

EXERCICE 1 : DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS D'UN TRAIN ÉPICYCLOÏDAL. .... 1

EXERCICE 2 : TRAINS ÉPICYCLOÏDAUX DE TYPE IV..... 2

*Exemple 2.1 : Poulies Redex.* ..... 2

*Exemple 2.2 : Boîtier de commande de raboteuse.* ..... 3

EXERCICE 3 : TRAINS ÉPICYCLOÏDAUX DE TYPE III. .... 4

*Exemple 3.1 : Réducteurs ATV.* ..... 4

EXERCICE 4 : TRAINS ÉPICYCLOÏDAUX DE TYPE I. .... 5

*Exemple 4.1 : Treuil-Palan de pont roulant.* ..... 5

*Exemple 4.2 : Réducteur à 2 vitesses.* ..... 7

**Vous devez être capable de déterminer la loi E/S en vitesse de trains épicycloïdaux selon 2 méthodes différentes :**

- par la **cinématique graphique** (voir exercice du treuil-palan),
- à l'aide de la **relation de Willis**.

**Exercice 1 : DIFFÉRENTES CONFIGURATIONS D'UN TRAIN ÉPICYCLOÏDAL.**

**Question 1 :** Reprendre le train de type II du cours et compléter les tableaux suivants représentant les différentes configurations possibles de ce train.

Caractéristique du train épicycloïdal					
Satellite	Porte satellite	Planétaire A	Planétaire B	Relation de Willis	Raison de base du train

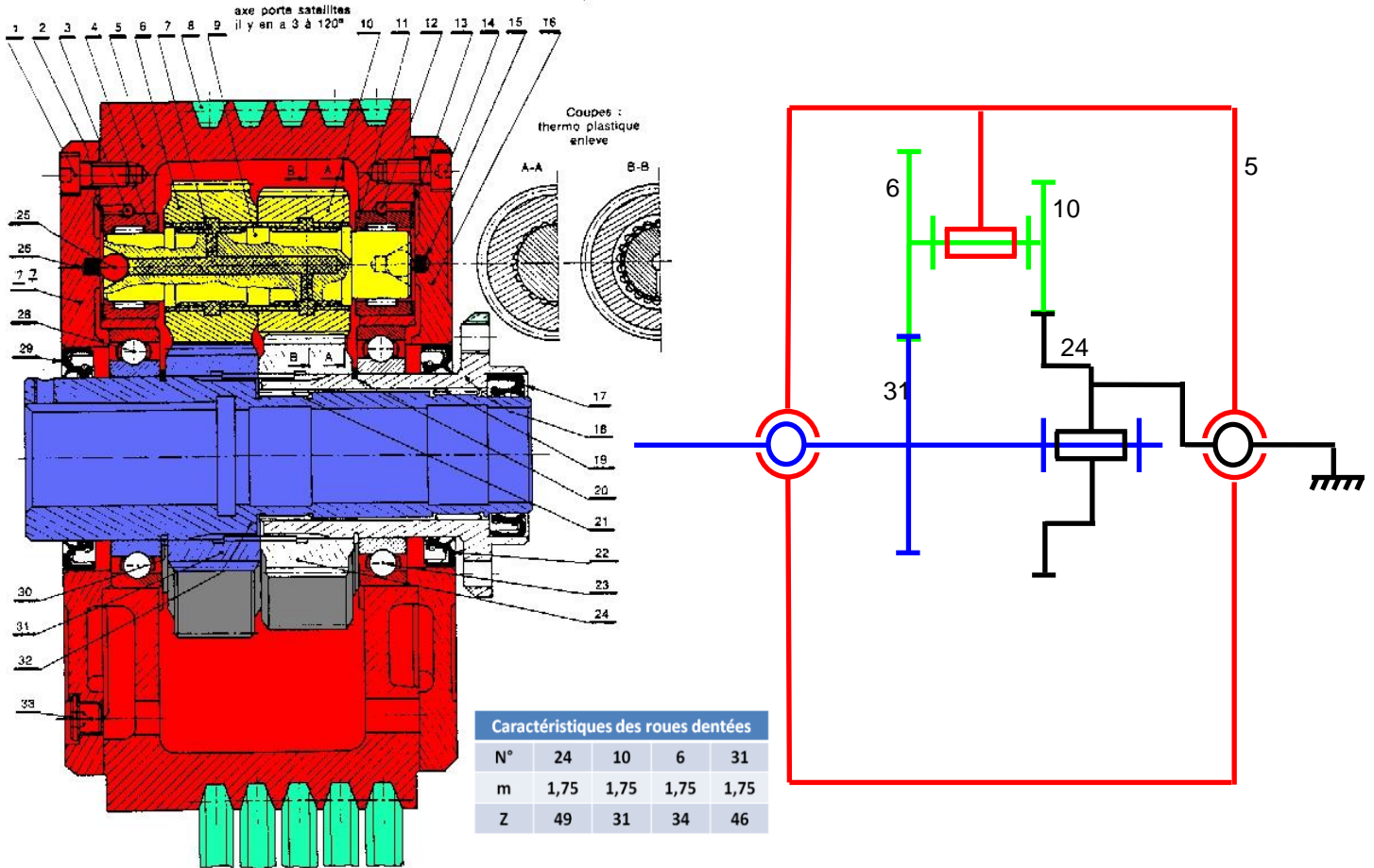
Utilisation possible				
Pièce d'entrée	Pièce de sortie	Pièce fixe/bâti 0	Relation de Willis simplifiée avec e et s, et en tenant compte de la pièce qui est fixe	Rapport de transmission : $i = \frac{\omega_{e/0}}{\omega_{s/0}}$
1	3	4		
1	4	3		
3	1	4		
3	4	1		
4	1	3		
4	3	1		
4, 3	1			

