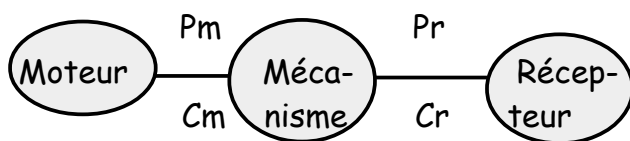
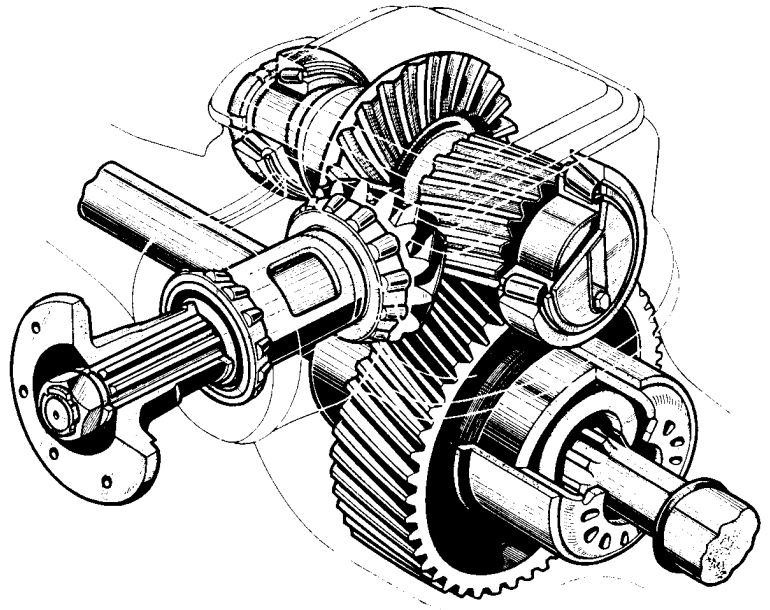


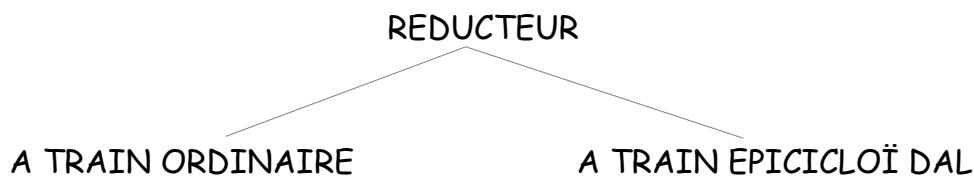
## Les réducteurs

Les raisons qui conduisent à devoir modifier la fréquence de rotation en sortie de mécanisme à partir d'une fréquence d'entrée donnée peuvent être d'ordre cinématique (usinage d'une pièce, processus de fabrication) ou d'ordre énergétique (déplacement d'un véhicule).



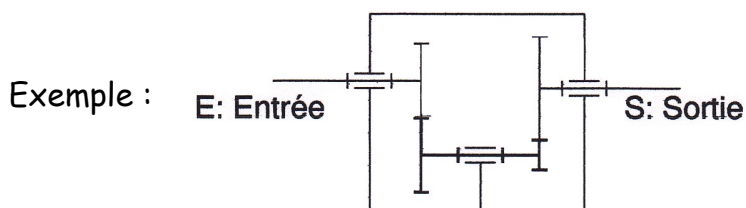
$$P_m = C_m \cdot W_m ; \quad P_r = C_r \cdot W_r \quad (\text{Rendement négligé})$$

1 - Fonction d'un réducteur : Appareil permettant d'obtenir un seul rapport de réduction, il en existe deux grands types :



### 2 - Réducteur à train ordinaire :

Un train d'engrenage est dit ordinaire quand pendant le fonctionnement , toutes les roues dentées tournent autour d'un axe fixe par rapport au carter principal.



