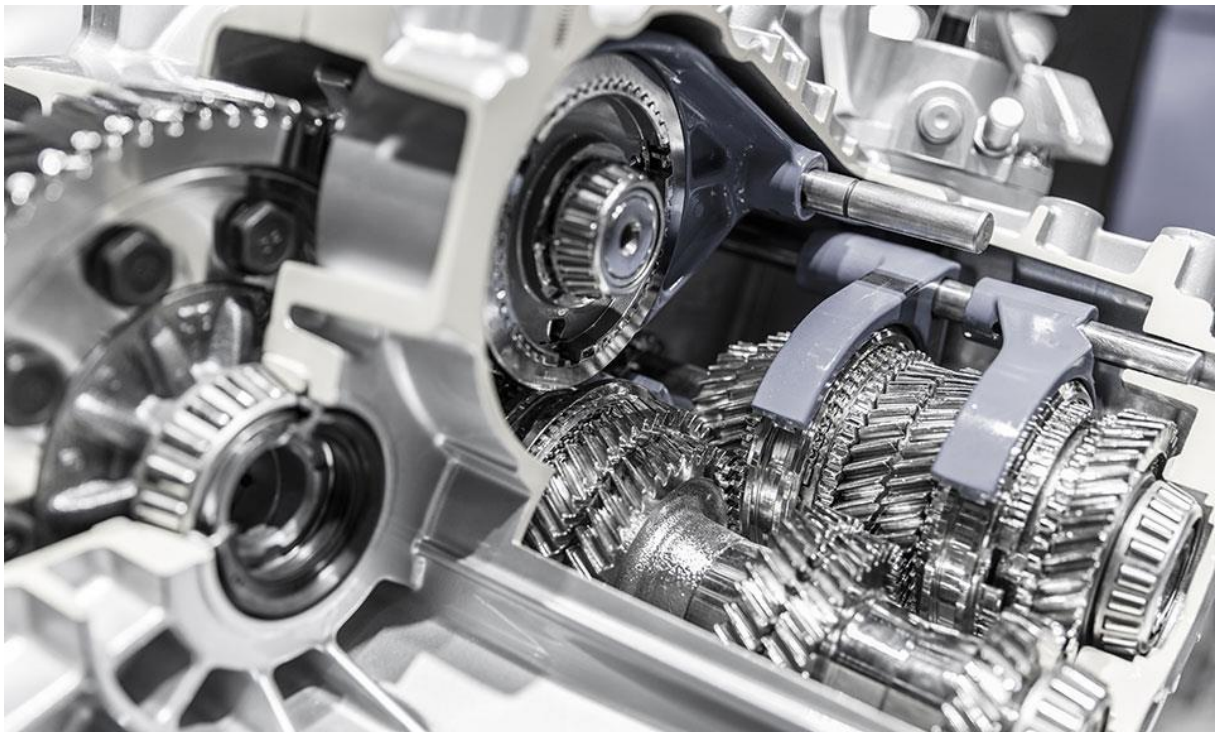


Transmission par engrenage : boîte de vitesse automobile

Objectifs

- Découvrir les exigences auxquelles répond une boîte de vitesses (« rôle »)
 - Découvrir le fonctionnement d'une boîte de vitesses
 - Calculer les différents rapports de réduction
-

Durée : 2h00



Préparation à faire chez soi avant la séance de TP

- Partie **1** à faire (partie théorique). Devra être rendue avec le compte rendu de TP. Ne pourra pas être abordée pendant la séance de TP.



Revoir les notions suivantes

- Notion de rapport de réduction
- Calcul d'un rapport de réduction
- Rapport de réduction de deux réducteurs en série
- Principe fondamental de la statique (PFS)

Vous disposez

- Du sujet
- D'une galerie de photo légendée
- Boite de vitesse automobile démontée
- Synchroniseur de boîte de vitesse démonté



Vous devez rendre

- Copie personnelle soignée répondant aux questions posées dans la partie 1. Les questions doivent être **CLAIREMENT** séparées (sauter au moins deux lignes et tracer un trait horizontal). Les résultats finaux doivent être encadrés.
- Dans la même copie : le développement de la partie 2.

