

**En fonctionnement, un véhicule rencontre des résistances à l'avancement:**

- **Lors des démarrages, la mise en mouvement d'un véhicule nécessite une force très importante, bien supérieure à celle nécessaire à entretenir son mouvement (inertie).**
- **Lorsque le véhicule est en mouvement, il faut vaincre :**
- **la résistance au roulement des pneumatiques - les résistances mécaniques de la transmission - la résistance de l'air - la résistance de pente - le poids du véhicule**
- **Les conditions de roulage variant continuellement, le couple résistant s'opposant à l'avancement du véhicule varie en permanence. A chaque instant, le couple disponible aux roues motrices doit être supérieur au couple résistant.**
- **Un moteur thermique ayant une plage d'utilisation limitée, il n'est pas capable d'assumer seul toutes les conditions de fonctionnement.**
- **La boîte de vitesses va adapter le couple moteur aux couples résistants.**
- **Elle permet un désaccouplement permanent de la transmission (point mort) ainsi que la marche arrière.**

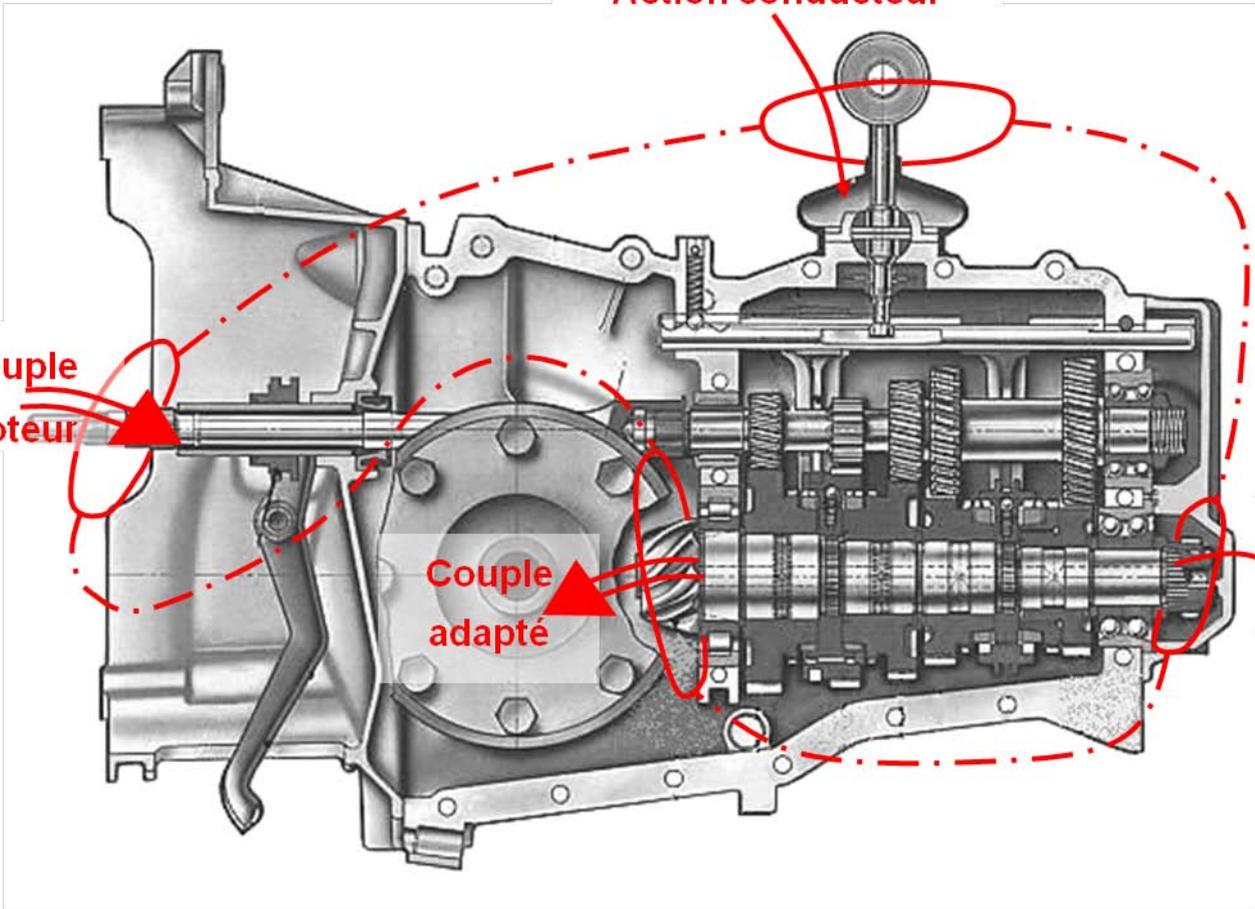


Action conducteur

Couple  
moteur

Couple  
adapté

Info  
vitesse



FONCTION GLOBALE

Action conducteur

Couple  
moteur

Adapter le couple moteur  
aux couples résistants

Info vitesse

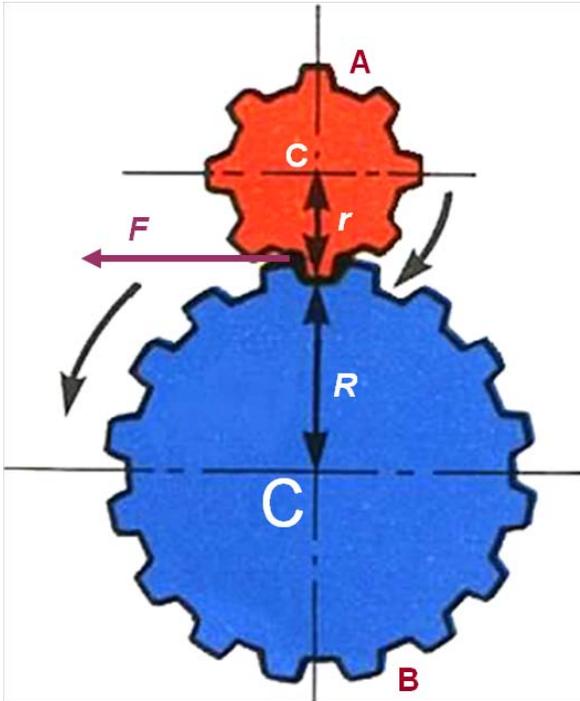
Couple  
adapté

A - 0

Boite de vitesses



**L'augmentation de couple est obtenue par l'utilisation de pignons de tailles différentes.**



**Pignon « A » menant (moteur) :**

- Il reçoit le couple moteur « C »;
- La dent en prise de ce pignon transmet une force « F » telle que :

$r = \text{rayon du pignon « A »}$

