

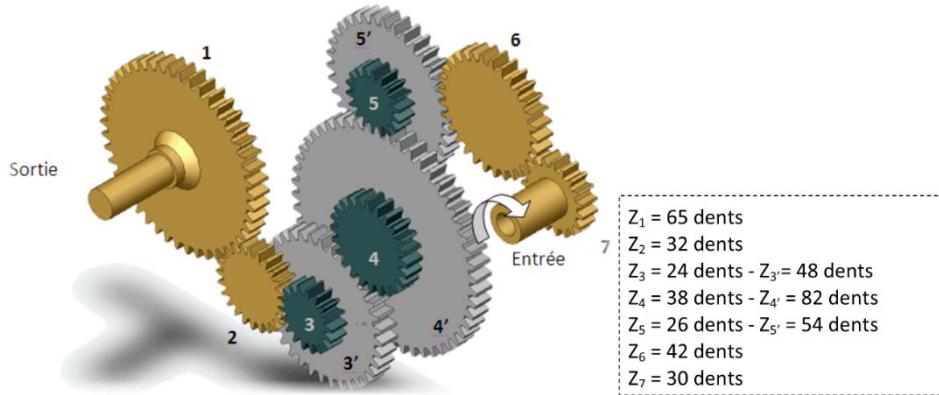
## 7- transmetteurs

### Exercices

<b>7.1 Train d'engrenage simple :</b>	<b>2</b>
I Présentation :	2
II Travail demandé :	2
<b>7.2 Réducteur simple à 2 étages :</b>	<b>2</b>
I Présentation :	2
II Travail demandé :	2
<b>7.3 Réducteur à arbres coaxiaux double train :</b>	<b>3</b>
I Présentation :	3
II Travail demandé :	3
<b>7.4 Coffre motorisé :</b>	<b>3</b>
I Présentation :	3
II Travail demandé :	4
<b>7.5 Monte-charge :</b>	<b>5</b>
I Présentation :	5
II Travail demandé :	5
<b>7.6 Chariot de manutention motorisé :</b>	<b>6</b>
I Présentation :	6
II Travail demandé :	6
<b>7.7 Treuil-palan de pont roulant :</b>	<b>7</b>
I Présentation :	7
II Travail demandé :	7
<b>7.8 Train compensateur de bulldozer :</b>	<b>8</b>
I Présentation :	8
II Travail demandé :	8
<b>7.9 Boîtier de commande de raboteuse :</b>	<b>9</b>
I Présentation :	9
II Travail demandé :	9
<b>7.10 Poule Redex :</b>	<b>10</b>
I Présentation :	10
II Travail demandé :	10
<b>7.11 Robot poseur de fibres optiques</b>	<b>11</b>
I Présentation :	11
II Travail demandé :	11

## 7.1 Train d'engrenage simple :

### I Présentation :



### II Travail demandé :

**Q1.** Indiquer, à l'aide de flèches, le sens de rotation de chacune des roues dentées.

**Q2.** Lister les roues dentées considérées comme menantes et les roues dentées considérées comme menées.

**Q3.** Donner l'expression du rapport de réduction du train d'engrenage.

**Q4.** Faire l'application numérique. En déduire s'il s'agit d'un réducteur ou d'un multiplicateur de vitesse.

## 7.2 Réducteur simple à 2 étages :

### I Présentation :

On s'intéresse à un réducteur simple à 2 étages dont on donne le dessin d'ensemble ainsi qu'un extrait de cahier des charges fonctionnel.

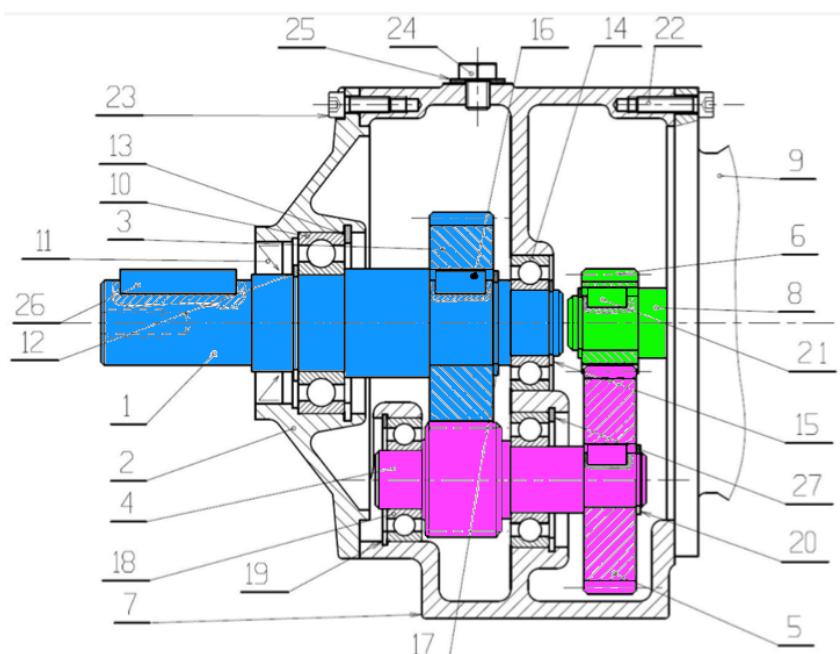
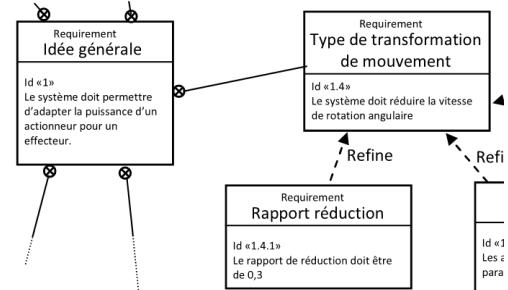
### II Travail demandé :

