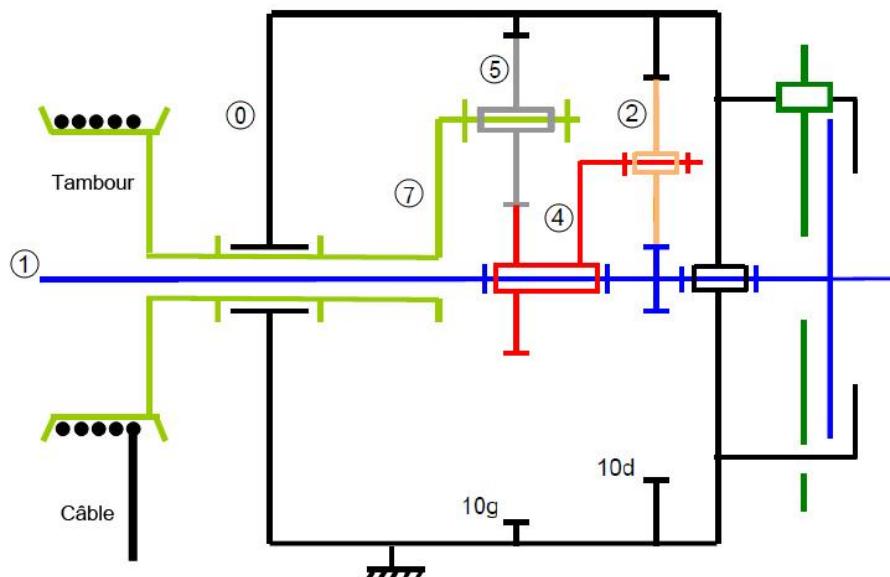
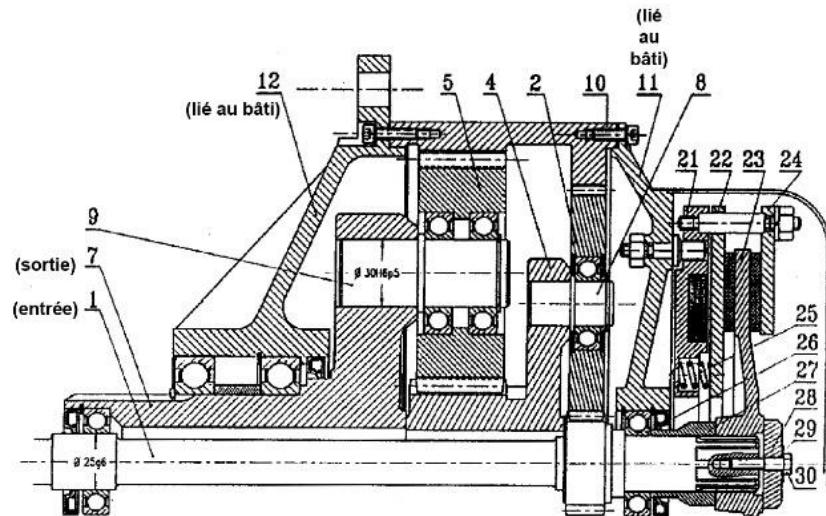


## 1 REDUCTEUR DE PALAN

La figure ci-dessous représente partiellement un réducteur de palan et son modèle cinématique.



Ce palan de pont roulant est animé par un moteur électrique qui entraîne, par l'intermédiaire d'un accouplement élastique, l'arbre d'entrée **1** du réducteur épicycloïdal. L'arbre de sortie cannelé **7** est solidaire du tambour à câble. Le crochet de levage est fixé au bout d'un câble qui s'enroule sur un tambour de diamètre  $D_t = 300 \text{ mm}$ .

Un frein bloque automatiquement l'arbre **1** lorsque le moteur est inactif : les ressorts **25** repoussent la plaque d'acier **22**, les garnitures de frein solidaires de **22** et **24** bloquent le disque **23** et empêche la rotation de **1**. Lorsqu'on désire enrouler ou dérouler du câble, on alimente simultanément le moteur et le bobinage

placé à l'intérieur de **21**, le champ magnétique créé attire alors la pièce **22** qui comprime les ressorts **25** et libère le disque **23**.

Le réducteur est constitué de deux trains épicycloïdaux :

- 1<sup>er</sup> train : **1 - 2 - 4 - 0** avec  $Z_1 = 21 ; Z_2 = 51 ; Z_{10d} = 123$
- 2<sup>ème</sup> train : **4 - 5 - 7 - 0** avec  $Z_4 = 23 ; Z_5 = 34 ; Z_{10g} = 91$

