

BOÎTE DE VITESSES MANUELLE

I. DÉROULEMENT DU TP

Lors du démontage de la boîte de vitesses, prendre soin des différents éléments. Le mécanisme sera remonté avant la fin de la séance. Les outillages et le plan de travail seront rangés.

Les documentations fournies ne sont pas toujours exactement celles de la boîte de vitesses présente sur la plan de travail. Mais ce sont celles de boîtes de vitesses à 5 rapports AV et 1 AR ayant de très nombreux points communs avec la boîte étudiée.

Seules font foi les mesures prises sur la boîte de vitesses présente sur votre plan de travail.

Matériel mis à votre disposition :

- Une boîte de vitesses montée
- Un synchroniseur démonté
- Un arbre primaire
- Un différentiel
- Petit outillage manuel
- Un classeur comprenant le sujet et la documentation technique

II. DESCRIPTION DES LIVRABLES

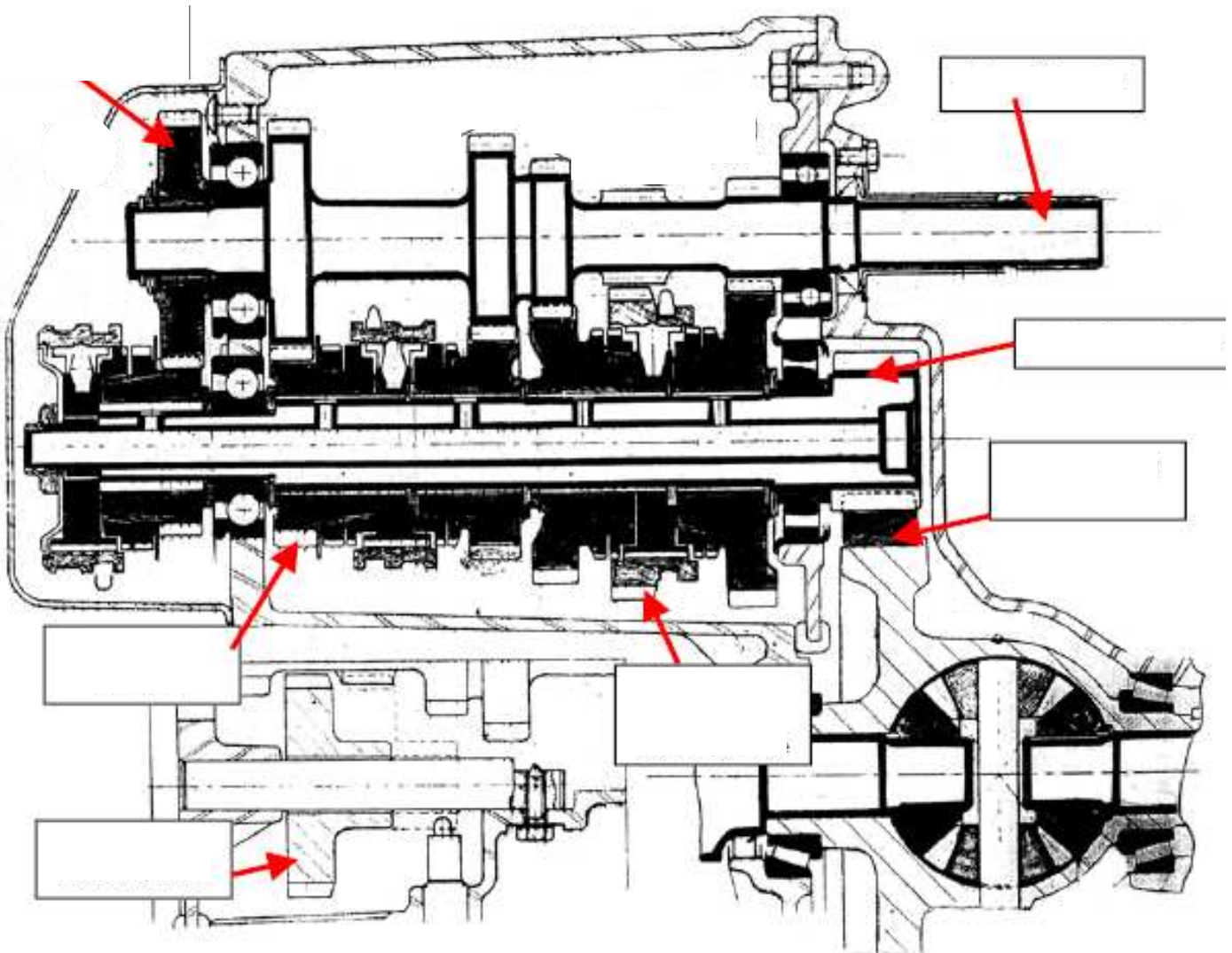
- 1 compte rendu par groupe : écrit ou sous forme numérique (de préférence) avec force figures
- Date de livraison : Voir professeur