**Q1.** Identifier les classes d'équivalence cinématique sur le plan et trouver l'arbre d'entrée

**Q2.** Construire le schéma cinématique du réducteur dans le même plan que le dessin.

**Q3.** Déterminer le rapport de réduction du réducteur et conclure vis-à-vis du cahier des charges.

**Données :** Z<sub>6</sub> = 20 dents, Z<sub>5</sub> = 46, Z<sub>4</sub> = 22, Z<sub>3</sub> = 44.



### 7.3 Réducteur à arbres coaxiaux double train :

#### I Présentation :

Le schéma cinématique ci-contre représente un réducteur à double trains d'engrenages à denture droite et à arbres d'entrée et de sortie coaxiaux : les axes des liaisons pivots  $L_{1-0}$  et  $L_{3-0}$  sont colinéaires.

L'arbre d'entrée est repéré 1, l'arbre de sortie 3.

Données :

- Nombre de dents des roues dentées :  
 $Z_1 = 31$ ;  $Z_{2a} = 52$ ;  $Z_{2b} = 17$ ;  $Z_3 = 79$
- Module de l'engrenage 1-2a :  $m_1 = 1,5 \text{ mm}$
- Module de l'engrenage 2b-3 :  $m_3$
- Les deux engrenages possèdent un rendement identique :  $\eta_1 = \eta_2 = 0,92$
- L'entraxe  $a$  entre l'arbre intermédiaire 2 et l'arbre d'entrée est défini par  $\overrightarrow{BA} = a \cdot \vec{y}$

#### II Travail demandé :

**Q1.** Exprimer l'entraxe  $a$  en fonction des diamètres primitifs  $d_1$  et  $d_{2a}$  puis en fonction des diamètres primitifs  $d_3$  et  $d_{2b}$ .

**Q2.** Exprimer  $a$  en fonction de  $Z_1, Z_{2a}$  et  $m_1$ , puis en fonction de  $Z_{2b}, Z_3$  et  $m_3$ . Calculer  $m_3$ .

**Q3.** Tracer la chaîne cinématique basique du réducteur en prenant soin de bien indiquer pour chaque engrenage :

- Les roues Menantes et menées
- La nature du contact entre les roues (intérieur ou extérieur).

**Q4.** Déterminer le rapport de transmission  $r = \frac{\omega_{30}}{\omega_{10}}$  en fonction des nombres de dents. Faire l'application numérique.

**Q5.** Calculer le rendement global du réducteur tel que  $\eta_G = \frac{P_{Sortie}}{P_{Entrée}}$

### 7.4 Coffre motorisé :

#### I Présentation :

Certaines voitures sont dotées en série d'un système d'ouverture et de fermeture du hayon de coffre électrique.

Le transmetteur non linéaire dit « système 4 barres » (CD-DB-BA-AC) dont le schéma cinématique est donné figure 1, transforme le mouvement de rotation de l'arbre de sortie du réducteur 4 en mouvement de rotation du hayon 1.

#### Extrait du cahier des charges :

Le constructeur désire que le coffre motorisé mette sensiblement le même temps pour s'ouvrir qu'un coffre non motorisé, c'est à dire entre 3 et 5 secondes.

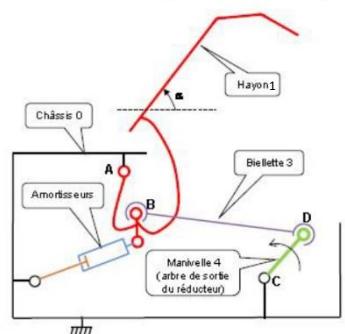
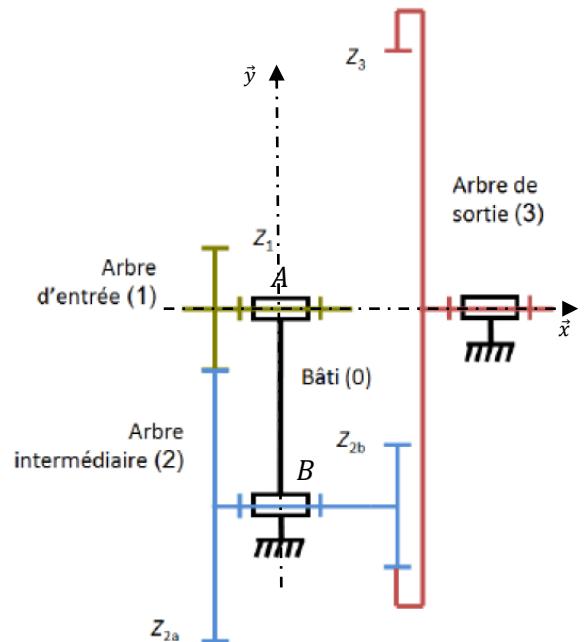


