

Dernière mise à jour	TD RdM	Denis DEFAUCHY
05/12/2015	Flexion	TD6

Etude des solides déformables globalement

TD6

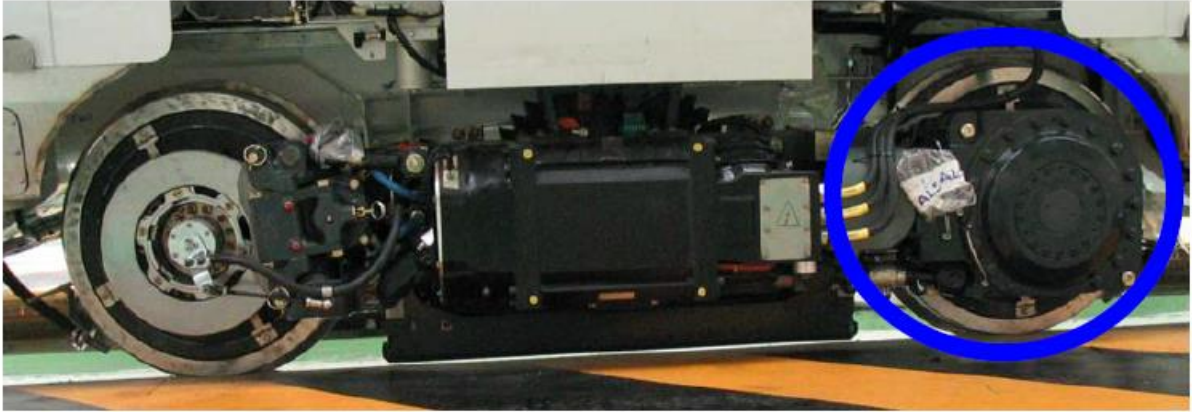
Flexion

Programme - Compétences		
B214	MODELISER	- Loi de déformation élastique linéaire.
B222	MODELISER	Modélisation des actions intérieures à un solide (torseur de cohésion) · Équations d'équilibre global et local ; · Modélisation du champ de contraintes locales ; · Champ des contraintes dans une section droite ;
C13	RESOUDRE	Contraintes · Relations entre contraintes et composantes du torseur de cohésion.
C14	RESOUDRE	· Déplacements des points de la ligne moyenne d'une poutre : - Lois de comportement.

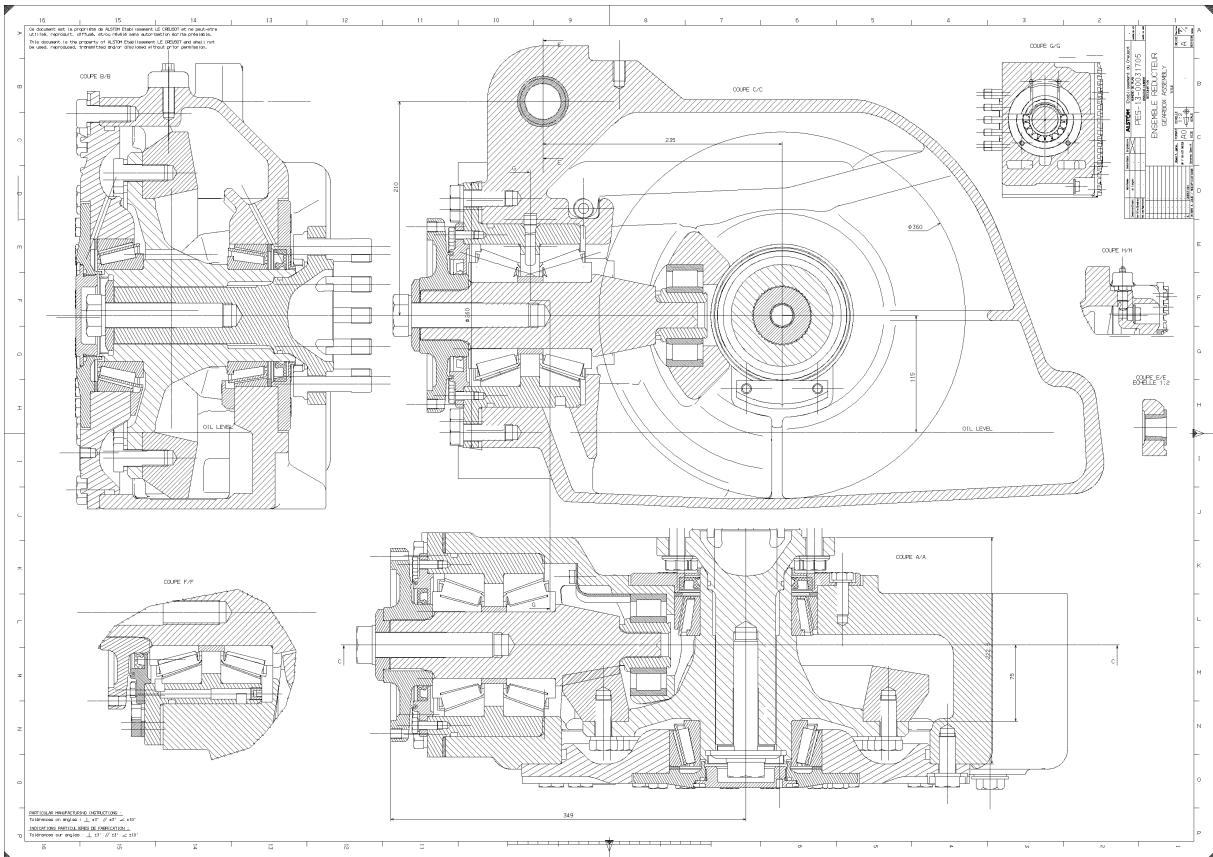
Dernière mise à jour	TD RdM	Denis DEFAUCHY
05/12/2015	Flexion	TD6