TOUTES LES RÉPONSES DEVRONT ÊTRE JUSTIFIÉES.

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DE LA BOÎTE DE VITESSES MANUELLE

I. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

La boîte de vitesses dénommée 'MA' du groupe PSA Peugeot-Citroën est présentée sur la ci dessous.



Cet organe équipe une partie importante des véhicules d'entrée de gamme du groupe : Saxo, 106, 206, C3, etc. Elle est produite à environ 4500 exemplaires par jour.

LA STRUCTURE DE LA GAMME PEUGEOT-CITROEN 1982-1993.

La puissance du moteur est transmise à un arbre primaire équipé de 6 dentures (5 vitesses de marche avant et 1 vitesse de marche arrière). La rotation est transmise à des pignons tournant librement autour de l'arbre secondaire (dénommé pignons 'récepteurs' ou pignons 'fous'). Ceux-ci peuvent être rendus solidaires de l'arbre secondaire par l'intermédiaire d'un système de crabotage mis en action par le conducteur. À ce moment, la puissance est transmise à l'arbre secondaire, qui entraîne à son tour le boîtier de différentiel relié aux roues du véhicule.

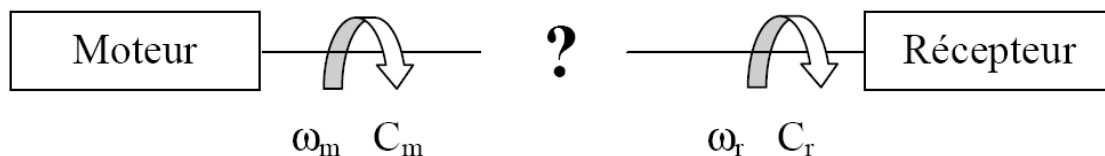
SEGMENTS	B	M1	M2	H	MONOCORPS
	205 1983	309 1985	405 1987	605 1989	
PEUGEOT	106 1991	306 1993	1995		
	1994	2X 1991	Xantia 1993	1996	1994
CITROEN	AX 1986		EX 1982	XM 1989	
↔ Plate-forme et soubassement communs					
ORGANES MECANIQUES moteurs et boites de vitesses	← TU - MA →		← XU - BE →		← XU10.PRIV - ME →

II. ANALYSE FONCTIONNELLE

Considérons le système de transmission de puissance ci-dessous, comprenant :

