

Dernière mise à jour	TP RdM	Denis DEFAUCHY
18/11/2015	Résistance des matériaux	TP 5

Travaux pratiques

Sciences Industrielles pour l'Ingénieur

Logiciel « RDM Le Mans »

Arbre ALSTOM guidé en rotation

A: Mise en situation

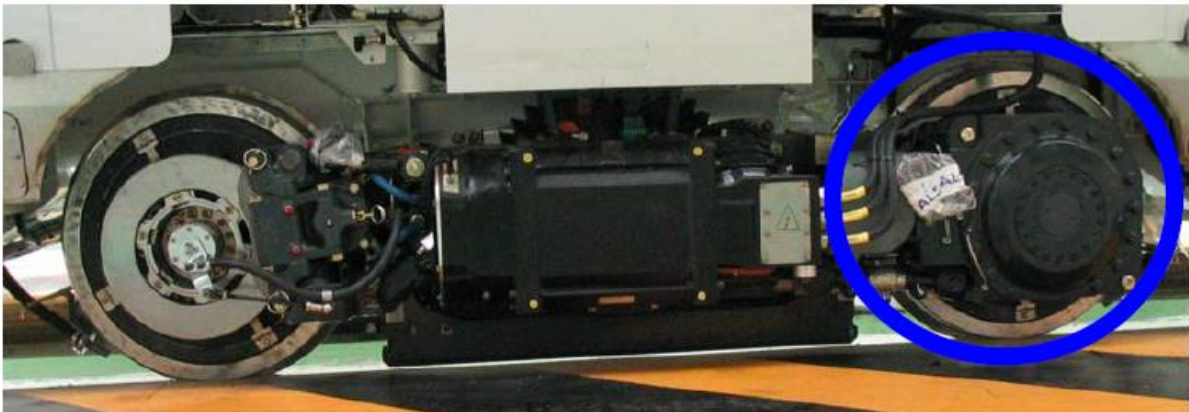
L'objectif de ce TP est d'utiliser le logiciel « RDM Le Mans » dans le but d'obtenir rapidement des résultats de Résistance Des Matériaux.

Vous disposez de la documentation relative au logiciel vous permettant de le prendre en main afin de mener votre travail de modélisation et de calcul. Cette documentation est téléchargeable en ligne à l'adresse :

