

**TP N° 6**  
**ETUDE D'UN REDUCTEUR A TRAIN EPICYCLOIDAL**



<b>Classe :.....</b>		<b>Groupe:.....</b>	
Nom	Prénom	N°	

## ETUDE D'UN REDUCTEUR A TRAIN EPICYCLOIDAL

---

<b>Niveau :</b>	L2/S2
<b>Profil :</b>	Génie Mécanique (CFM)
<b>Durée :</b>	3 heures/Q

---

### OBJECTIFS :

A la fin du TP, l'étudiant devra être capable de :

- Dégager le schéma cinématique correspondant
- Analyser une chaîne de transmission mécanique
- Identifier les caractéristiques et les liaisons des pièces maitresses de ce train
- Confronter le rapport théorique à celui expérimental.
- Identifier expérimentalement certaines caractéristiques de pièces

### CONDITIONS DE MISE EN ŒUVRE :

On dispose pour ce TP de :

- Un réducteur pour tracteur agricole
- Une presse hydraulique
- Un jeu de clés
- Un pied à coulisse / pied à module
- Un étau d'établi

### PRE REQUIS :

- Transformation puissance et transformation de mouvements par engrenages
- Modélisation statique et cinématique des liaisons – loi entrée/sortie

### CRITERES D'EVALUATION :

L'évaluation porte sur :

- Motivation et déroulement : 50%
- Compte rendu : 50%

## DOSSIER DE REFERENCE

### I. GÉNÉRALITÉS SUR LES TRAINS ÉPICYCLOÏDAUX

#### I.1. Trains épicycloïdaux ou planétaires

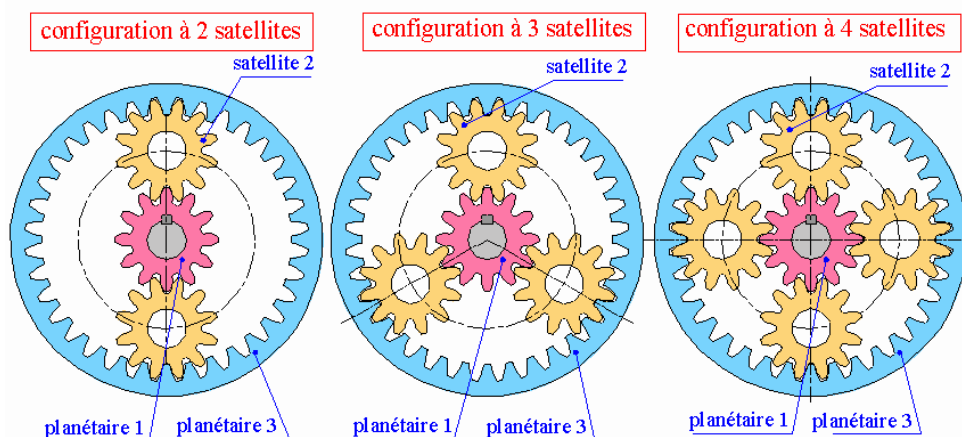
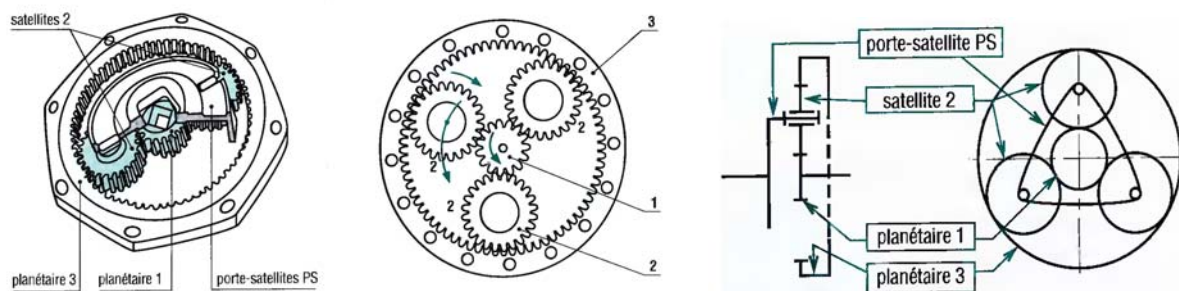
Un train d'engrenage est dit "train épicycloïdal" lorsque, au cours du fonctionnement une ou plusieurs roues dentées, appelées satellites, tournent autour d'un arbre mobile en rotation. Ces roues dentées possèdent donc un mouvement relatif de rotation autour de leur axe et un mouvement d'entraînement de rotation autour de l'axe de l'arbre. Ils autorisent de grands rapports de réduction sous un faible encombrement et sont régulièrement utilisés dans les boîtes de vitesse automatique.