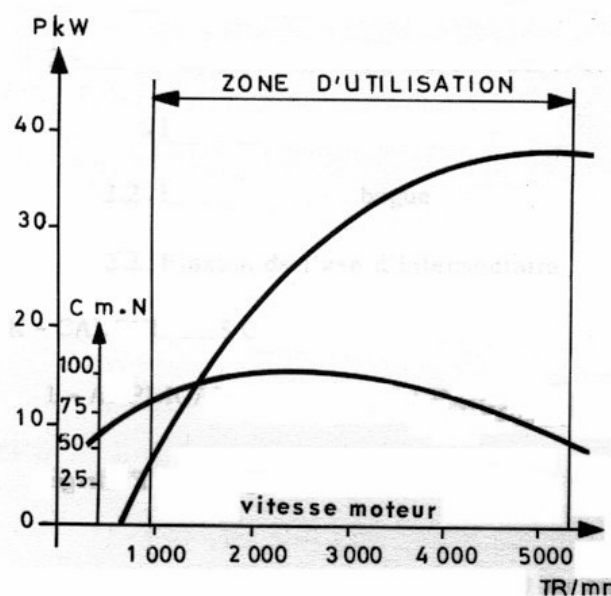
- un moteur pouvant tourner à une vitesse variable ω_m et pouvant délivrer un couple C_m .
- un récepteur tournant à la vitesse ω_r et devant être entraîné par un couple C_r .

Dans cette configuration, le moteur pilote la vitesse de l'ensemble; par contre, c'est le récepteur qui demande et impose un couple en fonction de sa charge.



Un moteur électrique a la capacité de fournir un couple relativement constant quelle que soit sa vitesse de rotation. Un moteur atmosphérique a besoin de tourner relativement vite pour pouvoir fournir du couple (au minimum 600 tr/min). La fréquence de rotation vraiment utile d'un moteur est comprise entre 2000 tr/min et 6000 tr/min, alors que celle d'une roue est comprise entre 0 et 1300 tr/min.

Dans le domaine de l'automobile, la boîte de vitesses fait partie des organes qui remplissent ce rôle de transmission de puissance du moteur aux roues du véhicule. En tenant compte des remarques précédentes, et en utilisant les informations des dossiers techniques, répondre aux questions suivantes afin de mieux comprendre l'utilité d'une boîte de vitesse.



Question 1: **EXPLIQUER** la nécessité d'un embrayage entre le moteur et la boîte de vitesses.

Question 2: **EXPLIQUER** la nécessité de plusieurs rapports de vitesses.

Question 3: De quelle façon est **DÉTERMINÉ** le 1^{er} rapport de boîte et quelles sont les 3 façons possibles pour choisir le dernier rapport de boîte ?

Les boîtes de vitesse d'automobiles sont des boîtes à engrenages à prise constante.

Question 4: **EXPLIQUER** ce que cela veut dire.

Question 5: **EXPLIQUER** pourquoi il n'est pas possible d'utiliser des boîtes dites " à baladeurs ".

III. ARCHITECTURE DE LA TRANSMISSION

Question 6: **DÉMONTER** le couvercle supérieur de la boîte de vitesses.

Pour les véhicules automobiles, plusieurs configurations de systèmes de transmission de puissance existent à l'heure actuelle. Les deux configurations qui sont les plus utilisées sur le marché sont les suivantes :

- Pour un véhicule traction (roues motrices à l'avant), les roues sont entraînées directement par des cardans fixés au différentiel.
- Pour un véhicule à propulsion (roues motrices à l'arrière), les roues sont entraînées par l'intermédiaire d'un pont qui contient le différentiel. C'est le cas fréquemment rencontré sur les véhicules utilitaires de type fourgon, poids lourds, tracteurs, 4 x 4 en mode propulsion, et certaines automobiles.

Question 7: **PRÉSENTER** sous forme de schémas bloc ces 2 types d'architecture.

Question 8: Sur votre document réponse, **REPÉRER** l'arbre d'entrée (arbre primaire) de la boîte ainsi que l'arbre de sortie (arbre secondaire), la couronne du différentiel, les pignons des différentes vitesses, le pignon intermédiaire pour la marche arrière.

