

MECA0444 Conception Mécanique et Usinage

PROJET 3 DE CONCEPTION MECANIQUE

Le projet 3 propose de redimensionner la paire d'engrenages de l'étage de réduction final de la transmission de la locomotive de manœuvre considérée aux projets 1 et 2.

Alors que l'on a étudié l'arbre de l'essieu et ses roulements avec une motorisation standard, on souhaite maintenant choisir et dimensionner la paire d'engrenages pour s'adapter à de nouveaux moteurs Diesel. La puissance maximale est chaque fois obtenue à la vitesse de rotation $N=2200$ tr/min du moteur. La valeur de la puissance maximale P_{MAX} du nouveau moteur Diesel est la première valeur particulière de votre exercice. La puissance étant répartie entre l'essieu avant et l'essieu arrière qui sont tous les deux moteurs, la puissance P_{MAX} à considérer par essieu doit être divisée par deux !

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P _{MAX} (kW)	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245

La transmission hydrostatatique entre le moteur Diesel et les essieux est équivalente à une boîte de vitesses de rapport de réduction de $i=22,5 :1$ (Voir Figure 1).

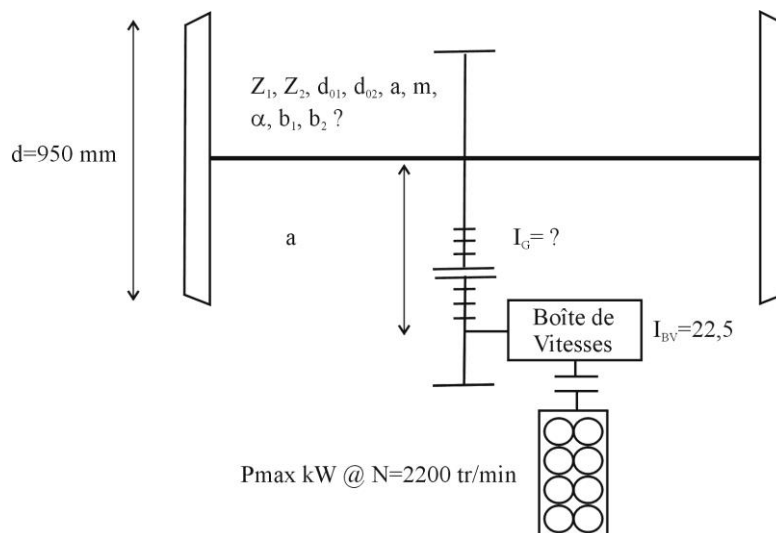


Figure 1 : Etage de réduction finale d'une transmission pour locomotive

Le choix du rapport de réduction final que l'on étudie dans le projet est choisi pour assurer un rapport de réduction global¹ tel que la vitesse maximale de la locomotive est de VMAX (en km/h) lorsque le moteur tourne à 2200 tr/min (vitesse de rotation maximale du moteur). Ce VMAX est la seconde donnée particulière de votre exercice. Le diamètre des roues est de 950 mm. Ces données vous permettent de déterminer un rapport de réduction idéal pour le système de réduction final constitué par les engrenages à dimensionner.

y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VMAX (km/h)	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5

On demande de réaliser le choix de la géométrie d'une paire d'engrenages à dentures droites² puis de vérifier leur résistance en utilisant la méthode AGMA. Pour ce design, aucune contrainte n'est imposée sur l'entraxe. On utilisera la technologie des pignons rapportés. On demande de déterminer également le matériau requis pour la fabrication des engrenages.

Pour ce troisième projet, on garde les mêmes valeurs individualisées qui ont été imposées lors des projets 1 et 2. Les autres données telles que les diamètres des arbres (DSER) seront celles que chacun aura calculées lors du projet 1³. On suppose pour l'instant que rien ne change de ce côté et que le dessin de l'arbre de l'essieu reste valable.

Les roues dentées sont frettées sur l'essieu (considérer l'hypothèse roue et pignon rapportés).

L'angle de pression reste normalisé $\alpha_0=20^\circ$. Lors de la sélection du nombre de dents sur le pignon et sur la roue, le rapport de réduction sera respecté avec une tolérance de +/- 3%.

La locomotive fonctionne 12 heures par jour et elle est conçue pour fonctionner au moins 25.000 heures. Le moteur est mené avec des chocs caractérisés, les démarrages sont rudes et fréquents et on travaille à pleine charge avec chocs violents.

Lors des choix à poser, on cherchera en priorité à diminuer le coût de fabrication : séries normalisées, arrondis des dimensions et angles visant à faciliter l'usinage, matériau le moins cher, réduction du volume de matière première...