$$F = \frac{C}{r}$$

**Pignon « B » mené :**

- Sa dent correspondante reçoit la même force « F ».
- Cette dent va transmettre un couple tel que

$R = \text{rayon du pignon « B »}$

$$C = F \times R$$

**Si « R » est le double de « r » alors le couple de sortie est le double du couple d'entrée.**

**Remarque : - Quand le pignon « A » fait 1 tour, le « B » ne fait que 1/2 tour.**

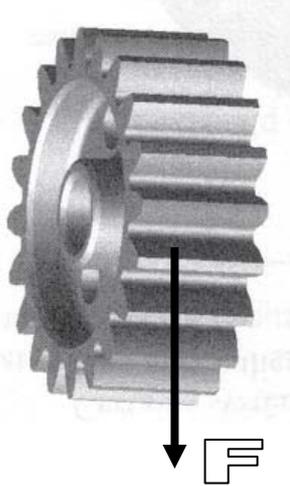
- Lorsque l'on multiplie le couple, on démultiplie la vitesse de rotation.

**Rapport de couple**

$$\text{Couple}_{\text{sortie}} = \text{Couple}_{\text{entrée}} \times \frac{\text{Nb de dents du pignon mené}}{\text{Nb de dents du pignon menant}}$$

**Rapport de démultiplication**

$$\text{Vitesse}_{\text{sortie}} = \text{Vitesse}_{\text{entrée}} \times \frac{\text{Nb de dents du pignon menant}}{\text{Nb de dents du pignon mené}}$$

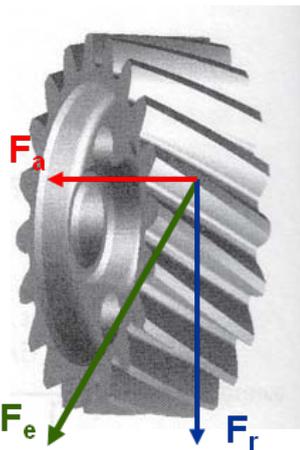
DENTURE DROITE

Ce type de denture est souvent employé dans les boîtes de vitesses pour le pignon de marche arrière.

L'effort du moteur passe brusquement d'une dent à l'autre, ce qui rend ce pignon bruyant et augmente le couple.

Il permet l'engrènement par déplacement latérale

La force  $F$  est perpendiculaire à la dent.

DENTURE HELICOÏDALE

C'est la forme de denture la plus employée à l'heure actuelle dans les boîtes de vitesses.

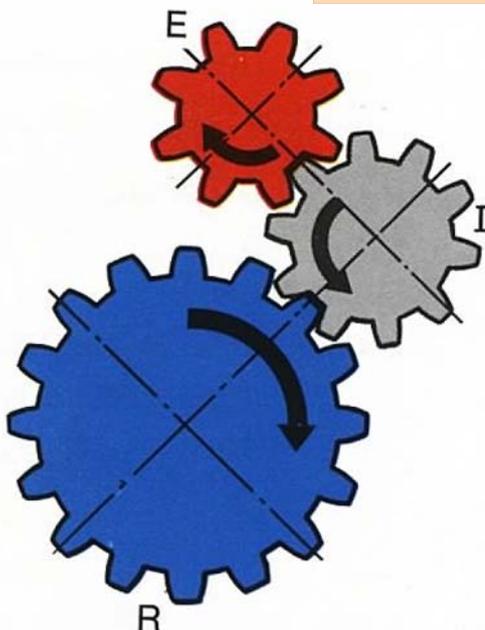
Pignonerie plus silencieuse mais présente l'inconvénient de générer des forces axiales qu'il faudra contenir par :

- des roulements à billes à contacts obliques;
- des roulements à rouleaux coniques;
- des dentures opposées deux à deux.

