

Objectifs : au terme de la leçon, je dois être capable de :

- Citer les fonctions d'une boîte de vitesses ;
- Expliquer le fonctionnement des différentes boîtes de vitesses étudiées dans ce cours, le principe de la synchronisation et du crabotage.

Prérequis : notions sur les engrenages et liaisons mécaniques.

1- PRESENTATION

Une boîte de vitesses est une **association**, à l'intérieur d'un même carter, de plusieurs réducteurs **simples** de rapports de transmission différents. Elle présente un arbre d'entrée (lié au moteur), un arbre de sortie (récepteur) et un système de commande permettant de **sélectionner** l'un de ces rapports de transmission.

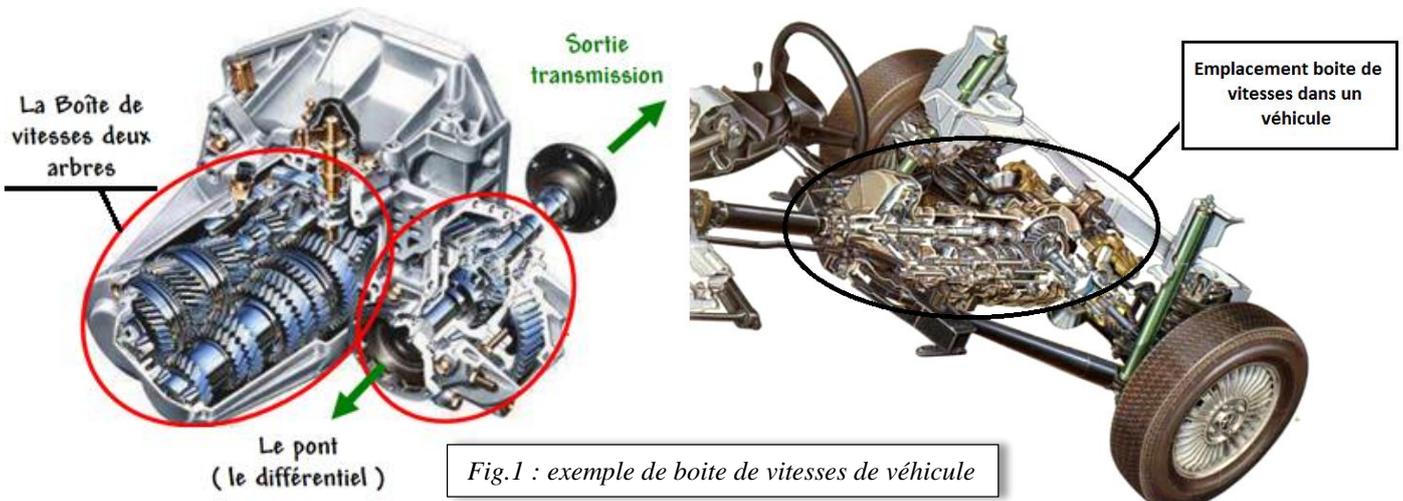


Fig.1 : exemple de boîte de vitesses de véhicule

2- FONCTIONS

- Permettre différents rapports de démultiplication de la vitesse (multiplication du couple du moteur) ;
- Permettre un rapport en marche arrière ;
- Permettre un point mort (le moteur tourne sans entrainer les roues).

3- NECESSITE D'UNE BOITE DE VITESSES

Pour les machines-outils :

Le mandrin d'un tour, par exemple, tourne à des vitesses différentes suivant la nature de l'opération d'usinage, afin de respecter les vitesses de coupe préconisées tout en gardant un couple suffisant, il est nécessaire d'interposer une **BOITE DE VITESSES (BV)** entre le moteur et le mandrin.