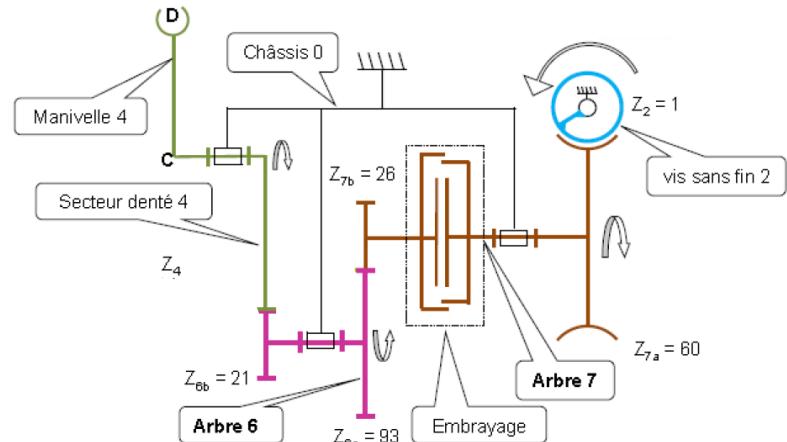
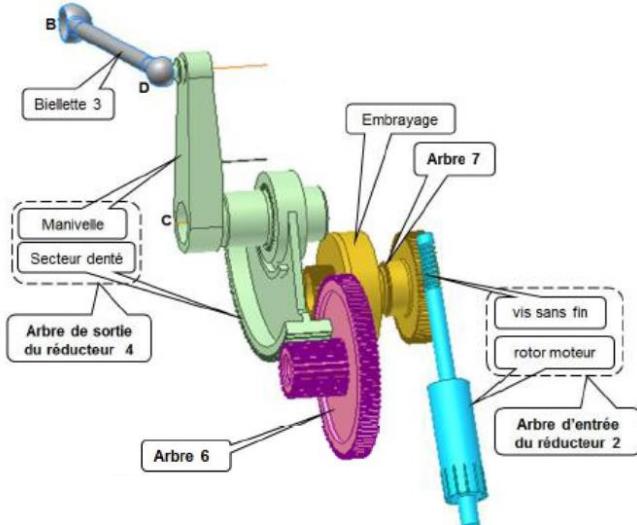
Figure 1 système 4 barres

### Description de la chaîne de transmission :

- L'actionneur est un moteur électrique dont le rotor moteur (2) est solidaire de la vis du transmetteur roue-vis sans fin.
- L'effecteur est la biellette (3), composant du système 4 barres non étudié.

L'ouverture est réalisée pour un angle de rotation de l'ensemble (4) constitué par la manivelle et un secteur denté de 22 dents réparties sur une amplitude angulaire de  $69,5^\circ$ .

La vitesse nominale du moteur est  $N_m = 1500 \text{ tr/min}$ .



### II Travail demandé :

**Q1.** Tracer la chaîne cinématique basique du réducteur en prenant soin de bien indiquer pour chaque engrenage :

- Les roues Menantes et menées
- La nature du contact entre les roues (intérieur ou extérieur).

**Q2.** Déterminer le rapport de transmission  $r = \frac{\omega_{40}}{\omega_{20}}$  en fonction des nombres de dents. Faire l'application numérique. Une attention particulière devra être portée pour le calcul du rapport de transmission établi pour l'engrenage constitué par le pignon 6b et le secteur denté 4.

L'amplitude de la fermeture du hayon 1 est de  $\Delta\alpha = 45^\circ$ . On suppose que dans ce domaine angulaire le rapport de transmission du système 4 barres (CD-DB-BA-AC) peut être considéré comme constant et que le rapport de transmission  $r_{4b} = \frac{\alpha}{\theta_{40}} \approx 1,2$  (avec  $\theta_{40} = \omega_{40} \cdot t$ ).