$F_e$  : Force d'entraînement

$F_r$  : Force radiale

$F_a$  : Force axiale

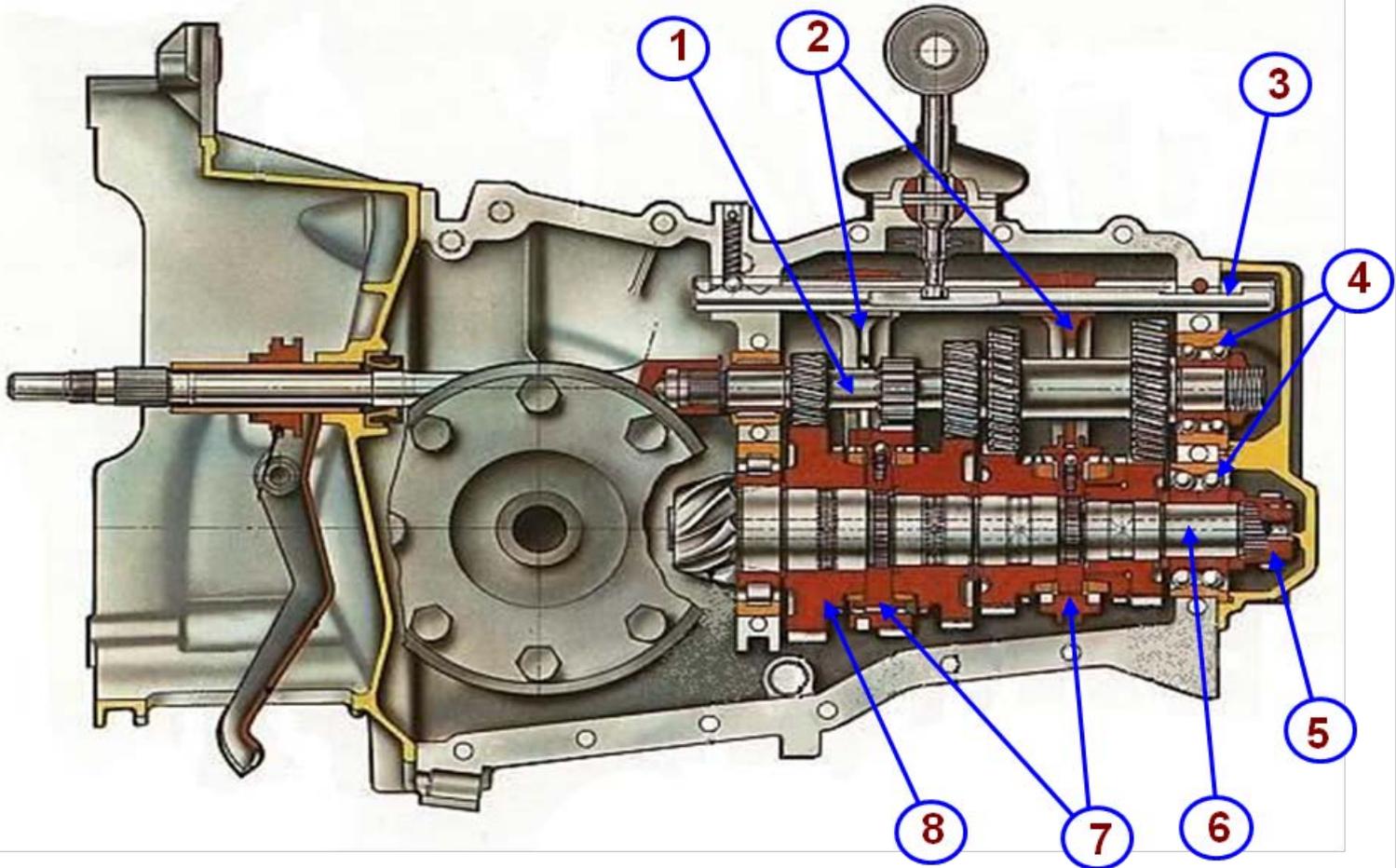
Marche arrière

➤ Un moteur thermique ne tournant que dans un seul sens, il faut inverser le sens de rotation de l'arbre secondaire de la boîte pour obtenir la marche arrière.

➤ Pour ce faire, un pignon supplémentaire « I » s'intercale entre les arbres primaire « E » et secondaire « R ».

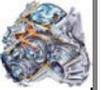


## Constitution



1	Arbre primaire	5	Prise de compteur de vitesse
2	Fourchettes	6	Arbre secondaire
3	Axes de fourchettes (coulisseaux)	7	synchroniseurs
4	Roulements	8	Pignon

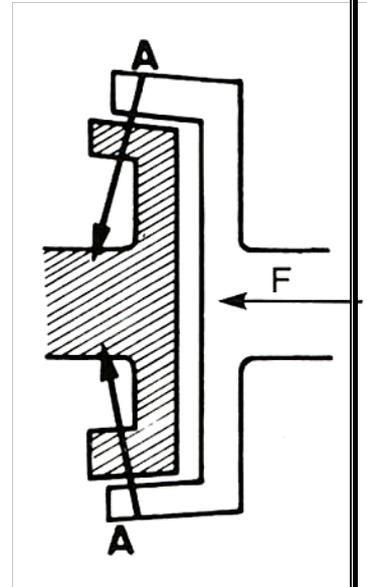
- l'arbre primaire est monobloc; les pignons sont fixes sur l'arbre
- les pignons de l'arbre secondaire sont libres en rotation et fixes en translation;
- des crabots coulissants sur l'arbre secondaire lui sont liés en rotation.
- Pour transmettre le mouvement, il faut déplacer un crabot pour lier en rotation un pignon fou avec l'arbre secondaire.



