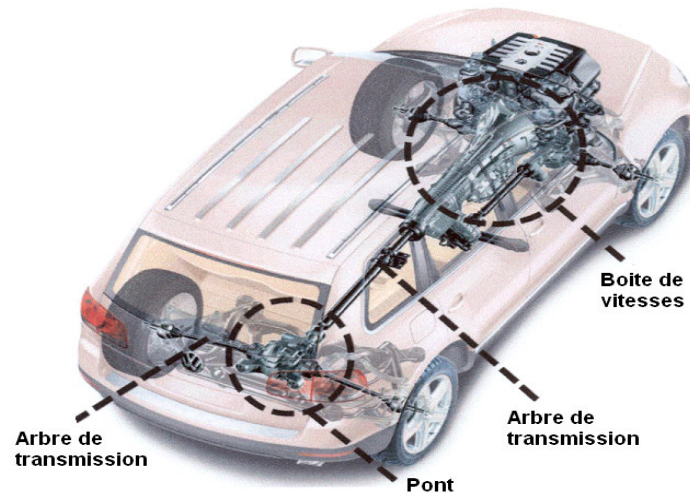


Le système de transmission

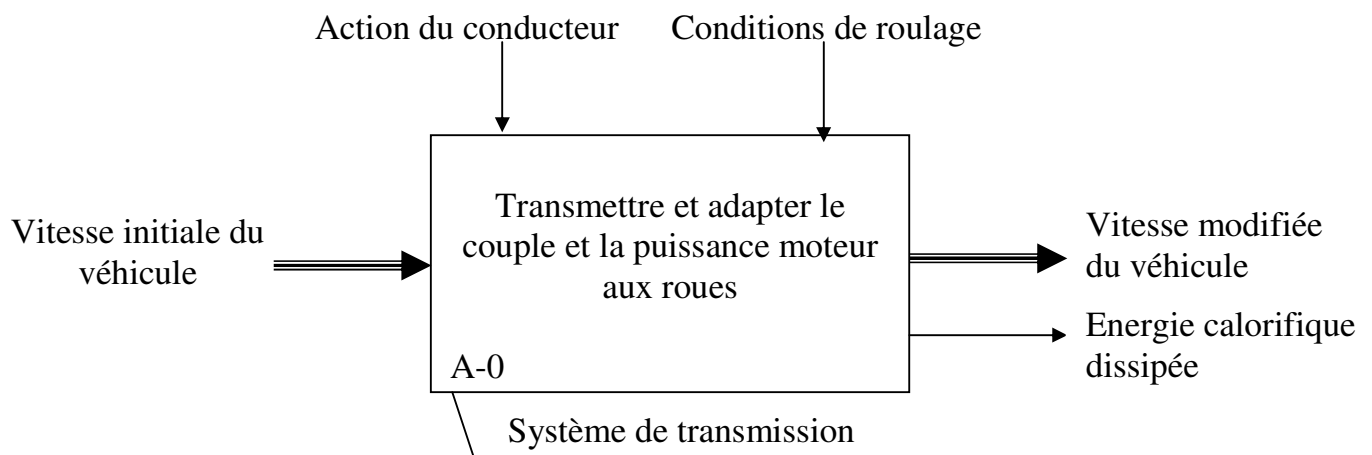
1. Mise en situation :



2. Définition :

- Le système de transmission comprend l'ensemble des mécanismes situés entre **le moteur** et **les roues motrices**

3. Fonction globale :

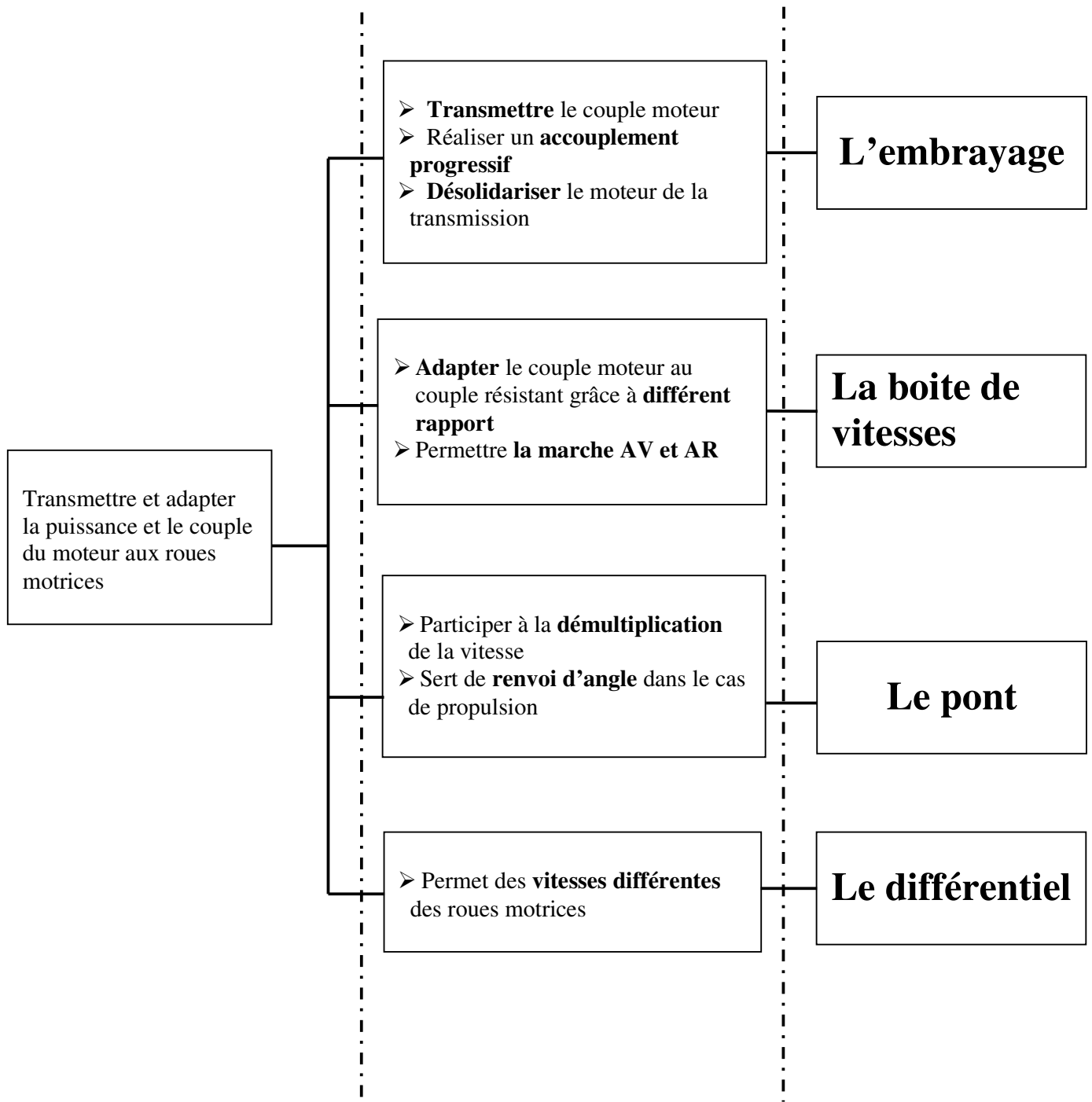


4. Les éléments constitutifs de la transmission :

Fonction principale

Fonctions de service

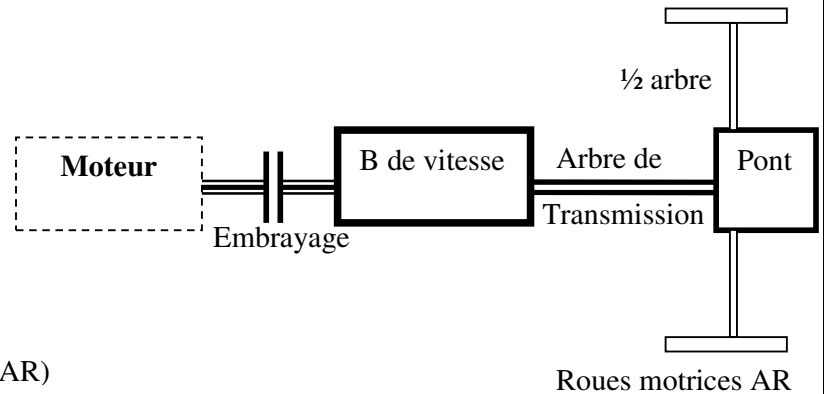
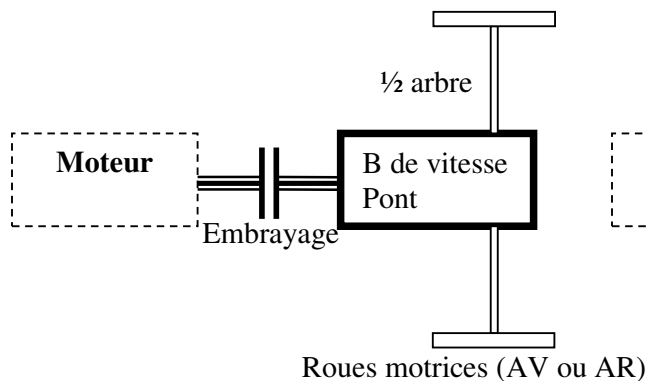
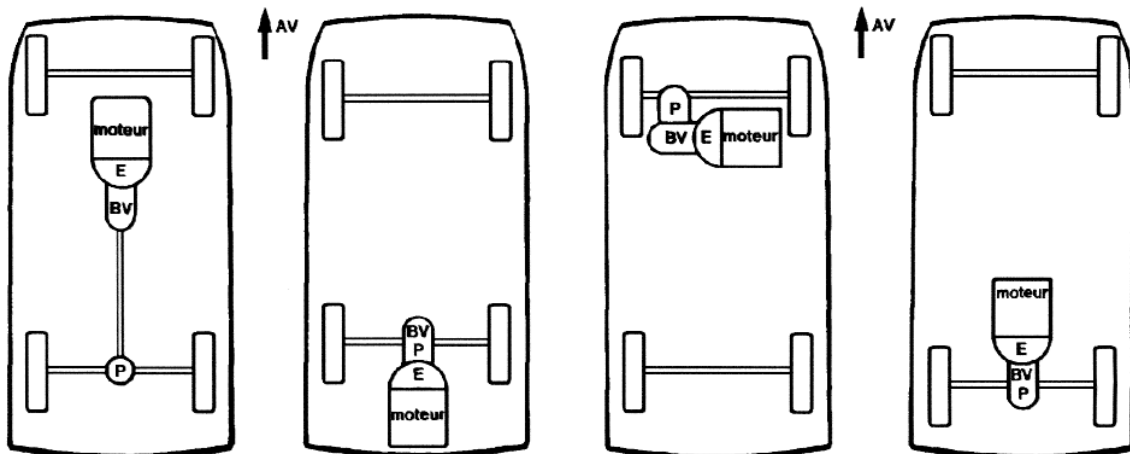
Sous-systèmes associés



5. Solutions technologiques :

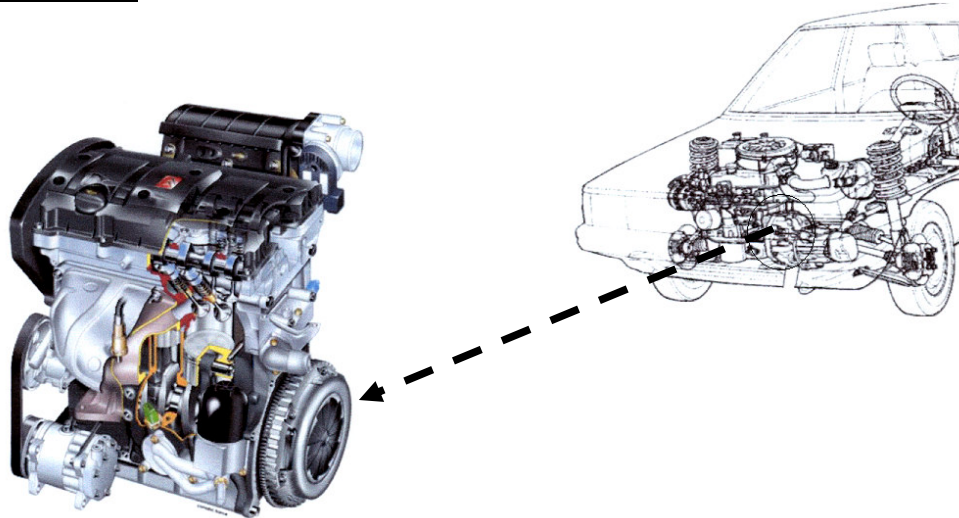
« Tout à l'avant » ou « Tout à l'arrière »