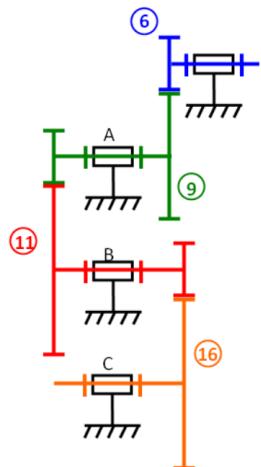
**Q3.** Le moteur tournant à sa vitesse nominale, déterminer le temps de fermeture. Conclure vis-à-vis du cahier des charges.

## 7.5 Monte-charge :

### I Présentation :

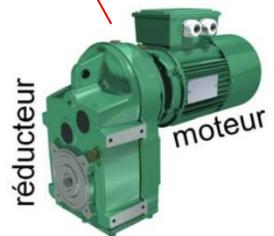
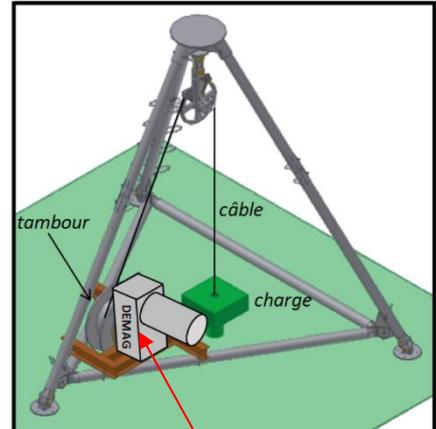
Le monte-charge représenté ci-contre utilise un moteur (1500 tr/min) associé à un réducteur du fabricant DEMAG pour enrouler un câble sur un tambour et faire ainsi monter une charge.

La représentation du réducteur sous forme de schéma cinématique, est donnée ci-dessous :



Caractéristiques des roues dentées :

Rep	m	z
6	1	16
9a	1	46
9b	1	19
11a	1	59
11b	1,25	17
16	1,25	85



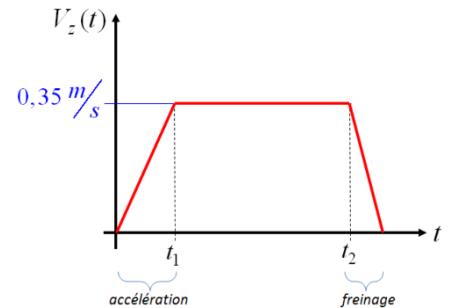
Pour obtenir un temps de montée minimal, tout en limitant la norme de l'accélération pendant le démarrage qui pourrait être à l'origine de dégâts sur la charge transportée, on impose le profil de vitesse ci-contre :

### II Travail demandé :

**Q1.** Repasser en couleur le schéma cinématique du réducteur et repérer les roues dentées indiquées a et b.

**Q2.** Donner l'expression du rapport de réduction  $r = \frac{\omega_{S/2}}{\omega_{E/2}}$  du réducteur.

**Q3.** Faire l'application numérique.



On fait l'hypothèse que pendant toute la montée de la charge, le diamètre d'enroulement des spires sur le tambour reste constant et est égal à 20 cm.

**Q4.** Déterminer la vitesse de rotation du tambour, en tr/min, permettant d'obtenir le profil de vitesse de la charge imposé.

**Q5.** Conclure quant au choix du concepteur d'utiliser ce réducteur.

## 7.6 Chariot de manutention motorisé :

### I Présentation :

On s'intéresse à un chariot motorisé du fabricant HYSTER utilisé pour assister des opérateurs dans des tâches de manutention de charges lourdes. La rotation du timon autour des différents axes permet d'orienter et/ou de freiner le chariot. Les commandes des vitesses avant et arrière et la commande d'élévation de la fourche qui supporte la charge sont placés en bout du timon, sous la main de l'utilisateur. L'étude porte plus particulièrement sur l'unité motrice et directrice du chariot.

Cet ensemble se compose de :

- Un moteur à courant continu  $M$ , 24 Volts, à axe vertical, à fixation par bride, alimenté par batteries.  $N=1500 \text{ tr/min}$ ,
- Une chaîne cinématique (voir représentation technique 2D) composée de :
  - Un engrenage conique à denture droite ( $m=1,5$ ) :
    - Pignon d'entrée 27 :  $Z_{27}= 16 \text{ dents}$ ,
    - Roue dentée conique 35 :  $Z_{35}= 84 \text{ dents}$ ,
  - Un train d'engrenages cylindriques à denture droite ( $m=1,5$ ) :
    - Pignon 5 :  $Z_5= 14 \text{ dents}$ ,
    - Roue dentée intermédiaire 11 :  $Z_{11}= 56 \text{ dents}$ ,
    - Roue dentée 16 :  $Z_{16}= 75 \text{ dents}$ ,
    - Une roue 46 dont le rayon est de  $r = 90 \text{ mm}$ ,
- Un roulement particulier 13, permet au carter 8 de pivoter par rapport au châssis C du chariot autour de l'axe vertical.