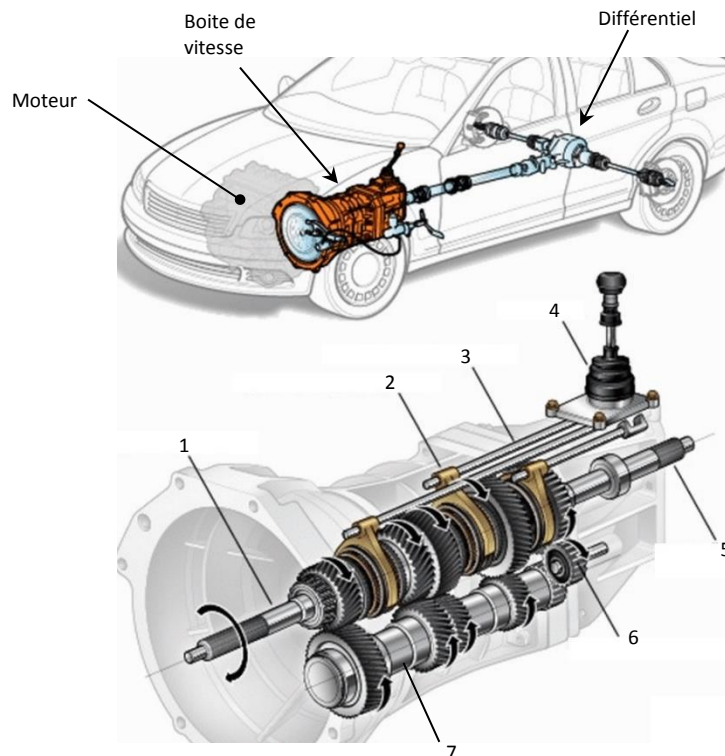
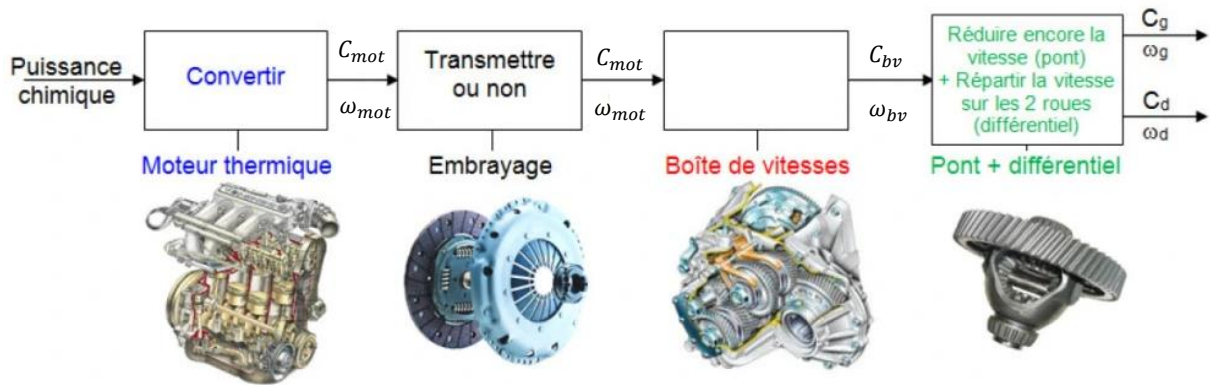


Présentation du problème - Contexte

La chaîne de puissance d'une voiture comprend :

- Un moteur : thermique, électrique. Il converti une énergie (chimique ou électrique) en énergie mécanique de rotation.
- Un embrayage (**commandé** par levier si « boîte de vitesse manuelle » ou, **coupleur hydraulique** si BdV « automatique »). Il permet la rupture de transmission moteur/roue.
- **Une boîte de vitesse : à découvrir/étudier dans la présente séance. Uniquement pour les moteurs thermiques.**
- Transmission aux roues : système différentiel et joint tripode.

La figure ci-dessous présente ces différents éléments.



Ce sujet comporte deux parties :

- Partie 1 théorique guidée : découverte du rôle d'une boîte de vitesse par quelques calculs simples.
- Partie 2 autonome : étude du fonctionnement. Pour cela vous êtes libre, non guidé, sans questionnaire. Vous disposez juste de la BV du laboratoire. Vous devez rendre un compte rendu de votre travail étayé par des calculs !

PARTIE 1

Cette partie ne nécessite pas de matériel. Elle a été préparée avant la séance de TP... chez soi. Elle ne pourra pas être abordée pendant la séance.

On vous propose, en 3 calculs/conclusions, de comprendre le rôle d'une boîte de vitesse.

Nous traiterons un exemple simplifié pour le cas d'une voiture citadine.