Disposition dite « classique »

**6. Variantes de disposition :**

L'embrayage

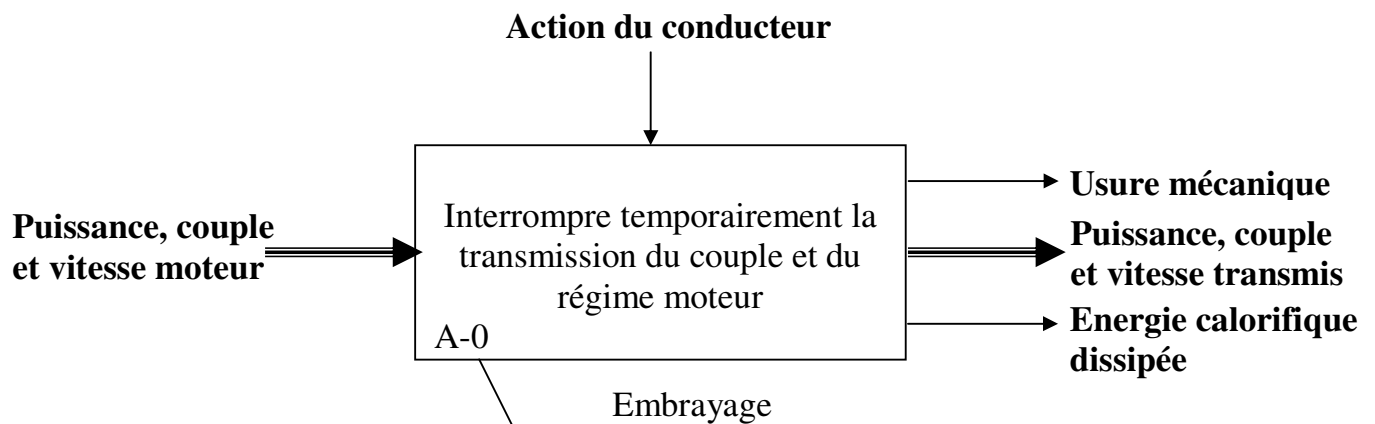
1. Mise en situation :



2. Définition :

➤ Quelle que soit la disposition des organes de transmission, le système d'embrayage comprend l'ensemble des pièces situées entre le moteur et la boîte de vitesse.

3. Fonction globale :

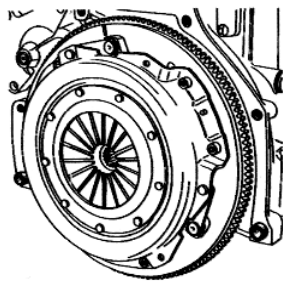


4. Conditions à satisfaire :

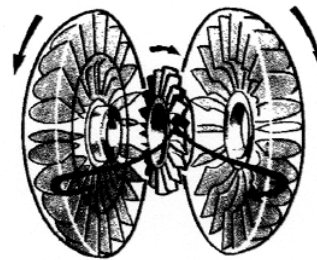
- **Etre progressif** = ⇒ Permettre le démarrage sans brutalité grâce à un léger glissement.
- **Etre adhérent** = ⇒ Position « embrayé », il ne doit plus patiner.
- **Etre résistant** = ⇒ Aux frottements (usure) et aux températures élevées.
- **Etre facile à manœuvrer** = ⇒ Peu d'effort sur la pédale
- **Nécessiter peu d'entretien** = ⇒ Remplacement peu aisé

5. Solutions technologiques :

- Embrayage mécanique à **diaphragme** et **disque de friction**
- Embrayage hydraulique pour transmission automatique (**convertisseur de couple**)

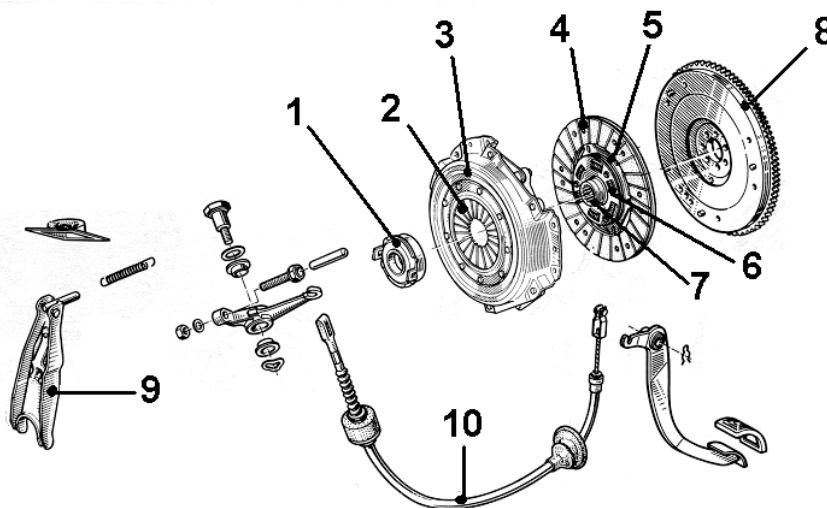


mécanique



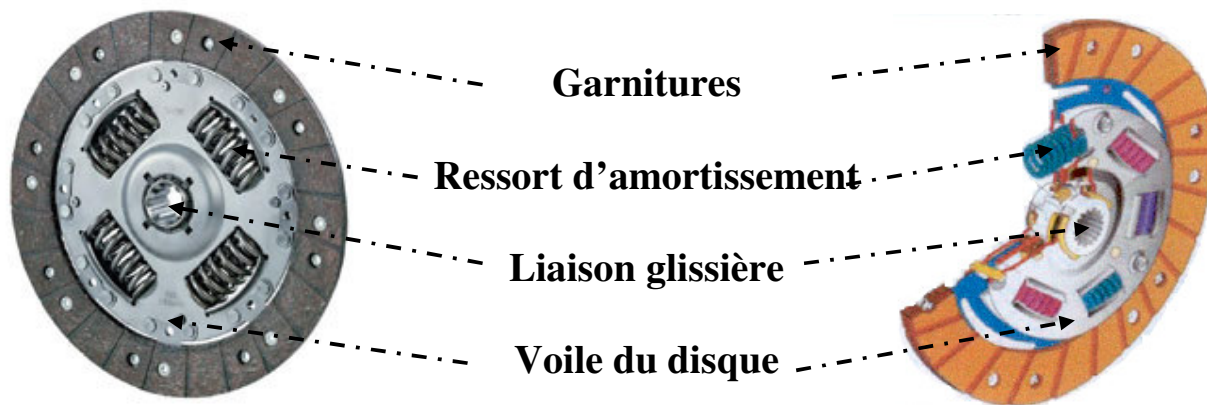
hydraulique

6. Constitution :

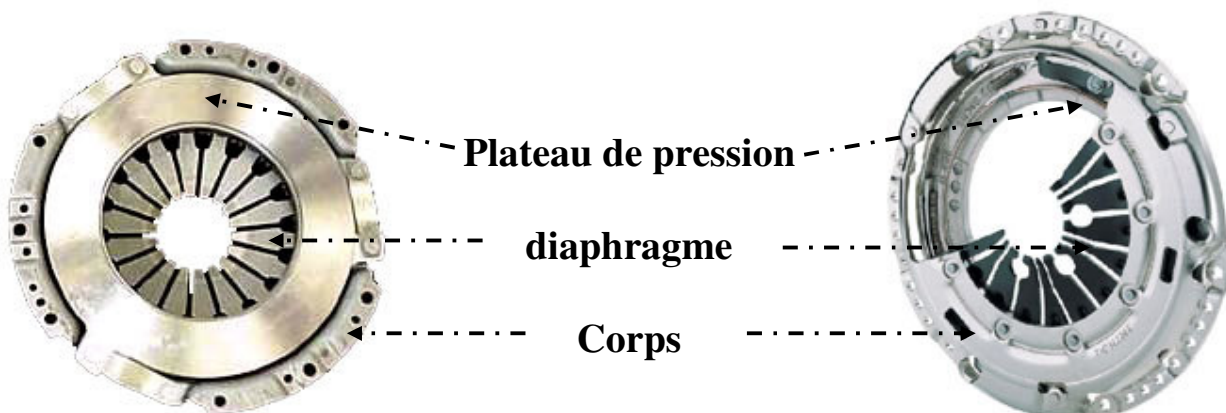


1. Butée d'embrayage
2. Diaphragme
3. Corps du mécanisme
4. Garniture du disque
5. Voile du disque
6. Ressort d'amortissement
7. Liaison glissière
8. Volant moteur
9. Fourchette d'embrayage
10. Câble de commande (mécanique)

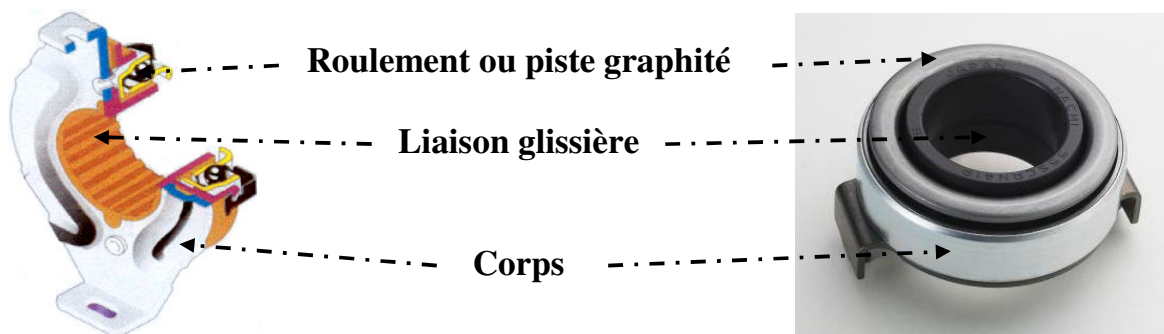
- **Le volant moteur :** Il sert de **support** au mécanisme d'embrayage et de **plateau** au disque.
- **Le disque :** C'est une pièce **en tôle**, sur laquelle viennent se fixer **les garnitures**. Une **liaison glissière** est solidaire de **l'arbre primaire** de la boîte de vitesse grâce aux **cannelures** interne. **Des ressorts**, situés sur **le moyeu**, permettent d'éviter **des à-coups** et **des torsions** lors des phases d'embrayage **trop rapides et violentes**.



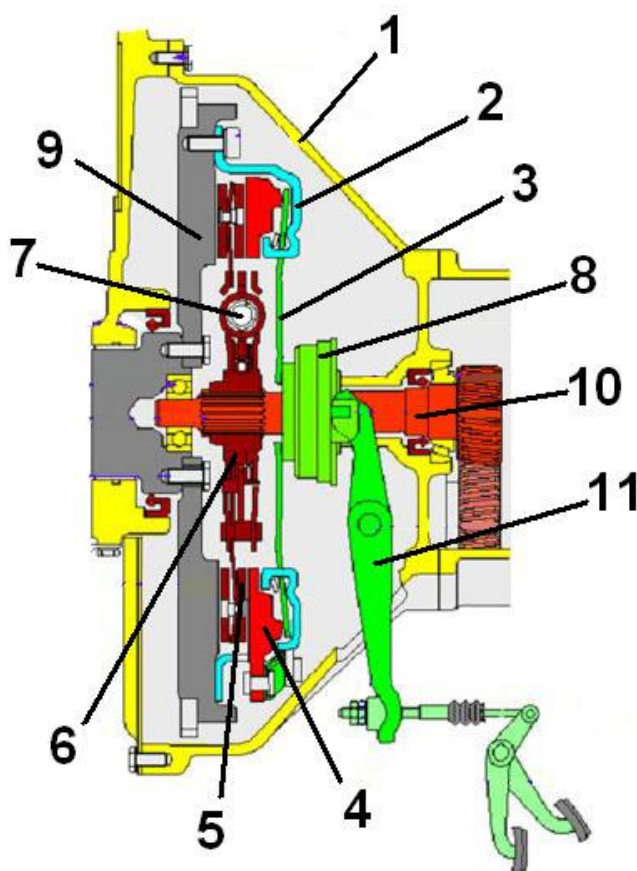
- **Le mécanisme à diaphragme :** Il est fixé sur **le volant moteur** et assure la liaison entre celui-ci et **le disque** d'embrayage. Il possède **un plateau de pression** qui plaque le disque contre le volant moteur et **un diaphragme** qui joue le rôle d'une multitude de ressorts et qui a pour fonction de maintenir le plateau en pression contre le disque et le volant moteur.