## Exercice 2 : TRAINS ÉPICYCLOÏDAUX DE TYPE IV.

### Exemple 2.1 : Poulies Redex.

(Selon le concours École de l'Air filière PSI 2004)

La société Française REDEX fabrique un réducteur épicycloïdal intégré à une poulie de courroies trapézoïdales. Le système est représenté sous la forme du schéma cinématique ci-dessous.



Le mouvement d'entrée est reçu par le boîtier tournant 5, entraîné par cinq courroies trapézoïdales 8, et guidé en rotation par rapport au bâti 18 à l'aide de deux roulements à billes 23 et 28.

Les flasques 16 permettent le montage des organes intérieurs. Ils sont munis de joints d'étanchéité 22 et 29.

Les trois axes 9, guidés en rotation par rapport au boîtier tournant 5 à l'aide de deux roulements à aiguilles 4 et 11, portent les trois satellites doubles 6-10.

Les liaisons encastrements entre les axes 9 et les satellites 6 et 10 sont assurées (élastiquement) par de la matière plastique injectée entre les axes et les pignons préalablement dentelés (voir coupe A-A et B-B).

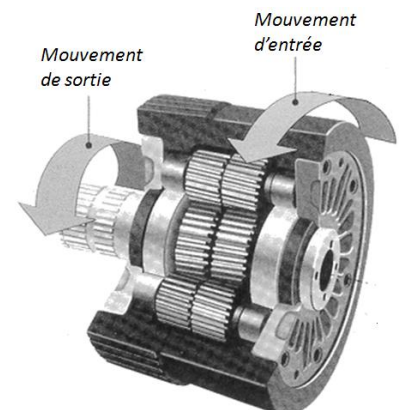
Les satellites 10 engrènent avec le planétaire 24 (qui est en liaison encastrement avec le bâti 18 à l'aide d'un assemblage cannelé).

Les satellites 6 engrènent avec le planétaire 31 (qui est en liaison encastrement avec l'arbre de sortie 32 à l'aide d'un assemblage cannelé). Cet arbre de sortie 32 est guidé en rotation par rapport au bâti 18 à l'aide de deux roulements à aiguilles 19 et 21.