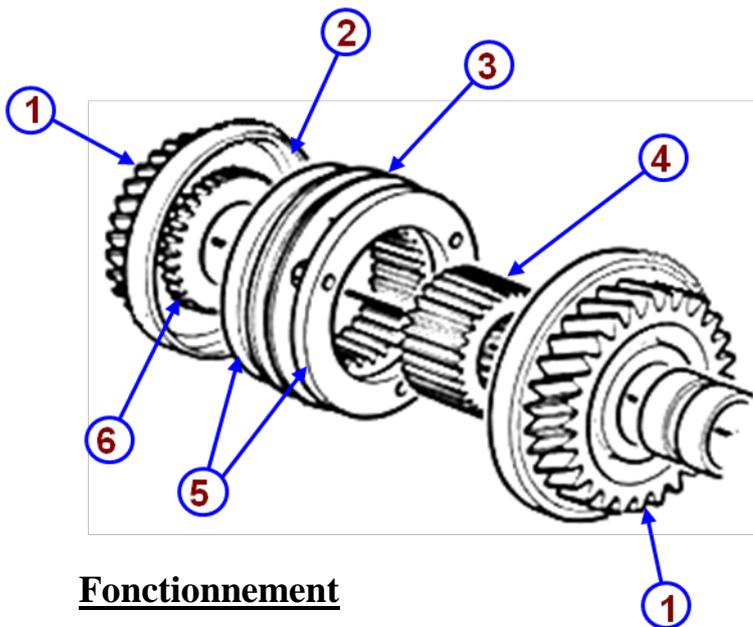
Pour que l'on puisse craboter un pignon sur son arbre, il faut que ces éléments tournent à la même vitesse : il faut les synchroniser.

Principe

- Ce sont de petits embrayages à friction conique ( de faible pente ) qui amènent pignon et arbre à même vitesse avant crabotage.
- Ils interdisent le crabotage tant que les vitesses pignon et arbre ne sont pas égales.



Constitution



1	Pignons fous
2	Cône femelle
3	Baladeur
4	Moyeu
5	Cônes males
6	Dentures de crabotage

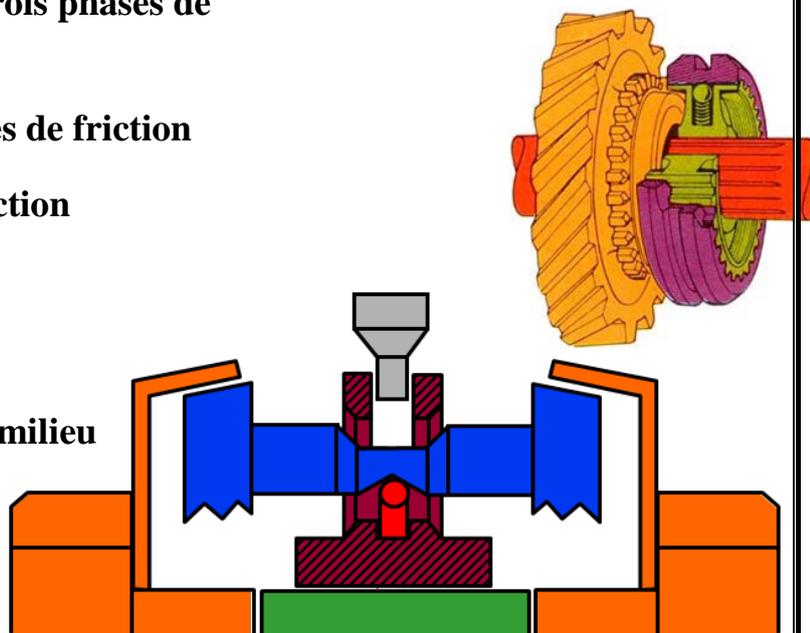
Fonctionnement

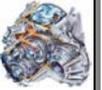
Les synchroniseurs présentent trois phases de fonctionnement:

- 1<sup>ère</sup> phase: - mise en contact des cônes de friction
- 2<sup>ème</sup> phase: - synchronisation, interdiction
- 3<sup>ème</sup> phase: - crabotage

Position point mort

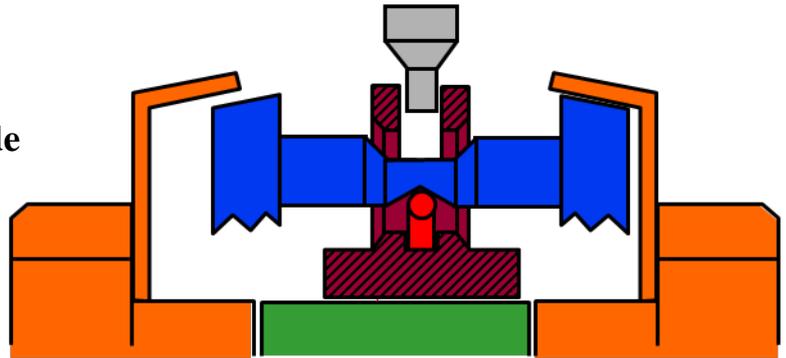
Le baladeur est maintenu en position milieu par la commande de sélection.