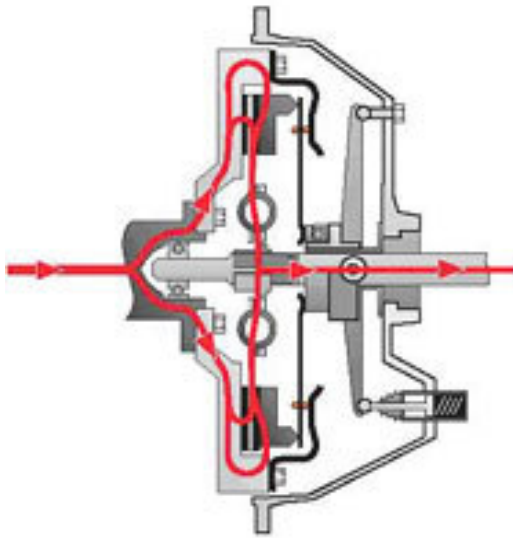
- **La butée de débrayage :** Son rôle consiste à **commander** le mécanisme de l'embrayage en transmettant **une force** sur le diaphragme, ce qui aura pour conséquence **de libérer** le disque et donc **désaccoupler** le moteur de la boîte de vitesse. On trouve généralement des butées à **roulement ou graphité**



7. Principe de fonctionnement :

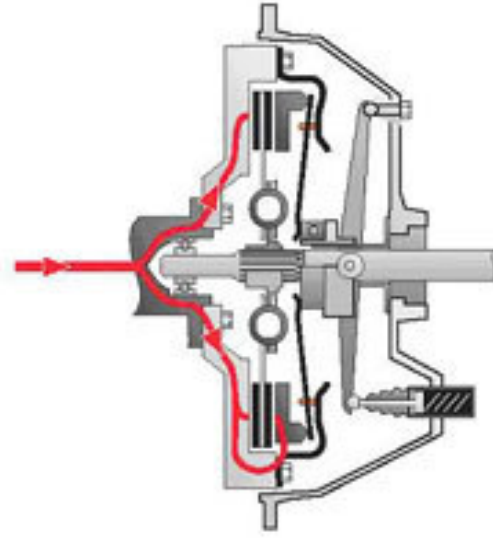


1. Cloche de boîte de vitesses
2. Corps du mécanisme
3. Diaphragme
4. Plateau de pression
5. Garnitures
6. Disque
7. Ressorts d'amortissement
8. Butée
9. Volant moteur
10. Arbre primaire
11. Fourchette



Phase embrayée

- **Aucune action sur la pédale.**
- Les ressorts **agissent** sur le plateau de pression.
- Le disque est **emprisonné** entre le volant moteur et le plateau de pression.
- L'accouplement moteur - boîte de vitesses est **réalisé**.
- Le couple et la vitesse de rotation **sont transmis à l'arbre primaire.**



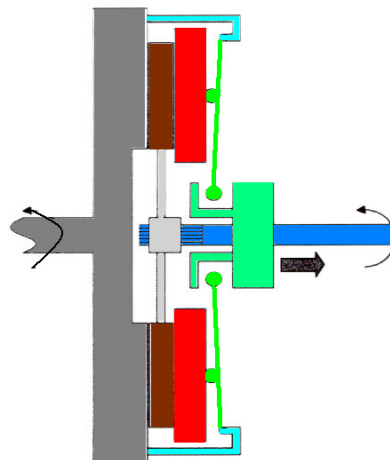
Phase débrayée

- **Action du conducteur sur la pédale.**
- La butée est **mise en appui** sur le diaphragme. Celui-ci, en se déformant, permet le **déplacement** du plateau de pression et **libère** le disque.
- **Il n'y a plus de liaison** entre le moteur et l'arbre primaire

Evolution :

- Depuis quelques temps les constructeurs ont tendance à monter des embrayages dits « **Tiré** » pour faciliter la manœuvre du conducteur (moins d'effort).

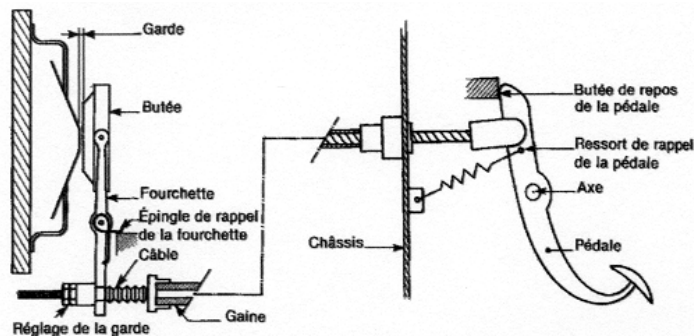
- Dans ce système les appuis du plateau de pression et du diaphragme sont **inversés**.
- Il ne faut donc pas pousser le diaphragme pour désolidariser l'ensemble, mais **tiré** sur celui-ci.
- La butée est **solidaire** du mécanisme et **ne se démonte pas**



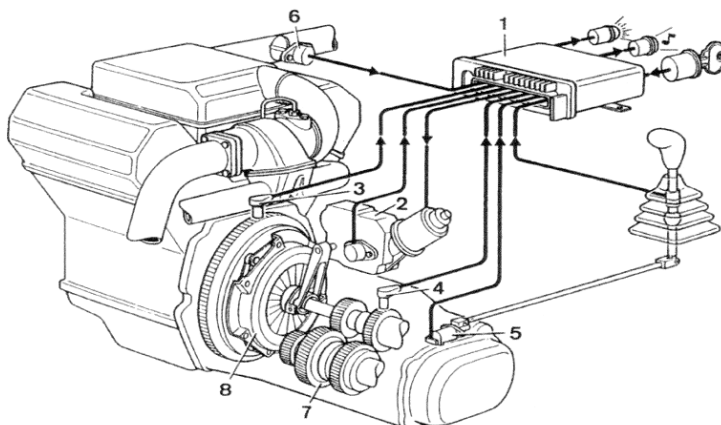
8. Systèmes de commande :

- Pour **actionner** le système d'embrayage, le conducteur dispose généralement **d'une pédale** (sauf pour les dispositifs électroniques). Cette pédale est reliée soit à un système **mécanique**, soit à un système **hydraulique**.
- Pour maintenir **constant** l'écartement entre la pédale et le mécanisme d'embrayage, le système doit comporter un mécanisme qui compense l'usure des garnitures du disque, **le rattrapage**.

Commande mécanique par câble

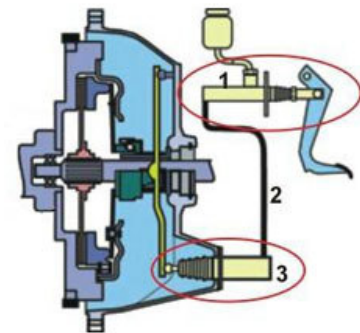


Commande électronique

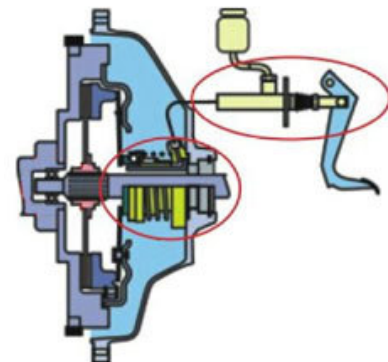


Commande hydraulique

Récepteur latéral



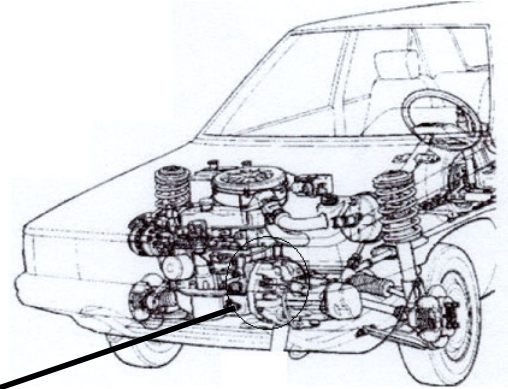
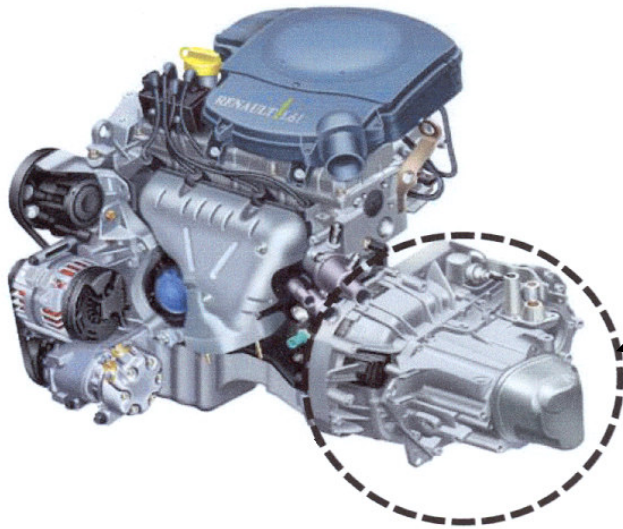
Récepteur concentrique



1. Module électronique
2. Actionneur électromagnétique
3. Capteur de régime moteur
4. Capteur de vitesse arbre primaire
5. Capteur de déplacement du levier de vitesse
6. Capteur position papillon
7. Boîte de vitesse manuelle
8. Embrayage à disque et

La boîte de vitesses

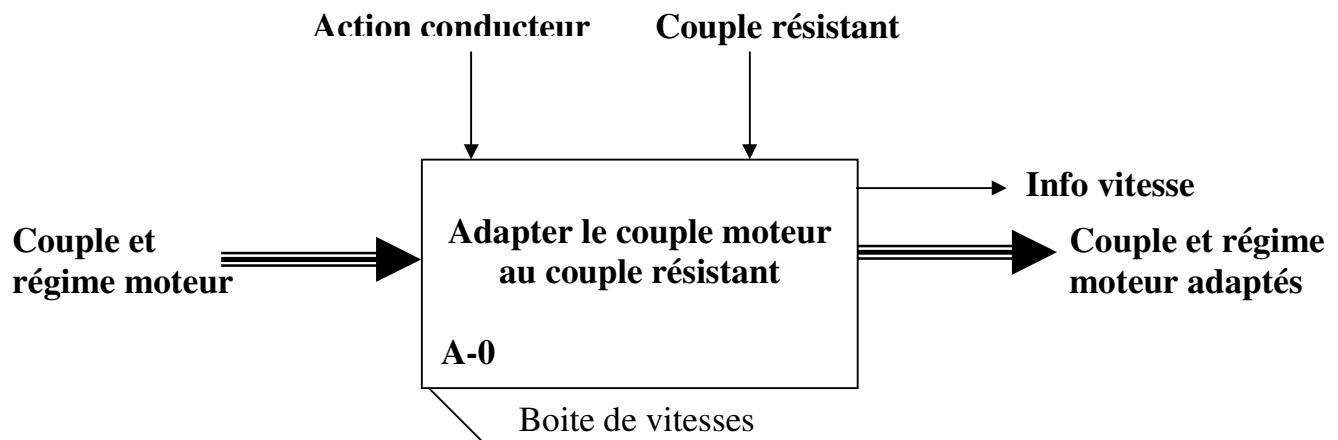
1. Mise en situation :



2. Définition :

➤ La boîte de vitesse correspond à l'ensemble des pièces implantées entre **l'embrayage** et **le pont**. (même si le pont est souvent incorporé dans le même carter que la boîte de vitesse)

3. Fonction globale :

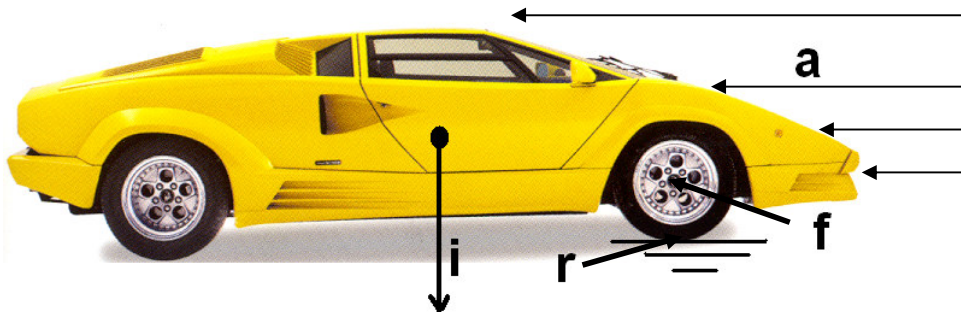
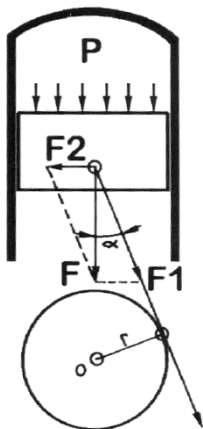