Exercice 1: Déformation d'un arbre sur deux roulements

Dans cette étude, nous nous intéressons au réducteur équipant les bogies moteurs des tramways Alstom étudié dans le chapitre d'analyse des mécanismes.

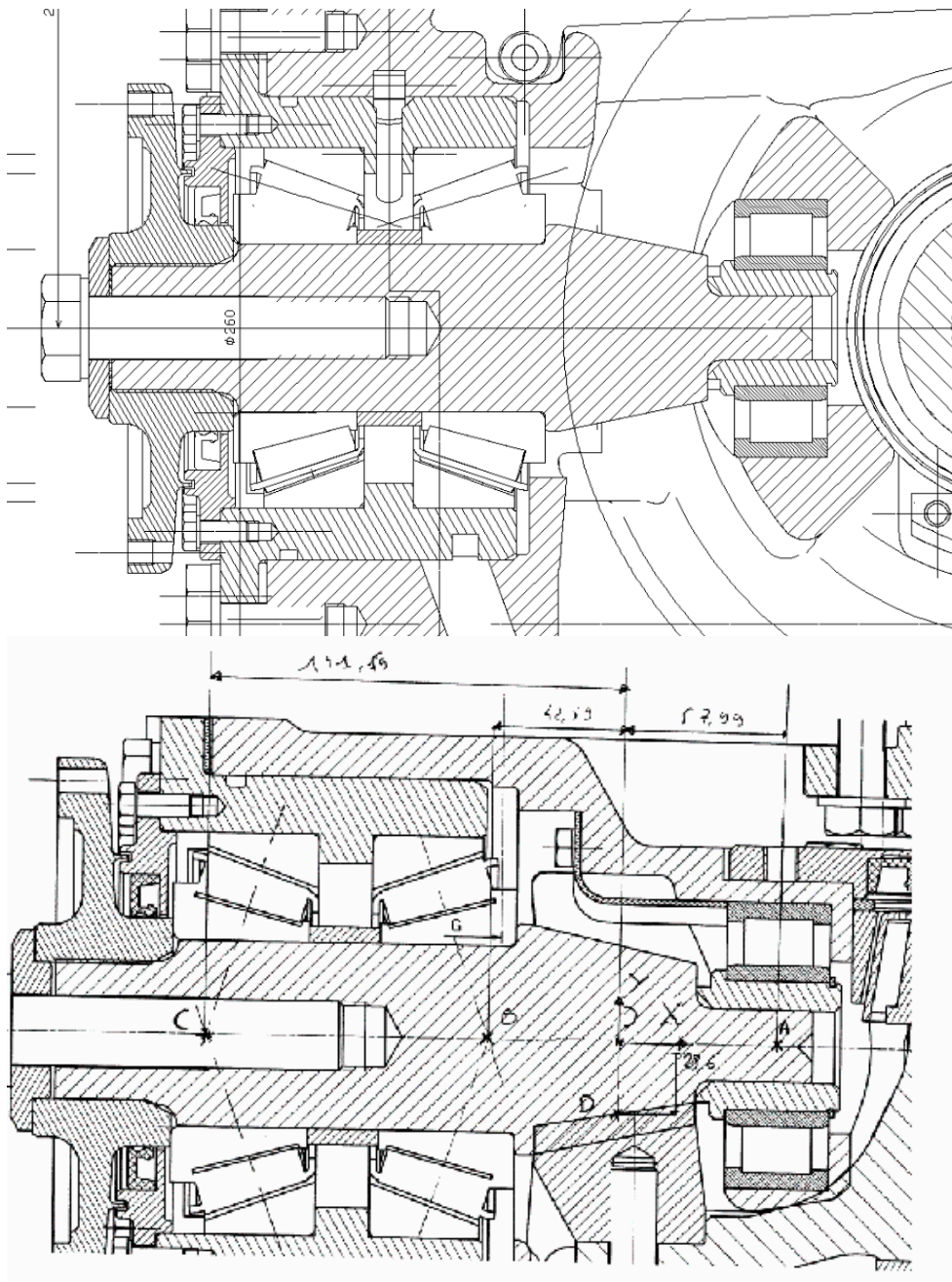


Le plan d'ensemble du réducteur est exposé ci-dessous.

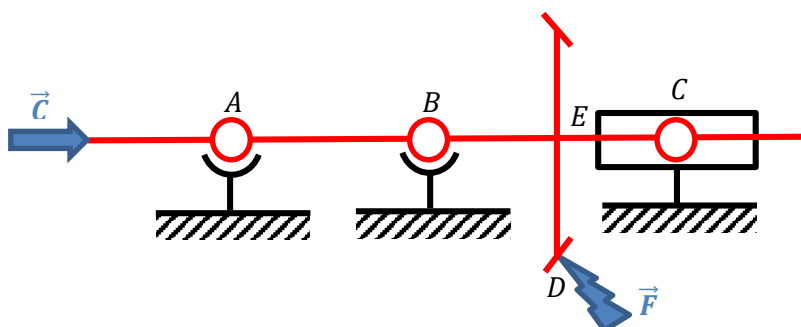


Dernière mise à jour 05/12/2015	TD RdM Flexion	Denis DEFAUCHY TD6
------------------------------------	-------------------	-----------------------

Notre étude se focalise sur le montage de l'arbre d'entrée guidé en rotation par rapport au carter à l'aide de 3 roulements.