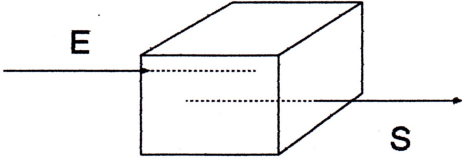
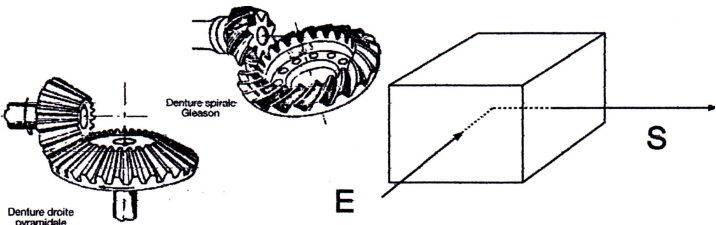
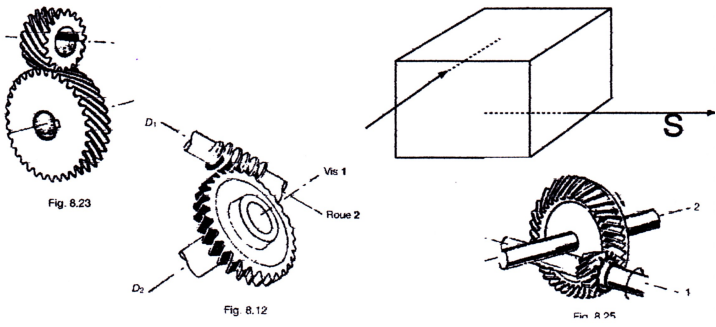
Les trois arbres qui portent les roues dentées ont un axe fixe par rapport au bâti du réducteur (liaisons pivots).

### 2 - 1 - Raison ou rapport de transmission (ou de réduction) :

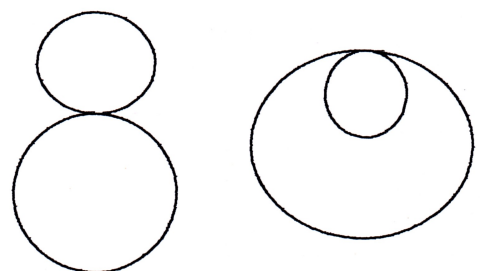
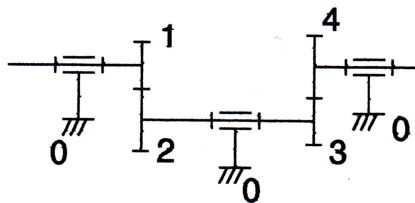
$$r = W_s / W_e$$

$$-1 < r < 1$$

## 2 - 2 - Classification :

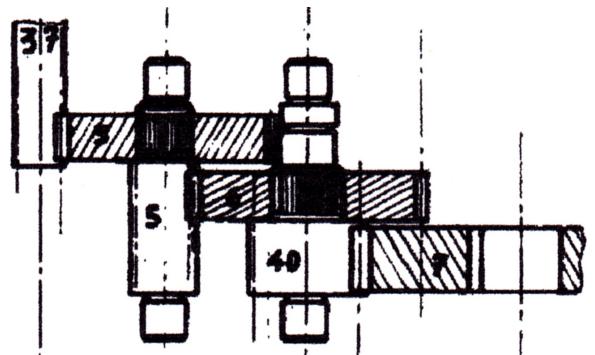
| Position relative des axes                  | Type de denture  | Configurations  |
|---|--|---|
| E et S parallèles                           | Roue cylindriques :<br>- à denture droite,<br>- à denture hélicoïdale.                     |   |
| E et S perpendiculaires et concourantes     | Roue coniques :<br>- à denture droite,<br>- à denture hélicoïdale,<br>- à denture spirale. |   |
| E et S perpendiculaires et non concourantes | Roue et vis sans fin,<br>Roue à denture hélicoïdale,<br>Engrenage hypoïde.                 |  |