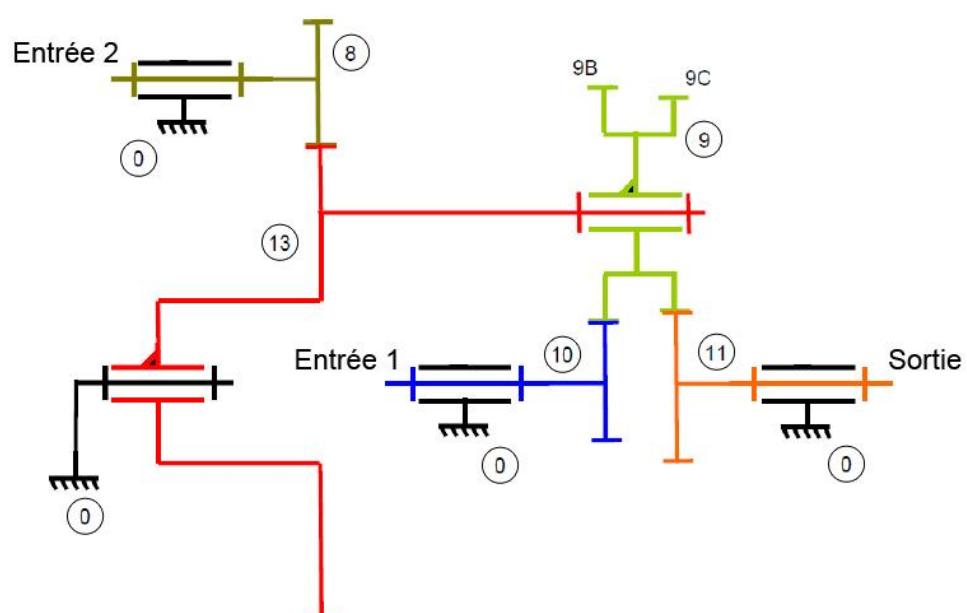
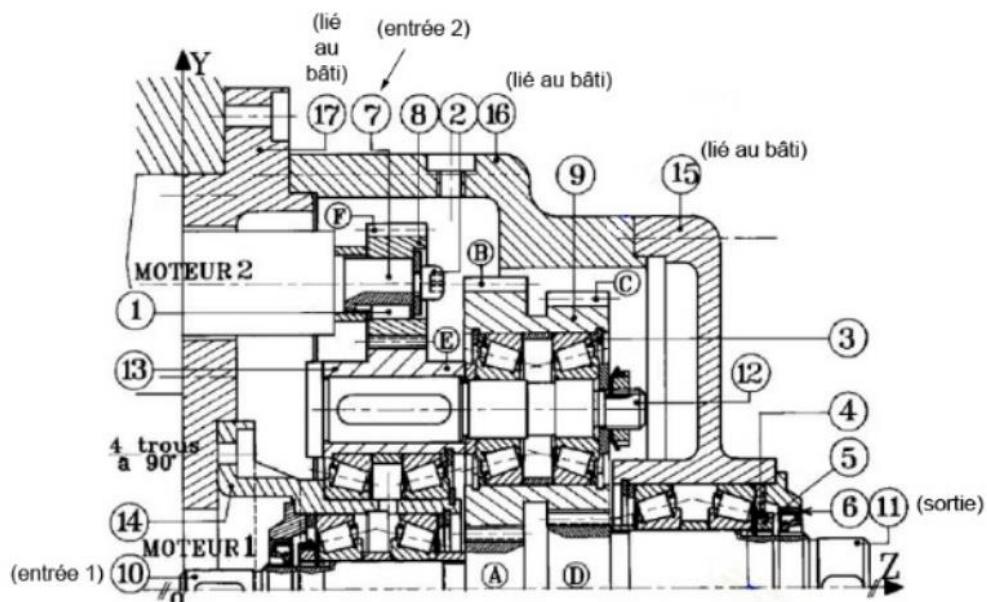
- 1- Proposer un schéma-bloc de la chaîne de transmission de puissance depuis le moteur jusqu'à la charge soulevée dont la vitesse de déplacement par rapport au bâti est notée  $V_c$ .
- 2- Exprimer puis calculer le rapport de transmission de chaque train épicycloïdal :

$$k_1 = \frac{\omega_{4/0}}{\omega_{1/0}} \quad \text{et} \quad k_2 = \frac{\omega_{7/0}}{\omega_{4/0}}$$

- 3- Exprimer la fonction de transfert du système câble – tambour :  $V_c / \omega_{7/0}$  en fonction de  $D_t$ .
- 4- Donner la relation liant  $V_c$  et  $\omega_{1/0}$ .

### 3 BOITIER DE COMMANDE DE RABOTEUSE

Les figures ci-dessous présentent le dessin d'ensemble et le modèle cinématique d'un boîtier de commande de raboteuse permettant de transmettre, par l'intermédiaire d'un réducteur, le mouvement de rotation des deux moteurs 1 et 2 à un arbre de sortie.