4. Conditions à satisfaire :

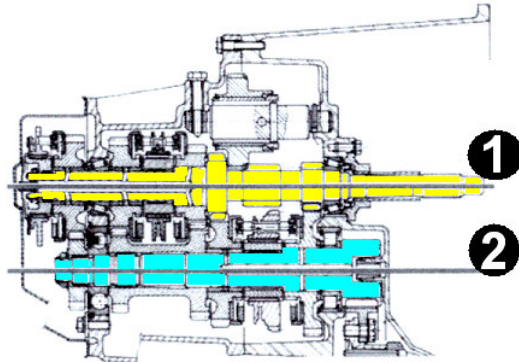
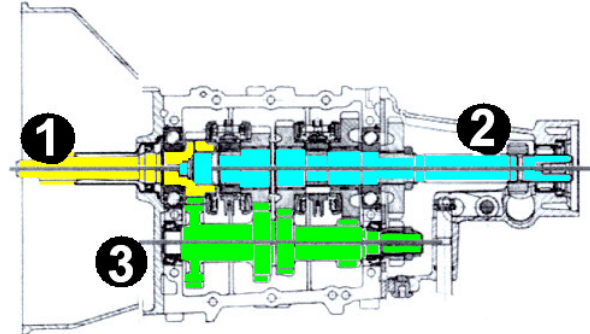
- La boîte de vitesse doit permettre au véhicule :
 - De vaincre le **couple résistant** en adaptant le **couple moteur**
 - De rouler à des vitesses **variables**, depuis son démarrage jusqu'à sa vitesse **maximum**
 - De permettre le déplacement du véhicule en marche **avant** et **arrière**
 - D'**isoler** la transmission pour permettre au véhicule de demeurer à l'arrêt moteur tournant (**le point mort**)

5. Le couple résistant :

- Il correspond à l'addition de l'ensemble des forces qui s'**opposent** à l'avancement du véhicule.
- Il dépend principalement de :
 - La résistance au **frottement** (f) provenant des **engrenages** et **roulements** de la transmission
 - La résistance au **roulement** (r) des roues provenant de la nature **des pneus** et de celle **du sol**
 - La résistance de **l'air** (a), dont la pression exercée sur les surfaces plus ou moins verticales de l'avant du véhicule, crée une force
 - L'**inertie** du véhicule (i) provenant du **poids** du véhicule

**6. Rappels sur le couple moteur :**

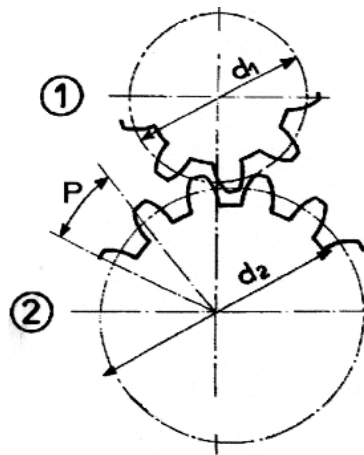
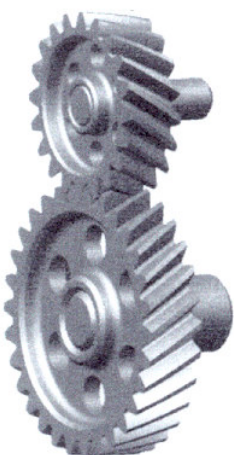
- Le couple moteur est le **produit** de la force à la bielle par la longueur du bras de manivelle du vilebrequin
- Soit : **$C_m = F_1 \times r$**
 - C_m \implies couple moteur en Newton – Mètre (N.m)
 - F_1 \implies force sur la bielle en Newton (N)
 - r \implies Longueur en mètre (m)
- **Remarque :** Si le couple moteur est inférieur au couple résistant, le moteur cale

7. Configurations :**Configuration à 2 arbres****Configuration à 3 arbres**

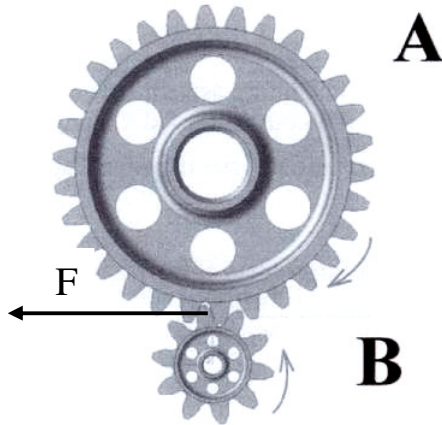
- 1 : **Arbre primaire** : il reçoit le couple moteur et la vitesse de rotation du vilebrequin par l'intermédiaire de l'**embrayage**
- 2 : **Arbre secondaire** : il transmet le couple modifié au **pont**
- 3 : **Arbre intermédiaire** : il transmet le mouvement de l'arbre primaire à l'arbre secondaire. Il se trouve uniquement sur les boîtes 3 arbres. (propulsions)

8. Principe utilisé : (Rappel de construction)

- La boîte de vitesses utilise les propriétés des **engrenages**. Un engrenage est un ensemble de deux roues dentées (au minimum) qui s'**engrènent** l'une dans l'autre.
- Les boîtes de vitesses actuelles comportent des **trains** d'engrenages permettant au conducteur de bénéficier de **5 à 6** rapports différents en plus du rapport de **marche arrière**.

8.1 Caractéristiques :

- Le **diamètre primitif** : d_1 et d_2
- Le **module** : C'est le quotient du diamètre primitif par le nombre de dents. Si les 2 pignons n'ont pas le même module, ils ne peuvent pas s'engrainer
- Le **pas** : C'est la longueur de l'arc de cercle du primitif compris entre les flancs de deux dents consécutives

8.2 Rapport de démultiplication (vitesse et couple):

- **Nombre de dents des pignons :** A : 10 B : 30
- **Diamètre primitif :** A : 10 mm B : 30 mm
- **Vitesse de rotation :** A : 2100 tr/min B : 700tr/min
- **Couple :** entrée : 10 N.m Sortie : 30 N.m

➤ Le pignon B est le pignon **moteur** (il entraîne le A). Il possède 3 fois **moins** de dents que le pignon A et tourne trois fois **plus vite**. Le couple d'entrée se trouve **multiplié** par trois à la sortie.

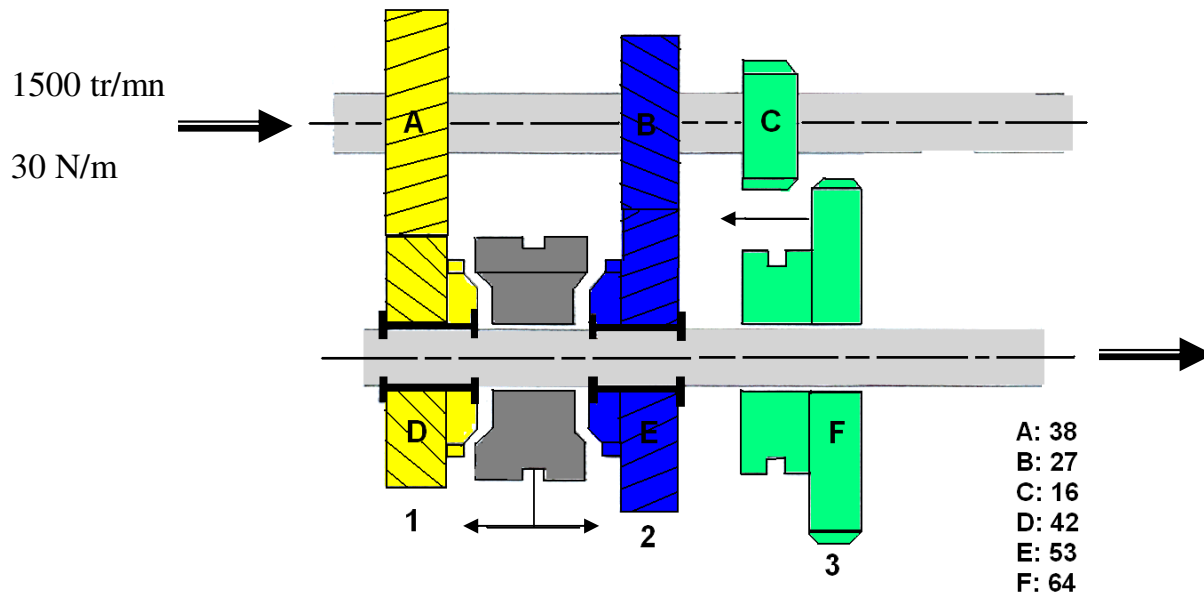
➤ **Conclusion :** Il y a un **rapport direct** : - entre le nombre de dents et la vitesse de rotation.
- entre le diamètre primitif et le couple

A. Rapport de vitesse :

$$\text{Rapport de vitesse} = \frac{\text{Nombre de dents du pignon } \mathbf{menant}}{\text{Nombre de dents du pignon } \mathbf{mené}} \quad \mathbf{OU} \quad \frac{\text{Vitesse de l'arbre } \mathbf{de\ sortie}}{\text{Vitesse de l'arbre } \mathbf{d'entrée}}$$

B. Rapport de couple :

$$\text{Rapport de couple} = \frac{\text{Nombre de dents du pignon } \mathbf{mené}}{\text{Nombre de dents du pignon } \mathbf{menant}} \quad \mathbf{OU} \quad \frac{\text{Couple de l'arbre } \mathbf{de\ sortie}}{\text{Couple de l'arbre } \mathbf{d'entrée}}$$

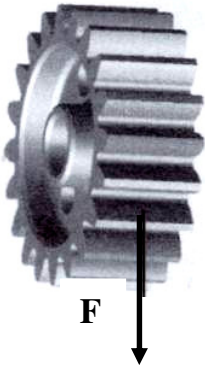
8.3 Exercices :**A. Calculez les rapports de vitesses :**

| Engrenages | Formules | Rapports de vitesses | Vitesses de sortie |
|------------|-------------------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | $\frac{A}{D} = \frac{38}{42}$ | 0.904 | 1356 |
| 2 | $\frac{B}{E} = \frac{27}{53}$ | 0.509 | 763.5 |
| 3 | $\frac{C}{F} = \frac{16}{64}$ | 0.25 | 375 |

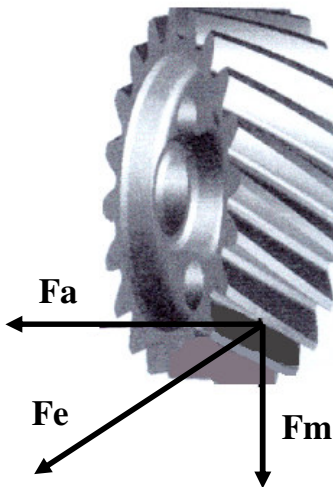
B. Calculez les rapports de couples :

| Engrenages | Formules | Rapports de couples | Couples de sortie |
|------------|-------------------------------|---------------------|-------------------|
| 1 | $\frac{D}{A} = \frac{42}{38}$ | 1.105 | 33.16 |
| 2 | $\frac{E}{B} = \frac{53}{27}$ | 1.97 | 59.19 |
| 3 | $\frac{F}{C} = \frac{64}{16}$ | 4 | 120 |

Conclusion : Pour une puissance donnée, si le couple moteur **augmente**, le régime **diminue** et inversement.

9. Forme des dentures :A. Denture droite :

- Ce type de denture est souvent employé pour le pignon de **marche arrière**.
- Une **seule** dent est en prise avec l'autre pignon.
- L'effort du moteur passe **brusquement** d'une dent à l'autre, ce qui rend ce pignon **bruyant** et augmente l'**usure**
- Il s'engrène par déplacement direct de **pignon**
- La force F est **perpendiculaire** à la dent

B. Denture hélicoïdale :

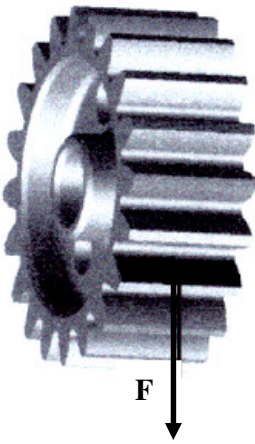
- Ce type de denture présente l'avantage d'être plus **silencieux** que la denture droite, en créant moins de **vibrations**.
- Les dentures hélicoïdales ont **plusieurs dents** simultanément en contact, ce qui permet de transmettre des efforts plus **importants**
- En contrepartie ce type de denture engendre un **effort axial** dont l'intensité dépend de l'angle d'inclinaison de denture.
- Les **roulements** ou les **paliers** doivent être dimensionnés pour reprendre cet effort.