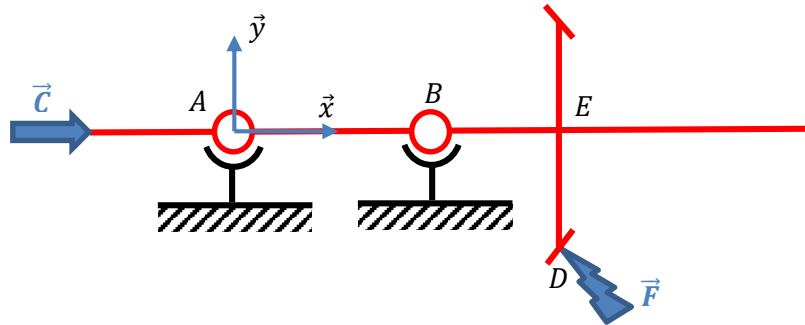
Le guidage de l'arbre peut être modélisé à l'aide de deux rotules et une sphère cylindre :



Dernière mise à jour	TD RdM	Denis DEFAUCHY
05/12/2015	Flexion	TD6

Nous allons quantifier le déplacement du point de contact de l'engrenage D en considérant le roulement à rouleaux cylindriques absent. Par la suite, nous étudierons le système hyperstatique composé des 3 liaisons à l'aide du logiciel « RDM Le Mans » et comparerons la déformation en D dans les 2 cas. Nous verrons alors l'intérêt de l'ajout du roulement en C dans le fonctionnement du réducteur.

