

TP1 : Efficacité énergétique

Introduction :

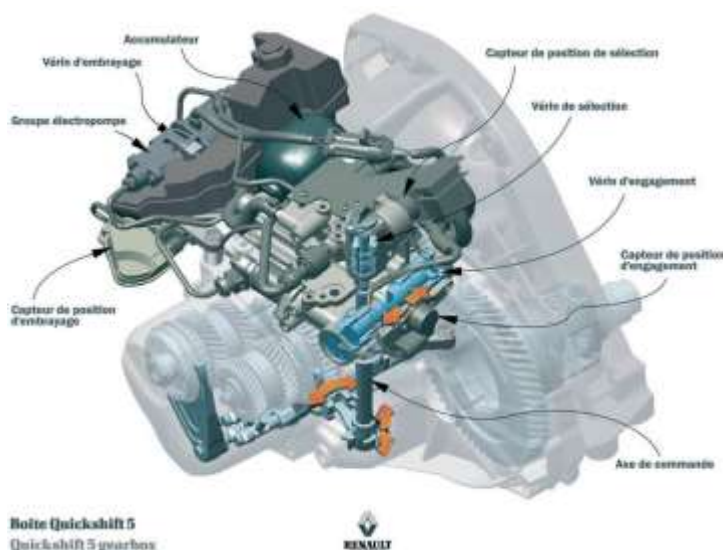
Le rendement d'un moteur thermique est fortement influencé par le choix du rapport de transmission en fonction des conditions de circulation.

Pour améliorer l'efficacité énergétique des véhicules automobiles, les constructeurs proposent désormais des transmissions à cinq voire six rapports robotisées.

Objectifs :

Compléter le schéma cinématique de la transmission d'un Renault Trafic à 6 rapports.

Caractériser l'influence du choix du rapport de transmission sur l'efficacité énergétique d'un véhicule automobile.



Travail à réaliser :

1 Modélisation : schéma cinématique d'une transmission

La boîte de vitesses PK6 du Renault Trafic est de type « 3 arbres » :

- L'arbre primaire entraîné par l'embrayage est équipé de pignons fixes.
- Deux arbres secondaires engrènent avec la couronne de différentiel sont équipés de « pignons fous » pouvant « craboter » avec quatre baladeurs...

Ouvrir la maquette virtuelle de la boîte de vitesses Renault PK6 (fichier « TP1.BV-PK6.easm ») et analyser les liaisons entre pignons fous, baladeurs et arbres secondaires.

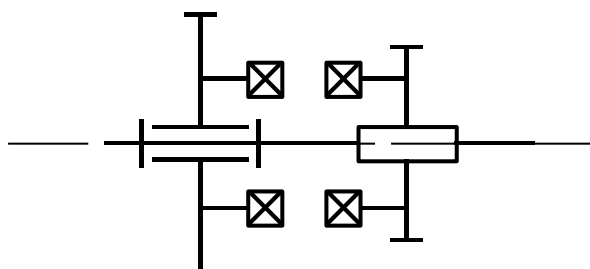
Question 1 : Compléter le schéma cinématique en deux vues « dépliées » de la boîte de vitesses sur le DR1 « Schéma cinématique » en précisant la nature des liaisons des pignons fous et des baladeurs avec les arbres secondaires.

Réaliser dans l'ordre les changements de rapport N-1, 1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-N, N-R. Observer les mouvements des fourchettes et les pignons actifs dans le schéma animé de la chaîne cinématique.

Question 2 : Indiquer sur les schémas du DR1 les mouvements de chaque baladeur « \leftrightarrow » et préciser le rapport engagé selon le sens de crabotage.

Remarque :

Bien qu'une représentation normalisée soit associée aux accouplements ne présentant pas de glissement (cas des crabots), on adoptera la schématisation ci-contre, plus explicite



En conditions normales d'accélération le module de robotisation passe au rapport suivant à 2500 tr/min, puis en décélération rétrograde à 1500 tr/min.

Question 3 : Tracer les courbes de régime en accélération (0 – 130km/h) et en décélération (130– 0 km/h) sur le document réponses DR2 : « *Étagement des rapports* ».

2 Efficacité énergétique d'un véhicule automobile

Le simulateur « *TP2.Simu-DW10.Trafic.xls* » a été construit à partir de mesures réelles effectuées sur un banc d'essais du moteur DW10 de PSA (cylindrée 2,0 L ; puissance 90 ch). Il permet d'évaluer la puissance délivrée et la consommation du moteur pour un véhicule (Trafic aménagé en véhicule de loisir) et des conditions de circulation fixés.