Fa : Force **axiale** \implies Nuisible

Fm : Force **motrice** \implies Effort moteur à transmettre

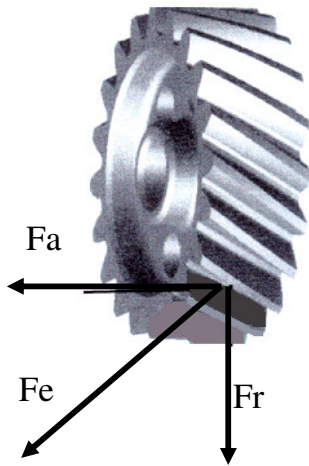
Fe : Force d'**engrènement** \implies Provoquée par le pignon menant

C. Denture chevron :•9. Forme des dentures :A. Denture droite :



- Ce type de denture est souvent employé pour le pignon de **marche arrière**
- Une **seule dent** est en prise avec l'autre pignon
- L'effort passe **brusquement** d'une dent à l'autre, ce qui rend ce pignon très **bruyant** et augmente l'**usure**
- Il permet l'engrènement par déplacement **du pignon**
- La force F est **perpendiculaire** à la dent

B. Denture hélicoïdale :



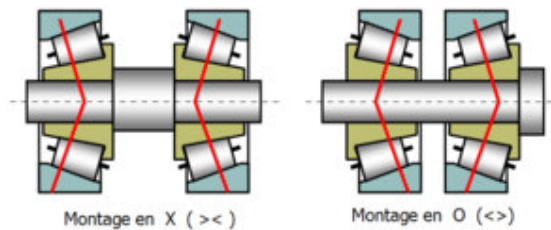
- Ce type de denture présente l'avantage d'être plus **silencieux** que la denture droite, en créant moins de **vibrations**.
- Les dentures hélicoïdales permettent également de transmettre des **efforts** importants en engrenant **plusieurs dents** simultanément
- En contrepartie, ce type de denture engendre un effort **axial** dont l'intensité dépend de l'angle d'inclinaison de denture.
- Les **roulements** ou les **paliers** doivent être dimensionnés pour reprendre cet effort.

Fr : Force **radiale**

Fe : Force **d'entraînement** provoqué par le pignon menant

Fa : Force **axiale** nuisible au système

Exemple de roulements :



Professeur :
M. MIARD

| | | |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| Savoir S 3.8 | <h1>Transmission</h1> | Page : 16 |
| DATE : | | CLASSE : |

C. Denture à chevron :



➤ Développé par Citroën, elle présente tous les **avantages** de la denture hélicoïdale sans les **inconvénients** car elle ne génère aucun **effort axial**

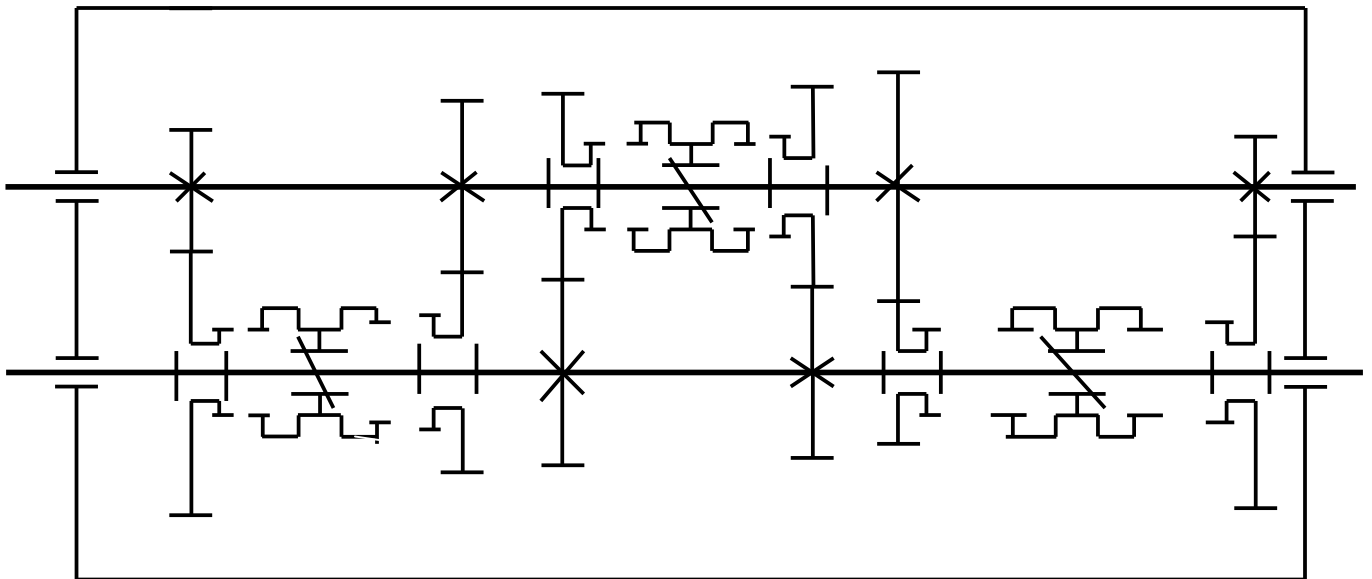
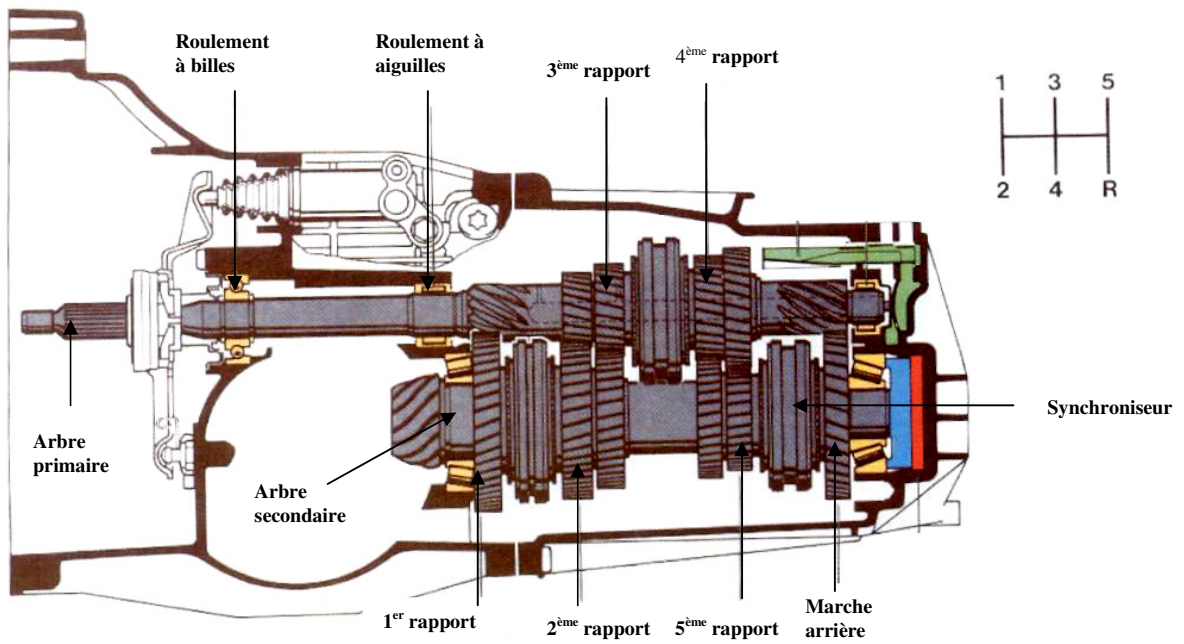
➤ Ce type de denture est peu utilisé car son **coût** de fabrication est **très élevé**.

10. Représentation schématique :

| Types | Symboles | Mouvements | |
|-------|----------|-------------|----------|
| | | Translation | Rotation |
| Fixe | | 0 | 0 |
| fous | | 0 | 1 |
| | | 0 | 1 |
| | | 1 | 0 |

Professeur :
M. MIARD

Exemple :



Professeur :
M. MIARD

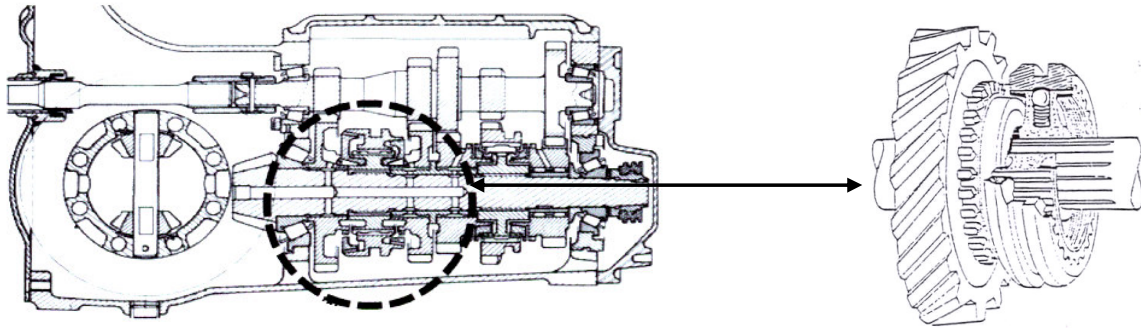
| |
|--------------|
| Savoir S 3.8 |
| DATE : |

Transmission

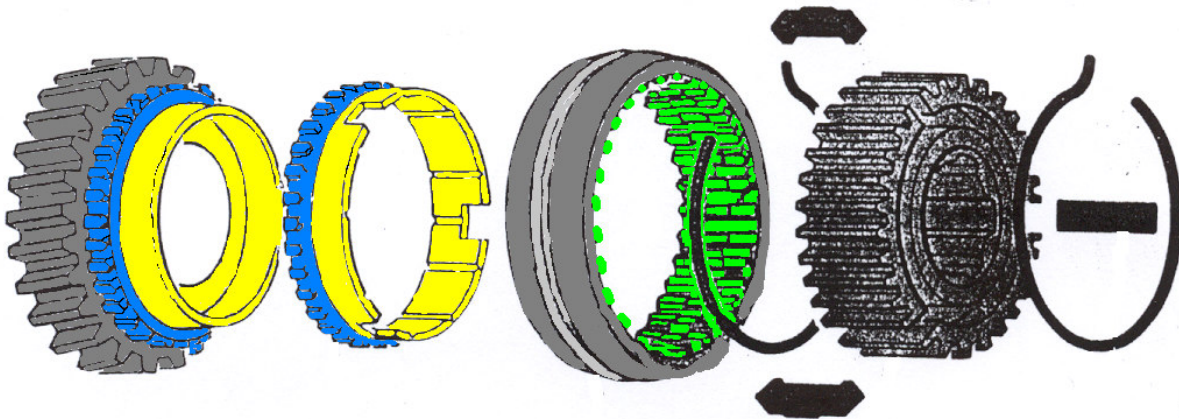
| |
|---------------------|
| Page : 18 |
| CLASSE : |

11. La synchronisation :

➤ Pour que deux pignons s'engrènent, ils doivent avoir **la même vitesse** circonférentielle, les constructeurs équipent les boîtes de vitesses de **synchroniseur**



11.1 Constitution :



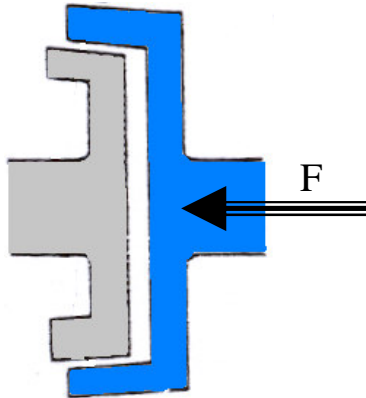
| <u>Le pignon</u> | <u>L'anneau de synchro</u> | <u>Le baladeur</u> | <u>Le moyeu</u> | <u>3 clavettes et 2 ressorts</u> |
|--|--|--|--|---|
| Fou sur l'arbre, il porte le cône mâle de friction et une denture de crabotage | Il constitue le cône femelle de friction Il possède trois encoches à 120° pour recevoir les trois clavettes | C'est l'élément d'accouplement qui rend solidaire le pignon fou avec l'arbre par l'intermédiaire du moyeu | Il est totalement lié à l'arbre Il permet le coulissement du baladeur et assure le maintien des trois clavettes disposées à 120° et de leur 2 ressorts circulaires | Cet ensemble assure le déplacement souple de l'anneau de synchro quand le baladeur est mis en action |

Professeur :
M. MIARD

| | | |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| Savoir S 3.8 | <h1>Transmission</h1> | Page : 19 |
| DATE : | | CLASSE : |