## 2 - 3 - Expression de la raison d'un train ordinaire :



2 - 4 - Applications : (1) - MOTO REDUCTEUR (voir Doc. 1)

- Faire le schéma cinématique,
- Calculer la raison du train.



|                    |             |             |             |            |             |            |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|------------|-------------|------------|
| <b>Pignons</b>     | <b>A=37</b> | <b>B= 3</b> | <b>C= 5</b> | <b>D=6</b> | <b>E=40</b> | <b>F=7</b> |
| <b>Denture</b>     | héli.       | héli.       | droite      | droite     | droite      | droite     |
| <b>z</b>           | 8           | 12          | 9           | 44         | 12          | 41         |
| <b>m</b>           | 0,9         | 0,9         | 1           | 1          | 1,5         | 1,5        |
| <b>Inclinaison</b> | 18°40       | 18°10       | 0           | 0          | 0           | 0          |
| <b>Sens</b>        | à gau.      | à droite    |             |            |             |            |
| <b>Déport</b>      | +0,407      | -0,407      | +0,473      | -0,473     | +0,441      | -0,441     |

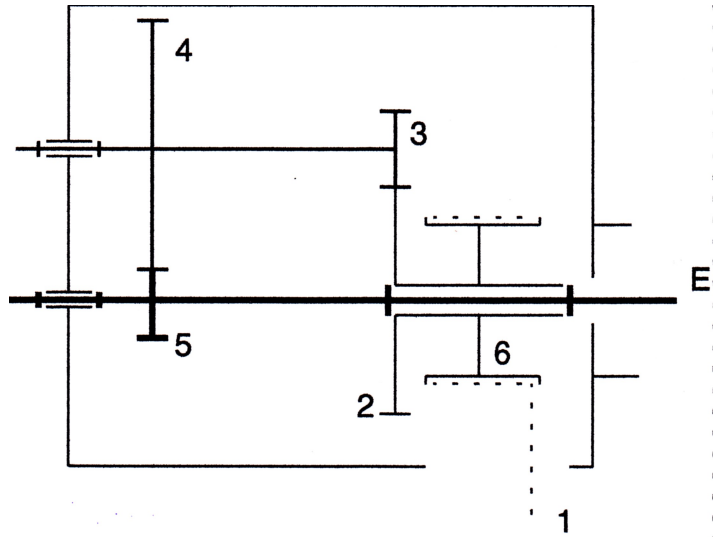
**En haut des dents: arrondi de  $r=0,5$**

(2)- TREUIL :

Données :

- $d_6 = 46 \text{ mm}$
- $d_4 = 103.5 \text{ mm}$
- $d_3 = 24 \text{ mm}$
- $d_2 = 96 \text{ mm}$
- $NE = 1310 \text{ tr/mn}$

Calculer la vitesse linéaire du câble 1

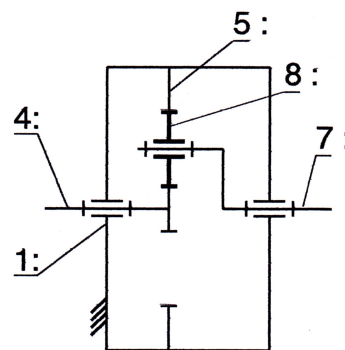


4 - Train épicycloïdal plan :4 - 1 - Définition :

Un train d'engrenage est qualifié de d'épicycloïdal plan quand, pendant le fonctionnement, une ou plusieurs roues dentées tournent autour d'un axe mobile par rapport au carter.