**Question 1 :** Déterminer l'expression du rapport de transmission en fonction des nombres de dents des roues dentées.

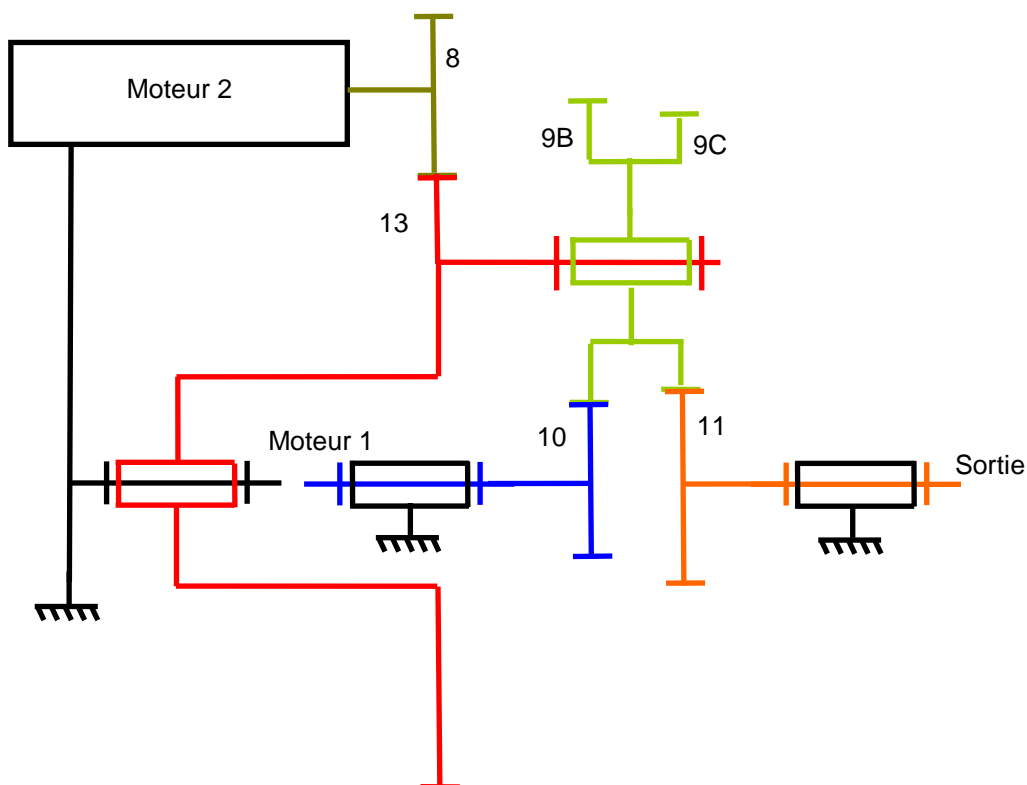
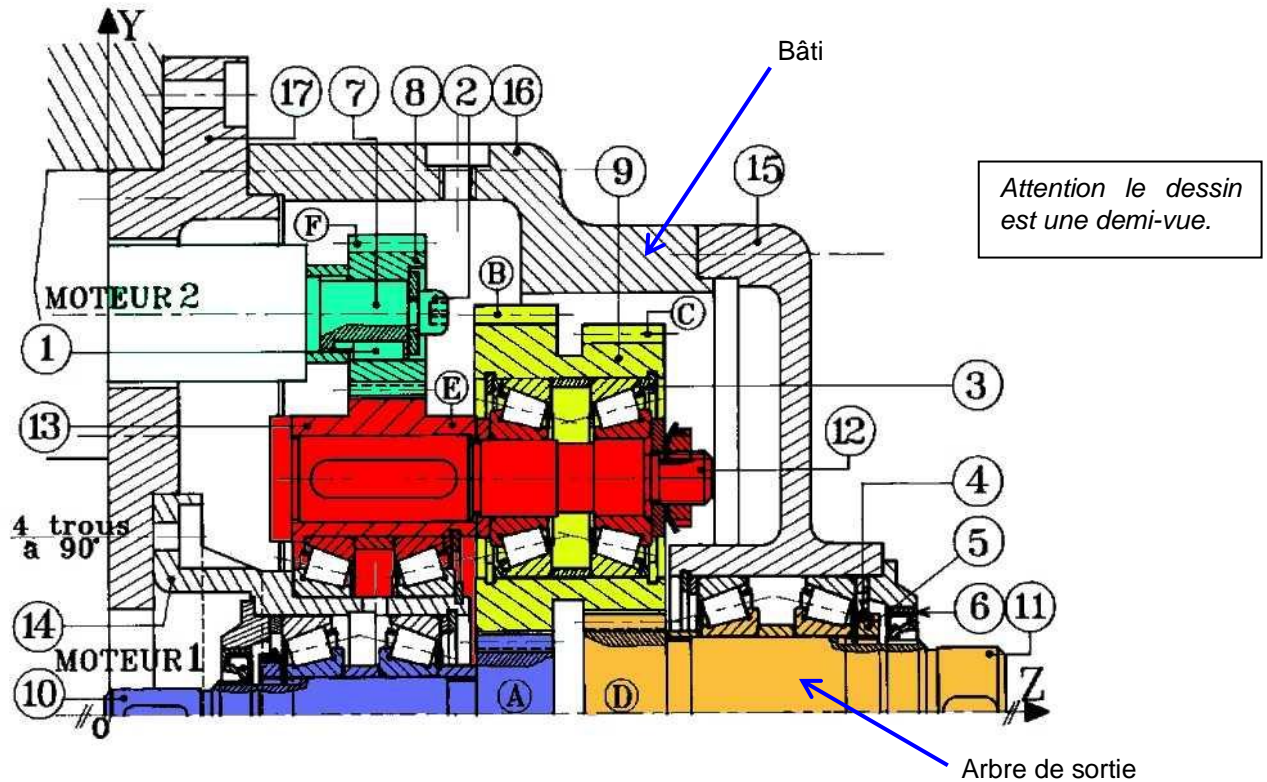
**Question 2 :** Faire l'application numérique.

**Question 3 :** Retrouver ce résultat en inversant, par rapport au choix fait précédemment, l'ordre des planétaires dans la relation de Willis.



**Exemple 2.2 : Boîtier de commande de raboteuse.**

Le boîtier de commande étudié permet de transmettre, par l'intermédiaire d'un réducteur, le mouvement de rotation des deux moteurs 1 et 2 à un arbre de sortie.



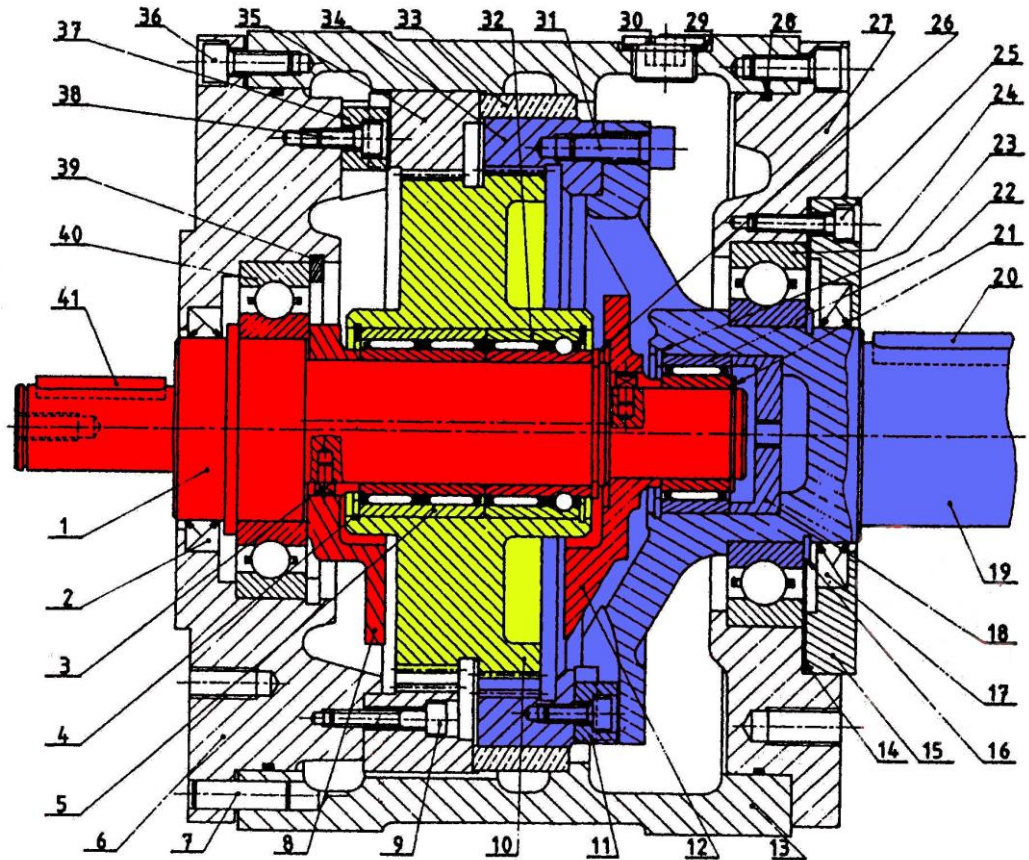
**Question 1 :** Déterminer, en fonction des nombres de dents des roues dentées, la relation entre  $\omega_{e1/0}$ ,  $\omega_{e2/0}$  et  $\omega_s/0$ .