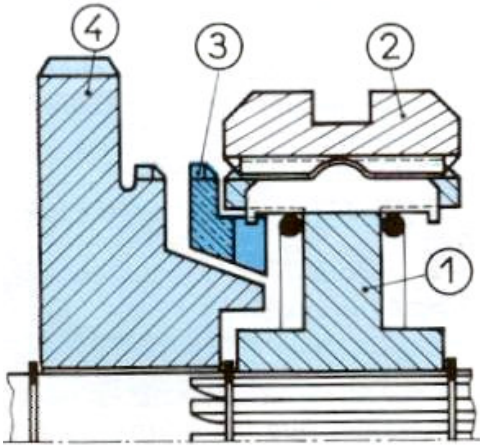
11.2 Fonctionnement :

A. Principe :



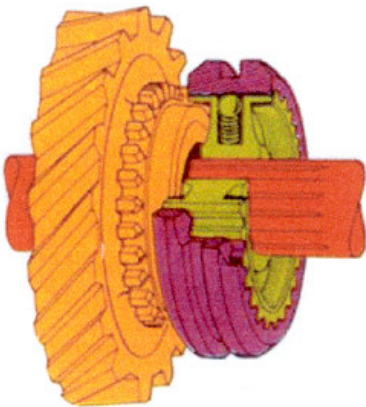
- Le synchroniseur est un embrayage à **friction conique** de faible pente
- Il permet pour une faible **force F** de transmettre un **couple** très important

B. Fonctionnement détaillé :



1. **Moyeu** lié à l'arbre
2. Le **baladeur** à denture droite intérieure liée en rotation avec le moyeu et libre en translation
3. L'**anneau de synchro** (dispositif de friction) interposé entre le baladeur et le pignon à engrener
4. Le **pignon fou** comportant une denture latérale à crabots et l'élément de friction male

B1. Position repos :



- Le pignon est **fou** sur l'arbre
- Le baladeur, l'anneau de synchro et le moyeu sont **solidaires** en rotation et tournent à la même **vitesse** que l'arbre

Professeur :
M. MIARD

Savoir S 3.8

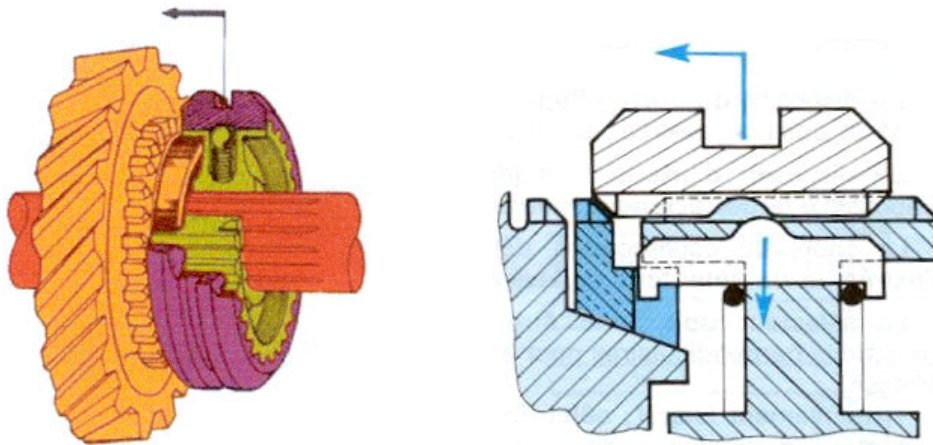
DATE :

Transmission

Page :
20

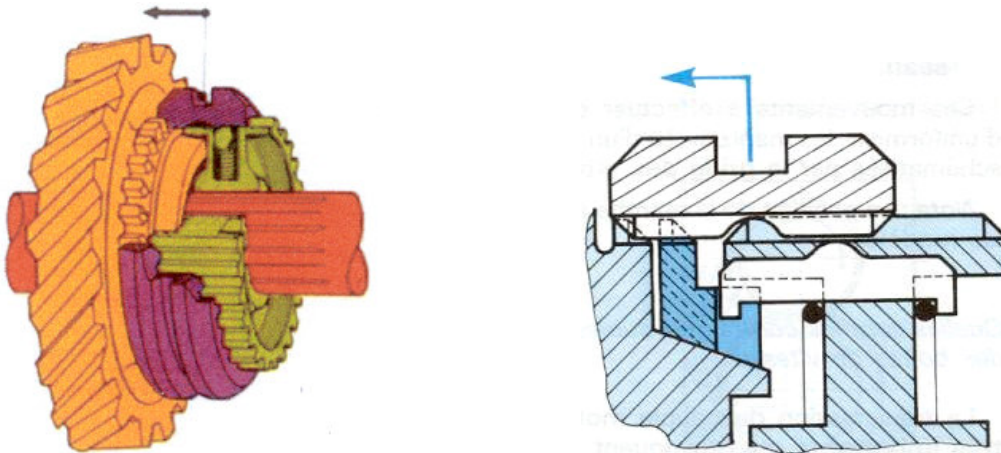
CLASSE :

B2. Position synchronisation :



- Lorsque le conducteur déplace son levier, la **fourchette** déplace le **baladeur**
- En se déplaçant sur les **cannelures** du moyeu, le baladeur entraîne l'**anneau de synchro** (dispositif de friction) et le plaque contre le **cône male** de friction du pignon.
- Les surfaces en contacts agissent comme un embrayage, **accélérant** progressivement le pignon fou, jusqu'à obtenir les **même** vitesses de rotation.

B3. Position crabotage :



- L'ensemble tourne à la même vitesse et le conducteur exerce un léger effort
- Le baladeur vient s'**engrener** sur les **crabots** du pignon fou et de l'anneau de synchro
- Le pignon fou devient **solidaire** de l'arbre

Professeur :
M. MIARD

Savoir S 3.8

DATE :

Transmission

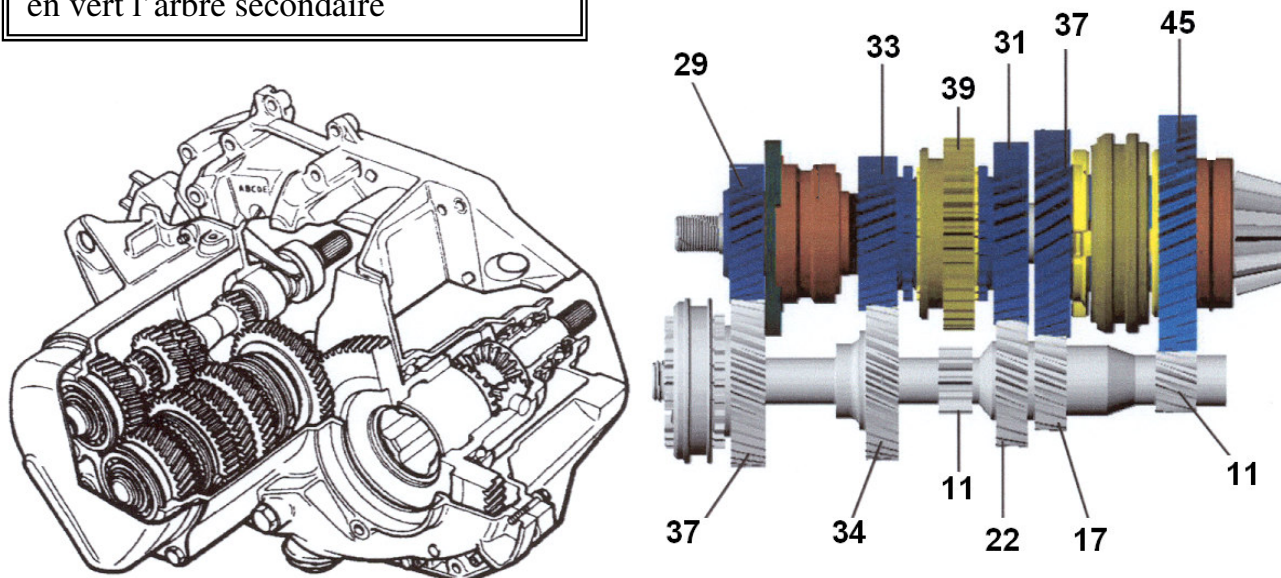
Page :
21

CLASSE :

12. Les différentes phases de fonctionnement d'une boîte de vitesses:

12.1 Boîte deux arbres :

Surligner en jaune l'arbre primaire et en vert l'arbre secondaire



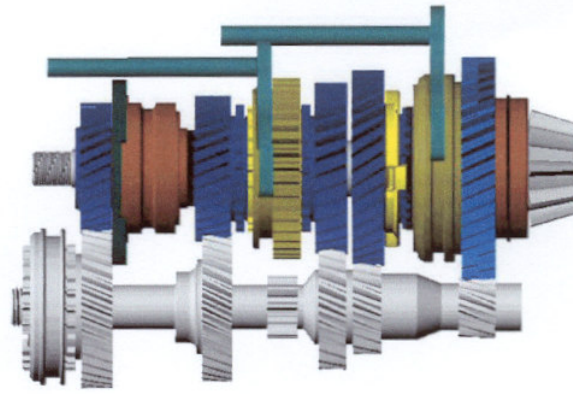
A. Calculer les rapports de vitesses et couples :

| Rapports | Vitesses | | Couples | |
|----------|----------|-----------|----------|-----------|
| | Formules | Résultats | Formules | Résultats |
| 1 | 11/45 | 0.244 | 45/11 | 4.09 |
| 2 | 17/37 | 0.459 | 37/17 | 2.18 |
| 3 | 22/31 | 0.709 | 31/22 | 1.41 |
| 4 | 34/33 | 1.03 | 33/34 | 0.97 |
| 5 | 37/29 | 1.275 | 29/37 | 0.78 |
| M.ar | 11/39 | 0.282 | 39/11 | 3.54 |

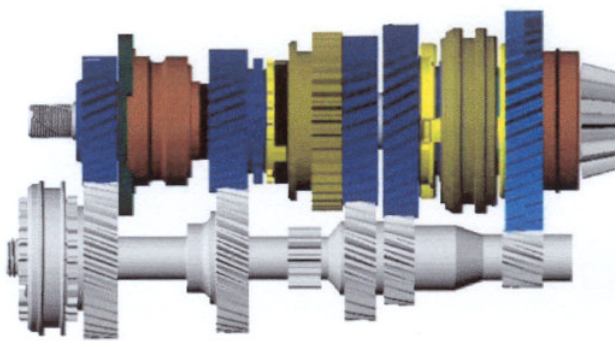
Professeur :
M. MIARD

| | | |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| Savoir S 3.8 | <h1>Transmission</h1> | Page : 22 |
| DATE : | | CLASSE : |

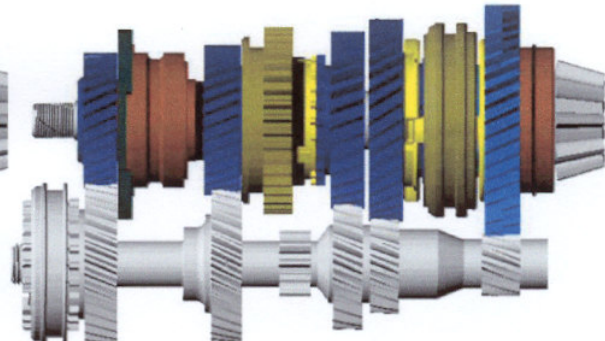
B. tracer les chaînes cinématiques et indiquer le rapport engagé :



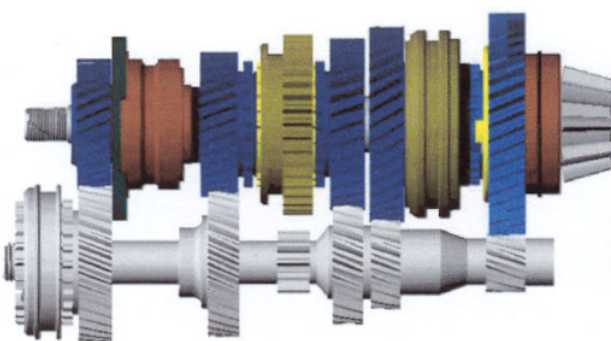
1



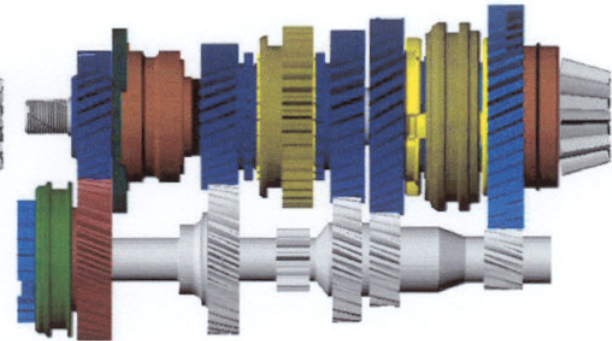
3



4



2



3

Professeur :
M. MIARD

Savoir S 3.8

DATE :