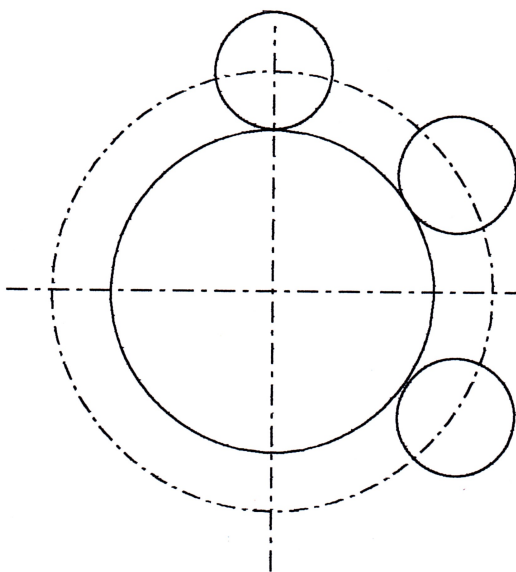
4 - 2 - Terminologie :

Exemple : réducteur type "Polyrex" pour perceuse.

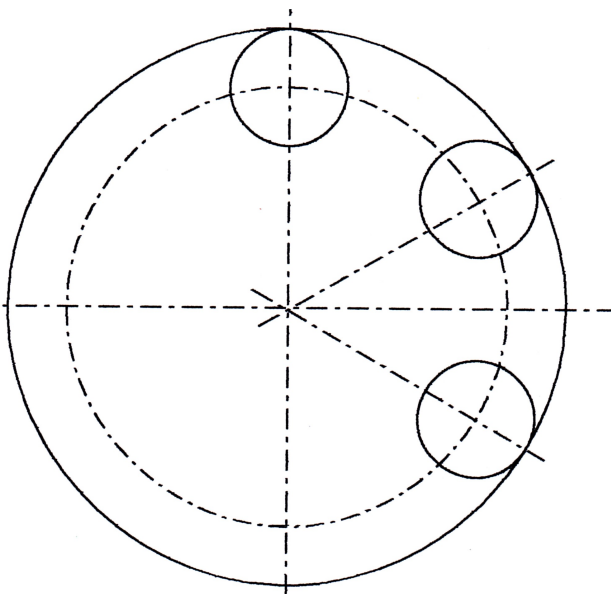


- **PLANETAIRE** : Roues dont les axes sont fixes par rapport au bâti, ici \_\_\_ et \_\_\_,
- **SATELLITES** : Roues mobiles tournant autour d'un planétaire, ici \_\_\_.

Epicycloïde :



Hypocycloïde :



- **(BRAS) PORTE SATELLITE** : Élément autour duquel tournent le ou les satellites, ici \_\_\_

4 - 3 - Expression de la raison :

La raison qu'il importe de connaître est la **raison dite globale** :  $r_g$

$$W_E = W_4; W_S = W_7 = W_{\text{bras}}$$

$$r_g = \frac{W_S}{W_E} = \frac{W}{W}$$

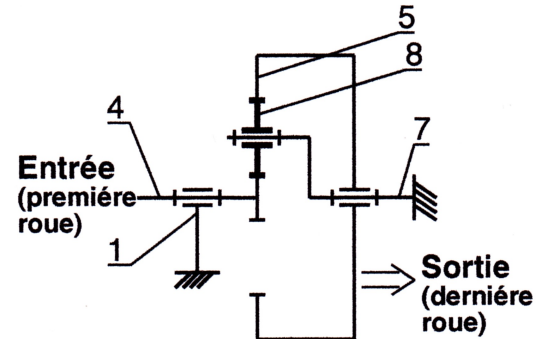
**Attention** : Cette raison globale ne peut être calculée directement.

**Raison basique : rb**

On appelle raison basique de la transmission, la raison correspondante à la chaîne cinématique de la transmission transformé en train ordinaire, c.a.d. en considérant le bras porte satellite fixe par rapport au bâti (on se place sur 7).