**1<sup>er</sup> temps : Mise en contact des cônes**

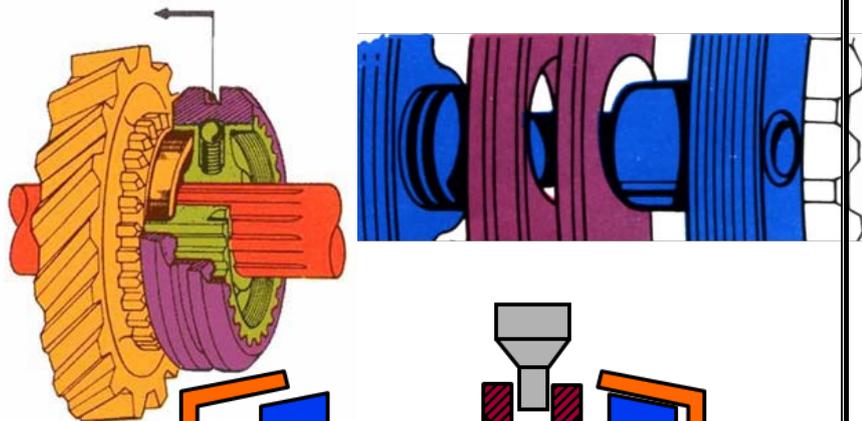
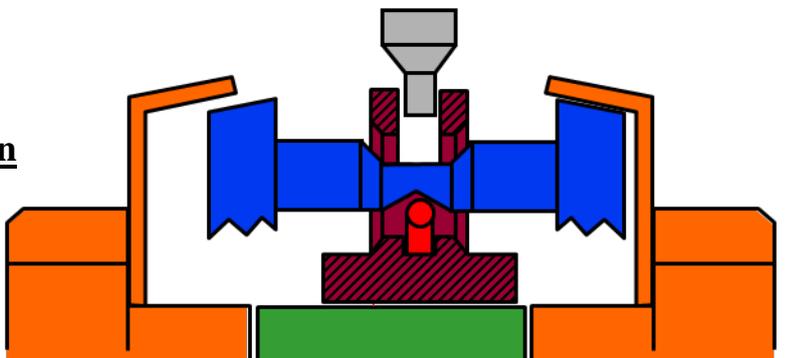
Par l'intermédiaire de la commande de sélection, le conducteur déplace le baladeur.

Le cône de l'anneau de synchronisation entre en contact avec le cône du pignon fou.

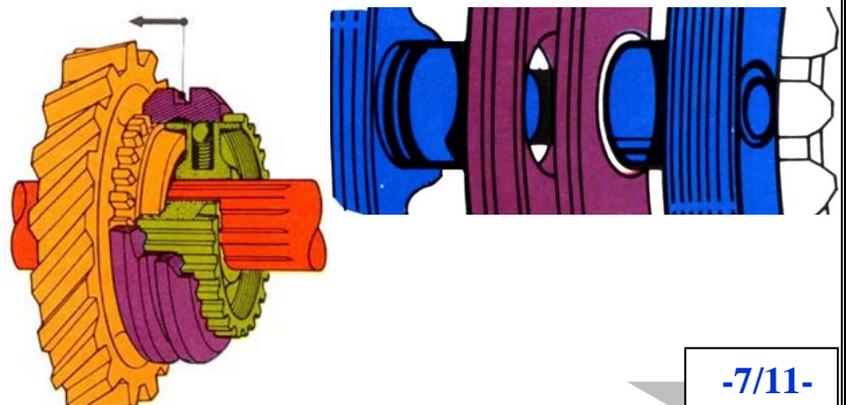
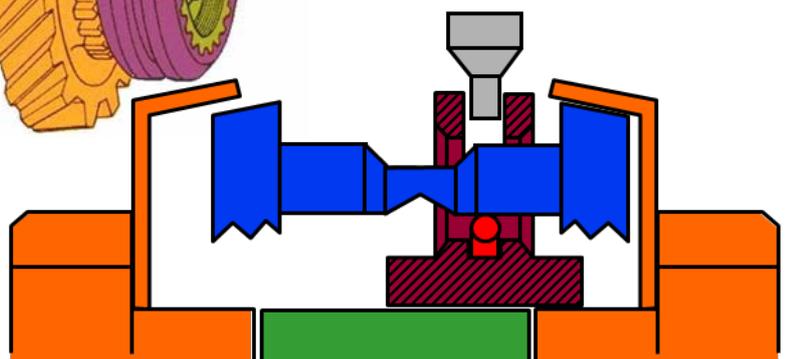
**2<sup>ème</sup> temps : Freinage - Interdiction**

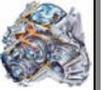
Le synchroniseur est en appui contre le cône du pignon fou. Si leurs vitesses de rotation respectives sont différentes, le synchroniseur est entraîné par le pignon.

Tout effort supplémentaire sur le baladeur augmente la pression sur les cônes. Le couple de freinage augmente; l'interdiction est renforcée.

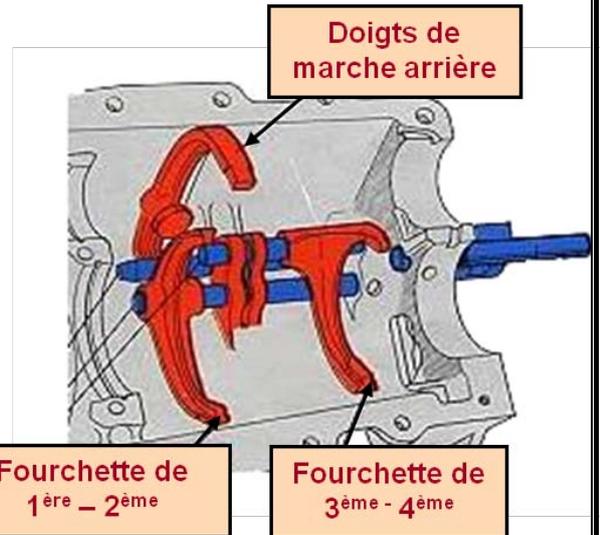
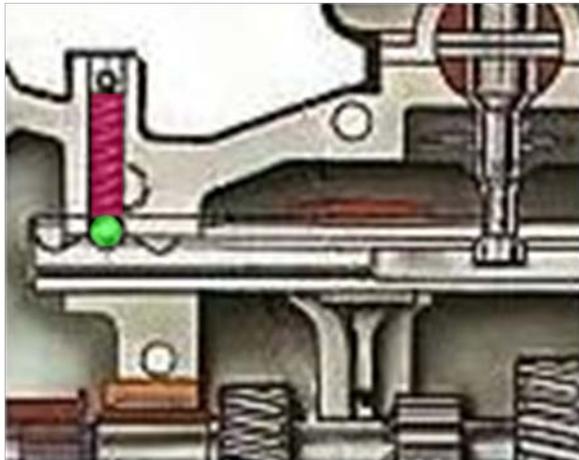
**3<sup>ème</sup> temps : Crabotage**

La synchronisation étant réalisée, il n'y a plus de couple de freinage; rien n'empêche le baladeur de continuer son mouvement et de rendre solidaire le pignon avec le moyeu du synchroniseur.