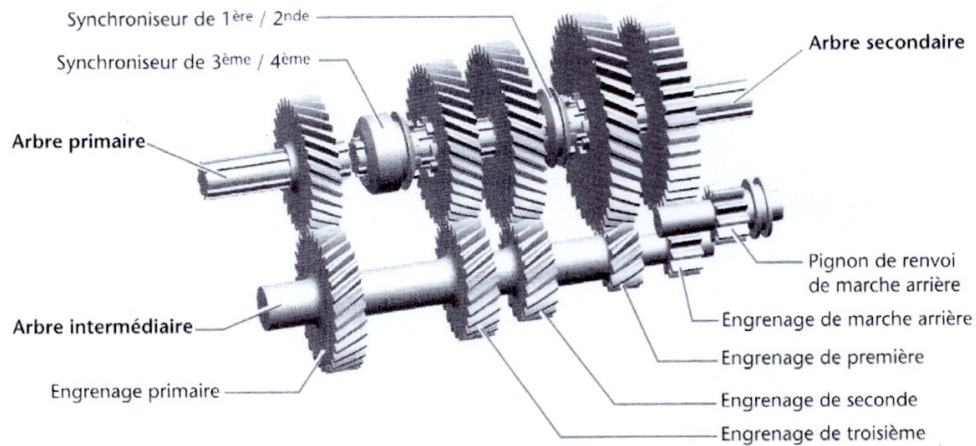
Transmission

Page :
23

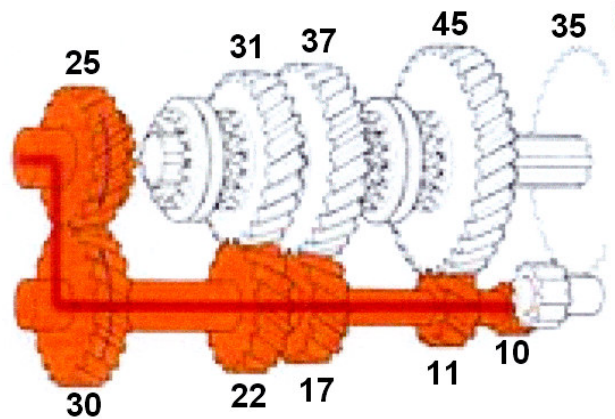
CLASSE :

12.2 Boite trois arbres :

Constitution :



A. Calculer les rapports de vitesses et couple :

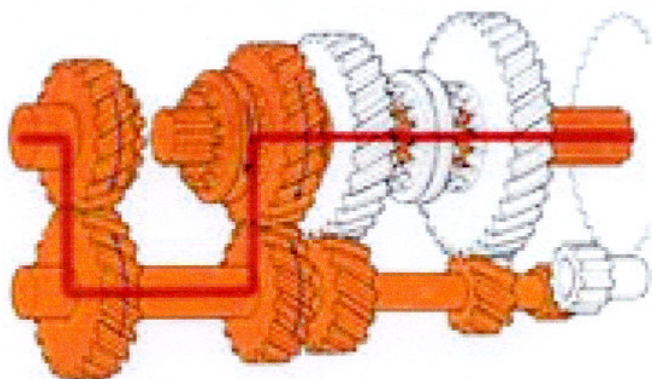


| Rapports | Vitesses | | Couples | |
|----------|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | Formules | Résultats | Formules | Résultats |
| 1 | $(25/30) \times (11/45)$ | 0.203 | $(30/25) \times (45/11)$ | 4.9 |
| 2 | $(25/30) \times (17/37)$ | 0.383 | $(30/25) \times (37/17)$ | 2.61 |
| 3 | $(25/30) \times (22/31)$ | 0.591 | $(30/25) \times (31/22)$ | 1.69 |
| 4 | Prise directe | 1 | Prise directe | 1 |
| M.ar | $(25/30) \times (10/35)$ | 0.238 | $(30/25) \times (35/10)$ | 4.2 |

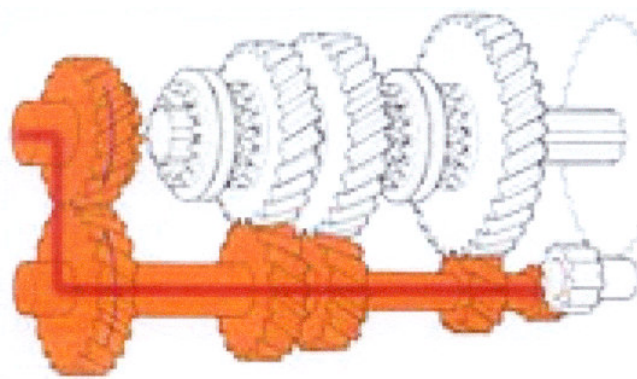
Professeur :
M. MIARD

| | | |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| Savoir S 3.8 | <h1>Transmission</h1> | Page : 24 |
| DATE : | | CLASSE : |

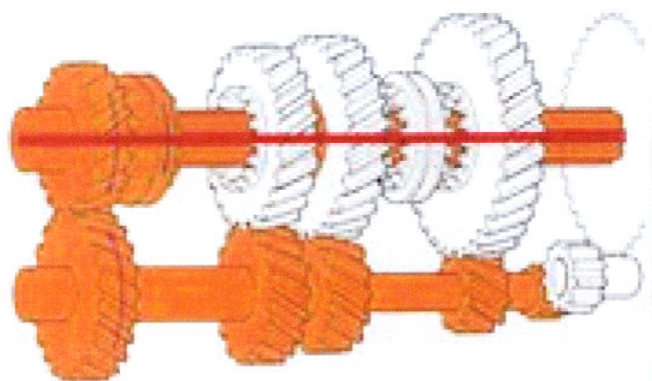
B. Indiquer le rapport en prise :



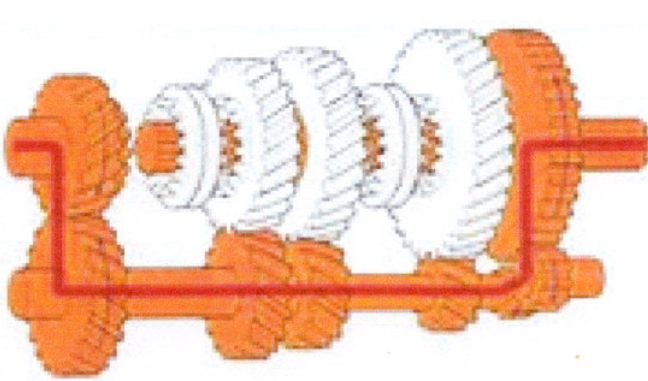
3 ème



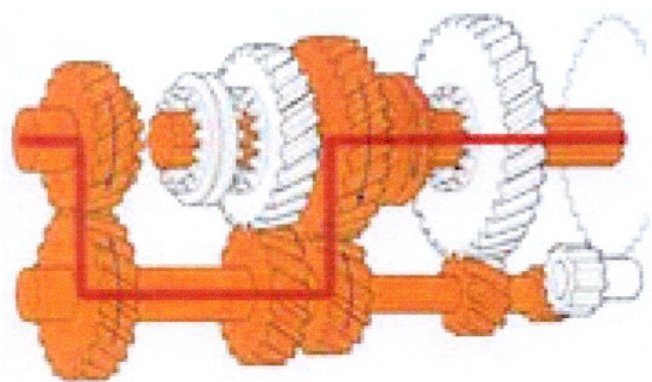
Point mort



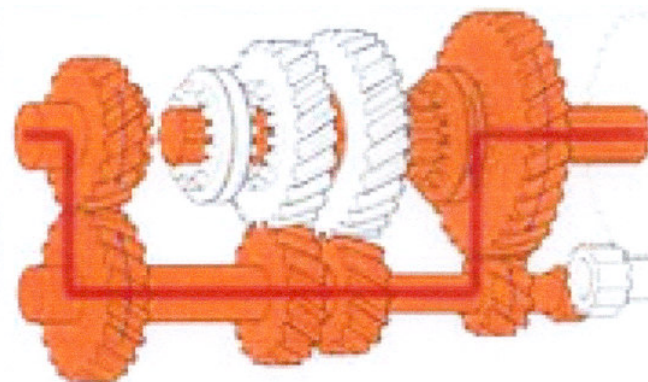
4 ème



Marche arrière



2 ème



1 ère

Professeur :
M. MIARD

Savoir S 3.8

DATE :

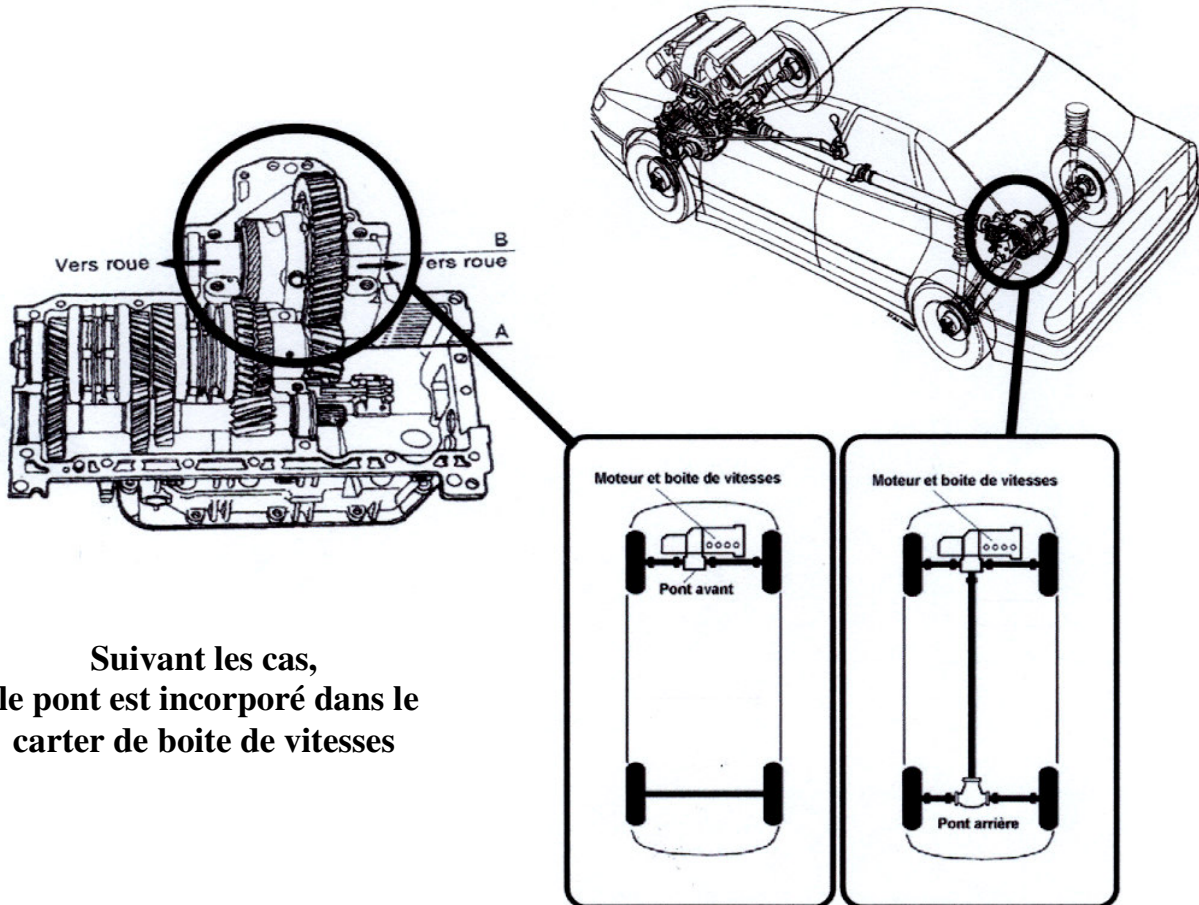
Transmission

Page :
25

CLASSE :

Le pont et le différentiel

1. Mise en situation :



Suivant les cas,
le pont est incorporé dans le
carter de boîte de vitesses

2. Définition :

➤ Le pont et le différentiel forment l'ensemble des pièces réalisant la **transmission** du mouvement aux roues et permettant à celles-ci, des **vitesse de rotation différentes**. Ils participent à la **démultiplication** de la vitesse et à la **multiplication** du couple moteur

Professeur :
M. MIARD

Savoir S 3.8

DATE :