L'entrée reste inchangée (4) mais maintenant on considère pour le calcul de la raison basique que la sortie est la dernière roue du train, c.a.d. 5.

calcul:



**formule de Willis :**

## Constatations cinématographiques :

Notations :

Formule de Willis :

Cette formule permet d'obtenir la raison globale de la transmission :

$$rg = \frac{WS}{WE} =$$

Exemple : Réducteur polyrex (Voir Doc. 2)

Données :

$$Z4 = 15$$

$$Z8 = 15$$

$$Z5 = 45$$

#### 4 - 4 - Nombre de satellites - conditions d'engrènement :

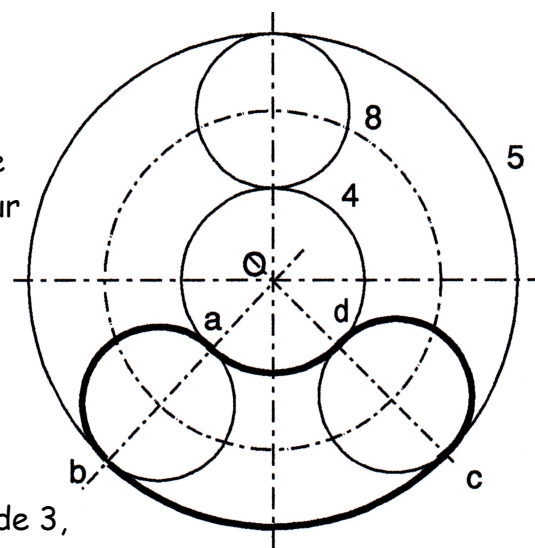
\* CONDITION D'ENTRAXE : sur la ligne Oab, on peut écrire :  $d4 + 2 d8 = d5$  soit,  $Z4 + 2 Z8 = Z5$  ( à la condition de ne pas avoir de déports de denture )

$$15 + 30 = 45 \text{ vérifié !}$$

\* CONDITION DE PAS : du fait que l'on ai partout le même module, le pas circonférentiel est identique, a longueur de la ligne abcda doit avoir un nombre entier de pas p.

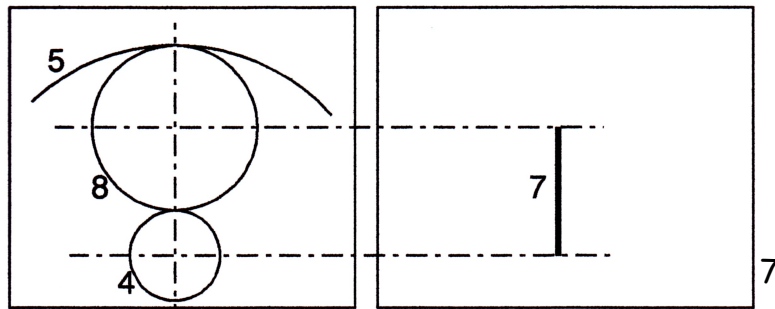
\* CONDITION SUR LE NOMBRE DE SATELLITES :

- L'emploi de 1 ou 2 satellites ne pose aucun problème théorique,
- Pour 3 ou 6 satellites, il faut  $Z4 + Z8$  multiple de 3,
- Pour 4 satellites, il faut  $Z4 + Z8$  multiple de 2,
- Pour 5 satellites, il faut  $Z4 + Z8$  multiple de 5.
- GENERALISATION : il faut toujours  $Z4 + Z8$  multiple du nombre de satellites

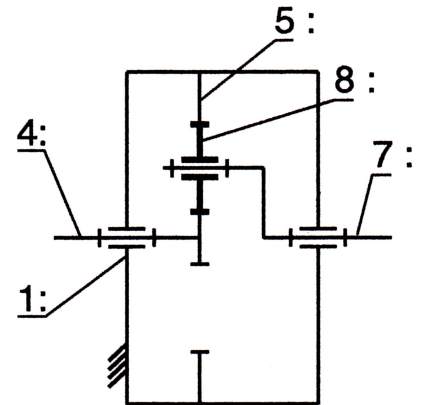


4 - 5 - Efforts sur les dentures :