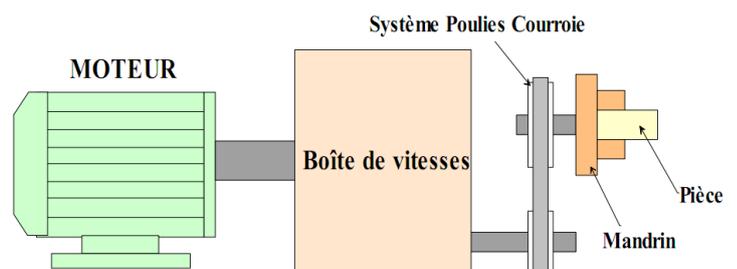


Fig.2 : emplacement boîte de vitesse dans un tour

Pour les véhicules à moteurs thermiques :

Les moteurs thermiques (essence ou diesel) ne fournissent une puissance utilisable qu'à partir d'une vitesse de rotation assez élevée (2000 tr/min environ).

Pour pouvoir utiliser un véhicule à des vitesses différentes (ex : démarrage, virage, ligne droite ...), ou pour inverser le sens de marche (marche arrière), il est nécessaire d'interposer une **BOITE DE VITESSES (BV)** entre le moteur et les roues.

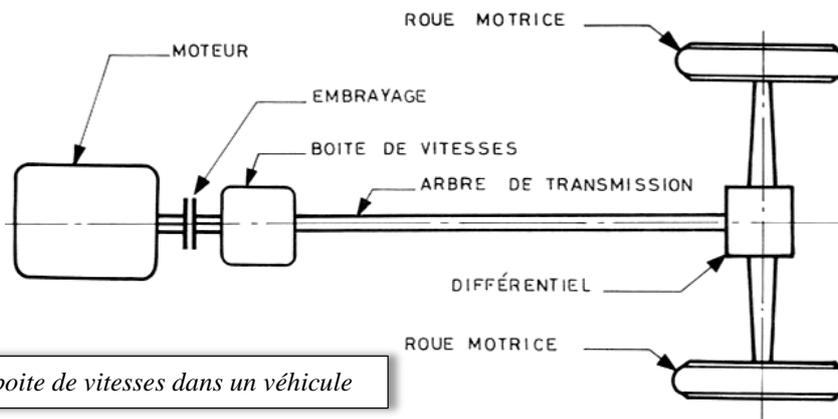


Fig.3 : emplacement boîte de vitesses dans un véhicule

4. DIFFERENTS TYPES DE BOITES DE VITESSES

4.1. Boîte de vitesses à clavette coulissante :

Trois roues folles **4**, **6** et **8** sont montées sur l'arbre récepteur **R** (une roue est dite folle lorsqu'elle tourne sans entraîner son arbre). La clavette coulissante est dans la rainure de l'arbre récepteur. La position de la clavette détermine la vitesse de l'arbre récepteur.

- Les entretoises **5** et **7** interdisent l'enclenchement de 2 rapports à la fois.
- En position point mort, la clavette est sous **5** ou **7**.
- Tous les couples de roues sont toujours en prise.

Question : donner la chaîne cinématique de la transmission correspondante à la figure 4.

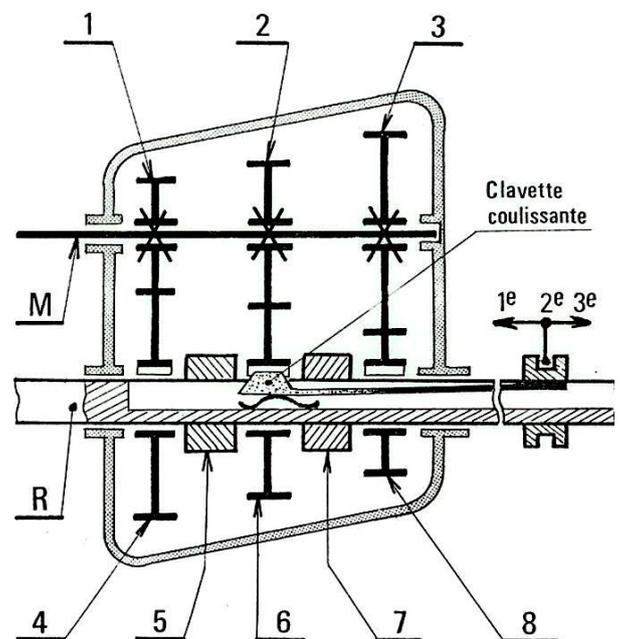


Fig.4 : schéma boîte de vitesses à clavette coulissante

Avantages :