Les puissances transmises sont modérées et les rendements diminuent quand le rapport de réduction augmente. Leur étude est plus complexe que les autres cas.

#### I.2. Principe

La configuration ci-dessous est la plus utilisée. On peut avoir 2,3 ou 4 satellites. Leur nombre est sans influence sur le rapport de transmission.

Le fonctionnement n'est possible que si l'un des trois éléments principaux, planétaire 1, planétaire couronne 3 ou porte satellites PS, est bloqué ou entraîné par un autre dispositif.

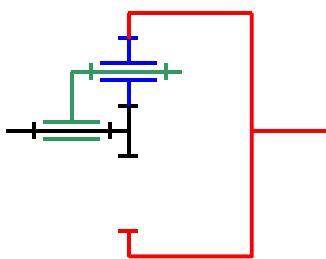
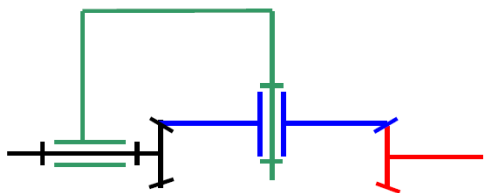
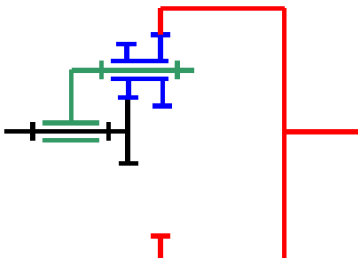
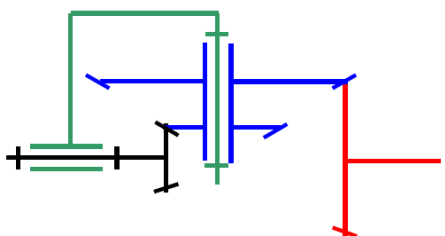


Remarque: le nombre des satellites est sans influence sur le rapport de transmission

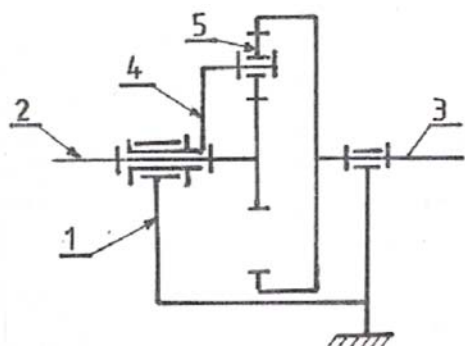
### I.3. Différents types de trains épicycloïdaux

Les trains épicycloïdaux sont dits :

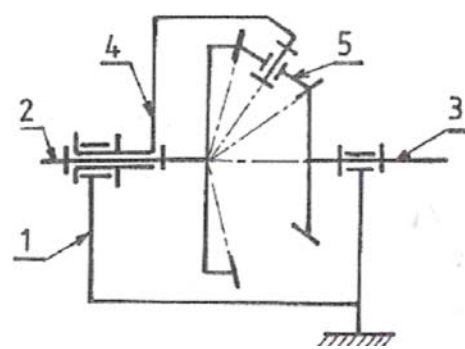
- **plans** : quand les axes des roues sont parallèles (engrenages cylindriques)
- **sphériques** : quand les axes sont concourants (engrenages concourants)
- **gauches** : quand les axes sont quelconques

	Trains plans	Trains sphériques
Trains simples		
Trains doubles		

Schématiquement, et dans le cas général, ils sont composés de 5 éléments:



Train épicycloïdal plan



Train épicycloïdal sphérique

1. bâti fixe
2. planétaire (arbre d'entrée)
3. dernière roue (arbre de sortie)

4. porte satellite
5. satellite

#### I.4. Formules de WILLIS

Considérons les figures ci-dessus et soient :