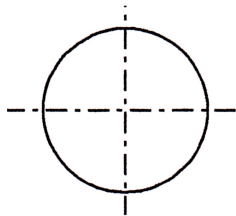
\* Expression du couple d'entrée  $C_e$  et du couple de sortie  $C_s$  :



Vue de coté de 5, 8 et 4    Vue de coté de 7



\* Si l'on isole 8 :





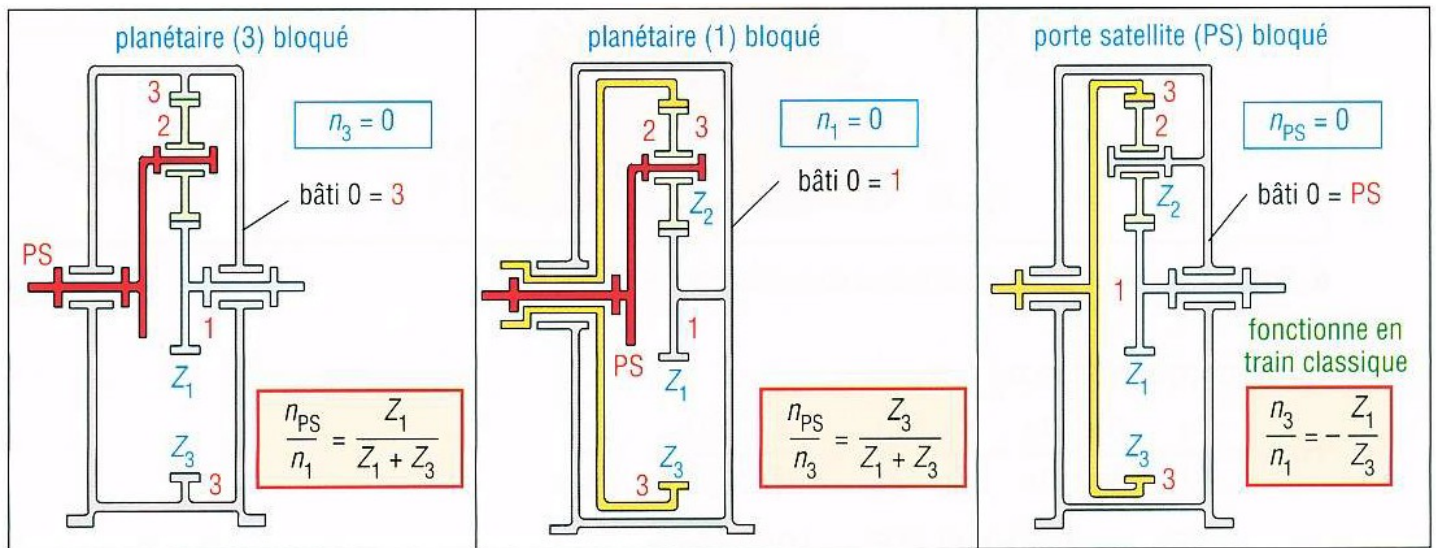
**4 - 6 - Configurations possibles de trains épicycloïdaux :**

a/ train à double satellites :