Le modèle étudié est donc le suivant :



$$AB = a = 106 \text{ mm} - BE = b = 42.59 \text{ mm} - ED = R = 28.6 \text{ mm}$$

$$a + b = l$$

Pour simplifier l'étude, nous considérerons que l'arbre a une section constante de diamètre

$$d = 2r = 65 \text{ mm}$$

De même, on néglige la déformation longitudinale de l'arbre et sa déformation en torsion.

L'arbre est en acier de module d'Young

$$E = 210 \text{ GPa}$$

Le couple moteur maximal en entrée de réducteur est de

$$C = -1160 \text{ Nm}$$

Les caractéristiques des dentures sont les suivantes

$$(\alpha = 22.5^\circ; \beta = 35^\circ; \delta = 10.56^\circ)$$

On donne :

$$F = 53593 \text{ N}$$

$$\{\mathcal{T}_{F \rightarrow \text{arbre}}\} = \begin{Bmatrix} F_x & 0 \\ F_y & 0 \\ F_z & 0 \end{Bmatrix}_D = \begin{Bmatrix} -24160 & 0 \\ 25366 & 0 \\ -40559 & 0 \end{Bmatrix}_D$$

Nous supposons que la roue dentée liée à l'arbre de sortie ne se déplace pas sous charge afin de simplifier la démarche (aucune déformation de l'arbre de sortie).

Le cahier des charges précise que le déplacement relatif du point de contact théorique entre les roues dentées ne doit pas excéder la valeur D_{max} afin de garantir de bonnes conditions de fonctionnement (bruit, usure).

$$D_{max} = 5 \mu\text{m}$$

Question 1: Déterminer les actions dans les roulements en A et B.

Question 2: Déterminer le torseur de cohésion le long de l'arbre.

Dernière mise à jour	TD RdM	Denis DEFAUCHY
05/12/2015	Flexion	TD6

Etant donnée la présence de sollicitations de flexion dans les directions \vec{y} et \vec{z} , nous décomposerons le problème en deux sous problèmes similaires. Pour cela, dans un tronçon i , que ce soit pour l'étude suivant y ou z , nous appellerons $f_i(x)$ l'équation de la déformée, M_{f_i} le moment fléchissant et I le moment quadratique associé.

Nous noterons :

- $M_{f_i}^y = A_i^y x + B_i^y$ le moment fléchissant correspondant la déformation suivant y , c'est-à-dire $M_{f_{i_z}}$
- $M_{f_i}^z = A_i^z x + B_i^z$ le moment fléchissant correspondant la déformation suivant z , c'est-à-dire $M_{f_{i_y}}$

Ce choix est volontaire, afin d'identifier immédiatement dans la suite les coefficients à prendre en compte selon la déformation étudiée.

Question 3: Compléter le tableau ci-dessous avec les valeurs numériques.

	Tronçon 1	Tronçon 2
$y(x)$	$A_1^y =$	$A_2^y =$
$M_{f_i}^y = A_i^y x + B_i^y$	$B_1^y =$	$B_2^y =$
$z(x)$	$A_1^z =$	$A_2^z =$
$M_{f_i}^z = A_i^z x + B_i^z$	$B_1^z =$	$B_2^z =$

Question 4: Déterminer la déformée suivant y ou z dans le tronçon 2 (au signe près) $f_2(x)$, de manière générale en fonction des coefficients A_i, B_i .

Question 5: En déduire la flèche de l'arbre en E suivant y et z .

Question 6: Déterminer la rotation de la section suivant y et z en E.

Question 7: En déduire le torseur des petits déplacements en E issu de la déformation de l'arbre uniquement par flexion.

Question 8: Déterminer le déplacement du point E suivant x issu de la traction compression de l'arbre.

Question 9: Justifier le fait que la torsion de l'arbre ne soit pas étudiée.

Question 10: Finalement, donner l'expression du déplacement du point D issu de la déformation en flexion de l'arbre.

Pour de bonnes conditions de fonctionnement de l'engrenage, ce déplacement ne doit pas excéder quelques microns.

Question 11: Les déplacements obtenus respectent-ils les critères du cahier des charges ?

Question 12: En déduire l'intérêt de la réalisation d'un montage hyperstatique comme dans la solution réelle.

Nous modéliserons l'arbre étudié dans ce TD en TP afin de retrouver ces résultats, puis vérifierons que le montage hyperstatique répond aux critères du cahier des charges.