### II Travail demandé :

**Q1.** Identifier les classes d'équivalence cinématique sur le dessin d'ensemble.

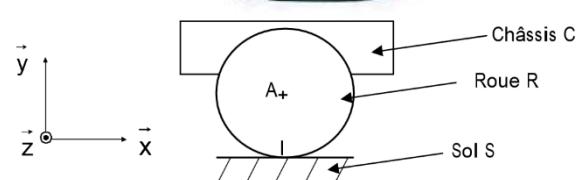
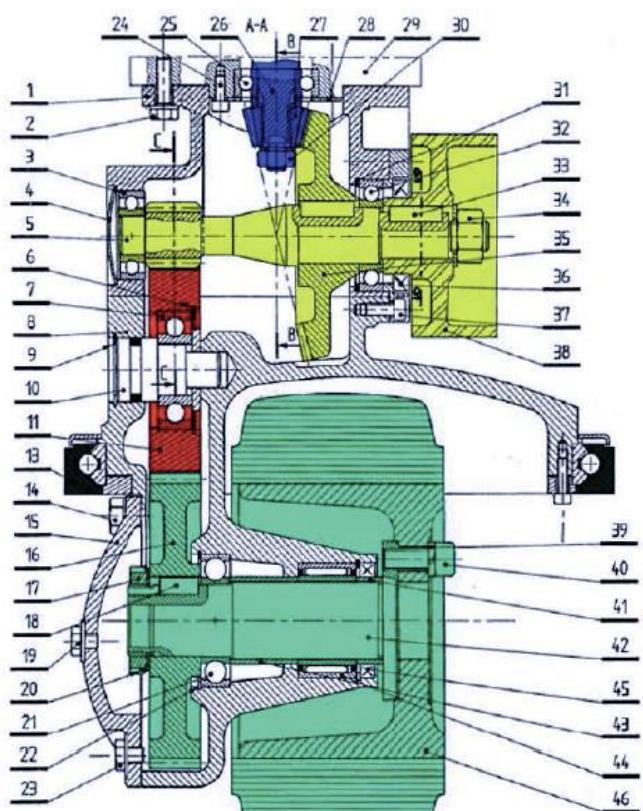
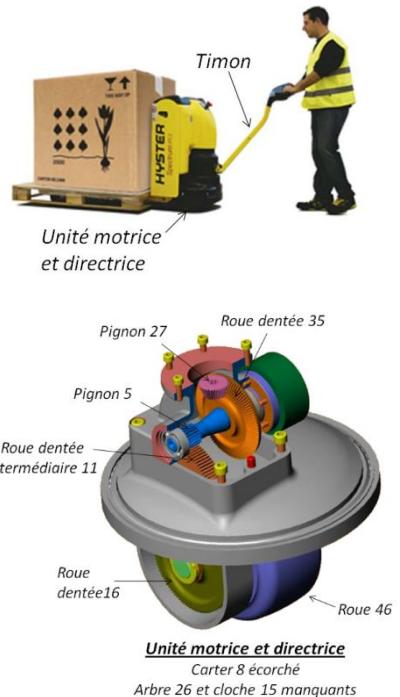
**Q2.** Construire le schéma cinématique du réducteur dans le même plan que le dessin.

**Q3.** Déterminer, en  $\text{tr/min}$ , la vitesse de rotation de la roue 46 par rapport au carter 8

On suppose qu'il y a roulement sans glissement au contact roue/sol.

**Q4.** Déterminer, dans le cas d'un déplacement du chariot en ligne droite, la vitesse d'avance du chariot.

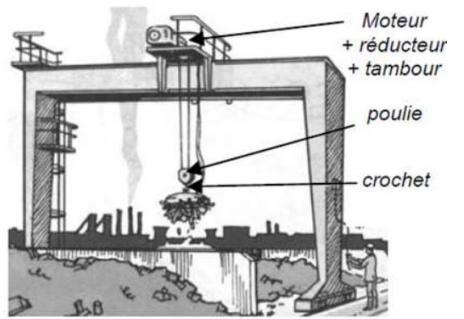
**Q5.** Une des exigences du cahier des charges impose que la vitesse de déplacement du chariot n'excède pas  $2 \text{ km.h}^{-1}$ . Conclure.



## 7.7 Treuil-palan de pont roulant :

### I Présentation :

On s'intéresse à un treuil-palan de pont roulant. Il est constitué d'un ensemble moteur + réducteur + tambour qui met en mouvement par l'intermédiaire de câbles une poulie sur laquelle on retrouve un crochet. L'objectif est de cette étude est de vérifier une performance du réducteur dont on donne un extrait du cahier des charges fonctionnel ainsi que le modèle.



Exigences	Critères	Niveau
1.2	.... <b>Rapport de réduction réducteur</b> .....	< 0.05

**Remarque :** les deux couronnes bien que notées  $0a$  et  $0b$  font parties de la même classe d'équivalence cinématique (ici le bâti  $0$ ).