Masse en charge maximale : $M = 1500 \text{ kg}$

Vitesse maximale : $V_{max} = 160 \text{ km/h}$

Couple moteur maximal (commande d'accélération au maximum) : $C_{mot_max} = 150 \text{ Nm}$

Régime moteur du couple maxi : $N_{C_{max}} = 5000 \text{ tr/min}$

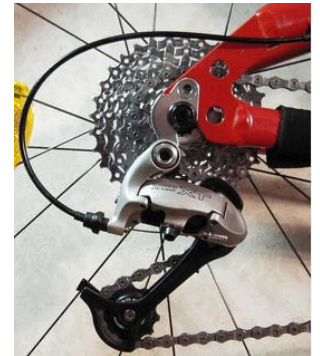
Régime moteur maxi : $N_{mot_max} = 6000 \text{ tr/min}$

Diamètre des roues motrices : $D = 0,6 \text{ m}$

Un petit effort intellectuel personnel avant de commencer

Vous avez peut-être déjà conduit un vélo avec possibilité de choisir plusieurs « vitesses ». Lors de votre déplacement, vous avez donc changé « le rapport » en fonction des conditions de roulage, en utilisant les commandes au guidon de votre vélo.

Le dispositif mécanique de changement de vitesses d'un vélo (dérailleur et cascade de pignons) obéit aux mêmes impératifs techno-physiques que la boîte de vitesse d'une voiture.



Alors, avant les calculs... prenez un moment : demandez-vous ce qui se passe si vous conduisez un vélo sans possibilité de changement de « rapport ». Autrement dit, si vous disposez d'un vélo avec un rapport fixe, imposé (ça existe). Avec ce raisonnement par l'absurde vous allez naturellement définir le rôle d'une boîte de vitesses.

✂ Ecrivez les conclusions de votre réflexion.



1^{er} calcul et 1^{ère} conclusion... très basique

Vue la vitesse maxi de la voiture et le diamètre des roues, déduire la vitesse angulaire maxi des roues motrices : $N_{rouemax}$ en tr/min .

Conclusion 1 : vus la vitesse maxi des roues et le régime moteur maxi, déduire un des rôles de la transmission globale d'une voiture (= l'ensemble des composants s'étendant du moteur aux roues)

2ème calcul... Ca se complique (légèrement)

Une des exigences du cahier des charges de la transmission globale d'une voiture est énoncée comme ceci :

« La voiture doit pouvoir démarrer en côte de pente 15%, avec aisance, à partir d'une vitesse nulle, en transportant sa charge maximale, soit une masse totale de 1500 kg ».

Le couple retenu pour le démarrage n'est pas le couple maxi car celui-ci est disponible à régime élevé. Empiriquement les constructeurs retiennent pour le démarrage un couple moteur qui vaut le tiers du couple maxi : $C_{dem} = \frac{1}{3} C_{motmax}$

Après application du PFS à la voiture, puis aux roues motrices, on détermine facilement le couple nécessaire au niveau des roues pour déplacer la voiture (poids 1500daN) dans une pente montante de 15% : $C_{roue15\%} = 675 Nm$.

On appelle i le rapport de réduction de l'ensemble de la transmission s'étendant de la sortie moteur jusqu'aux roues : $i = \frac{\omega_{roue}}{\omega_{mot}}$.

On démontre alors que le couple disponible aux roues en fonction du couple moteur est :

$$C_{roue} = \frac{C_{mot}}{i} \cdot \eta$$

η est le rendement de la chaîne de puissance caractérisant la partie des actions mécaniques nécessaires pour lutter contre les frottements. On estime le rendement : $\eta = 0,7$.

Question : déterminer le rapport de réduction i_1 nécessaire pour assurer l'exigence du cahier des charges relative au démarrage.

Conclusion 2 : connaissant de rapport i_1 , le diamètre des roues, et le régime moteur maxi, déduire la vitesse maximale V_{max1} atteinte par le véhicule avec ce rapport. Décrire le problème mis en évidence.

3ème calcul : on arrive (enfin !) à la boîte de vitesse

Vu le 1^{er} calcul, déduire le rapport de réduction nécessaire i_5 .

Conclusion 3 : sachant que le rapport de réduction du différentiel est $i_{dif} = \frac{1}{4}$, déduire la plage de réduction nécessaire de la boîte de vitesse de cette voiture citadine.

PARTIE 2

Vous disposez maintenant de la boîte de vitesse du laboratoire.

Etudiez-là et **expliquez son fonctionnement** (rédaction structurée, personnelle, avec vocabulaire technologique approprié !)

Des calculs sont nécessaires.

Vous disposez d'une galerie de photos numérique avec repères et légende pour acquérir du vocabulaire et communiquer avec rigueur.

Manipuler les éléments de la boîte de vitesse avec vigueur et force pour « changer les vitesses », elle ne craint rien !

N'hésitez pas à exposer au professeur vos états d'âme.

FIN DU TP