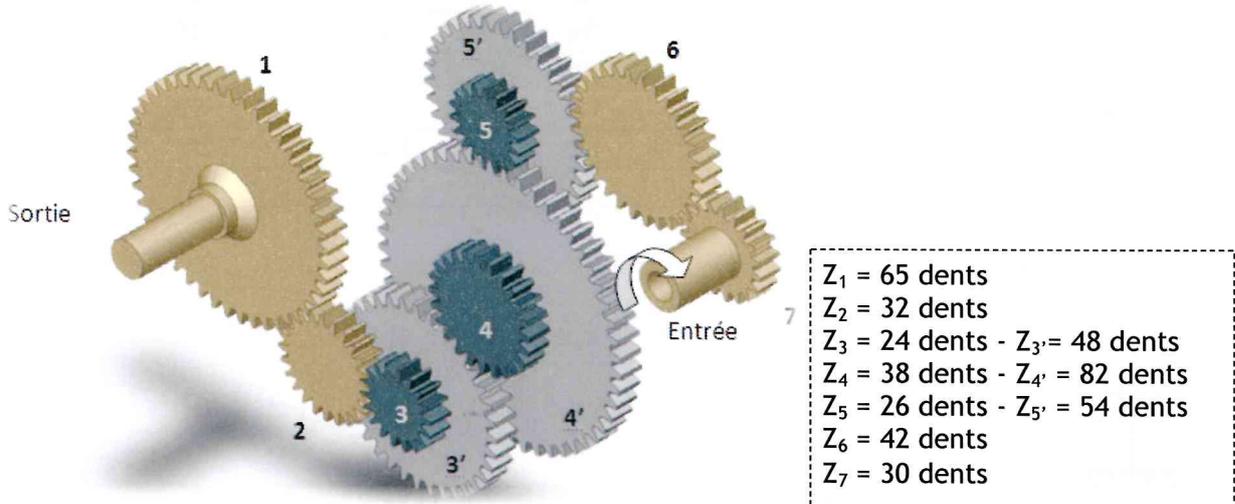


**LOIS ENTREE-SORTIE DES TRAINS D'ENGRENAGES SIMPLES**

**Exercice 1 : TRAIN D'ENGRENAGE SIMPLE**

Un train d'engrenage, dans lequel toutes les roues dentées sont en mouvement de rotation d'axes parallèles par rapport au bâti, est représenté sur la figure ci-dessous :



Question 1 : Indiquer, à l'aide de flèches, le sens de rotation de chacune des roues dentées.

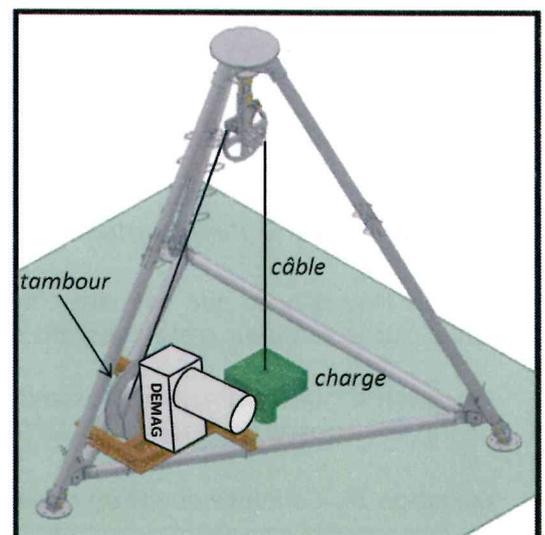
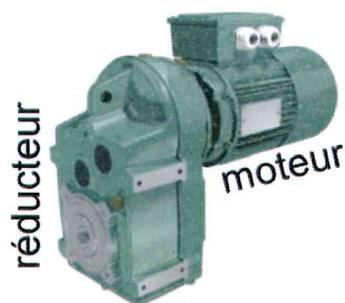
Question 2 : Lister les roues dentées considérées comme menantes et les roues dentées considérées comme menées.

Question 3 : Donner l'expression du rapport de transmission  $k = \frac{\omega_e/0}{\omega_s/0}$  du train d'engrenages.

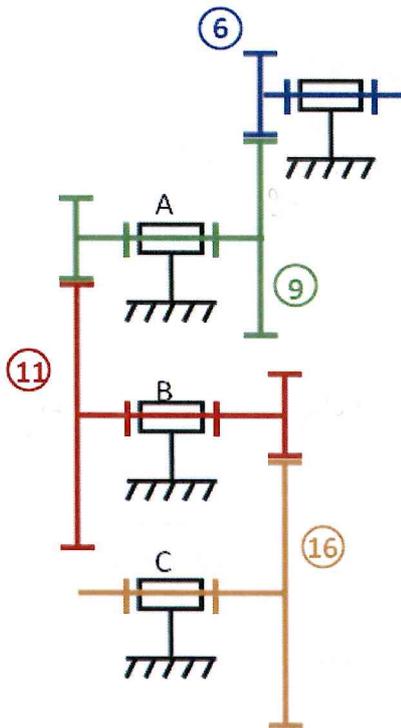
Question 4 : Faire l'application numérique. En déduire s'il s'agit d'un réducteur ou d'un multiplicateur de vitesse.

**Exercice 2 : MONTE CHARGE**

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.



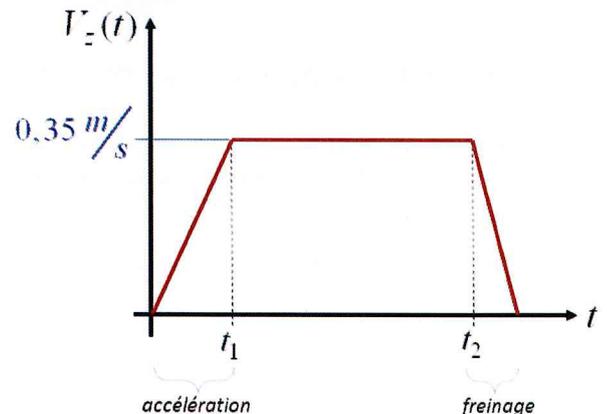
La représentation du réducteur sous forme de schéma cinématique, est donnée ci-dessous.