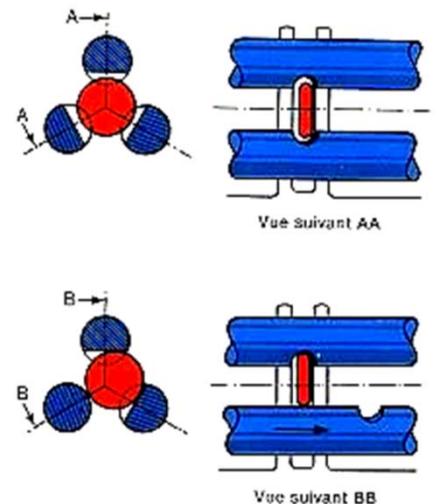




Des fourchettes actionnant les synchroniseurs sont commandées par des coulisseaux.



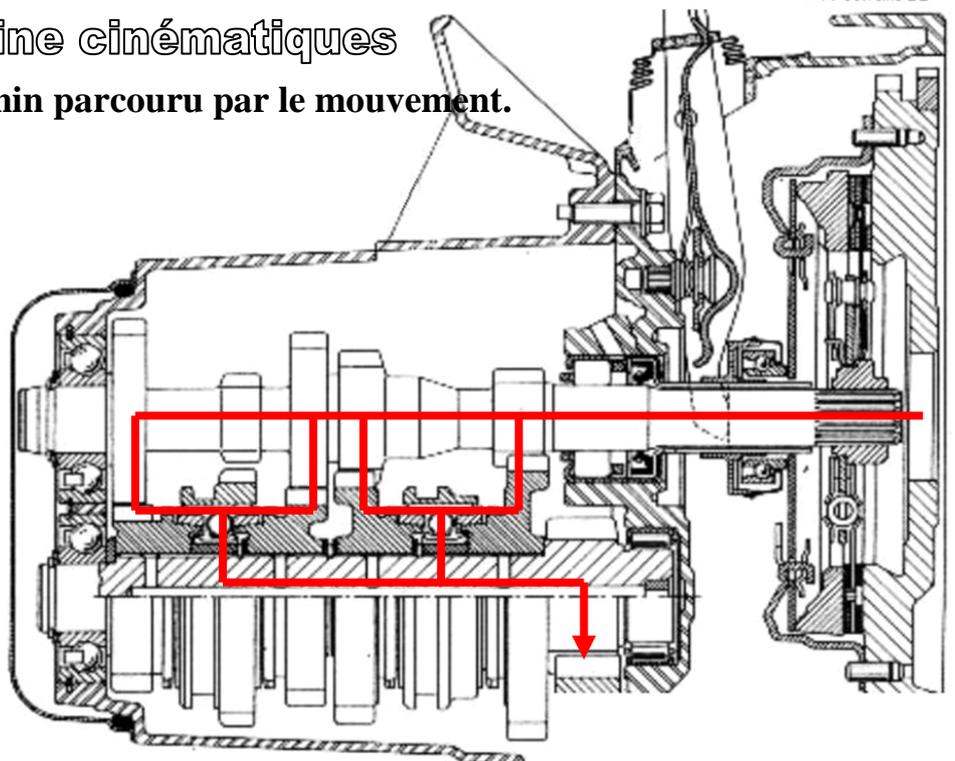
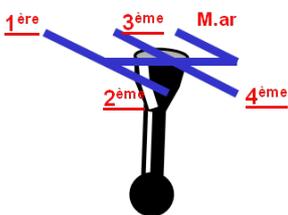
Un dispositif de verrouillage maintient les coulisseaux dans la position désirée.