- Question 9:** Le moteur TU équipant ce type de voiture fourni une puissance de 40KW environ, Déterminer la puissance disponible à chacune des roues motrices en tenant compte des différents rendements.
- Question 10:** Dans les configurations suivantes, **PRÉCISER** si l'arbre primaire et l'arbre secondaire tournent :
- ☐ La voiture est immobile, le moteur est arrêté.
 - ☐ La voiture est immobile, le moteur tourne, la boîte est au point mort.
 - ☐ La voiture est immobile, le moteur tourne, la pédale d'embrayage est enfoncée.
 - ☐ La voiture est immobile, le moteur tourne, la boîte n'est pas au point mort, et la pédale d'embrayage n'est pas enfoncée.
 - ☐ La voiture est mobile, le moteur tourne, la boîte est au point mort, pédale relâchée.
- Question 11:** Sur la boîte réelle, **PLACER** les synchroniseurs pour être au point mort. **PASSER** la 1^{ère}, puis la 2^{ème}, 3^{ème}, 4^{ème} et 5^{ème}. **MONTRE** au professeur. **EXPLIQUER** par des schémas les différentes actions nécessaires pour monter les vitesses.
- Question 12:** Faire un schéma cinématique minimal du mécanisme mettant en évidence :
- ☐ Les lois entrées-sorties possibles du mécanisme.
 - ☐ Les mécanismes d'immobilisation des pignons « fous » par rapport aux arbres.
- IDENTIFIER** sur ce schéma les différentes vitesses.

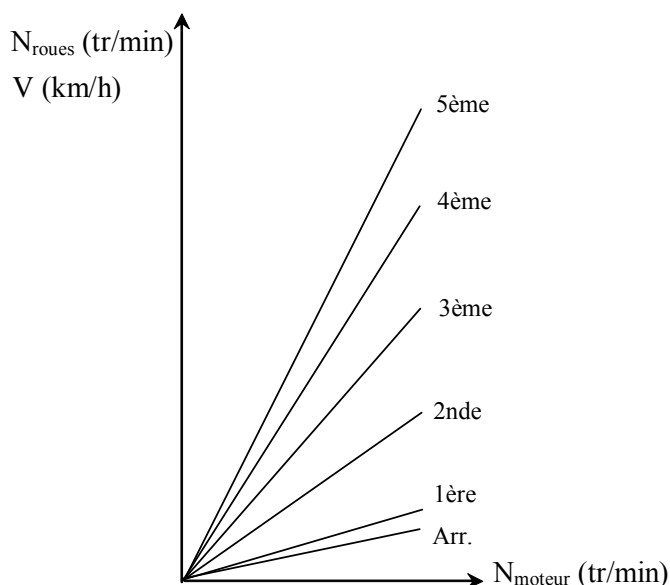
IV. DÉTERMINATION DES RAPPORTS DE TRANSMISSION ET DE LA VITESSE DU VÉHICULE

- Question 13:** **RELEVER** sur la boîte de vitesses, les nombres de dents nécessaire au calcul des différents rapports de réduction de cette boîte. **PRÉSENTER** les résultats dans un tableau.
- Question 14:** Après en avoir fait le schéma cinématique, **CALCULER** le rapport de réduction du différentiel.
- Question 15:** **COMPARER** aux données constructeur fournies. **CONCLURE** quant à la référence de la boîte présente sur votre plan de travail. **RETROUVER** cette référence de la boîte sur le carter.
- Question 16:** **CALCULER** la vitesse du véhicule en ligne droite engendré par chaque vitesse si le moteur tourne à 1000 tour/min.

1- Élaboration des courbes de vitesses.

- Question 17:** **ÉTABLIR** un graphique liant la vitesse de rotation des roues et la vitesse d'avance du véhicule à la vitesse de rotation du moteur (voir modèle ci-contre).

- Question 18:** Pour chaque rapport, **DÉTERMINER** graphiquement ou par le calcul la vitesse maximale que peut atteindre la voiture sans que le moteur soit en sur-régime.