- encombrement faible
- simplicité ;

Inconvénients :

- 3 ou 4 vitesses au maximum
- Puissances faibles car l'arbre récepteur est fortement entaillé
- Manœuvre à l'arrêt uniquement

4.2. Boîte de Vitesses à baladeurs :

Les baladeurs 2 et 3 sont des roues dentées mobiles en translation sur arbre récepteur (liées par clavette ou cannelures). La roue 1 est montée et fixée sur l'arbre moteur M et toujours en prise avec la roue 4. Un levier 10 ou 11 permet de déplacer un pignon baladeur sur l'arbre récepteur (R) pour établir un engrenage. Ainsi, Chaque position des pignons baladeurs correspond à un rapport.

Nota: La manœuvre se fait à l'arrêt, les dentures doivent être droites et biseautées aux extrémités pour faciliter la pénétration des dents du baladeur.

Questions : donner, à l'aide de la figure 5, la chaîne cinématique de la transmission correspondant à :

- la première vitesse :
- la deuxième vitesse :
- la troisième vitesse :
- la marche arrière :

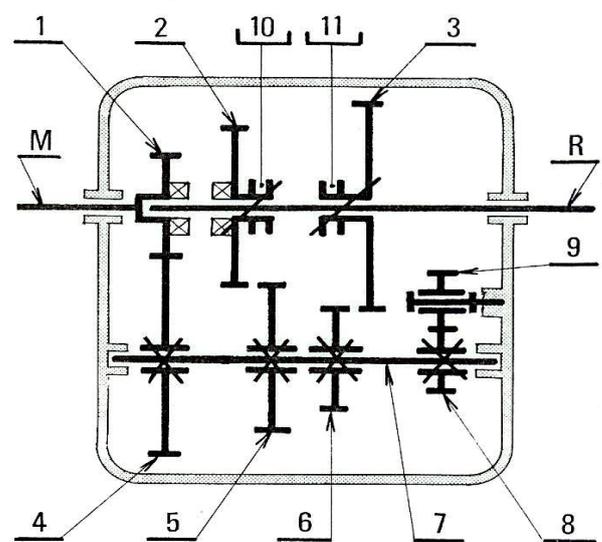


Fig.5 : schéma boîte de vitesses à clavette coulissante

4.3. Boîte de vitesses à baladeurs à griffes (crabots) :

Les pignons (1 et 3) situés de part et d'autre du baladeur (2) sont fous sur l'arbre moteur M et sont toujours en prises avec leurs correspondants (4 et 5) de l'arbre récepteur R.

Le passage des rapports (changement de vitesse) s'effectue en faisant déplacer le baladeur (vers la gauche ou vers la droite) qui vient s'emboîter dans les crabots (encoches) de 1 ou 3.

La manœuvre doit se faire à l'arrêt ou à vitesse très faible sans charge.

Question : dans la position de la figure 6, dites si l'arbre récepteur est en mouvement ? Justifier.

.....