Déterminer les performances du couple véhicule-moteur à l'aide de ce simulateur en indiquant la charge utile et la vitesse de circulation (cases vertes), le rapport sélectionné (boutons) et la consommation spécifique (case jaune) lue dans le graphique « Couple – Régime » du moteur.

- Compléter le tableau 1 de rendement du moteur thermique (charge constante de 300 kg) du DR3 : « *Efficacité énergétique* » en fonction de la vitesse de circulation et du rapport engagé.
- Compléter le tableau 2 de rendement du moteur thermique (vitesse constante 80 km/h) du DR3 : « *Efficacité énergétique* » en fonction de la charge embarquée et du rapport engagé.

Question 4 : Discuter de l'influence du choix du rapport de transmission sur le rendement du moteur et de l'intérêt d'automatiser les changements de rapport.

Remarque :

La consommation spécifique d'un moteur thermique est déterminée à partir des mesures de consommation de carburant (en masse) et d'énergie mécanique dissipée dans un frein (kWh) réalisées sur un banc d'essais. On en déduit aisément le rendement du moteur (en %) à condition de connaître le pouvoir calorifique du carburant (ici du gazole : $PCI_{GO} = 44,8 \text{ MJ/kg}$).

- Compléter les tableaux 3a et 3b de consommation distance du DR3 : « *Efficacité énergétique* » en fonction de la charge embarquée et de la vitesse de circulation du véhicule pour un rapport de transmission optimal. (boîtes 5 vs 6 rapports).

Question 5 : Justifier dans quelle mesure le critère de « **consommation-distance** » en **L/100km** est plus pertinent que le rendement du moteur thermique pour caractériser « **l'efficacité énergétique** » du véhicule ? Expliquer l'intérêt du nombre et de l'étagement des rapports de la boîte de vitesses.

3 Efficacité énergétique du module de robotisation électrohydraulique

Effectuer plusieurs changements de rapports successifs, jusqu'au déclenchement du moteur de la pompe hydraulique. Mesurer le courant électrique absorbé par le moteur électrique de la pompe à l'oscilloscope avec une pince ampérométrique et enregistrer les autres paramètres à l'aide du logiciel d'acquisition dédié (menu : « réaliser une mesure »...)

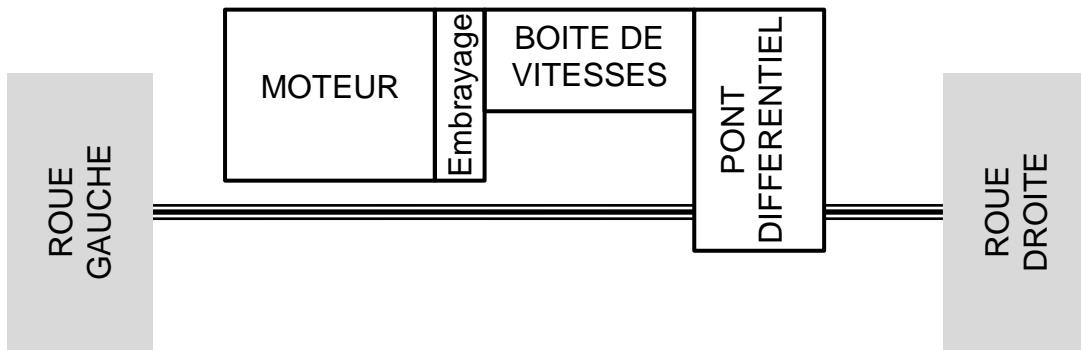
- Tracer la courbe de courant moteur en fonction du temps.
- Relever sur la courbe caractéristique de pression de l'accumulateur (document technique « *DT3 : Courbes de tarage de l'accumulateur* » pour une pression de tarage 30 bars, le volume de liquide pompé pour retrouver le niveau de pression maxi (56 bar).

Question 6 : Calculer la quantité d'énergie absorbée par le moteur électrique au cours d'un cycle de pompage ainsi que la quantité d'énergie hydraulique consommée au cours du même cycle. Le module robotisé a-t-il un bon rendement ?

Question 7 : Comparer son efficacité énergétique en (**changements de rapport par kJ**) au gain de consommation du véhicule que procure la robotisation en cycle urbain estimé à **1L/100km**. Conclure quant à l'intérêt de la robotisation de la boîte de vitesses...