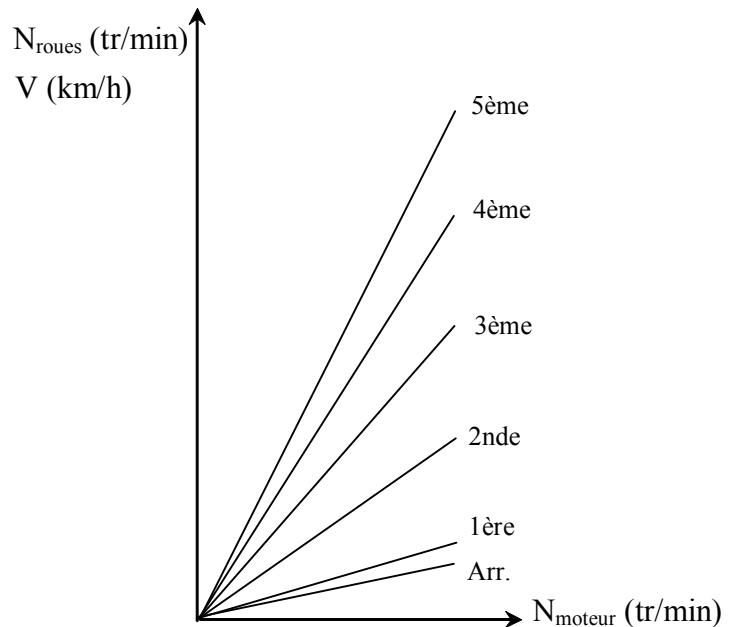


2- Optimisation des changements de vitesse

Le changement de rapport est optimal si le couple fourni par le moteur est maximal lorsqu'on engage le rapport supérieur. C'est ainsi qu'on obtient la meilleure « reprise ».

Il faut donc « lancer » le véhicule à une certaine vitesse pour que, lorsqu'on engage le rapport supérieur, le moteur soit entraîné à sa fréquence de rotation ou il peut fournir le couple maximum.

Question 19: Pour chaque rapport, **DÉTERMINER** graphiquement (voir exemple ci-contre) ou par calcul la vitesse et le régime moteur optimaux pour passer le rapport supérieur.



V. ÉTUDES DES PIGNONS

Question 20: Quel est l'**INTÉRÊT** des dentures hélicoïdales par rapport aux dentures droites : pour répondre, pensez à ce qu'il se passe en marche arrière. Quel est l'inconvénient généré par des dentures hélicoïdales ? Quelles en sont les conséquences technologiques sur les composants de la boîte de vitesses ?

Question 21: Alors, **POURQUOI** avoir choisi des dentures droites pour la marche arrière ?

Question 22: **DONNER** la raison pour laquelle la cinquième vitesse se trouve hors du carter.

Question 23: **JUSTIFIER** le type des roulements utilisés pour guider les différents arbres de la boîte de vitesse.