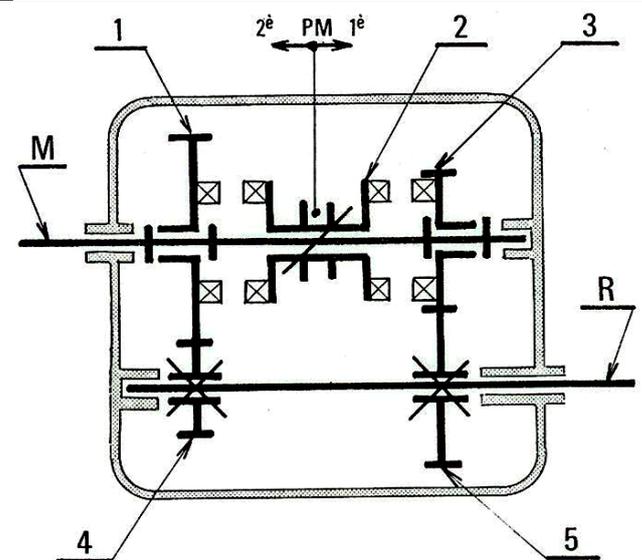
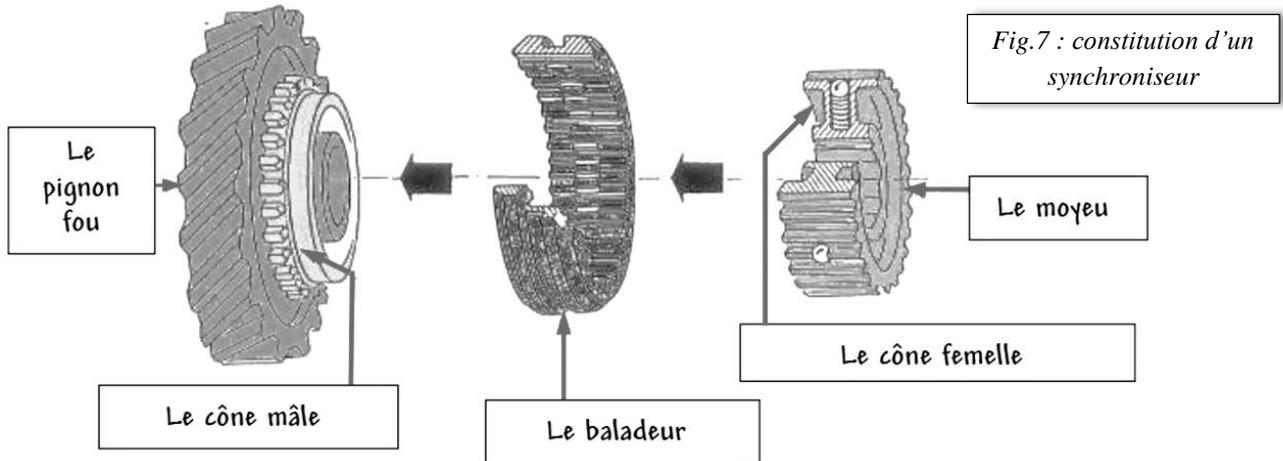


Fig.6 : schéma boîte de vitesses à baladeurs à griffes

4.3.1. Synchronisation des pignons :

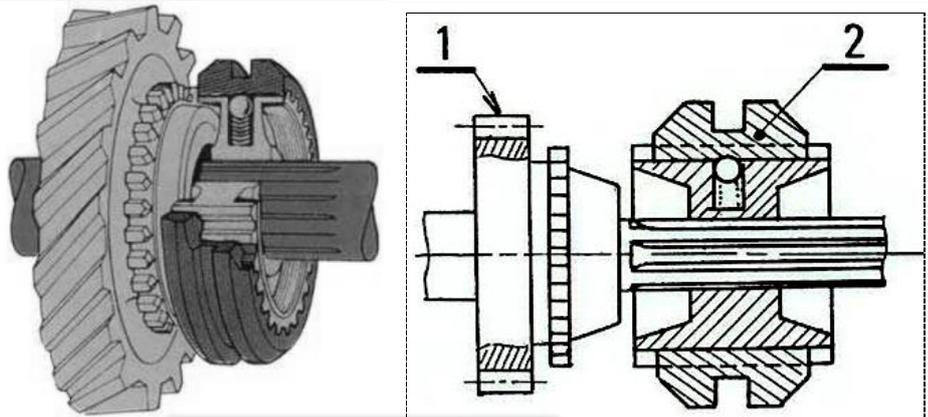
Pour permettre le passage des vitesses sans choc, il est nécessaire d'amener à la même vitesse le baladeur avec le pignon fou. La solution est d'interposer un synchroniseur.