Annexe 2 : Boîte de vitesses à commande manuelle

Schéma simplifié d'une transmission de voiture :

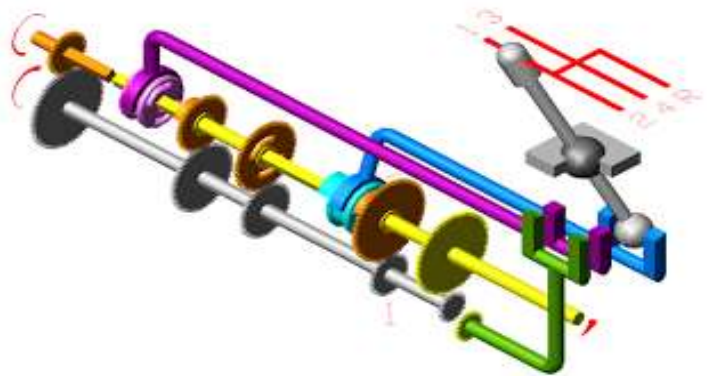


La boîte de vitesse est un élément essentiel de la chaîne de transmission d'un véhicule à moteur. Elle permet d'adapter le rapport de transmission du moteur aux roues de sorte que le moteur reste dans une plage de couple / vitesse de rotation optimale quelles que soient la vitesse et l'accélération du véhicule.

Une boîte de vitesse est constituée d'un arbre primaire sur lequel sont taillés des pignons fixes et un ou deux arbres secondaires sur lesquels les pignons sont libres en rotation.

L'arbre primaire est entraîné par le moteur (via l'embrayage); l'arbre secondaire engrène avec la couronne du différentiel.

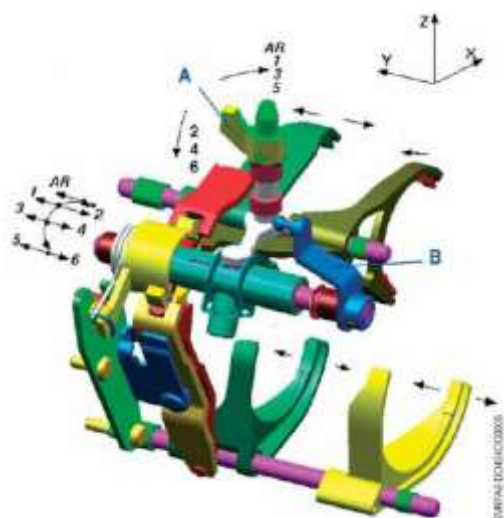
Engager un rapport consiste à lier un des pignons « fous » à l'arbre secondaire.



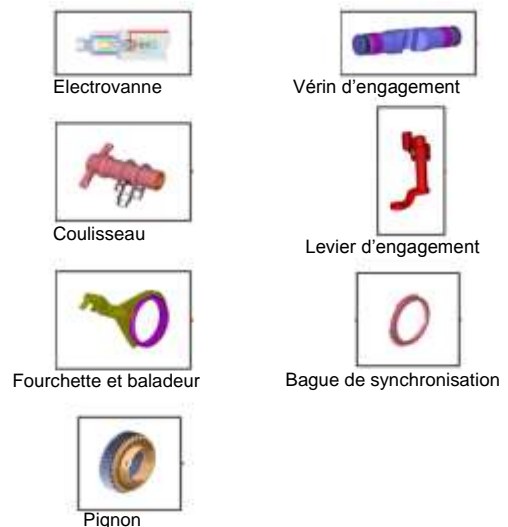
La boîte du « Trafic » Renault comprend :

- un arbre primaire (pignons fixes) couplé au moteur par l'intermédiaire de l'embrayage.
- deux arbres secondaires (pignons « fous ») couplés aux roues par l'intermédiaire du pont différentiel.