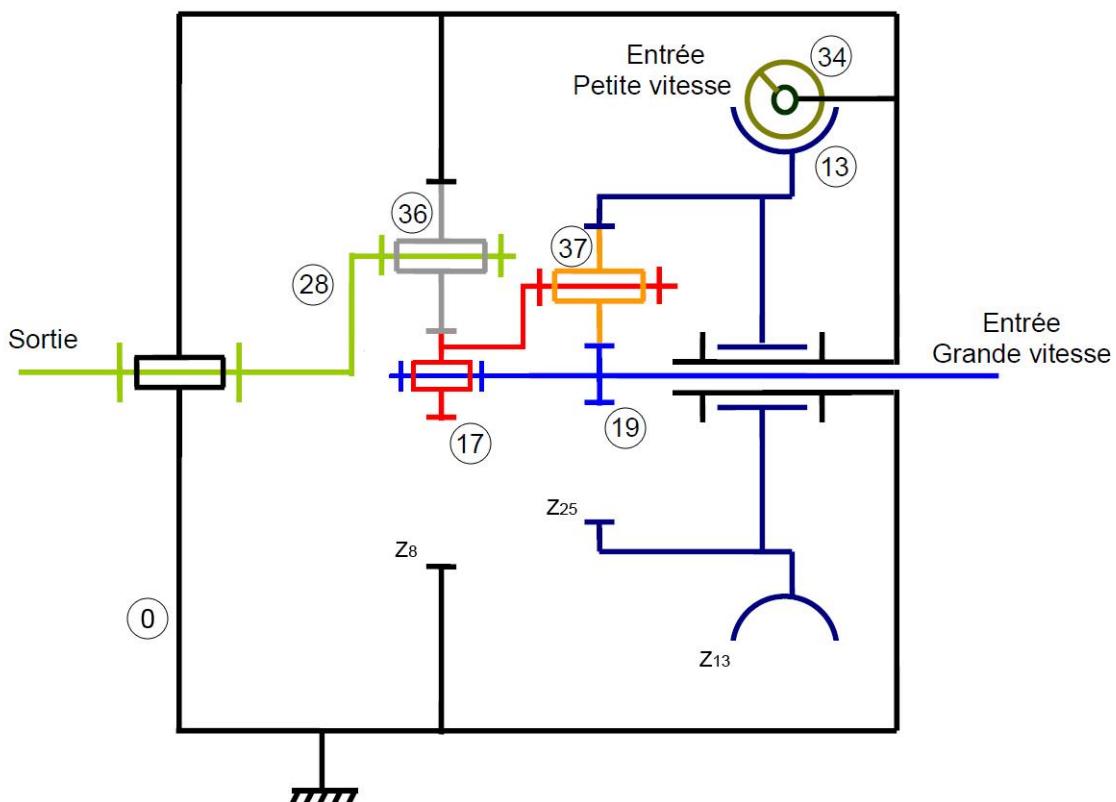


Le dispositif est composé d'un étage de réduction par train simple **8-13** puis d'un étage de réduction par train épicycloïdal **9-10-11-13**.

- 1- Exprimer le rapport de transmission du premier étage de réduction :  $k_1 = \omega_{13/0} / \omega_{8/0}$
- 2- Etudier le second étage de réduction et en déduire une relation entre :  $\omega_{10/0}$ ,  $\omega_{11/0}$  et  $\omega_{13/0}$ .
- 3- Exprimer la relation :  $\omega_{11/0} = f(\omega_{10/0}, \omega_{8/0})$ .

## 4 TREUIL A DEUX VITESSES

Le modèle cinématique représenté ci-dessous est celui d'un treuil à deux vitesses utilisé dans le secteur du levage lorsqu'on a besoin d'une grande vitesse d'approche ou de retour, et d'une petite vitesse de travail. Il est composé de deux motorisations et utilise un système roue et vis sans fin et des réducteurs à trains épicycloïdaux.



Rep	Nb	Désignation	Observation
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	

**Fonctionnement « Petite vitesse » :** Seul le moteur PV tourne à 1500 tr/min. La pièce **13** est entraînée en rotation par l'intermédiaire 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.

- 1- Déterminer la vitesse de rotation de l'arbre de sortie **28** dans le cas de la « Petite vitesse ».
- 2- Déterminer la vitesse de rotation de l'arbre de sortie **28** dans le cas de la « Grande vitesse ».

## 5 MALAXEUR A TRAINS VALSEURS

La figure ci-contre représente le schéma cinématique d'un appareil de malaxage à mouvement planétaire utilisé pour la préparation de mélanges intimes de produits pulvérulents ou pâteux.

Cet appareil est constitué de 2 parties principales :

- un motoréducteur à la partie supérieure
- le malaxeur proprement dit à la partie inférieure

Le motoréducteur comprend :

- un carter fixe 0
- un moteur électrique lié à 0 entraînant l'arbre d'entrée 1
- un système poules-courroie
- un réducteur simple à denture hélicoïdale
- un réducteur épicycloïdal à denture droite

On donne les caractéristiques suivantes :