4.3.1.1. Fonctionnement :

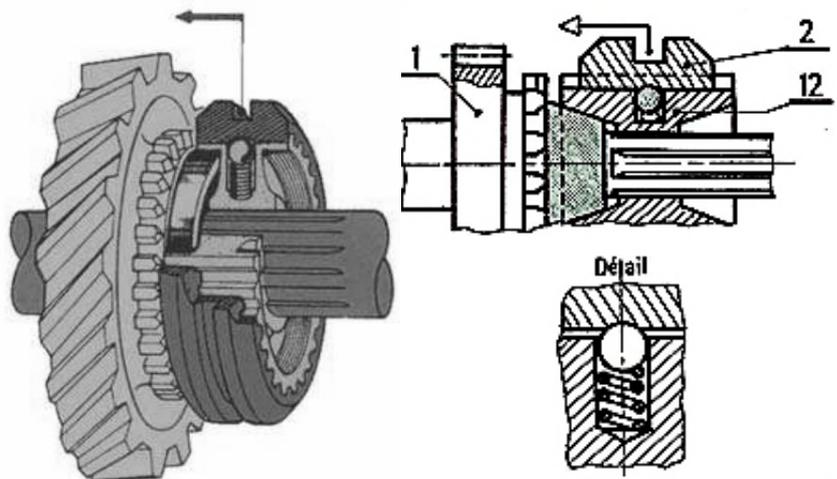
En position repos (point mort):

- Le pignon est fou sur son arbre.
- L'anneau baladeur et le moyeu sont solidaires en rotation avec l'arbre et libres en translation.



Premier temps : synchronisation

- Le baladeur **2** entraîne, grâce aux billes, le moyeu **12** jusqu'au contact du cône mâle (du pignon).
- La friction des cônes mâle **1** et femelle **12** amène le pignon fou à la même vitesse que l'arbre : c'est la synchronisation.



Deuxieme temps : verrouillage/crabotage :

Lorsque le pignon et l'arbre tournent à la même vitesse, le baladeur continue sa course en dégageant les billes, puis s'engage dans les crabots du pignon fou, ainsi ce dernier est lié en rotation avec son arbre : c'est le crabotage.

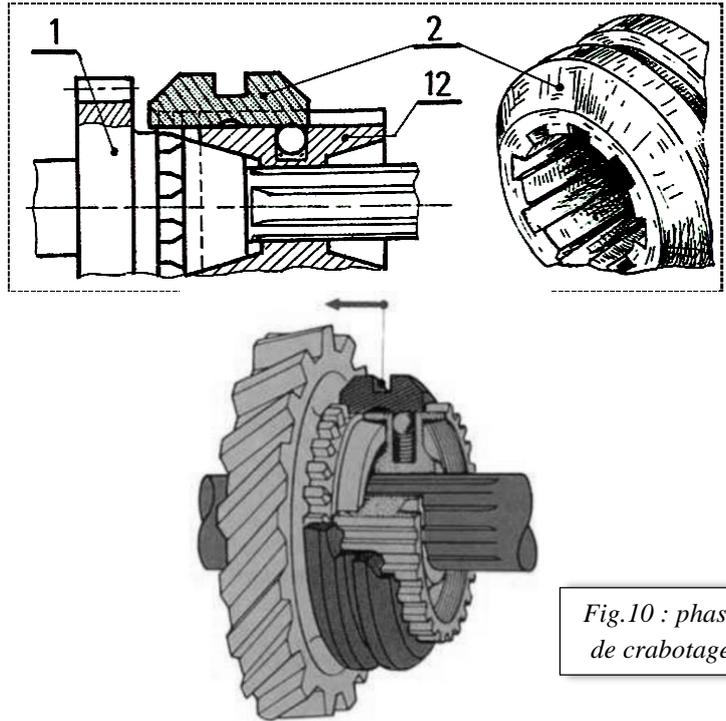


Fig.10 : phase de crabotage

4.3.1.2. La sélection des rapports (la commande):

Les baladeurs sont commandés par des fourchettes (a) montées sur des coulisseaux (b) comportant des encoches (c) dans lesquelles vient s'engager le doigt de sélection (d).