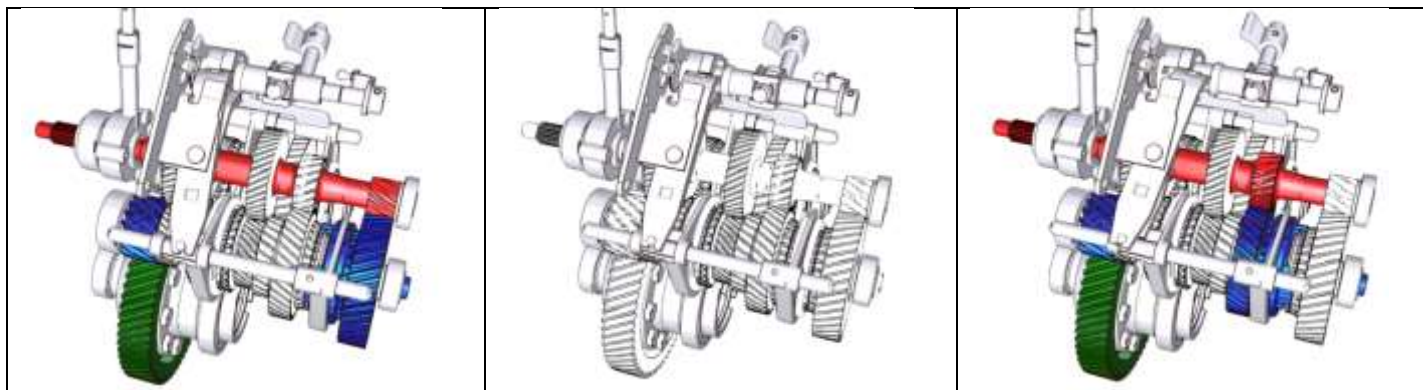
Cinématique de commande



Chaîne d'action



Séquence de changement de rapport :



Étapes	Actions	Rapports de transmission
Débrayage	Libération de l'arbre primaire	$\omega_{mot} = \frac{1}{r_{bi} \cdot r_p} \cdot \omega_{roues}$
Désengagement rapport initial	Retour au neutre du baladeur	$\omega_{ap} = \frac{1}{r_{bi}} \cdot \omega_{as}$ $\omega_{as} = \frac{1}{r_p} \cdot \omega_{roues}$
Synchronisation	Le baladeur pousse l'anneau de synchronisation au contact du pignon fou	$\omega_{ap} \rightarrow \frac{1}{r_{bf}} \cdot \omega_{as}$ $\omega_{as} = \frac{1}{r_p} \cdot \omega_{roues}$
Engagement nouveau rapport	Crabotage du baladeur sur le pignon fou	$\omega_{ap} = \frac{1}{r_{bf} \cdot r_p} \cdot \omega_{roues}$
Embrayage	Accouplement progressif de l'arbre primaire au moteur	$\omega_{mot} \rightarrow \omega_{ap} = \frac{1}{r_{bf} \cdot r_p} \cdot \omega_{roues}$

Rapports de transmission :

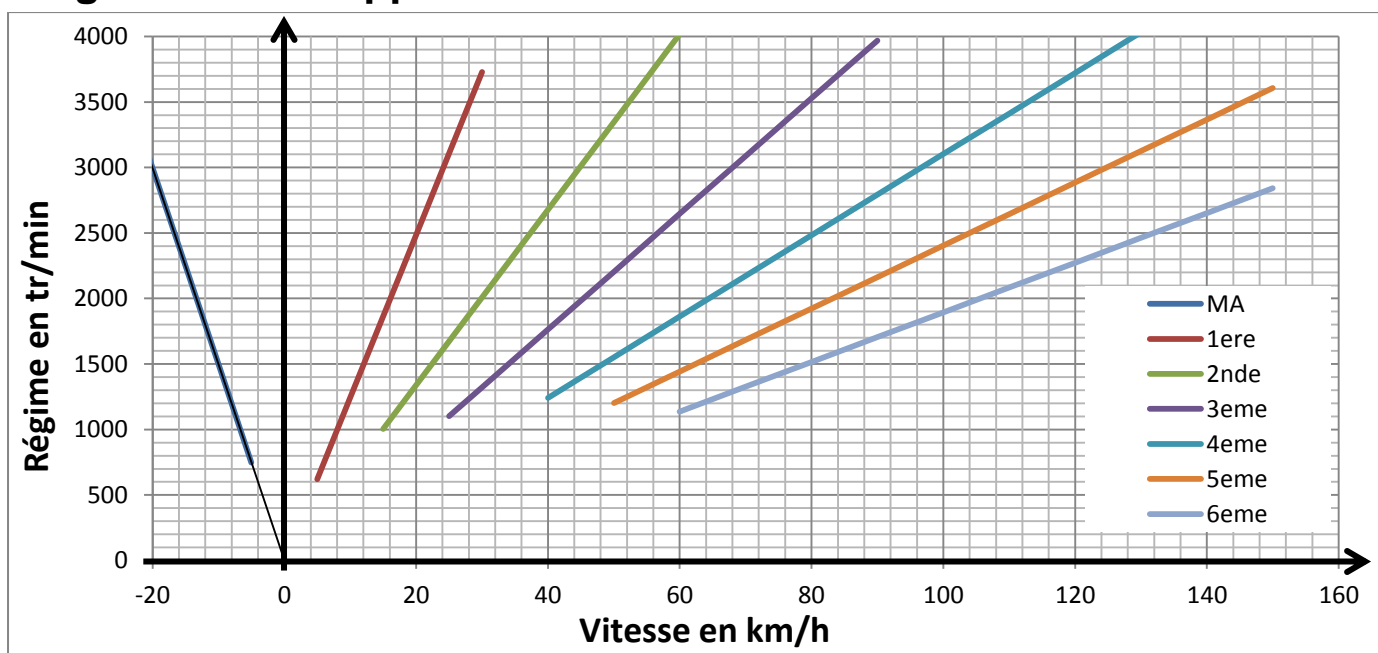
- r_p : rapport de pont
- r_{bi} : rapport initial
- r_{bf} : rapport final