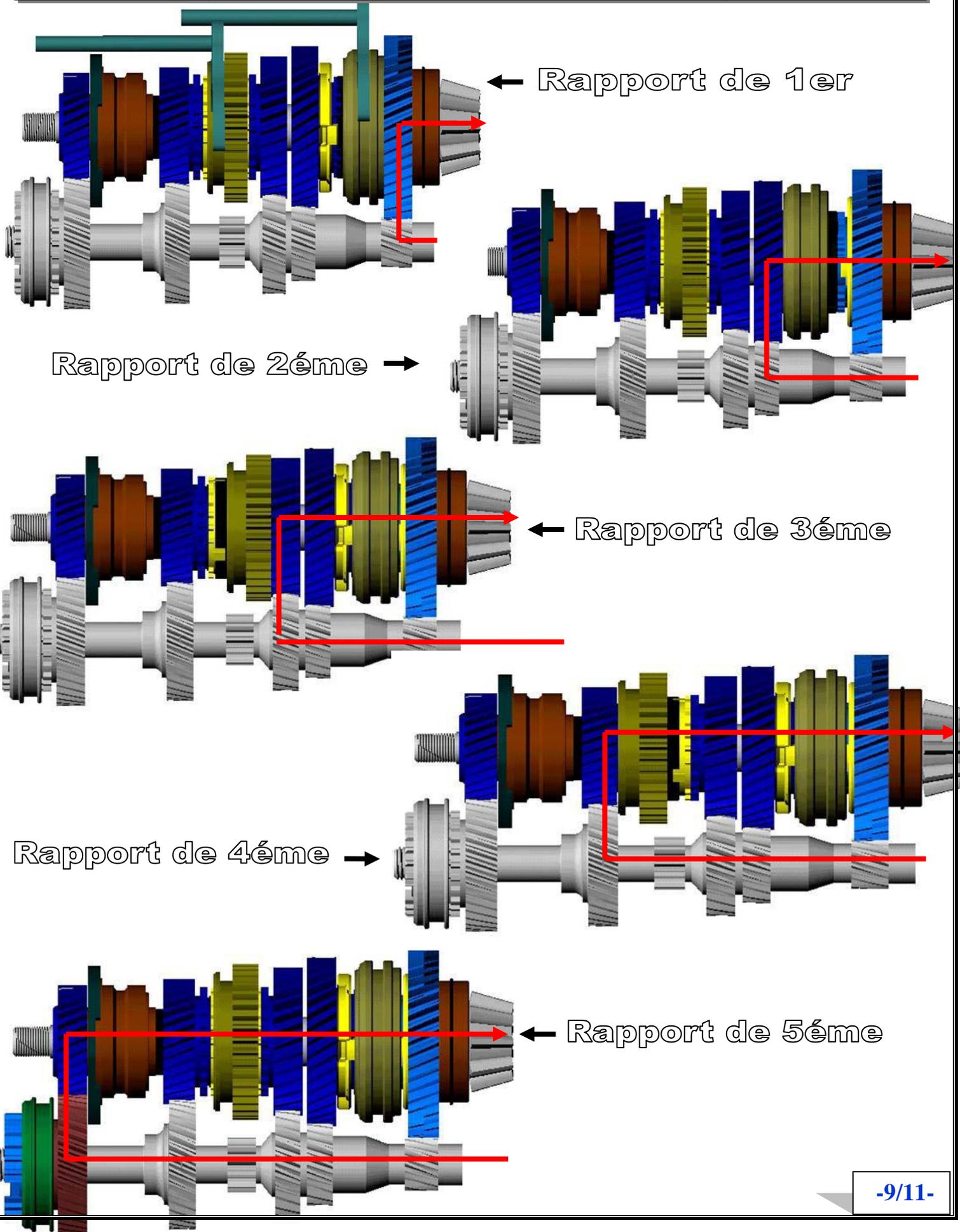


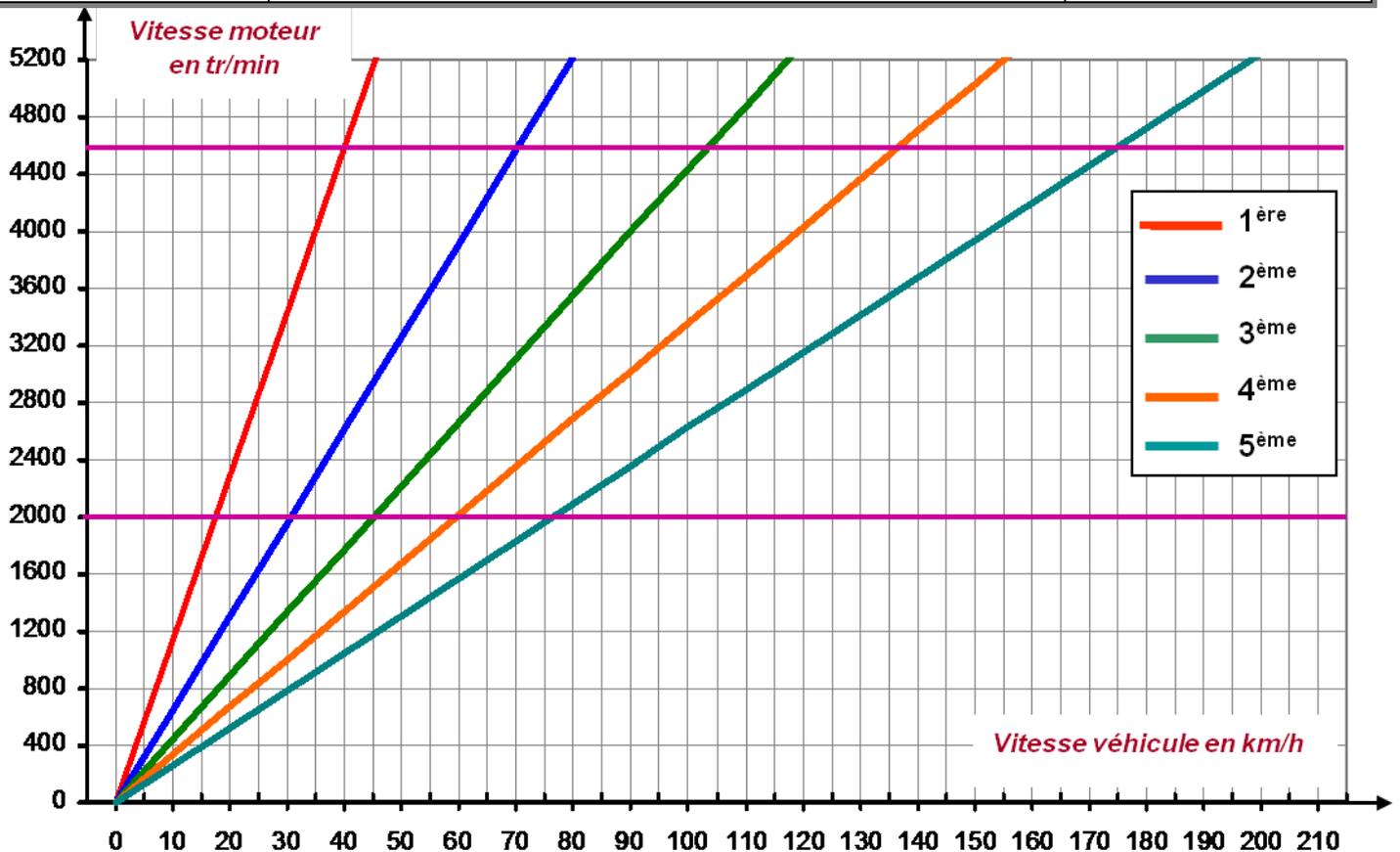
Un dispositif d'interdiction rend impossible le déplacement de deux coulisseaux simultanément (passage de deux vitesses en même temps) ce qui bloquerait la boîte de vitesse et entraînerait sa destruction.