### Moteur

Puissance nominale :  $P_1 = 7,5 \text{ kW}$

Vitesse de rotation du moteur :  $N_{1/0} = 1450 \text{ tr/min}$

### Système Poules/Courroie

Rayon primitif de la poulie 1 :  $R_{p1} = 56 \text{ mm}$

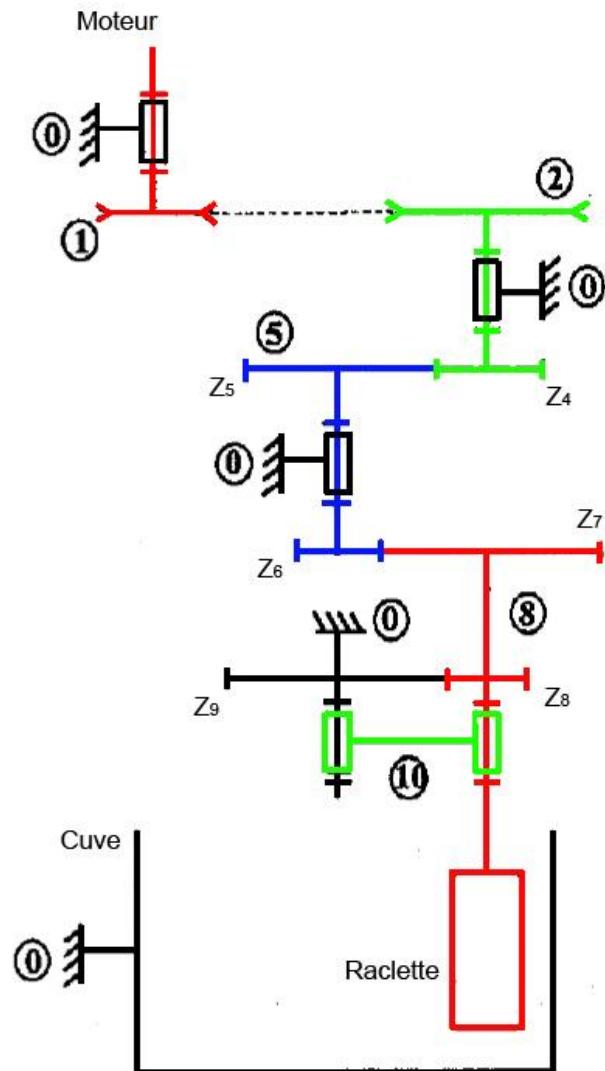
Rayon primitif de la poulie 2 :  $R_{p2} = 175 \text{ mm}$

### Nombres de dents

$Z_4 = 15$     $Z_5 = 50$

$Z_6 = 13$     $Z_7 = 47$

$Z_8 = 11$     $Z_9 = 37$



1- Proposer un schéma-bloc de la transmission de puissance depuis le moteur jusqu'au produit à malaxer.

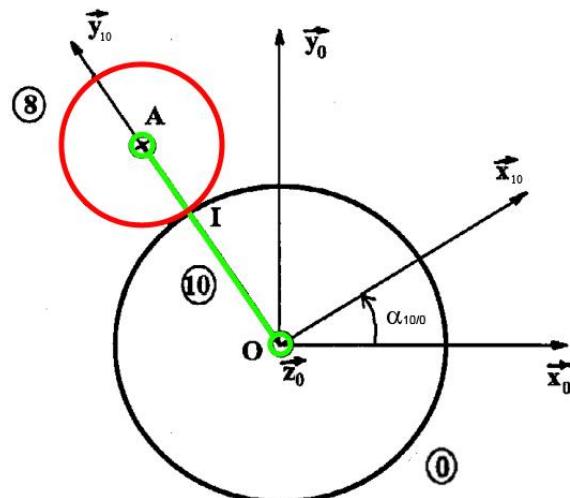
2- Exprimer puis calculer les fonctions de transfert suivantes :

$$k_1 = \frac{\omega_{2/0}}{\omega_{1/0}} \quad k_2 = \frac{\omega_{5/0}}{\omega_{2/0}} \quad k_3 = \frac{\omega_{10/0}}{\omega_{5/0}}$$

3- Exprimer  $\omega_{10/0}$  en fonction de  $\omega_{1/0}$ .

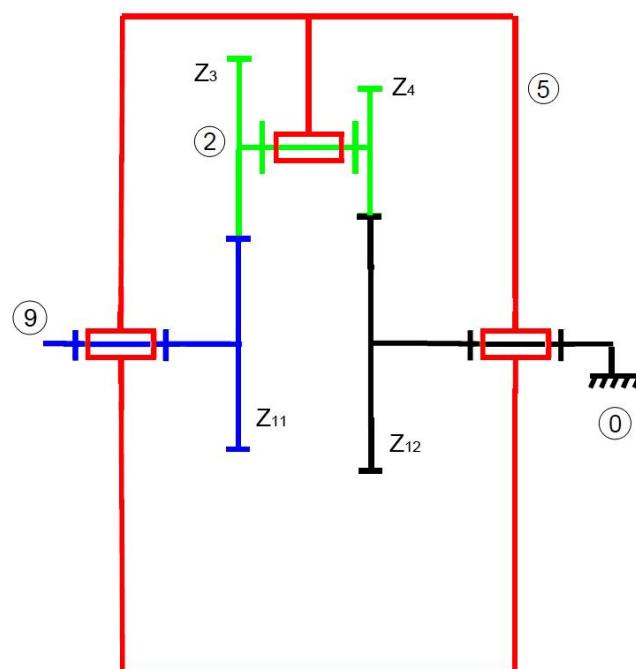
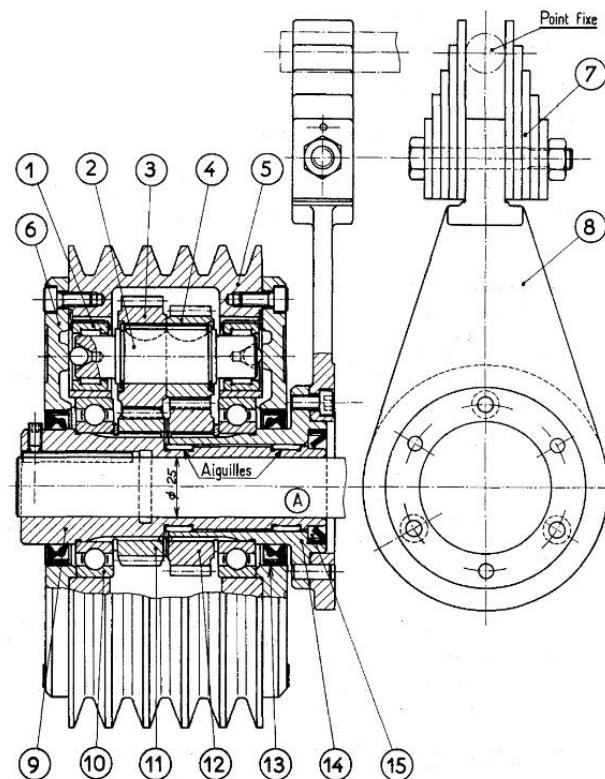
La qualité de mélange dépend de la vitesse de rotation de **10** par rapport à **0** mais aussi de la vitesse de rotation de **8** par rapport à **10**.