**Question 2 :** Déterminer, après avoir formulé l'hypothèse qui convient, la relation entre les  $z_i$  liée aux conditions géométriques de montage des roues dentées.



**Exercice 3 : TRAINS ÉPICYCLOÏDAUX DE TYPE III.**

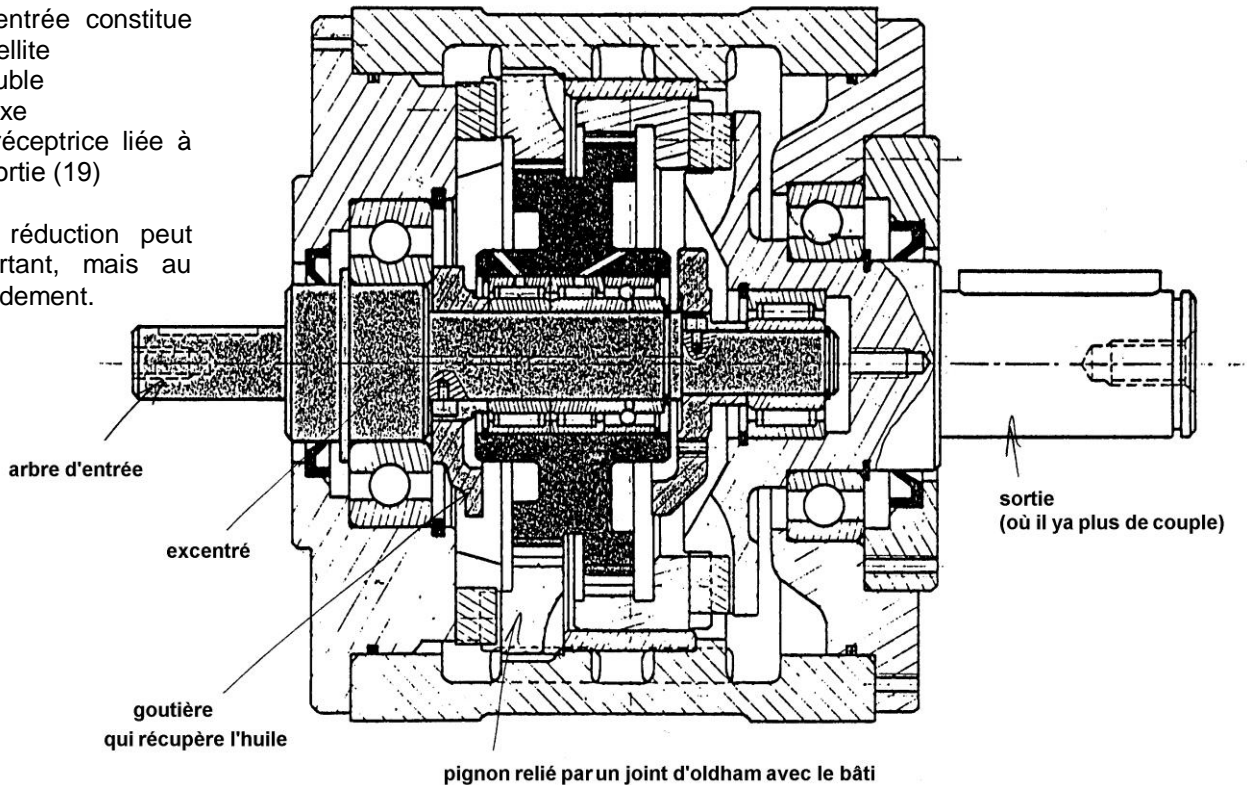
**Exemple 3.1 : Réducteurs ATV.**



Constitution :

- (1) Arbre d'entrée dont la portée excentrée constitue le porte-satellite
- (10) Satellite double
- (35) Couronne fixe
- (34) Couronne réceptrice liée à l'arbre de sortie (19)

Le rapport de réduction peut être très important, mais au détriment du rendement.