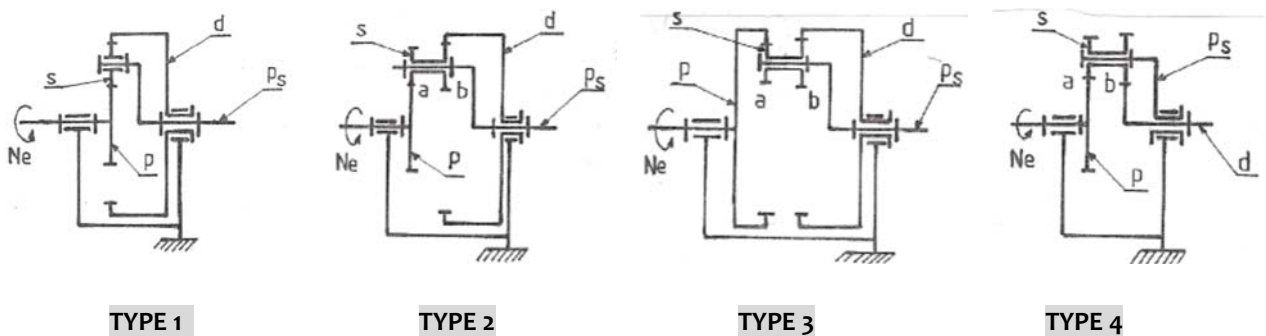
- $N_{2/1}$  : fréquence de rotation du premier pignon de la chaîne cinématique : ( $N_p$ )
- $N_{3/1}$  : fréquence de rotation de la dernière roue de la chaîne : ( $N_d$ )
- $N_{4/1}$  : fréquence de rotation du bras « porte satellite » : ( $N_{ps}$ )

La formule de WILLIS est donnée par la relation ci-dessous

$$r = \frac{Nd - Nps}{Np - Nps} = \frac{N_{3/1} - N_{4/1}}{N_{2/1} - N_{4/1}} = (-1)^n \frac{\prod Z_{Menantes}}{\prod Z_{Menées}}$$

- La formule de WILLIS lie trois vitesses entre elles ; elle permet d'en déterminer une connaissant les deux autres.
- On peut adopter  $N_{2/1}$ ,  $N_{3/1}$ ,  $N_{4/1}$  indifféremment comme vitesse motrice.
- La raison d'un train épicycloïdal est le rapport des vitesses absolues des roues extrêmes diminuées chacune de la vitesse absolue du porte satellite

#### I.5. Types de trains épicycloïdaux plans



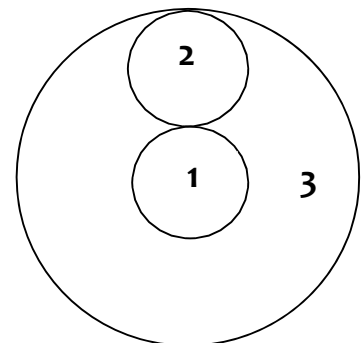
#### I.6. Conditions de fonctionnement et de montage d'un train épicycloïdal plan.

On a trois conditions qu'il faut respecter pour bien monter les trains épicycloïdaux. On va les présenter dans ce qui suit :

##### I.6.1. Condition sur le module (**Condition 1**)

Pour tous les engrenages, deux roues ne peuvent engrener que si elles ont un module identique. Donc, le planétaire d'entrée (1), le satellite (2) et la couronne (3) ont le même module  $m$

$$m_1 = m_2 = m_3 = m$$



Conditions 1 et 2

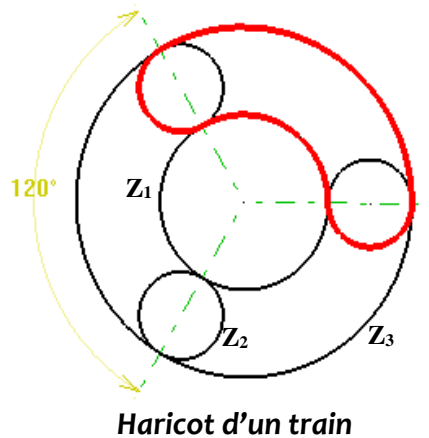
### I.6.2. Condition sur les entraxes (Condition 2)

Pour fonctionner, il faut que:  $D_3 = D_1 + 2.D_2$

Comme:  $D = m.Z$  alors  $Z_3 = Z_1 + 2.Z_2$

### I.6.3. Condition de montage : Règle du «haricot» (Condition 3)

Les trains planétaires ont de nombreux satellites,  $n_{\text{sat}}$  (souvent  $n_{\text{sat}}=3$ ). Afin que les satellites (2) puissent engrener en même temps avec la couronne (3) et avec le planétaire d'entrée (1), le nombre de dents comptées sur le contour en pointillés de la figure ci-dessous (en forme de haricot) doit être entier.