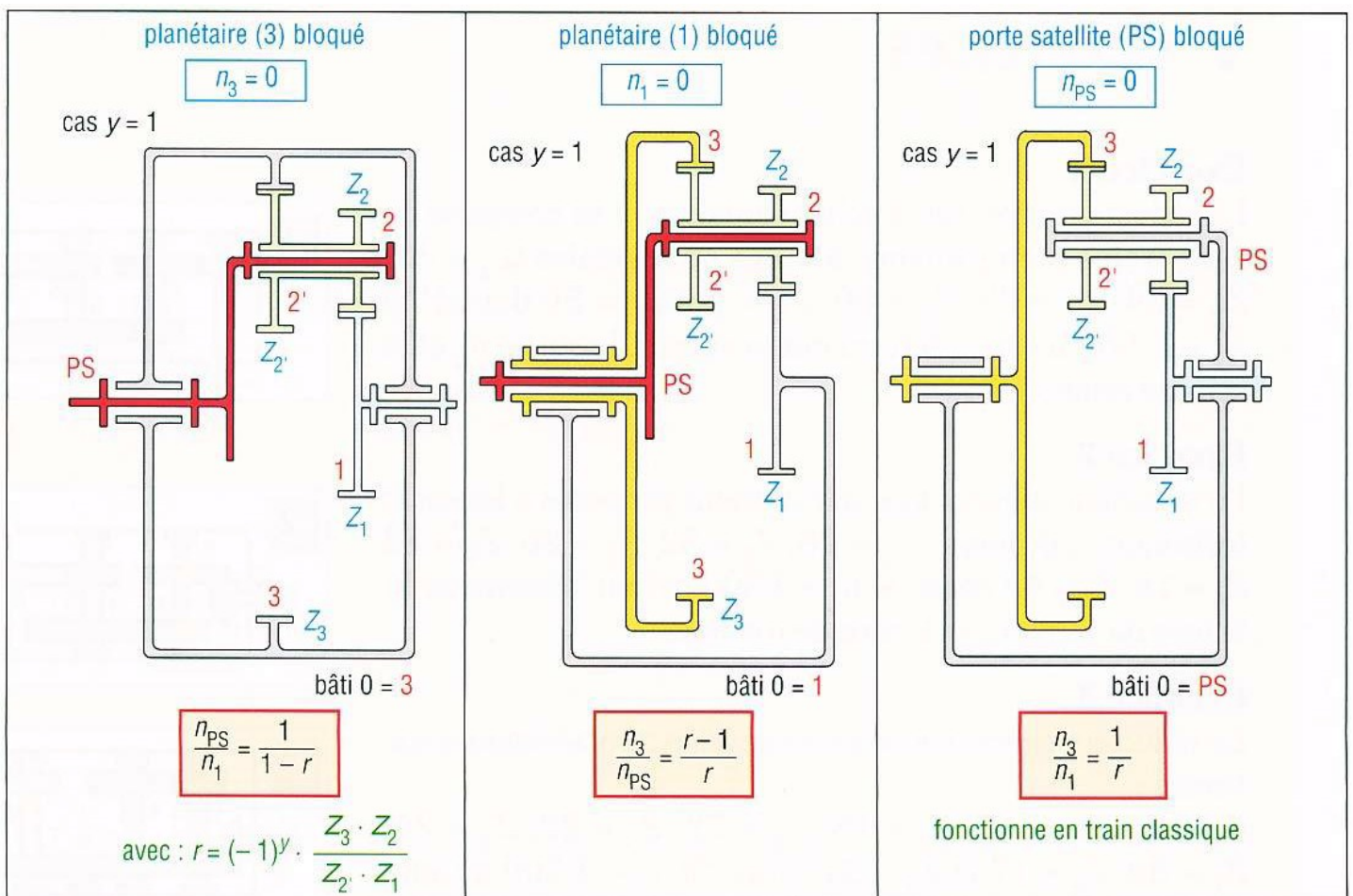
b/ train type "SIMPSON" : (association de deux trains simples)

c/ Train type "Ravigneaux"

d/ Cas usuels de fonctionnement : Trains épicycloïdal simples :



e/ Différents cas de fonctionnement avec satellite à deux roues :



## 5 - Train épicycloïdal sphérique :

### 5 - 1 - Généralités :

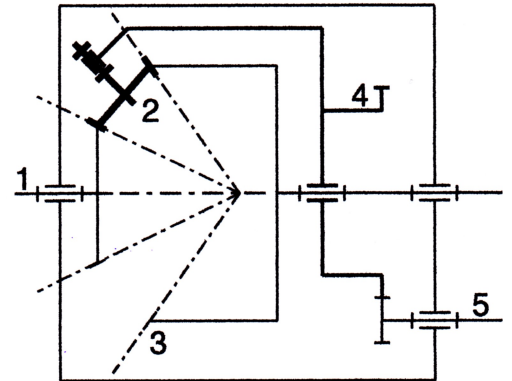
Un train épicycloïdal est qualifié de sphérique quand l'axe du satellite n'est pas parallèle à l'axe principal des planétaires de la transmission.