Attendus du projet

En résumé, on demande de répondre aux questions suivantes :

- De déterminer les caractéristiques géométriques de la paire d'engrenages à denture droite transmettant la puissance nécessaire à la propulsion avec le rapport de réduction souhaité à la tolérance près (3%).
- Donner toutes les caractéristiques des dentures : le nombre de dents par roue Z_1, Z_2 , le module m , les diamètres primitifs d_{01}, d_{02} , le rapport de réduction $i_{\text{réel}}$, l'entraxe a , les largeurs b_1, b_2 .

¹ Le rapport de réduction global est le produit des deux rapports de réduction

² En réalité pour genre de réducteur, on devrait utiliser des dentures hélicoïdales pour réduire le bruit, les vibrations et l'usure, car le nombre de dents en prise est supérieur. Toutefois pour les besoins de ce cours d'introduction, on peut considérer des dentures droites.

³ Si vous avez un doute sur les valeurs de votre DSER, recalculiez-le avec la formule des arbres de manège et utilisez cette valeur de départ pour votre exercice.

- De vérifier la tenue à la pression de contact (pitting) et à la flexion des dentures en suivant la méthode AGMA. Aucune restriction n'existe sur l'entraxe.
- Sélectionner le matériau à utiliser pour les engrenages.

Le rapport doit contenir les éléments suivants :

1. Le rappel des données du problème (y compris celles calculées au cours du projet 1).
2. Les caractéristiques des dentures proposées : Z_1 , Z_2 , d_{01} , d_{02} , m , $i_{réel}$, a , b_1 , b_2 , l'angle de pression α_0 .
3. Un rapport clair et complet sur les calculs effectués
4. Une copie des tables et abaques utilisés après les avoir complétées.

Modalités

Le travail sera réalisé individuellement. Chaque étudiant conservera l'ensemble unique de valeurs qui lui a été assignée et qu'il/elle a utilisée lors des projets 1 & 2 et du projet 3.

Le travail sera remis sous forme électronique (pdf) sans faute pour le 30 avril 2021 à 23 :59 sur le site <https://cadxfem.org/upload/>. Les rapports manuscrits, écrits de manière soignée et lisible, puis scannés en pdf sont évidemment acceptés. On évitera les photos de mauvaise qualité. Les fichiers (éventuellement sous forme de zip) seront identifiés de la manière suivantes matricule_NOM_Prenom_Proj2. Par exemple s20201234_EINSTEIN_Albert_Proj2.

Tous les étudiants garderont soit une copie papier soit une copie pdf.

Pierre DUYSINX

Eric BECHET

Nayan LEVAUX

ANNEXE 1 : DONNES PERSONNALISEES

Rappel : Données particulières des projets 1 & 2

Masse suspendue de la locomotive = fonction de votre matricule : **avant dernier** digit m

Digit m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Masse M (tonnes)	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39

Effort de traction = fonction de votre matricule : **dernier** digit t

Digit t	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Effort T (kN)	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125

Nouveau : données particulières du projet 3

La valeur de la puissance maximale P_{MAX} (en kW) du moteur Diesel de la locomotive est donnée le quatrième chiffre avant la fin.

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
P _{MAX} (kW)	155	165	175	185	195	205	215	225	235	245

La puissance étant répartie entre l'essieu avant et l'essieu arrière qui sont tous les deux motorisés, la puissance P_{MAX} à considérer par essieu doit être divisée par deux !

La vitesse maximale de la locomotive V_{MAX} (en km/h) est donnée par le troisième chiffre avant la fin.

y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V _{MAX} (km/h)	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5

Exemple :

Supposons que l'on ait le matricule étudiant e.g. 20172563. Décomposons-le ainsi :

20172563 ↔ aaaa $xymt$

- aaaa=2017 (pas utilisé)
- x=2 (chiffre utile)
- y=5 (chiffre utile)
- m=6 (chiffre utile)
- t=3 (chiffre utile)

On reporte m et t dans les expressions et tables précédentes. Ici cela donne

- m=6 donne lieu à une masse suspendue de la locomotive de M=36000 kg.
- t=3 donne à une effort de traction de T=95 kN
- x=2 donne la puissance du nouveau moteur de la locomotive : P_{MAX}= 175 kW, soit 87,5 kW par essieu
- y=5 donne la vitesse d'avance à 2200 tr/min : V_{MAX} = 8,5 km/h

Ces données sont celles que vous devez utiliser et conserver durant tout votre projet.