- 4- A l'aide de la figure ci-dessous, traduire le roulement sans glissement en *I* de **8** sur **10** et en déduire l'expression de la vitesse de rotation de **8** par rapport à **10** :  $\omega_{8/10}$ .



## 7 POULIE REDEX

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.



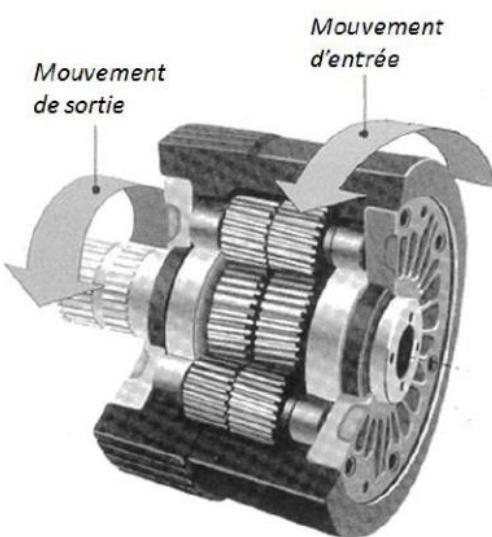
Le mouvement d'entrée est reçu par le boîtier tournant **5**, entraîné par cinq courroies trapézoïdales, et guidé en rotation par rapport au bâti **0** à l'aide de deux roulements à billes **10**.

Les flasques **6** permettent le montage des organes intérieurs. Ils sont munis de joints d'étanchéité **13**.

L'axe **2** sont équipés de pignons dentés **3** et **4**. Ils forment un satellite double. Chaque satellite double est guidé en rotation par rapport au boîtier tournant **5** à l'aide de deux roulements à aiguilles **1**. Il y a trois satellites doubles montés à 120°. Les liaisons encastrements entre les axes **2** et les pignons dentés **3** et **4** sont assurées (élastiquement) par de la matière plastique injectée entre les axes et les pignons préalablement dentelés.

Les satellites doubles engrènent avec le planétaire **12** (qui est en liaison encastrement avec le bâti **0** à l'aide d'un assemblage cannelé).

Les satellites doubles engrènent avec un pignon denté **11** en liaison encastrement avec l'arbre de sortie **9** à l'aide d'un assemblage cannelé. Cet arbre de sortie **9** est guidé en rotation par rapport au bâti **0** à l'aide de deux roulements à aiguilles.



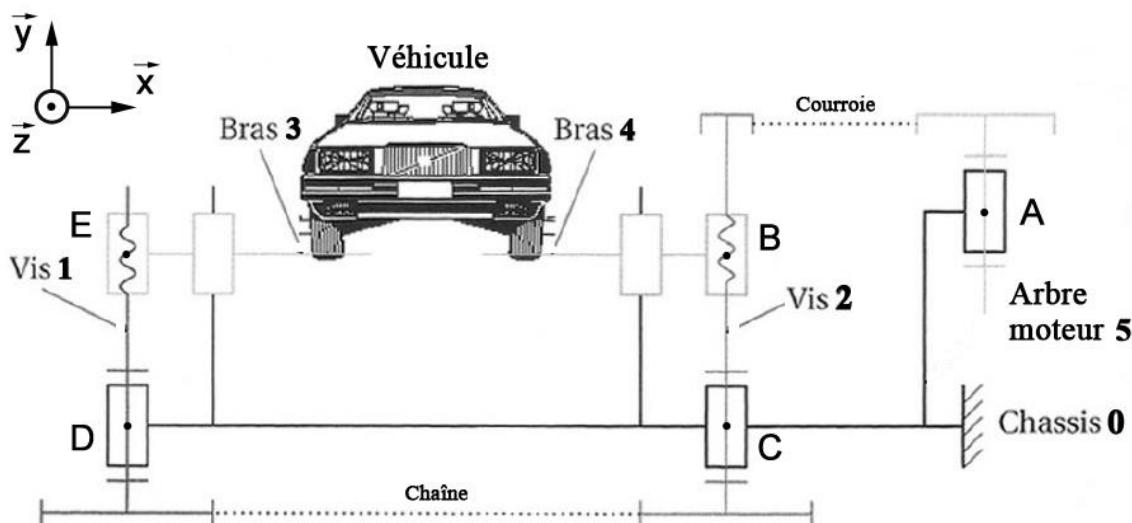
Caractéristiques des roues dentées

N°	12	4	3	11
m	1,75	1,75	1,75	1,75
Z	49	31	34	46

- Déterminer le rapport de transmission de la poulie :  $k = \omega_{9/0} / \omega_{5/0}$ .