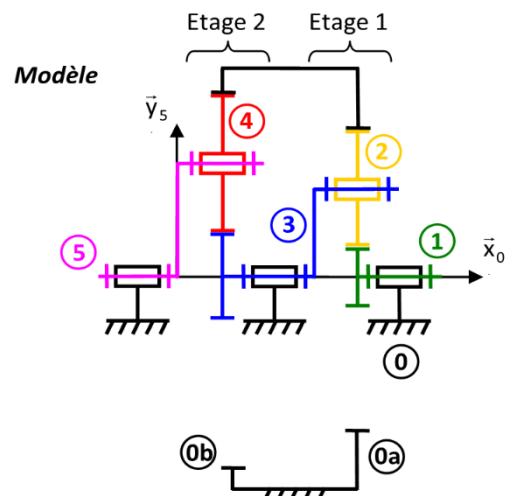
	Nbre de dents $Z$	Module (mm)	Diamètre primitif (mm)
Pignon 1	21		
Roue 2		2	$d_2=102$
Couronne $0a$	123		
Pignon 3		3	$d_3=69$
Roue 4	34		
Couronne $0b$	91		

### II Travail demandé :

**Q1.** Compléter le tableau ci-dessus en indiquant les nombres de dents, les modules et les diamètres primitifs manquants.

**Q2.** Déterminer littéralement, en fonction du nombre de dents, le rapport de réduction du réducteur.

**Q3.** Faire l'application numérique et conclure vis-à-vis du cahier des charges.



## 7.8 Train compensateur de bulldozer :

### I Présentation :

Un train compensateur est un élément de transmission de puissance que l'on retrouve sur les bulldozers. Il permet notamment d'adapter la vitesse de rotation délivrée par le moteur pour les roues motrices des chenilles droite et gauche. L'objectif est de cette étude est de vérifier une performance du réducteur du train compensateur dont on donne un extrait du cahier des charges fonctionnel ainsi que le dessin d'ensemble.



Exigences	Critères	Niveau
2.3	.... <b>Rapport de réduction réducteur</b> .....	< 0.3

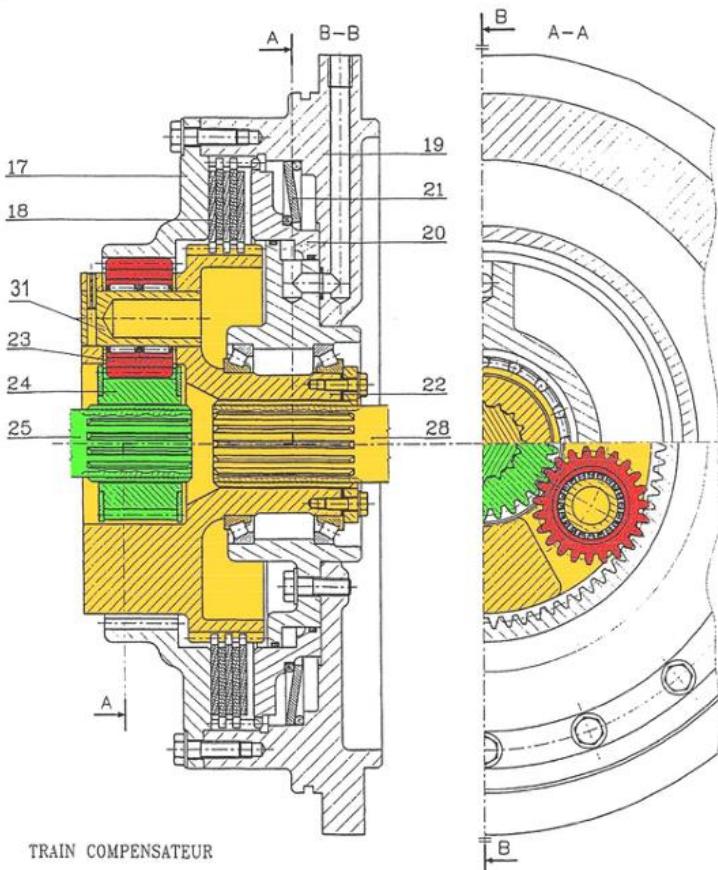
### II Travail demandé :