Voir exemple donné dans le cours page 24.

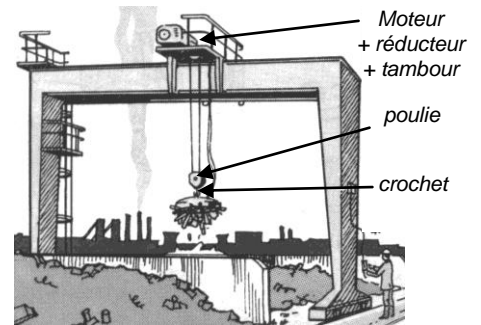
## Exercice 4 : TRAINS ÉPICYCLOÏDAUX DE TYPE I.

### Exemple 4.1 : Treuil-Palan de pont roulant.

Le palan d'un pont roulant (voir figure ci-contre) est constitué d'un moteur, réducteur, tambour, câble, poulie et crochet de levage.

Le crochet est porté par la poulie sur laquelle s'enroule le câble :

- l'un des brins du câble est fixé au bâti du moteur-réducteur,
- l'autre s'enroule sur le tambour qui est solidaire de l'arbre de sortie du réducteur.



(Voir vidéos sur site du professeur)

Le réducteur (voir plan ci-dessous) a pour entrée la pièce 1, pour sortie la pièce 7, et pour bâti 0 les pièces 10, 11, 12, 21 et 24.

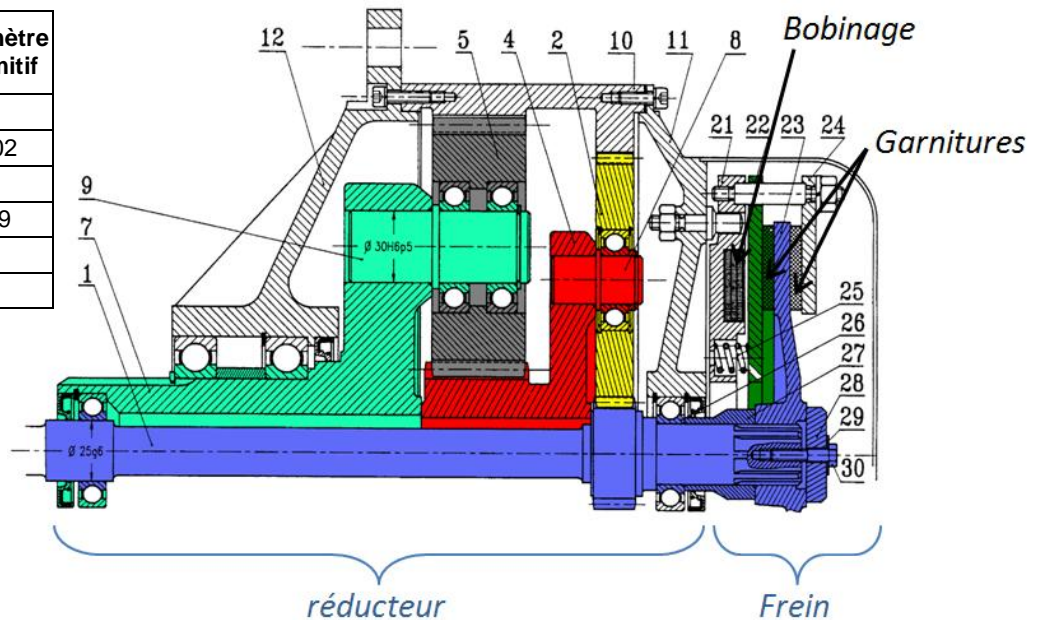
Un frein bloque automatiquement l'arbre d'entrée 1 lorsque le moteur est inactif. Dans ces conditions :

- les ressorts 25 poussent le plateau d'acier 22 ;
- les garnitures gauches de frein solidaires du plateau 22, et les garnitures droites de frein solidaires du plateau 24, bloquent alors entre elles le disque 23 et empêchent la rotation de l'arbre d'entrée 1.

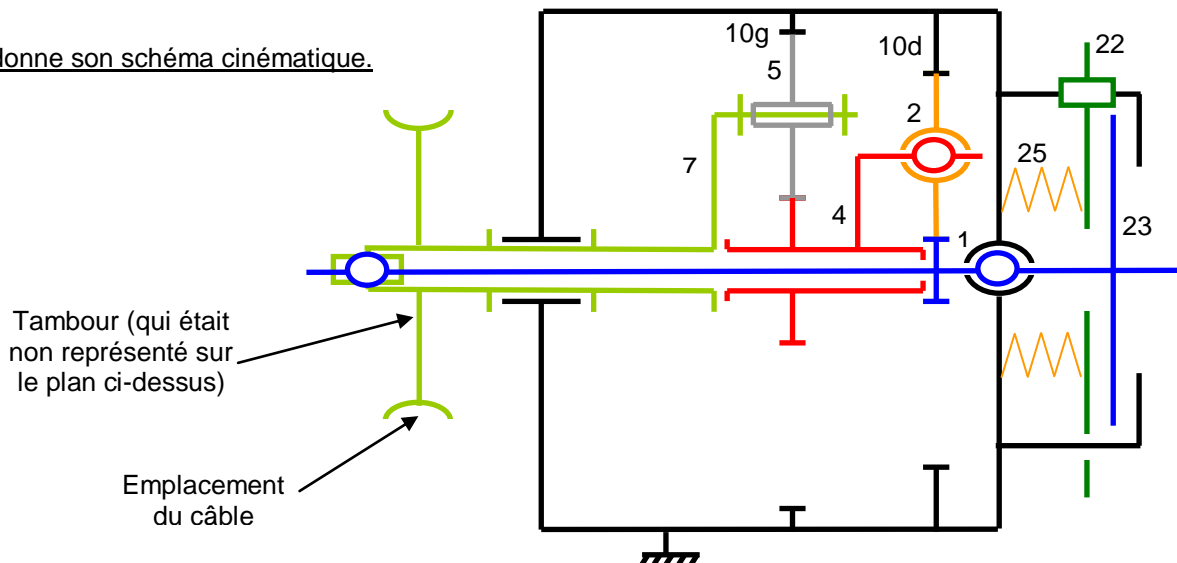
Lorsqu'on désire enrouler ou dérouler du câble, on alimente simultanément le moteur et le bobinage placé à l'intérieur de 21. Dans ces conditions :