## 9 PONT ELEVATEUR DE GARAGE

On s'intéresse à un pont élévateur de garage. Il est constitué de deux colonnes verticales fixées au sol. Le véhicule à soulever est mis en position entre les deux colonnes, et maintenu par deux paires de bras, fixées sur deux chariots. Chaque chariot est guidé en translation verticale sur le carter d'une colonne.



Le moteur électrique est fixé en haut de la colonne motrice. La chaîne qui relie les vis de deux colonnes passe au ras du sol, sous le véhicule soulevé.

Les données supplémentaires sont les suivantes :

- en haut de la colonne : la poulie motrice a un diamètre de  $d_1 = 200 \text{ mm}$  et la poulie réceptrice a un diamètre de  $d_2 = 100 \text{ mm}$ . La courroie est crantée et en régime permanent le moteur tourne à une vitesse de  $N_m = 1200 \text{ tr. min}^{-1}$  ;
- en bas de la colonne : le pignon à chaîne a  $Z_c = 30 \text{ dents}$  ;
- la vis est en acier trempé, a un seul filet et un pas de  $p = 3 \text{ mm}$  ;



On note  $V_c$  le module de la vitesse de translation du chariot,  $\omega_m$  le module de la vitesse de rotation du rotor du moteur et  $\omega_v$ , le module de la vitesse de rotation de la vis par rapport au châssis.

- Proposer un schéma-bloc de la transmission de puissance depuis le moteur jusqu'au bras 4 en passant par la vis 2.
- En régime permanent, donner l'expression et la valeur de la vitesse de montée du véhicule  $V_c$ .

## 10 MACHINE DE FAÇONNAGE A PLAT

Le façonnage à plat consiste à découper, rainer (ou rainurer) et gaufrer des feuilles de papier, carton ou carton ondulé pour réaliser des menus, des étiquettes, des dépliants après pliage ou encore des boîtes après pliage et collage...

On donne ci-dessous le principe de réglage d'un système permettant de déplacer un pied 6 (Figure 1).

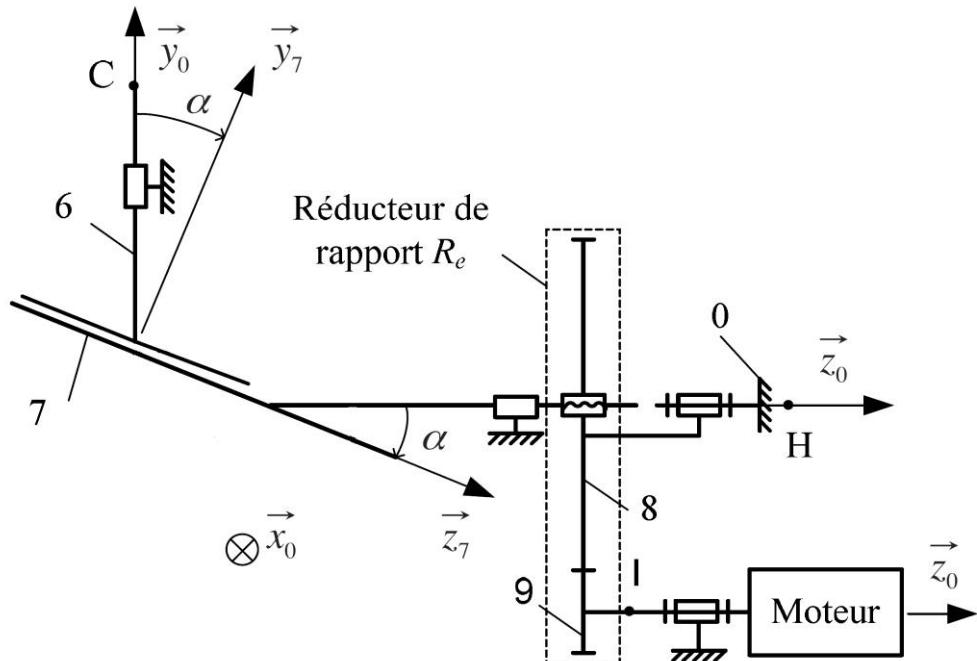


Figure 1 - Système de réglage d'un pied

L'actionneur entraîne la rotation de l'arbre (9) qui engrène avec (8). La rotation de (8) provoque le déplacement du plan incliné (7) sur lequel glisse le pied réglable (6). Les principales caractéristiques de cette transmission de puissance sont :