<http://iut.univ-lemans.fr/ydlogi/documentation.html>

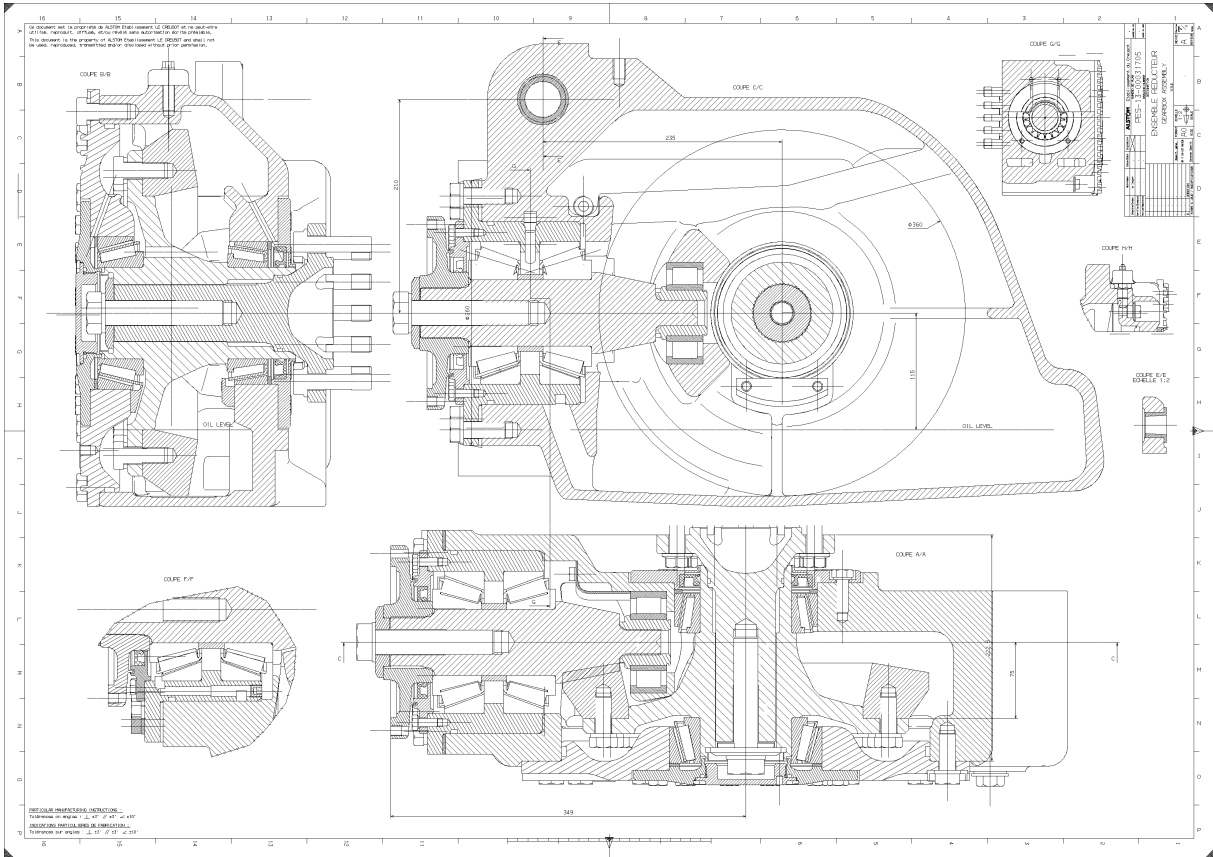
B: Contexte de l'étude

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



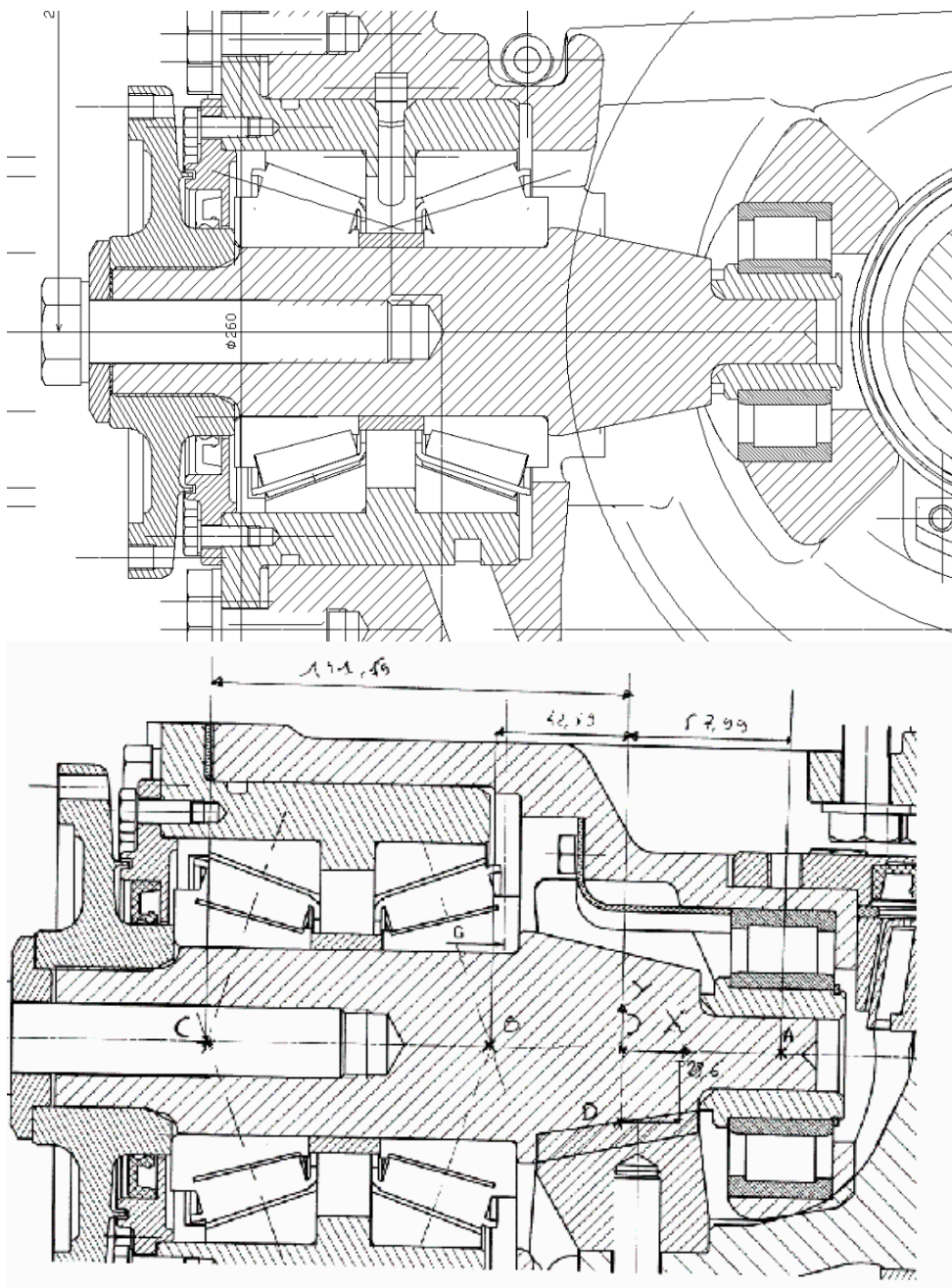
Le plan d'ensemble du réducteur est exposé ci-dessous.