- le champ magnétique créé attire alors le plateau 22 qui comprime les ressorts 25 et libère le disque 23.

	Nombre de dents	Module	Diamètre primitif
Pignon arbré 1	21		
Pignon rapporté 2		2	102
Couronne 10d	123		
Pignon arbré 4		3	69
Pignon rapporté 5	34		
Couronne 10g	91		



On donne son schéma cinématique.



Tambour (qui était non représenté sur le plan ci-dessus)

Emplacement du câble

Dans la suite on s'intéresse uniquement au système de réduction de vitesse de l'arbre moteur (à l'aide de deux trains épicycloïdaux en série) et pas au système de freinage.

Étude analytique du réducteur seul (sans la partie frein).

**Question 1 :** Compléter le repère des pièces dans le tableau décrivant les 2 trains épicycloïdaux (droite et gauche).

	Train épi 1 (d)	Train épi 2 (g)
Satellite		
Porte satellite		
Planétaire A		
Planétaire B		

**Question 2 :** Déterminer la condition géométrique de montage qui relie les  $z_i$ .

**Question 3 :** Indiquer les repères des pièces matérialisant l'entrée et la sortie du système.

**Question 4 :** Déterminer littéralement, en fonction des nombres de dents, le rapport de transmission.

**Question 5 :** Compléter le tableau page précédente indiquant le nombre de dents, le module et les diamètres primitifs des différents pignons ou couronnes.

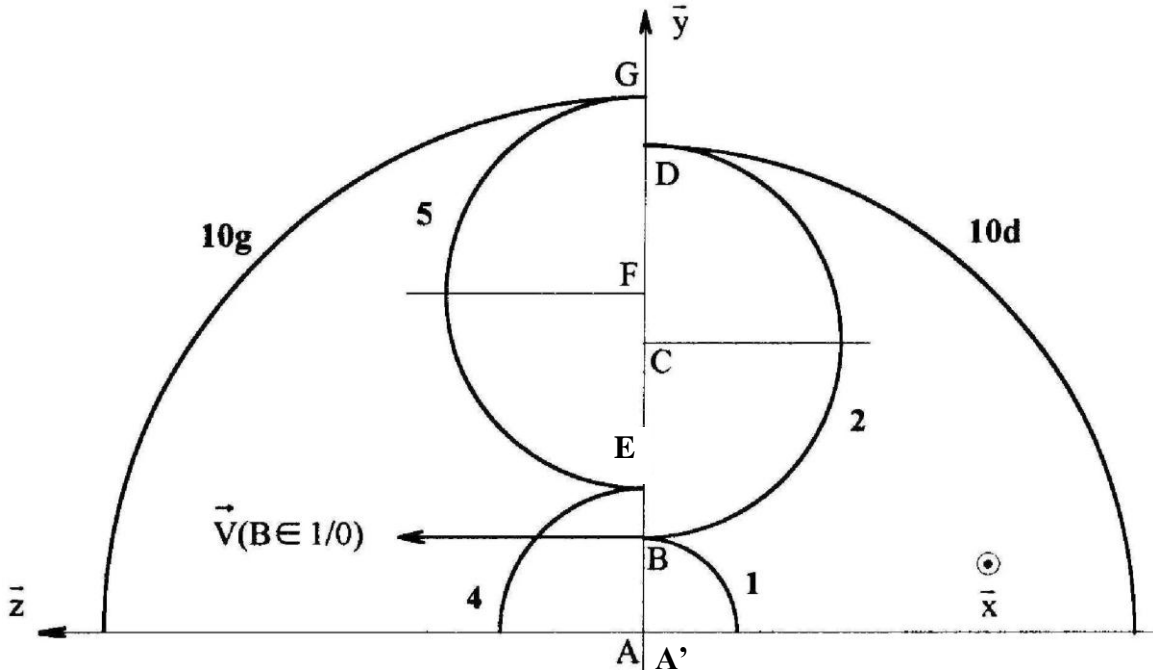
**Question 6 :** En déduire la valeur numérique du rapport de réduction du système.

Étude graphique du réducteur seul (sans la partie frein).