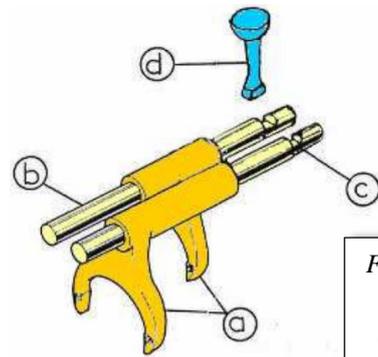
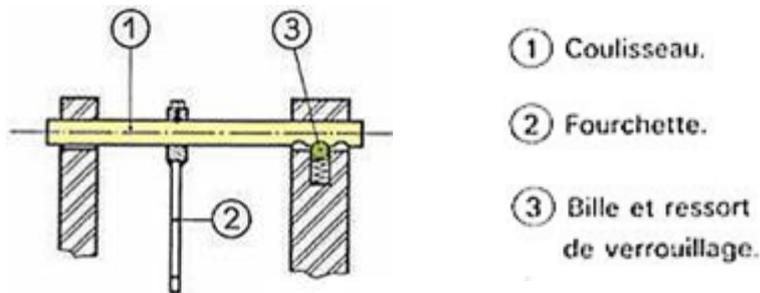


Fig.11 : système de commande des baladeurs

4.3.1.3. Le verrouillage :



Un dispositif de verrouillage (à bille par exemple) maintient les coulisseaux une fois la vitesse engagée.

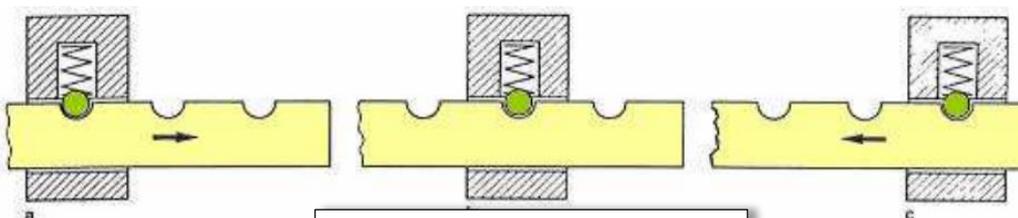


Fig.12 : système de verrouillage des coulisseaux

4.3.1.4. L'interdiction (sécurité):

Un dispositif d'interdiction (à bille, à disque...) de passage de plusieurs rapports à la fois rend impossible le déplacement de deux coulisseaux en même temps.

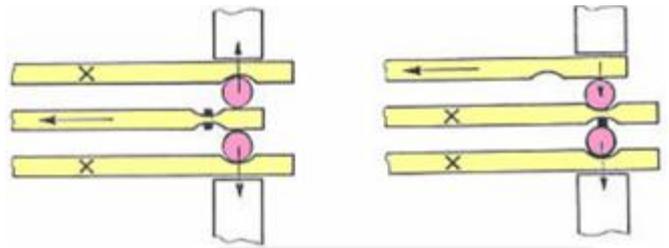


Fig.13 : dispositif de sécurité

5. LES EVOLUTIONS

A partir des boîtes mécaniques des nombreuses évolutions ont vu le jour dans le but d'automatiser la sélection et l'engagement des rapports mais aussi pour réduire le temps où le moteur n'est pas en prise avec la transmission entre deux rapport (Gain en accélération).

Dès lors qu'une transmission devient "robotisée" de nombreux capteurs et actionneurs viennent compléter les composants de base de la chaîne cinématique.

Un calculateur est chargé de gérer le fonctionnement du système. Il peut communiquer avec les autres calculateurs présents sur le véhicule pour assurer des fonctions de confort et de sécurité.