Dernière mise à jour 18/11/2015	TP RdM Résistance des matériaux	Denis DEFAUCHY TP 5
------------------------------------	------------------------------------	------------------------

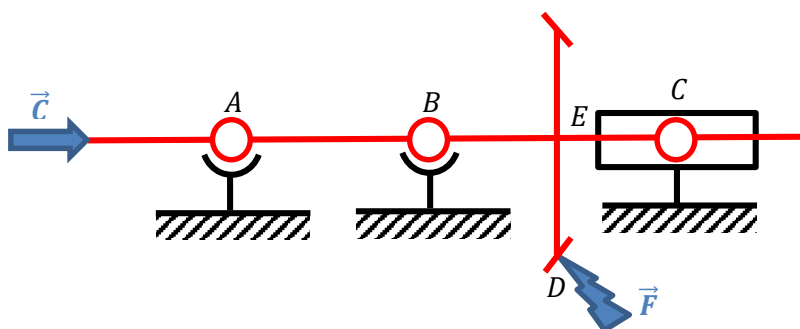


Dernière mise à jour 18/11/2015	TP RdM Résistance des matériaux	Denis DEFAUCHY TP 5
------------------------------------	------------------------------------	------------------------

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.



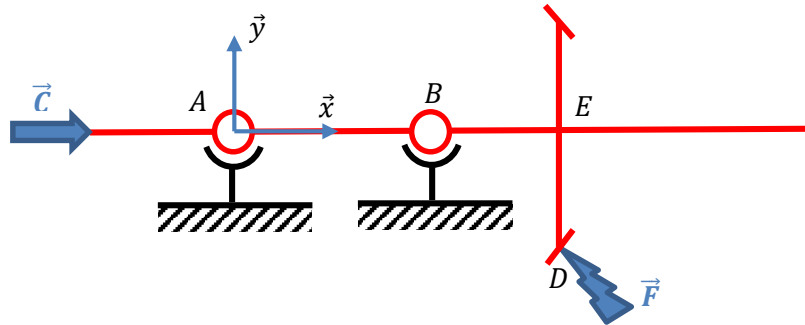
Le guidage de l'arbre peut être modélisé à l'aide de deux rotules et une sphère cylindre :



Dernière mise à jour	TP RdM	Denis DEFAUCHY
18/11/2015	Résistance des matériaux	TP 5

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 :

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

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

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).

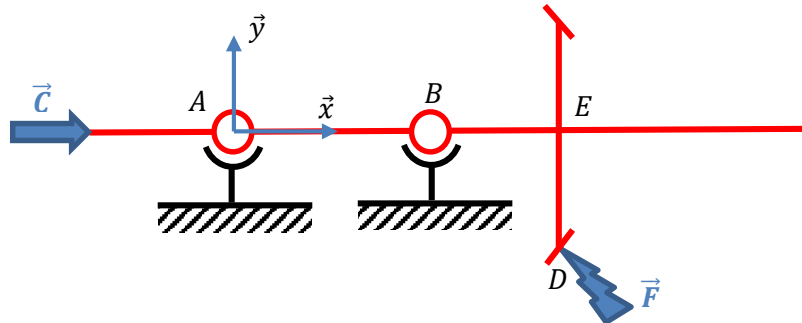
Le cahier des charges précise que le déplacement relatif du point de contact théorique entre les roues dentées ne doit pas excéder la valeur D_{max} afin de garantir de bonnes conditions de fonctionnement (bruit, usure).