$$\frac{Z_2}{2} + \frac{Z_1}{n_{\text{sat}}} + \frac{Z_2}{2} + \frac{Z_3}{n_{\text{sat}}} = \text{entier} \Rightarrow Z_2 + \frac{Z_1 \times Z_3}{n_{\text{sat}}} = \text{entier}$$

Le nombre de dents  $Z_2$  étant entier. On obtient donc :  $\frac{Z_1 \times Z_3}{n_{\text{sat}}} = \text{entier}$

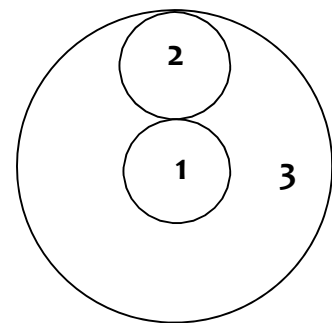
c.-à-d.  $Z_1 + Z_3 = \text{multiple de } n_{\text{sat}}$

#### a) Montage d'un satellite.

$$r_1 + d_2 = r_3 \Rightarrow \frac{m \times Z_1}{2} + m \times Z_2 = \frac{m \times Z_3}{2}$$

D'où la condition sur les nombre de dents à respecter :

$$Z_3 = Z_1 + 2.Z_2$$

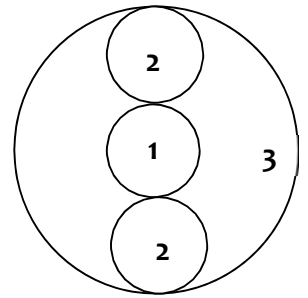


**b) Montage de deux satellites.**

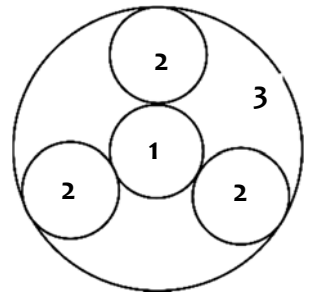
$$Z_2 + \frac{Z_1 \times Z_3}{2} = \text{entier}$$

D'où la condition sur les nombre de dents à respecter :