**Q1.** Identifier les classes d'équivalence cinématique sur le dessin d'ensemble.

**Q2.** Construire le schéma cinématique du réducteur dans le même plan que le dessin d'ensemble (coupe BB)

**Q3.** Calculer le rapport de réduction du réducteur et conclure vis-à-vis du cahier des charges.

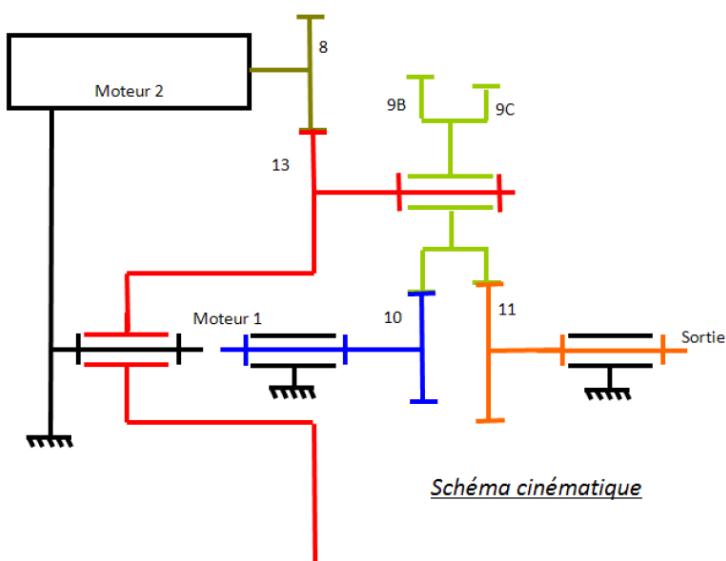
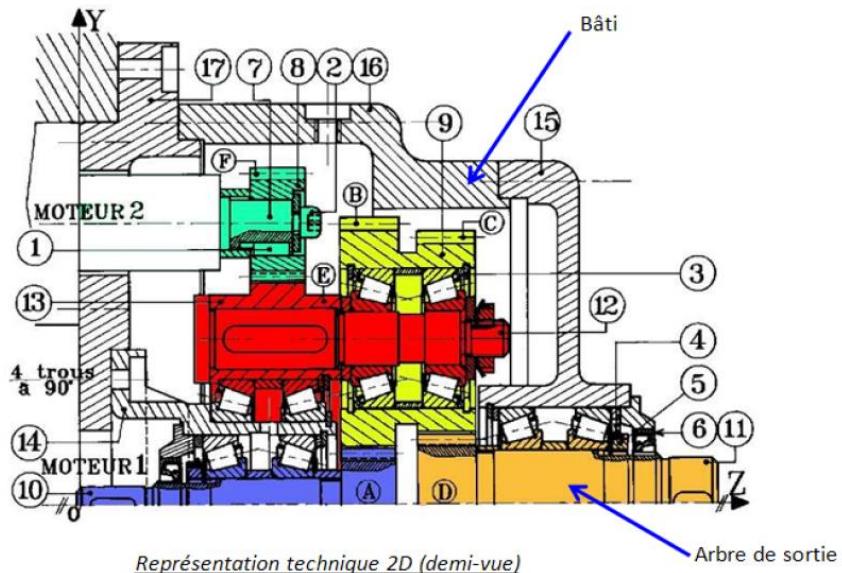
**Données :**  $Z_{25} = 32$ ,  $Z_{23} = 23$ ,  $Z_{17} = 78$ .



### **7.9 Boitier de commande de raboteuse :**

## I Présentation :

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.



## II Travail demandé :

**Q1.** Déterminer, en fonction des nombres de dents des roues dentées, la relation entre :  $\omega_{M1/0}$ ,  $\omega_{M2/0}$  et  $\omega_{s/0}$ .

**Q2.** Déterminer, après avoir formulé l'hypothèse qui convient, la relation entre les  $Z_i$  liée aux conditions géométriques de montage des roues dentées.

## 7.10 Poulie Redex :

### I Présentation :

Le mouvement d'entrée est transmis par une courroie crantée (non représentée) à la cage crantée 5 guidée en rotation par rapport au bâti 18 à l'aide de deux roulements à billes.

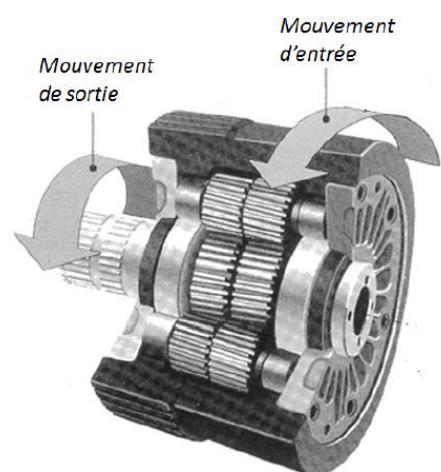
Les trois satellites doubles 6-10 sont guidés en rotation par rapport à la cage 5 à l'aide de deux roulements à aiguilles.

Le planétaire 24 est en liaison encastrement avec le bâti 18 à l'aide d'un assemblage cannelé.

Le planétaire 31 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.

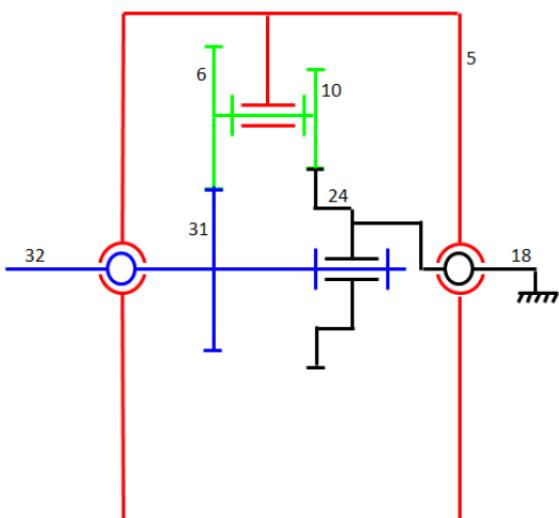
Le réducteur de cette poulie est représenté sous la forme du schéma cinématique ci-dessous.