Sur la figure ci-dessous sont représentés les cercles primitifs des différentes roues du mécanisme. A est le centre de la roue 1, A' le centre de la roue 4, C le centre de la roue 2 et F le centre de la roue 5.

Il y a roulement sans glissement à chaque point de contact entre deux cercles primitifs : B, D, E et G.

On suppose connu, à l'instant t, le vecteur vitesse  $\vec{V}_{B \in 1/0}$ .



**Question 7 :** Identifier les solides en mouvement quelconque. En déduire les positions des CIR qui seront nécessaires lors de l'utilisation d'une méthode graphique.

**Question 8 :** Imaginer et mettre en œuvre une démarche pour déterminer graphiquement (dans la position du système décrite sur la figure) le vecteur vitesse du centre F de la roue 5 par rapport au bâti 0 :  $\vec{V}_{F \in 5/0}$ . (Justifier les différentes étapes de la construction).

**Question 9 :** Justifier que  $\vec{V}_{F \in 5/0} = \vec{V}_{F \in 7/0}$ . En déduire, en utilisant les propriétés du théorème de Thalès (proportionnalité des côtés dans les triangles de répartition linéaire des vecteurs vitesse), la relation entre  $\|\vec{V}_{F \in 7/0}\|$ ,  $\|\vec{V}_{B \in 1/0}\|$ ,  $R_1$ ,  $R_2$  et  $R_4$ .

**Question 10 :** En déduire, en fonction de  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_4$  et  $R_5$ , le rapport de transmission.

**Question 11 :** Retrouver, à l'aide du résultat de la question 2, le rapport de transmission en fonction du nombre de dents.



## Exemple 4.2 : Réducteur à 2 vitesses.

Le réducteur à trains épicycloïdaux représenté est utilisé dans les appareils de manutention et de levage lorsqu'on a besoin d'une grande vitesse d'approche ou de retour, et d'une petite vitesse de travail.

### Fonctionnement « Petite vitesse » :

Seul le moteur PV tourne à 1500 tr/min. La couronne 25 est entraînée en rotation par l'intermédiaire de la roue 13 et de la vis sans fin 34 liée à l'arbre moteur PV (Petite Vitesse).

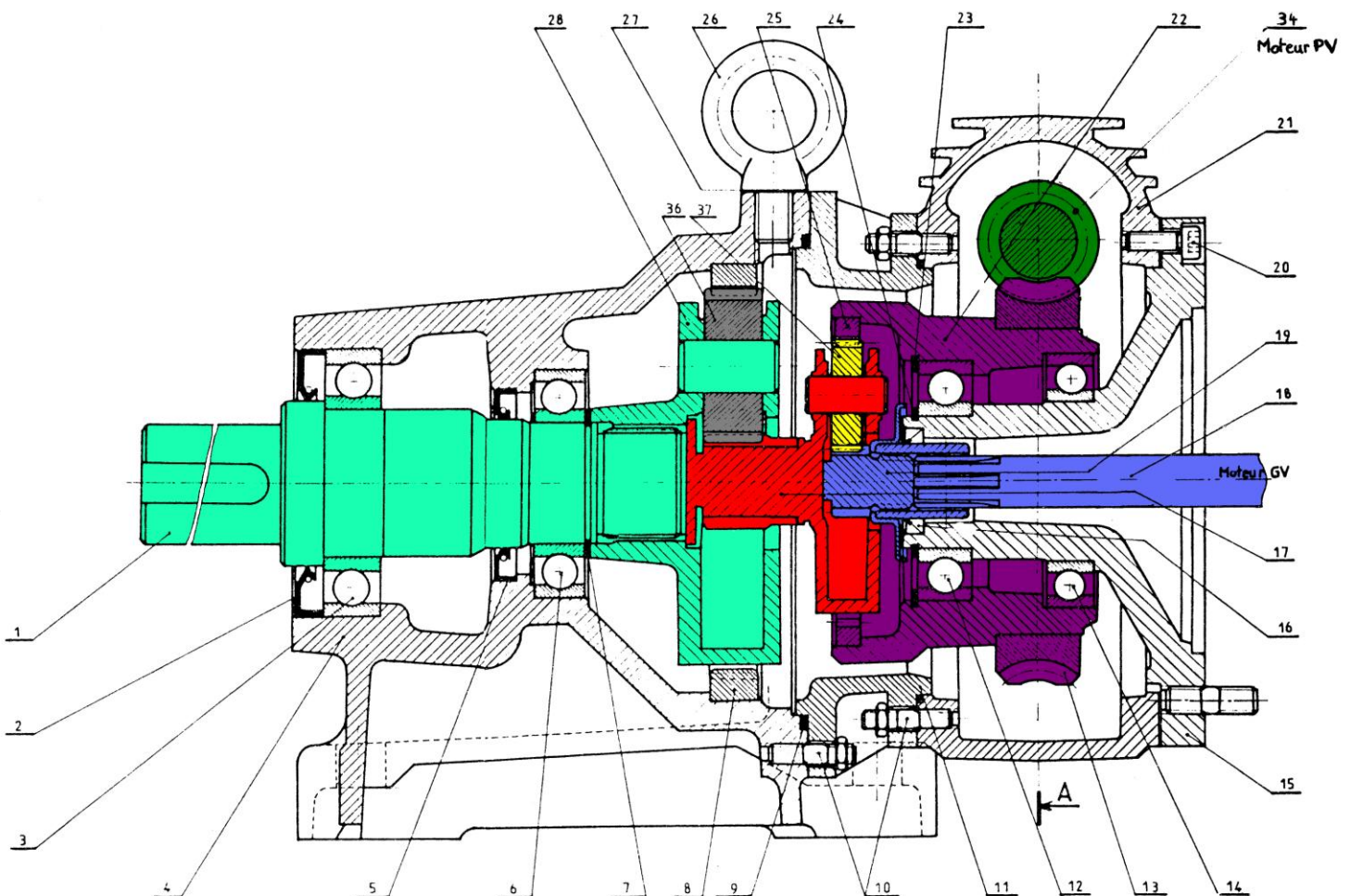
Le pignon 19 est maintenu fixe par le frein du moteur GV (Grande Vitesse).