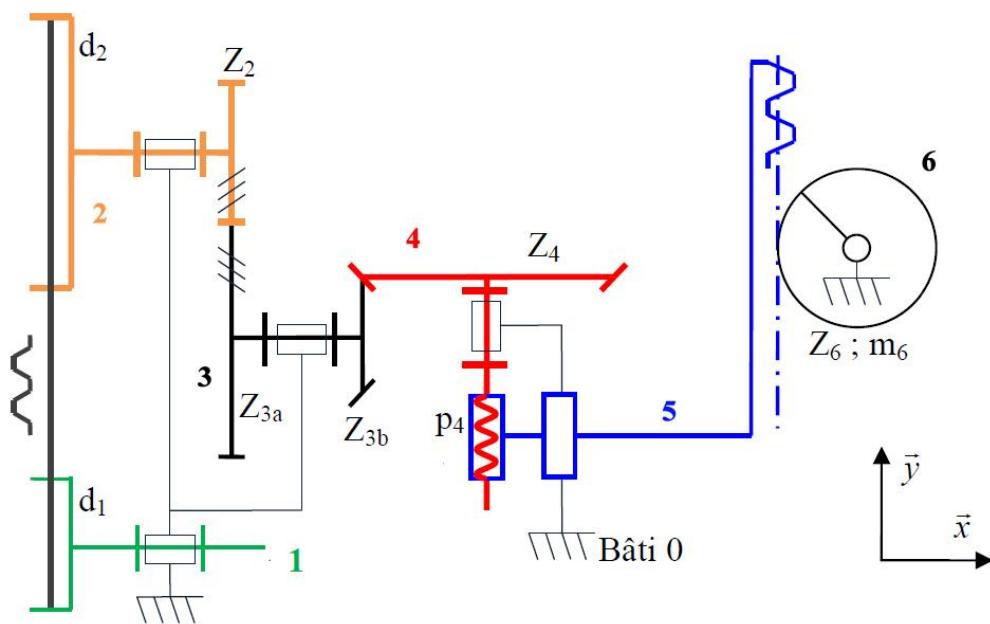
- un moteur électrique à courant continu ;
- un ensemble constitué du rotor et de l'arbre (9) dont la position angulaire est notée  $\theta_{9/0}$  ;
- un réducteur de rapport  $R_e$  constitué des pignons (9) et (8) présentant respectivement  $Z_9 = 13$  et  $Z_8 = 130 \text{ dents}$  ;
- une vis à billes de pas  $p_v$  (avec  $p_v = 2 \text{ mm}$ ), solidaire du plan (7) incliné d'un angle  $\alpha = (\vec{z}_0, \vec{z}_7) = 6^\circ$  et de masse  $m_7$ . La position du plan incliné (7) selon  $\vec{z}_0$  est notée  $z_{7/0}$  ;
- le pied réglable (6) est de masse négligeable. Sa position selon  $\vec{y}_0$  est notée  $y_{6/0}$  ;
- le point de contact entre (8) et (9) est noté J ; on donne  $\vec{HJ} = -a \cdot \vec{z}_0 - R_8 \cdot \vec{y}_0$  et  $\vec{IJ} = -b \cdot \vec{z}_0 + R_9 \cdot \vec{y}_0$

Toutes les liaisons sont supposées parfaites.

- 1- Proposer un schéma-bloc de la transmission de puissance depuis le moteur jusqu'au pied 6.
- 2- En régime permanent, donner l'expression et la valeur de  $\dot{y}_{6/0}$  en fonction de  $\dot{\theta}_{9/0}$ .

## 11 MACHINE DE POSITIONNEMENT

On donne ci-dessous le modèle cinématique de la transmission de puissance d'une machine de positionnement.



Un moteur électrique fournit la puissance à l'arbre d'entrée **1**. La pièce à positionner angulairement est placée sur l'arbre de sortie **6**.

On note :

- $\omega_{i/j}$  la vitesse angulaire de  $i$  par rapport à  $j$  ;
- $v_{i/j}$  la vitesse linéaire de  $i$  par rapport à  $j$  ;
- $Z_i$  le nombre de dents du pignon  $i$  ;
- $m_i$  le module du pignon  $i$  ;
- $p_i$  le pas de la vis  $i$ .

On suppose que toutes les liaisons sont parfaites.

- 1- Proposer un schéma-bloc de la transmission de puissance depuis le moteur jusqu'à l'arbre **6**.
- 2- En régime permanent, donner l'expression et la valeur de  $\omega_{6/0}$  en fonction de  $\omega_{1/0}$ .

## 12 TRAIN ÉPICYCLOÏDAL DE HUMPAGE

Le train épicycloïdal représenté sur la figure ci-dessous est un train de « HUMPAGE ».

Il est constitué d'un train épicycloïdal (2, 3, 4) dont deux des roues (2 et 3) sont entraînées en sens inverse l'une de l'autre par deux couples d'engrenages coniques (1, 3 et 1, 2).

La roue est liée à l'arbre moteur 1 et le porte-satellite est lié à l'arbre de sortie 5.

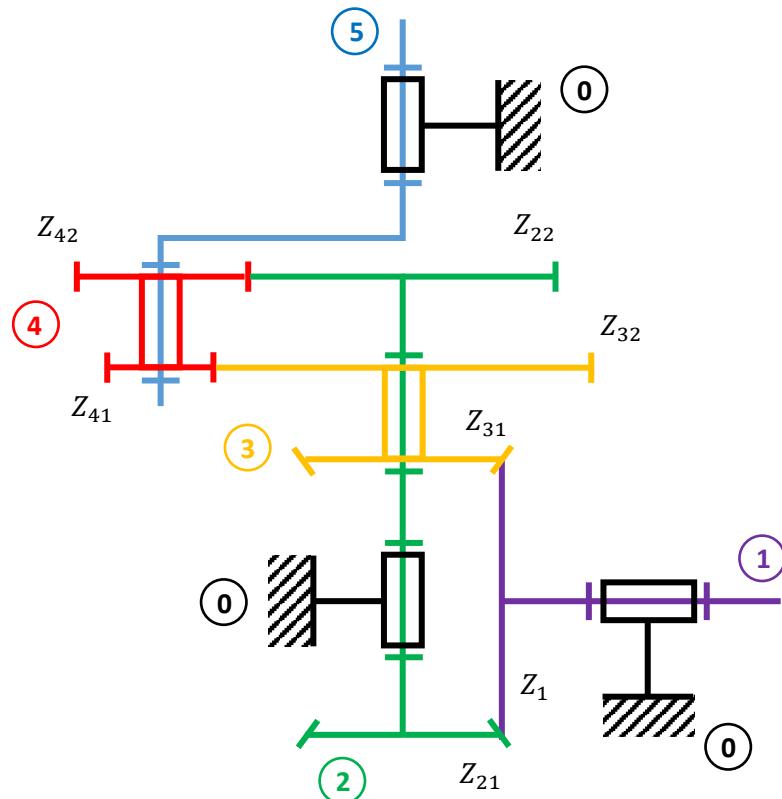
On donne :