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

Dernière mise à jour	TP RdM	Denis DEFAUCHY
18/11/2015	Résistance des matériaux	TP 5

C: Montage sur 2 roulements

Dans un premier temps, nous nous intéressons au comportement de l'arbre guidé par deux roulements en A et B.



Au cours d'un TD précédent, nous avons montré que le torseur des petits déplacements au point D s'exprime ainsi :

$$\begin{pmatrix} 0 & x(l) + R\theta_z \\ \theta_y & y(l) \\ \theta_z & z(l) \end{pmatrix}_D^B = \begin{pmatrix} 0 & -0,34 \cdot 10^{-6} \\ 0,00053 & 3,33 \cdot 10^{-6} \\ 0,00063 & -19,80 \cdot 10^{-6} \end{pmatrix}_D^B$$

Avec le déplacement global du point D valant :

$$D = \sqrt{R^2\theta_z^2 + y(l)^2 + z(l)^2} = 20,08 \mu m$$

Remarque : on a négligé la déformation en torsion qui ne fait que créer un décalage angulaire entre entrée et sortie.

Dernière mise à jour	TP RdM	Denis DEFAUCHY
18/11/2015	Résistance des matériaux	TP 5

Lancer le module « Ossatures » du logiciel « RDM Le Mans ».

Question 1: Mettre en place le modèle de l'arbre et de son guidage sur le logiciel.

La partie ED sera considérée indéformable, ce n'est pas une poutre. On choisit donc un module d'Young de 800 000 MPa (E max du logiciel). De même, on prendra une section circulaire de 10000 mm.

Le calcul du logiciel n'est possible que si tous les mouvements de l'arbre sont bloqués.

Question 2: Identifier le mouvement encore possible et proposer une condition limite adaptée permettant de s'affranchir de l'effet de la torsion sur le mouvement du point D.

Question 3: Est-il toujours nécessaire d'appliquer le couple sur l'arbre ?

Lancer le calcul avec le logiciel.

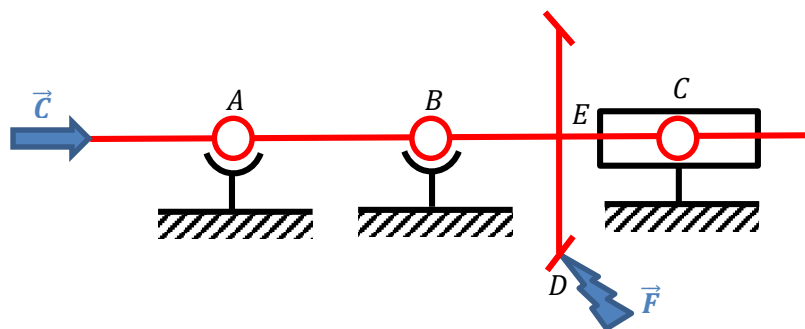
Question 4: Déterminer la norme des réactions dans chaque roulement. Est elle identique aux résultats obtenus en TD ?

Question 5: Comparer les valeurs de déplacement et rotations de D obtenus avec le logiciel et ceux que vous avez obtenus par le calcul.

Question 6: Conclure quant à la valeur des déplacements en D.

Question 7: Calculer les contraintes maximales normales et tangentielles dans l'arbre et les comparer aux valeurs obtenues sur le logiciel.

D: Montage sur 3 roulements



$$EC = 57,99 \text{ mm}$$

Question 1: Quel est le degré d'hyperstatisme de ce montage et en expliquer l'origine.

Question 2: Proposer une démarche de résolution permettant de déterminer le déplacement de D.

Question 3: Mettre en place le modèle de l'arbre sur le logiciel « RDM Le Mans ».

Question 4: Déterminer la norme des réactions dans les 3 roulements.

Question 5: Déterminer le déplacement du point D sur ce nouveau montage.

Question 6: Conclure sur ce déplacement vis-à-vis du cahier des charges.

Question 7: Que peut-on dire des charges dans les roulements avec la nouvelle solution.