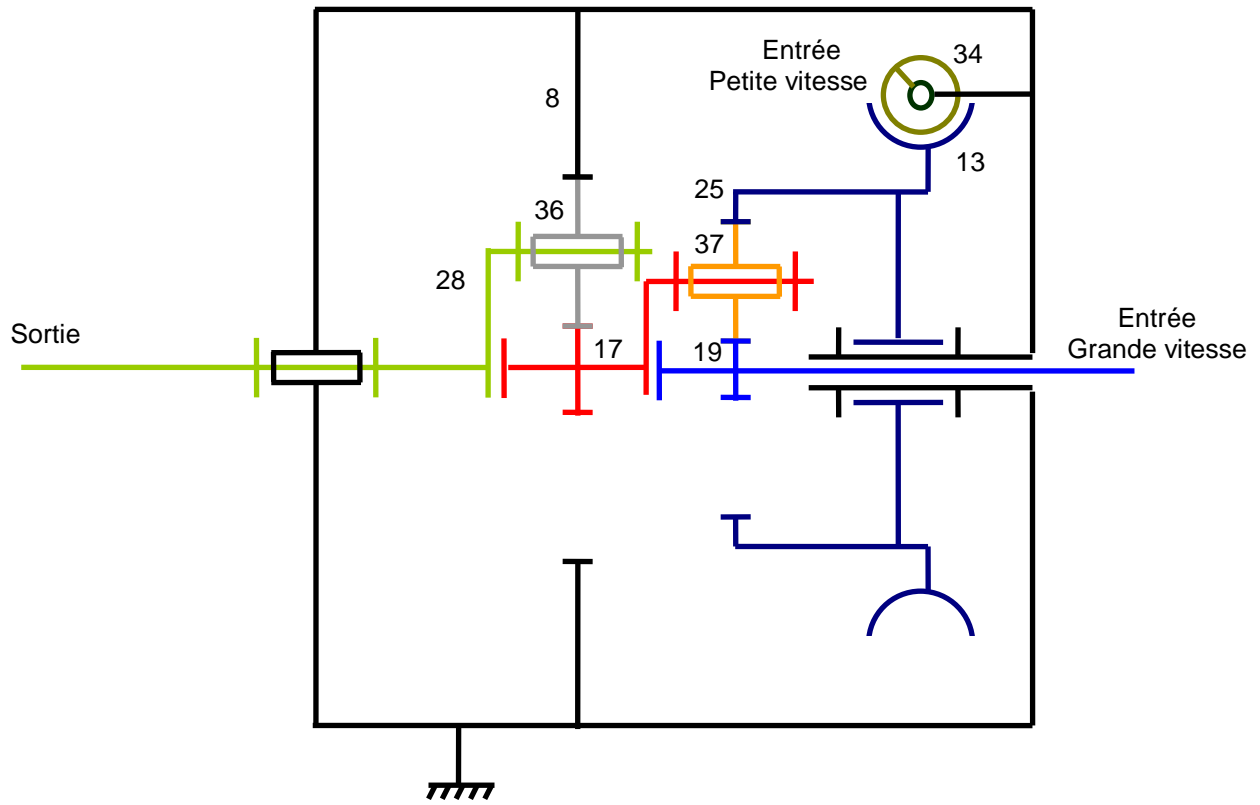
### Fonctionnement « Grande vitesse » :

Les deux moteurs GV et PV tournent en même temps à 1500 tr/min.

### Extrait de la nomenclature :

37	3	Pignon satellite	$z_{37} = 32$ dents ; $m = 1,25$ mm
36	3	Pignon satellite	$z_{36} = 31$ dents ; $m = 1,8$ mm
34	1	Vis sans fin (entrée PV)	1 filet – pas à droite
25	1	Couronne	$z_{25} = 83$ dents ; $m = 1,25$ mm
19	1	Pignon d'entrée GV	$z_{19} = 19$ dents ; $m = 1,25$ mm
17	1	Pignon porte satellite	$z_{17} = 17$ dents ; $m = 1,8$ mm
13	1	Roue	$z_{13} = 41$ dents
8	1	Couronne fixe	$z_8 = 79$ dents ; $m = 1,8$ mm
1	1	Arbre de sortie	
<b>Rep</b>	<b>Nb</b>	<b>Désignation</b>	<b>Observation</b>





**Question 1 :** Déterminer la vitesse de rotation de l'arbre de sortie 1 en fonctionnement « Petite Vitesse », puis en fonctionnement « Grande Vitesse ».