1ère	2ème	3ème	4ème	5ème	6ème	Pont	Marche arrière
11/43	19/40	31/43	41/40	41/31	47/28	16/67	17/38

Notations :

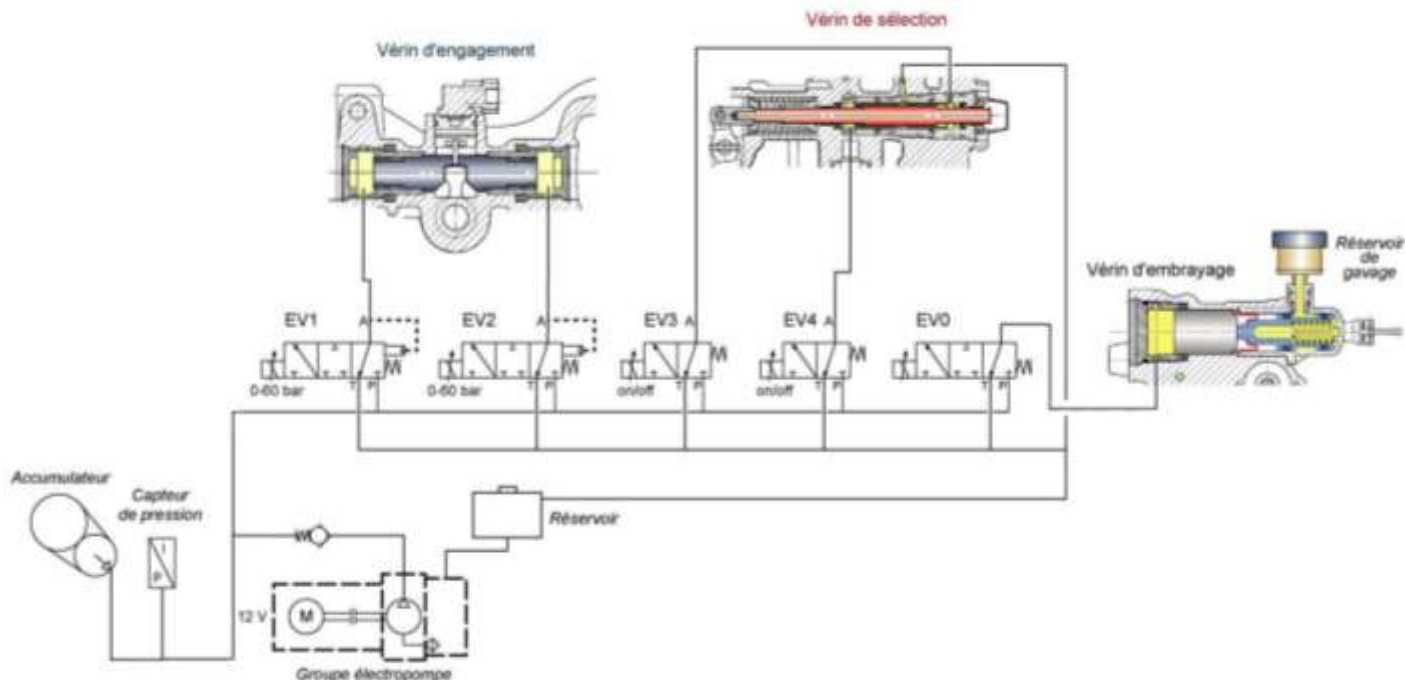
ω_{mot} (régime moteur) ; ω_{roues} (rotation des roues) ; ω_{ap} (rotation de l'arbre primaire) ; ω_{as} (rotation de l'arbre secondaire)

Etagement des rapports



Annexe 2 : Module « Add-On » électrohydraulique

Schéma hydraulique du module de robotisation



Courbes de tarage de l'accumulateur