### II Travail demandé :

**Q1.** Déterminer l'expression du rapport de réduction  $r = \frac{\omega_{s/18}}{\omega_{e/18}}$  en fonction des nombres de dents des roues dentées.

**Q2.** Faire l'application numérique



Caractéristiques des roues dentées				
N°	24	10	6	31
m	1,75	1,75	1,75	1,75
Z	49	31	34	46

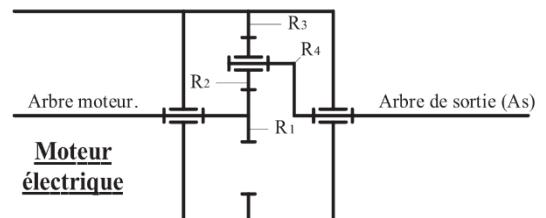
## 7.11 Robot poseur de fibres optiques

### I Présentation :

L'installation des réseaux souterrains de télécommunication par fibres optiques nécessite d'importants travaux de voirie : - découpe de la chaussée - creusement de tranchées - pose des canalisations - réhabilitation de la chaussée. La société suisse KA-TE SYSTEM propose une solution originale pour éviter ces inconvénients. Il s'agit d'emprunter les canalisations existantes (égouts) et de confier la mise en place des fibres optiques à un robot. Ce procédé permet l'installation de 150 à 200 m de fibre par jour, raccordement aux habitations compris.



Figure 1

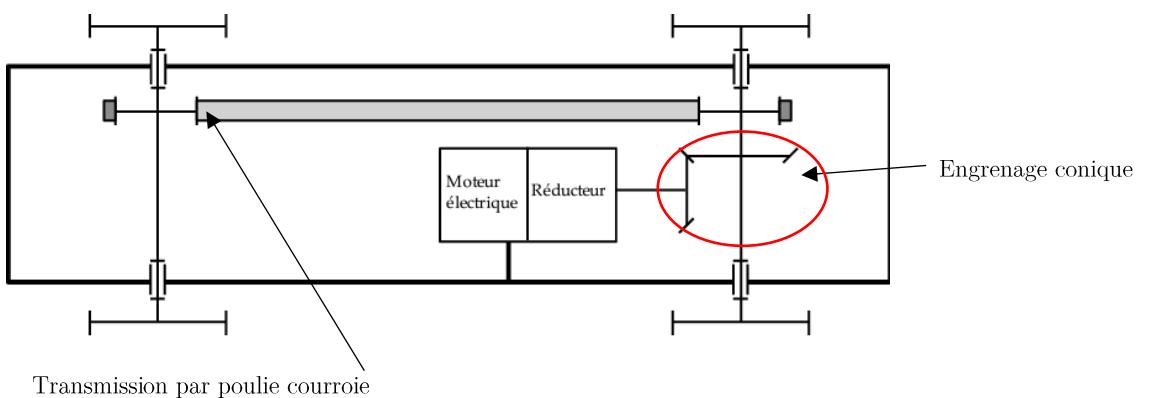


Le schéma cinématique ci-dessous représente l'architecture de la transmission du robot. Le concepteur a fait le choix de deux essieux moteurs entraînés par un seul moteur électrique. Un essieu est constitué d'un axe et de deux roues en liaison encastrement avec l'axe. La vitesse de rotation des roues est définie par  $\omega_{roue}$ .

La réduction de la vitesse de rotation du moteur électrique  $\omega_{moteur}$  est assurée par un réducteur épicycloïdal et un réducteur à engrenage conique.

On donne :

- Vitesse de déplacement du chariot :  $v = 0,3 \text{ m.s}^{-1}$
- Diamètre des roues :  $d_R = 0,14 \text{ m}$
- Rapport de vitesse global :  $k = \frac{\omega_{roue}}{\omega_{moteur}} = 0,2$
- Rapport du réducteur à engrenage conique :  $k_c = 0,8$
- Nombre de dents du pignon  $R_1$  :  $Z_1 = 15$  dents



### II Travail demandé :

**Q1.** Déterminer la vitesse de rotation du moteur  $\omega_{moteur}$

**Q2.** Déterminer le rapport de réduction du train épicycloïdal en fonction de  $k_c$  et  $k$

**Q3.** Exprimer le rapport de réduction du train épicycloïdal en fonction de  $Z_1$ ,  $Z_3$ . En déduire le nombre de dents  $Z_3$ .

**Q4.** Par une étude géométrique en déduire le nombre de dents de  $Z_2$  du satellite  $R_2$ .