1 - 3 :

2 :

4 :

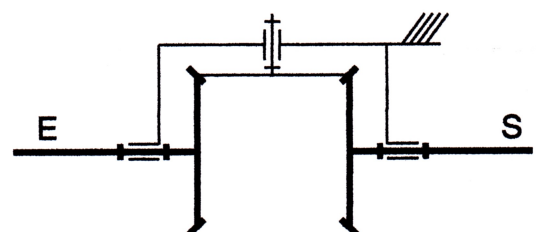
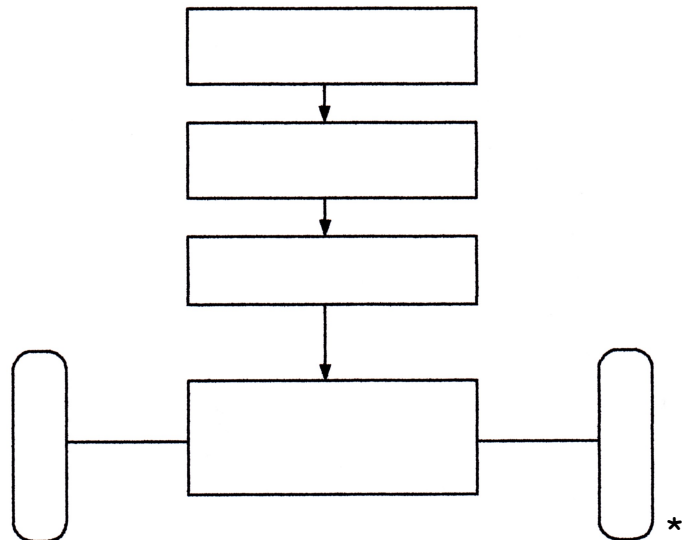
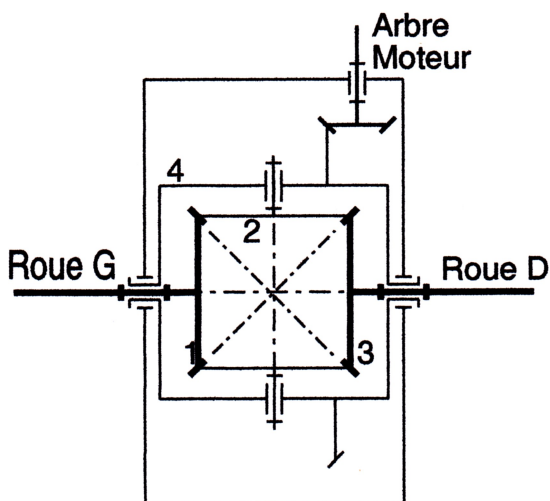
5 : Entraînement du bras.



### 5 - 2 - Cas particulier du différentiel :

Les axes du porte satellite et des planétaires sont perpendiculaires.

Exemple : différentiel d'automobile; ce mécanisme permet aux roues motrices de tourner à des fréquences angulaire différentes et permet aussi le passage de la puissance.



\* Calcul de la raison basique :

\* Formule de Willis - Raison globale :

\* Détermination de la vitesse du boîtier différentiel W4 :

\* Cas particuliers :

- Véhicule en ligne droite :

- Véhicule sans adhérence sur l'une des roues :

### **5 - 3 - Application : Boite Différentiel de camion**

- Établir le schéma cinématique
- Calculer le rapport de transmission