Transmission

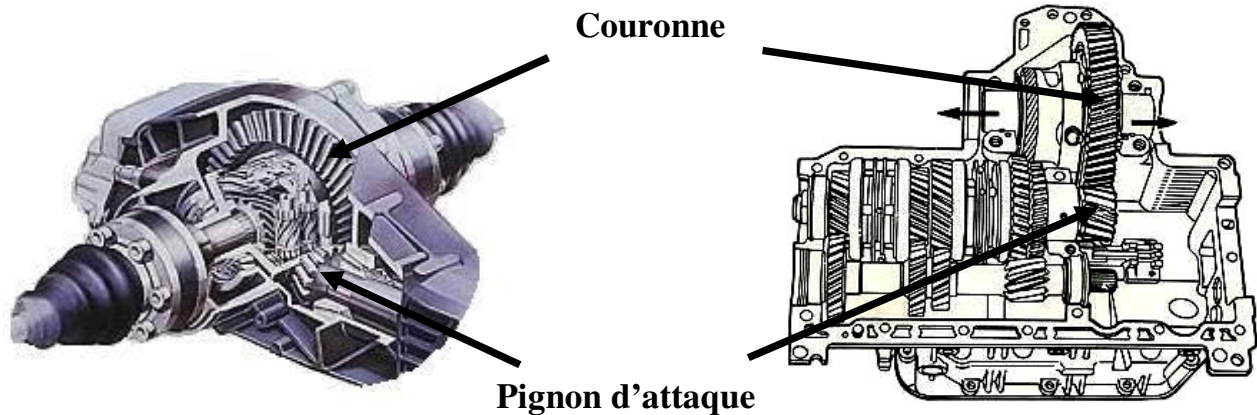
Page :
26

CLASSE :

3. Le pont :

3.A Conception :

- Il peut être contenu dans le carter de boîte de vitesses ou dans un carter séparé. Le petit pignon est appelé **pignon d'attaque**, le grand pignon est appelé **Couronne**. L'ensemble des deux s'appelle le **couple conique**
- Il participe à la **démultiplication totale**, il est en moyenne très proche de **0.25** (ex : 8/35, 9/34)



Exemple avec renvoi d'angle

Exemple sans renvoi d'angle

3.B Calcul du rapport :

$$\text{Rapport de pont} = \frac{\text{Nbre de dents du pignon d'attaque}}{\text{Nbre de dents de la couronne}}$$

- Pour obtenir la **démultiplication totale** du système de transmission, il convient de réaliser le **produit** du **rapport de boîte de vitesses** par le **rapport de pont**

$$\text{Rapport total} = \text{Rapport de boîte} \times \text{Rapport de pont}$$

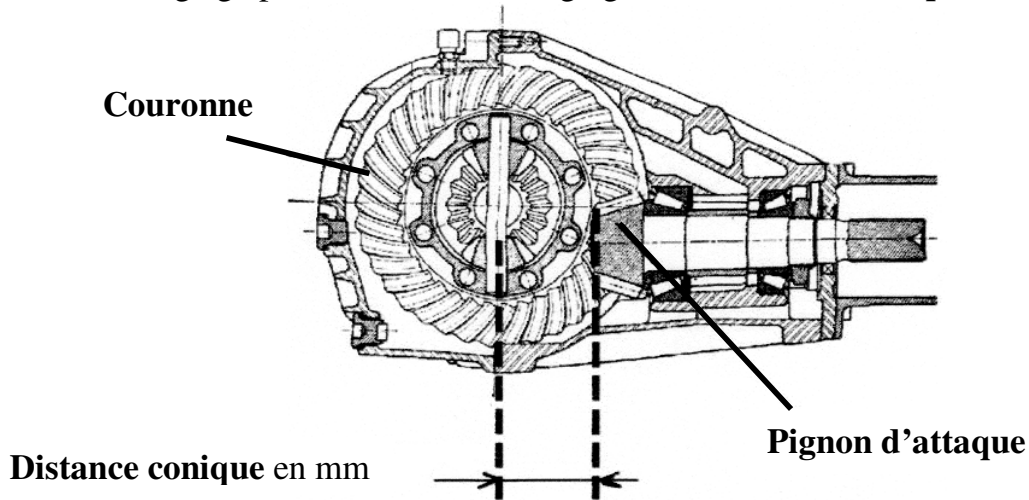
Professeur :
M. MIARD

| | | |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| Savoir S 3.8 | <h1>Transmission</h1> | Page : 27 |
| DATE : | | CLASSE : |

3.C La distance conique :

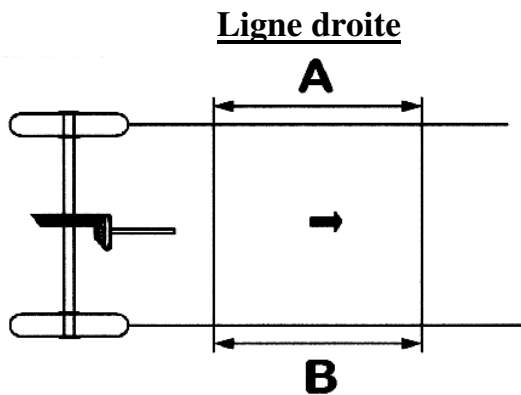
➤ Le pignon d'attaque est la couronne sont usinés ensemble. Un numéro est gravé sur chaque élément et ils sont indissociables :

- En cas d'échange, il faut remplacer **les deux éléments**
- Un réglage peut être réalisé, le réglage de **la distance conique**

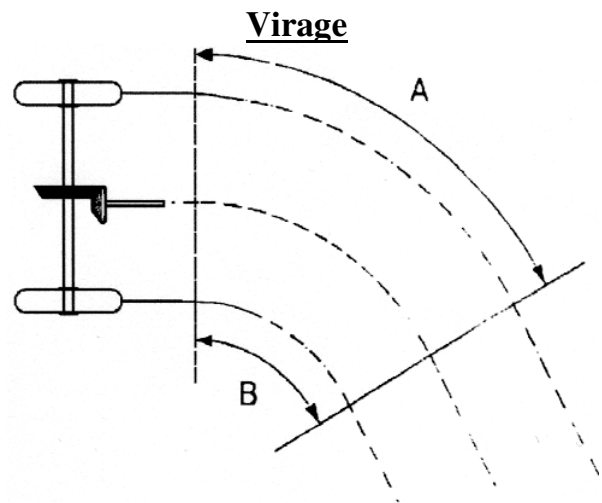


4. Le différentiel :

4.A Nécessité :



Les roues parcourent **la même distance**
 $A = B$



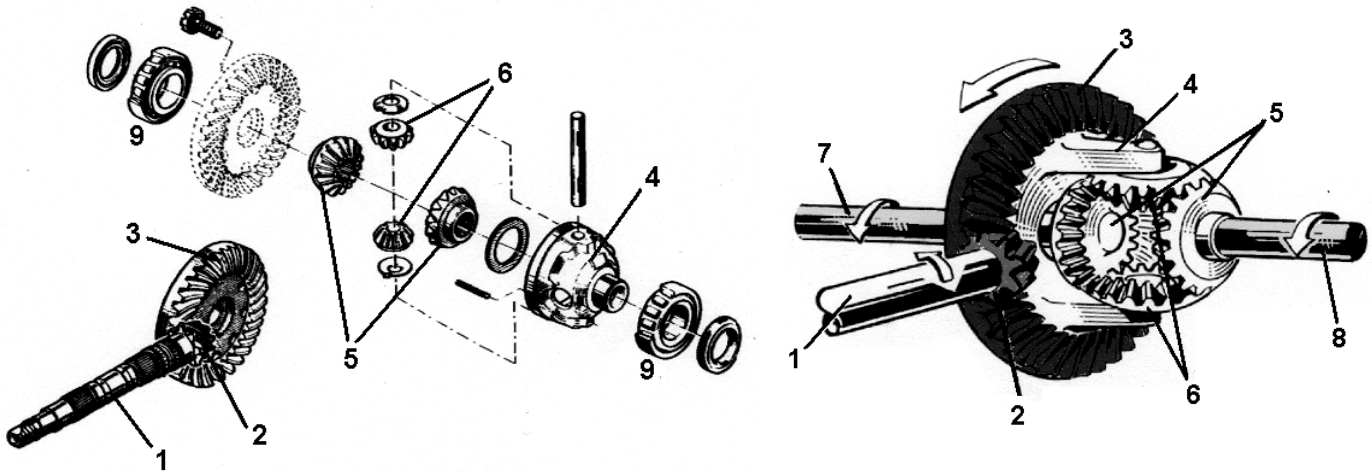
La roue **extérieure** au virage doit parcourir une distance **supérieure** à la roue **intérieure** $A > B$

Conclusion : Si la transmission était rigide (Karting), une des roues serait obligée de **ripper**

Professeur :
M. MIARD

| | | |
|--------------|-----------------------|---------------------|
| Savoir S 3.8 | <h1>Transmission</h1> | Page : 28 |
| DATE : | | CLASSE : |

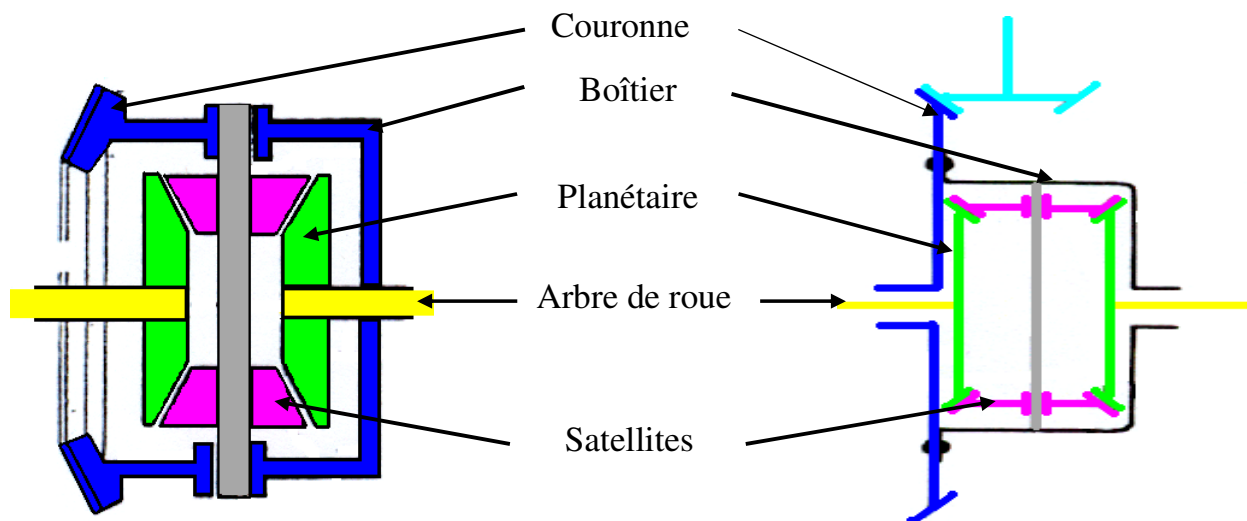
4.B Constitution :



| Repères | Désignations | Repères | Désignations |
|---------|-------------------------|---------|----------------------|
| 1 | Arbre secondaire | 6 | Satellites |
| 2 | Pignon d'attaque | 7 | Arbre de roue gauche |
| 3 | Couronne | 8 | Arbre de roue droit |
| 4 | Boîtier de différentiel | 9 | Roulements |
| 5 | Planétaires | | |

- Le différentiel comprend un **boîtier** de différentiel (4) **solidaire** de la **couronne** (3), deux **planétaires** (5) **liés** aux **arbres** de transmission et deux **satellites** (6) montés « **fou** » sur leur arbre.
- Les deux satellites sont **engrainés** sur les planétaires

4.C Représentation schématique :



Professeur :
M. MIARD

Savoir S 3.8

DATE :

Transmission

Page :
29

CLASSE :

4.D Fonctionnement :

➤ **En ligne droite :** La couronne entraîne le **boîtier** de différentiel qui entraîne à son tour les **satellites** par leur **axe**. Les satellites étant engrainés dans les **planétaires**, ils tournent et entraînent les **arbres** de transmission donc les roues.

➤ **En virage :** les roues ne tournent pas à la même vitesses. Le boîtier entraîne toujours les satellites, mais ceux-ci **tournent sur leur axe et donc sur les planétaires**, permettant **d'isoler** les planétaires et donc les roues.

$$\text{Vitesse du différentiel (couronne)} = \frac{\text{Vitesse roue D} + \text{Vitesse roue gauche}}{2}$$

EX : En ligne droite :

Vitesse couronne : 1000 tr/min

Vitesse roue droite : **1000** tr/min

Vitesse roue gauche : **1000** tr/min

EX : En virage à droite :

Vitesse couronne : 1000 tr/min

Vitesse roue droite : **800** tr/min

Vitesse roue gauche : **1200** tr/min