### Chaine cinématiques

Représentation du chemin parcouru par le mouvement.







Régime maxi : 5100 tr/min

Puissance maxi : 60ch à 4600 tr/min

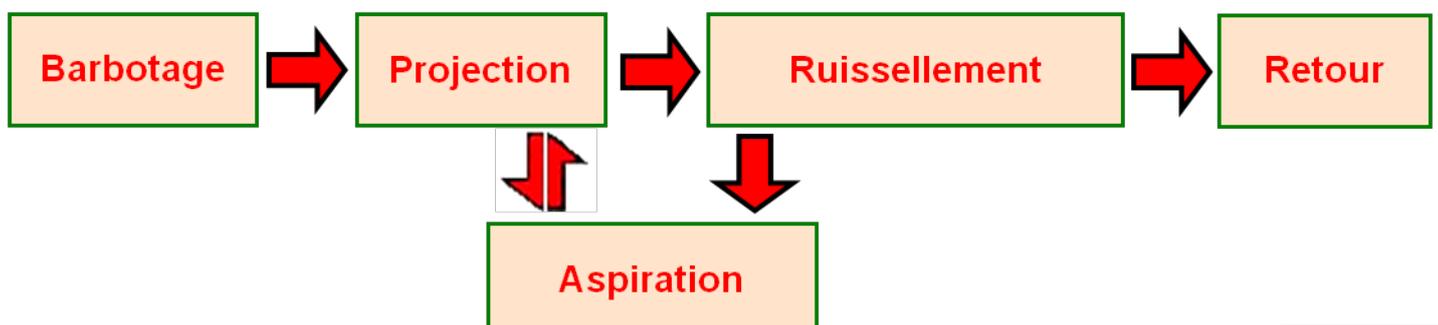
Couple maxi : 11 daN/m à 2000 tr/min

Vitesse maxi : 155 km/h

## Lubrification

Les boîtes de vitesses sont, généralement, graissées par barbotage.

Le barbotage est un système de lubrification très élaboré. Il y a à l'intérieur de la boîte de vitesses une véritable circulation d'huile.

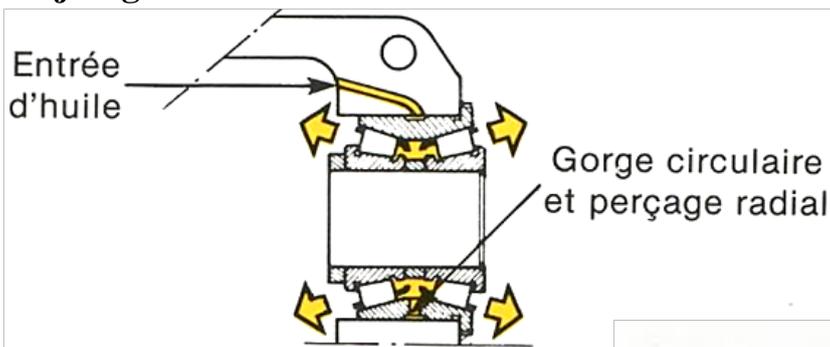
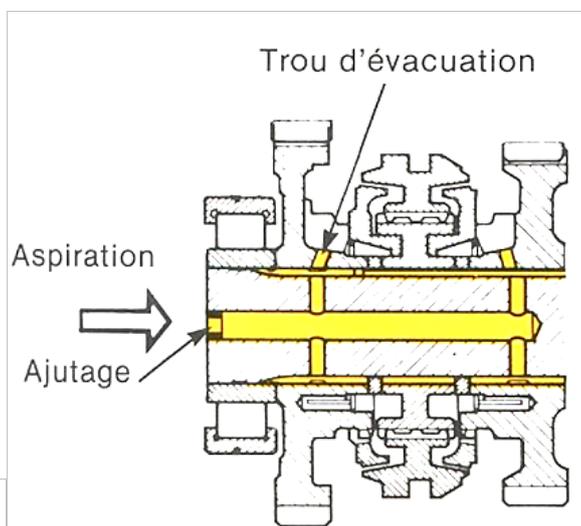




Une partie des pignons seulement est en contact du bain la d'huile et, l'huile prélevée en tournant assure le graissage de denture des pignons.

La centrifugation de l'huile provoque une pulvérisation sur tous les organes et une projection importante sur les parois du carter. Ce contact avec le carter contribue pour une grande part au refroidissement de l'huile.

La centrifugation entraîne une circulation d'huile du centre vers la périphérie des pignons. Pour mettre à profit ce phénomène, un perçage de l'arbre permet d'aspirer l'huile par le centre et de graisser ainsi l'alésage des pignons fous. Le débit d'huile est très souvent contrôlé par un ajutage.



Une partie de l'huile de ruissellement est dirigée vers des points bien précis à l'aide de nervures, de perçages ou de gouttières rapportées.