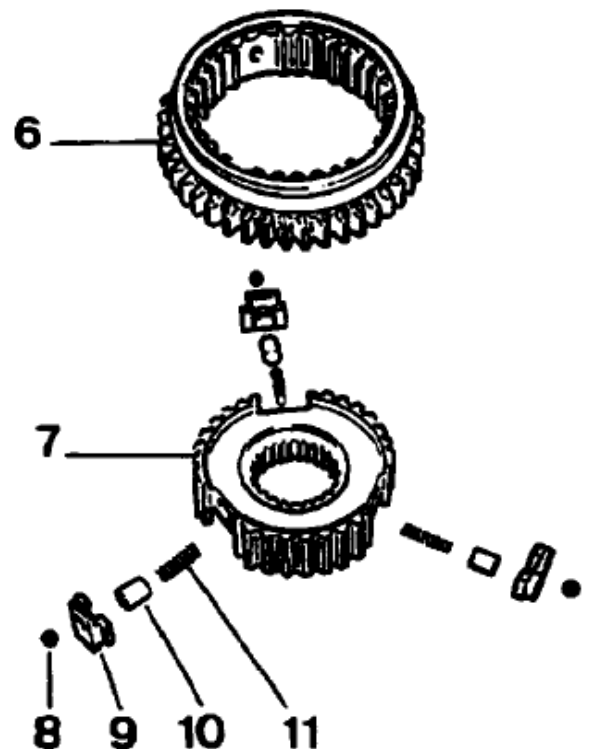
VI. FONCTIONNEMENT DU SYNCHRONISEUR

Question 24: **DONNER** le rôle d'un synchroniseur de vitesses.

Question 25: **IDENTIFIER** sur un dessin les différents éléments composants un synchroniseur.

Question 26: **JUSTIFIER** son rôle en étudiant le passage d'un rapport : 1^{ère} à 2^{nde} puis 2^{nde} à 1^{ère}.

TRACER ω_{moteur} , ω_{ralenti} et $\omega_{\text{secondaire}}$ en fonction du temps. (On peut supposer que la vitesse du véhicule ne changera pas du fait de son inertie, donc V ne changera soit aussi donc $\omega_{\text{secondaire}}$.)



Un synchroniseur non absolu fonctionne en 3 phases : (qq dixièmes de sec)

1. Armement – essorage
2. Synchronisation
3. Crabotage.

Un synchroniseur absolu fonctionne en 5 phases : (qq dixièmes de sec)

1. Armement – essorage
2. Indexage sur les clavettes
3. Interdiction
4. Rotation du cône
5. Crabotage du pignon fou avec l'arbre secondaire

Question 27: Quelle est la **DIFFÉRENCE** entre un synchroniseur absolu et un non absolu ?

Question 28: **DÉMONTRE** le synchroniseur de la 5^{ème} vitesse (synchroniseur supérieur). **EXPLIQUEZ** le principe puis les différentes phases de fonctionnement d'un synchroniseur de vitesses (l'aide de schémas notamment).

Question 29: **JUSTIFIER** le terme « essorage ».

Question 30: Quel est le **TYPE** de synchroniseurs utilisés pour les différentes vitesses ?

Question 31: **JUSTIFIER** qualitativement les différences entre les deux dispositifs de synchronisation proposés pour le passage de la 3^{ème}-4^{ème} et celui de 1^{ère}-2^{ème} vitesse.

Question 32: **JUSTIFIER** le positionnement des synchroniseurs sur l'arbre secondaire.

Question 33: Qu'est ce que le **DOUBLE DÉBRAYAGE** ? Son intérêt ? **DÉCRIRE** ces 5 phases. Pourquoi ne l'utilise t'on plus de nos jours ?

VII. PASSAGES DES VITESSES

Question 34: **EXPLIQUEZ** à l'aide de schémas comment est réalisé le passage de chacune des vitesses.

Question 35: **EN DÉDUIRE** la grille de passage des vitesses.

Question 36: **IDENTIFIER** les différents dispositifs de sécurité interdisant l'engagement de deux vitesses la fois. **EXPLIQUEZ** leurs principes pour chacune des vitesses.

VIII. MATÉRIAUX

Question 37: Pour chacune des pièces ci-dessous, **PROPOSER** un matériau, un procédé d'obtention et **PRÉCISER** le(s) critère(s) de choix en fonction de la fonctionnalité de la pièce.

- ☐ Arbre secondaire
- ☐ Pignons
- ☐ Fourchette
- ☐ Synchroniseurs :
 - pièces de frottement
 - pièce transmettant le couple
 - baladeur
 - pièces soumises aux chocs
 - pièces sans choc : moyeu
- ☐ Clavette

Question 38: **PRÉCISER** les rôles du carter. En **DÉDUIRE** des matériaux possibles et un ou des procédé(s) d'obtention possible.

Question 39: **EXPLIQUEZ** les rôles joués par les nervures du carter.