Roulements à billes à contact oblique ou roulements à rouleaux coniques

L'équilibre axial de l'arbre dépend non seulement des efforts extérieurs à celui-ci (Fr₁, Fr₂ et A) mais aussi des *forces induites* par les charges radiales appliquées sur chaque roulement.

La force induite par chacun des roulements tend à séparer la bague intérieure de la bague extérieure. Cette force se comporte vis-à-vis du roulement antagoniste comme une force axiale supplémentaire.

L'équilibre axial de l'arbre est assuré lorsqu'il y a équilibre du système composé des trois forces :

- A = force axiale extérieure,
- o RQ_{al} = force induite par le roulement (1)
- o RQ_{s2} = force induite par le roulement (2)

On démontre que la force induite d'un roulement à contact oblique qui fonctionne avec jeu nul (ou presque nul) a une valeur déterminée sensiblement égale à $\frac{F}{r}$ d'où :

On applique la règle suivante :

Indice 1 : roulement dont la force induite a le sens de la force axiale extérieure A.

 P_1 = charge dynamique équivalente du roulement (1)

P₂ = charge dynamique équivalente du roulement (2)

O Si $A + \frac{F_{r1}}{2Y_1} > \frac{F_{r2}}{2Y_2}$, le roulement (1) fonctionne avec du jeu

Donc
$$P_1 = F_{r1}$$
 et $F_{a2} = A + \frac{F_{r1}}{2Y_1}$ d'où:
 $P_2 = F_{r2}$ si $\frac{F_{a2}}{F_{r2}} \le \varepsilon$

$$P_2 = X \cdot F_{r2} + Y_2 \cdot F_{a2} \quad st \; \frac{F_{a2}}{F_{r2}} > \epsilon$$

0 Si $A + \frac{F_{r1}}{2Y_1} < \frac{F_{r2}}{2Y_2}$, le roulement (2) fonctionne avec

du jeu

Donc
$$P_2 = F_{r2}$$
 et $F_{a1} = \frac{F_{r2}}{2Y_2} - A$ d'où:

$$P_1 = F_{r1} \quad si \ \frac{F_{a1}}{F_{r1}} \le e$$

$$P_1 = X \cdot F_{r1} + Y_1 \cdot F_{a1} \quad si \; \frac{F_{a1}}{F_{r1}} > e$$

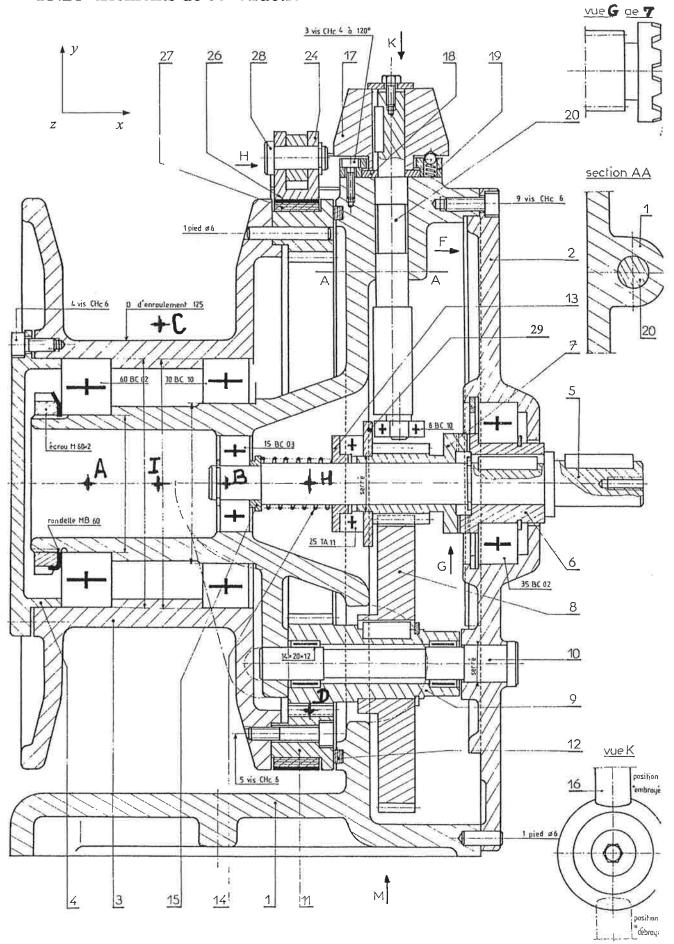
Pour les roulements à billes à contact oblique :

$$X = 0.35$$
 $Y = 0.57$ $e = 1.14$

Pour les roulements à rouleaux coniques :

X = 0,4 Y et e : voir tableau des caractéristiques

TN21- Eléments de construction



TN21- Eléments de construction