$$Z_1 = 40$$

$$Z_{21} = 40 ; Z_{22} = 60$$

$$Z_{31} = 40 ; Z_{32} = 80$$

$$Z_{41} = 20 ; Z_{42} = 40$$



1 - Identifier les constituants de ce train épicycloïdal.

2 - Déterminer la raison basique de ce train épicycloïdal en fonction des nombres de dents  $Z_i$ .

3 - En déduire le rapport de transmission de ce réducteur en fonction des nombres de dents  $Z_i$  :

$$k = \frac{\omega_{5/0}}{\omega_{1/0}}$$

4 – Calculer la vitesse de rotation en sortie pour  $N_{1/0} = 1500 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ .

## 13 DOUBLE TRAIN ÉPICYCLOÏDAL

Un train épicycloïdal est représenté sur la figure ci-dessous.

La couronne **1** est liée à l'arbre moteur et le porte-satellite **5** joue le rôle de l'arbre de sortie.

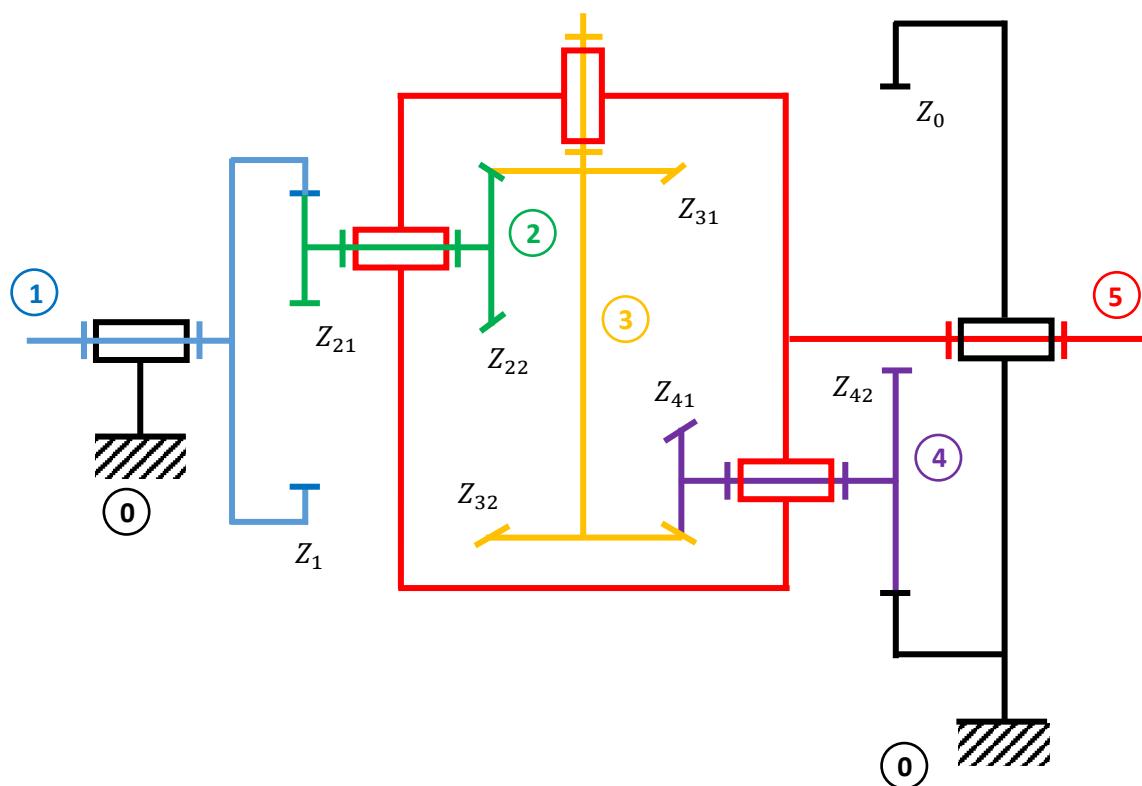
On donne :

$$Z_0 = 137 ; Z_1 = 200$$

$$Z_{21} = 99 ; Z_{22} = 125$$

$$Z_{31} = 101 ; Z_{32} = 40$$

$$Z_{41} = 73 ; Z_{42} = 100$$



1 - Identifier les constituants de ce train épicycloïdal.

2 - Déterminer la raison basique de ce train épicycloïdal en fonction des nombres de dents  $Z_i$ .

3 - En déduire le rapport de transmission de ce réducteur en fonction des nombres de dents  $Z_i$  :

$$k = \frac{\omega_{5/0}}{\omega_{1/0}}$$

4 – Calculer la vitesse de rotation en sortie pour  $N_{1/0} = 1500 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$ .