$$Z_1 + Z_3 = \text{pair}$$

**c) Montage de trois satellites.**

$$Z_1 + Z_3 = \text{multiple de 3}$$

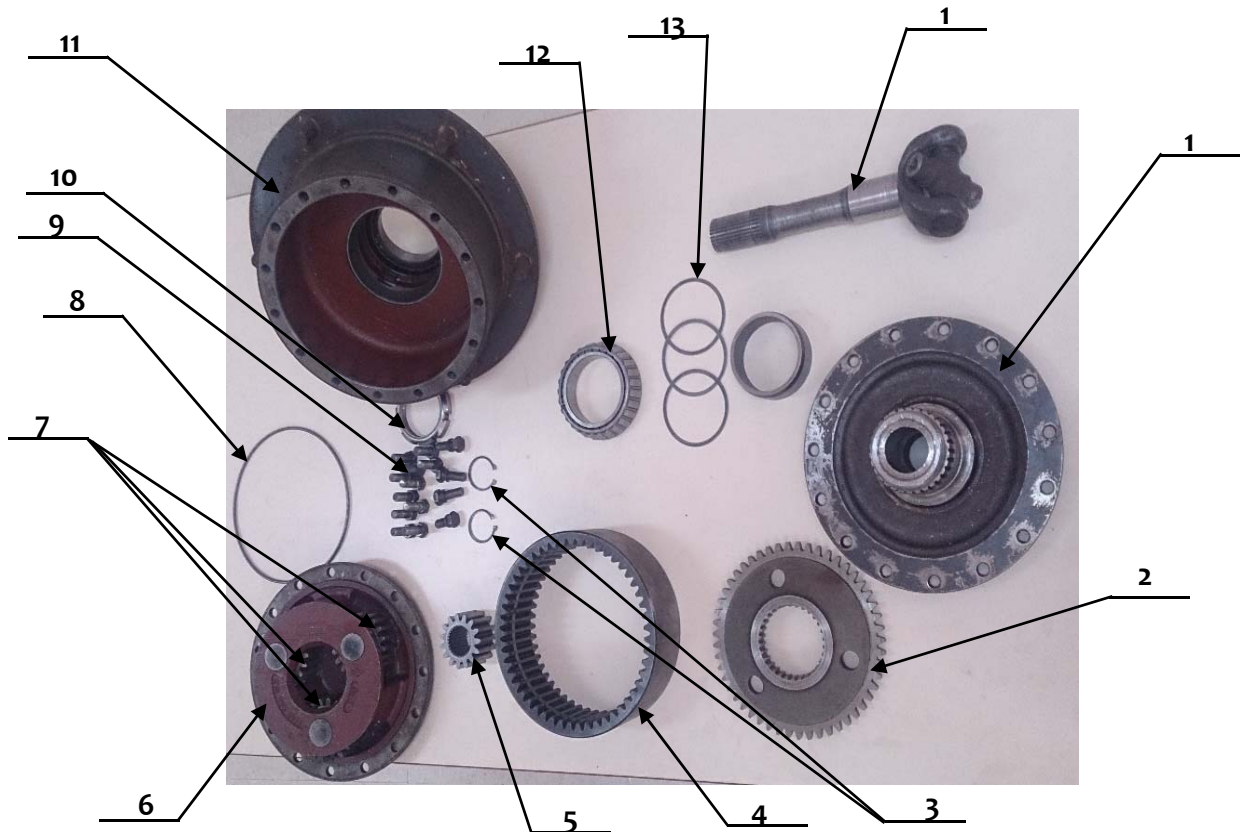




## DOSSIER PEDAGOGIQUE

### I. MANIPULATION :

Réducteur démonté



I.1. Après avoir observé le fonctionnement du système, faire une description fonctionnelle

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

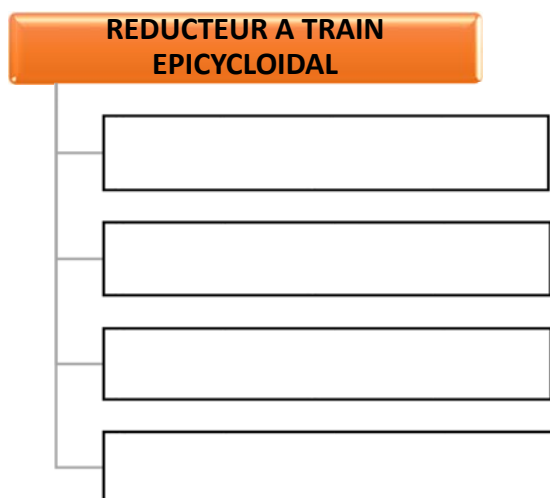
.....

I.2. Faire le démontage du système utilisant les clés adéquates en mettant en place une gamme puis un graphe de démontage et la nomenclature des pièces. (voir annexe1)



N° Opération	Désignation de l'opération et de l'élément	Outillage	Observations
1			
2			
3			
4			
5			
6			

## Graphe de démontage



Outillage	Observations

**I.3.** Préciser les caractéristiques des éléments de transmission (nombre de dents  $Z$ , module de denture  $m$ , sens d'inclinaison d'hélice ...)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**I.4.** Etablir le schéma cinématique correspondant (**voir annexe 2**)

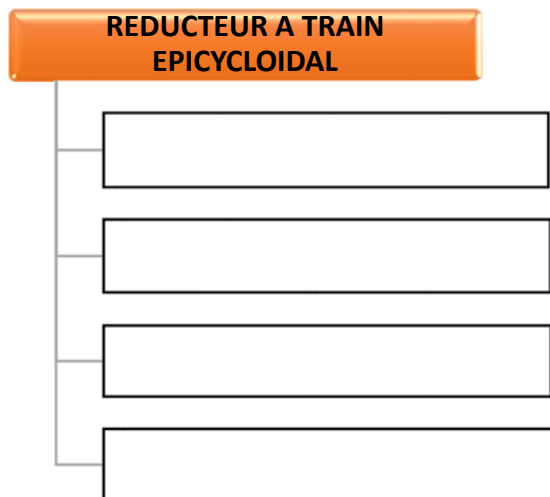
**I.5.** Préciser le rapport de réduction théorique de transmission  $r_{th}$

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

I.6. Faire le montage du système en mettant en place une gamme et un graphe correspondant (**voir annexe1**)

N° Opération	Désignation de l'opération et de l'élément	Outillage	Observations
1			
2			
3			
4			
5			
6			

Graphe de montage



Outillage	Observations

I.7. Procéder d'une vérification expérimentale du rapport de réduction calculé dans la question (5).

.....  
.....  
.....  
.....

I.8. Vérifier les conditions de l'entraxe et de montage pour ce train épicycloïdal plan.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

I.9. On remarque que la face extérieure du porte satellite porte un repère plus une indication « Niveau horizontal »



Expliquer l'utilité de ce repère et la manière d'exploitation.

.....  
.....  
.....  
.....