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 suivant.



**Objectif :** Valider le choix du concepteur du monte-charge d'utiliser ce réducteur

Question 1 : Repasser en couleur le schéma cinématique du réducteur et repérer les roues dentées indicées a et b.

Question 2 : Donner l'expression du rapport de réduction  $i = \frac{\omega_s/2}{\omega_e/2}$  du réducteur.

Question 3 : 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.

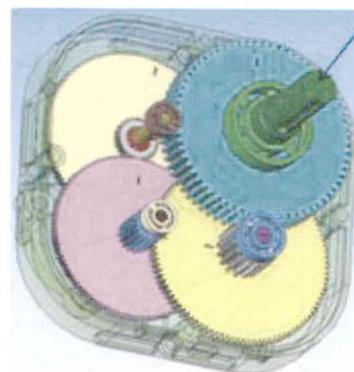
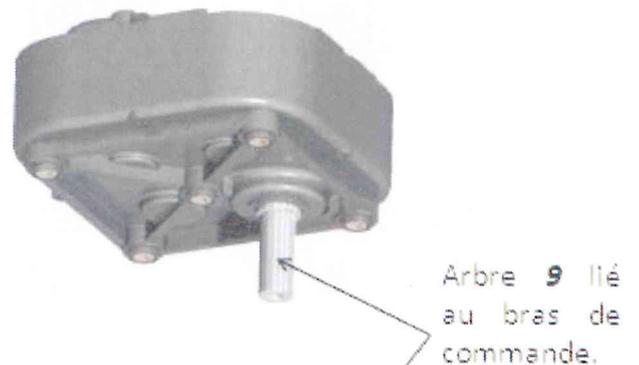
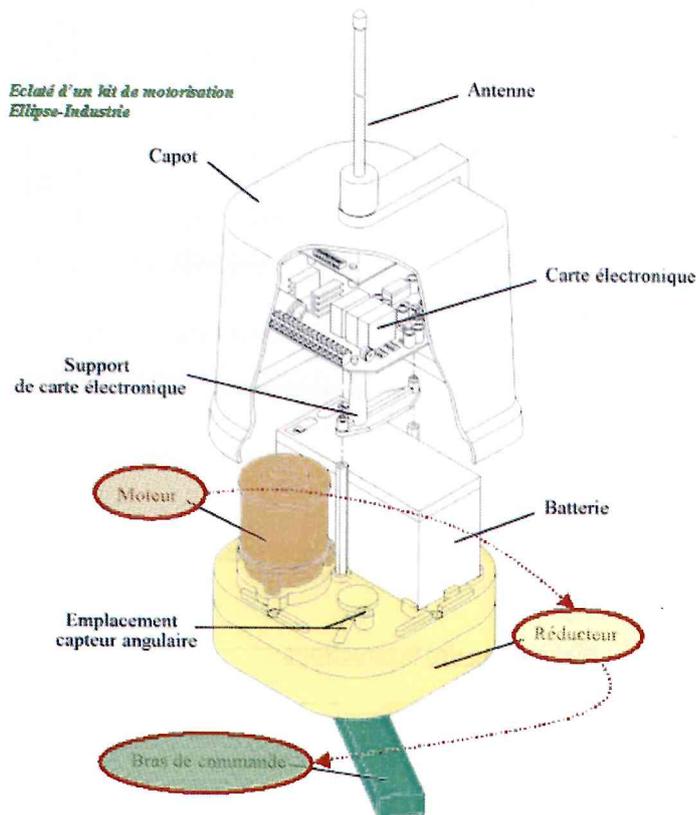
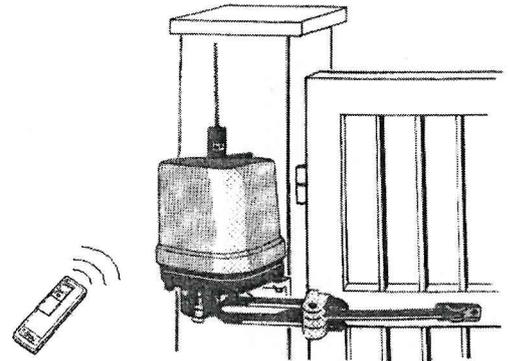
Question 4 : Déterminer la vitesse de rotation du tambour, en tr/min, permettant d'obtenir le profil de vitesse de la charge imposé.

Question 5 : Conclure quant au choix du concepteur d'utiliser ce réducteur.

**Exercice 3 : PORTAIL AUTOMATISÉ**

On s'intéresse à la chaîne d'énergie d'un portail automatisé et plus particulièrement au réducteur utilisé.

La mise en mouvement du vantail se fait à l'aide d'un moteur électrique qui transmet l'énergie mécanique de rotation, par l'intermédiaire d'un réducteur, au bras de commande lié au vantail (voir figure ci-contre).

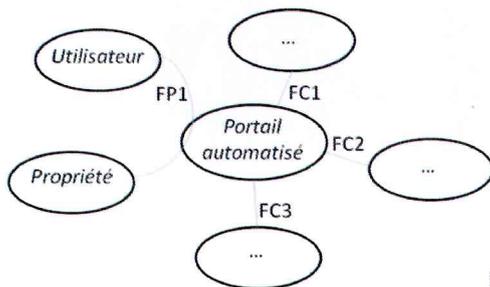
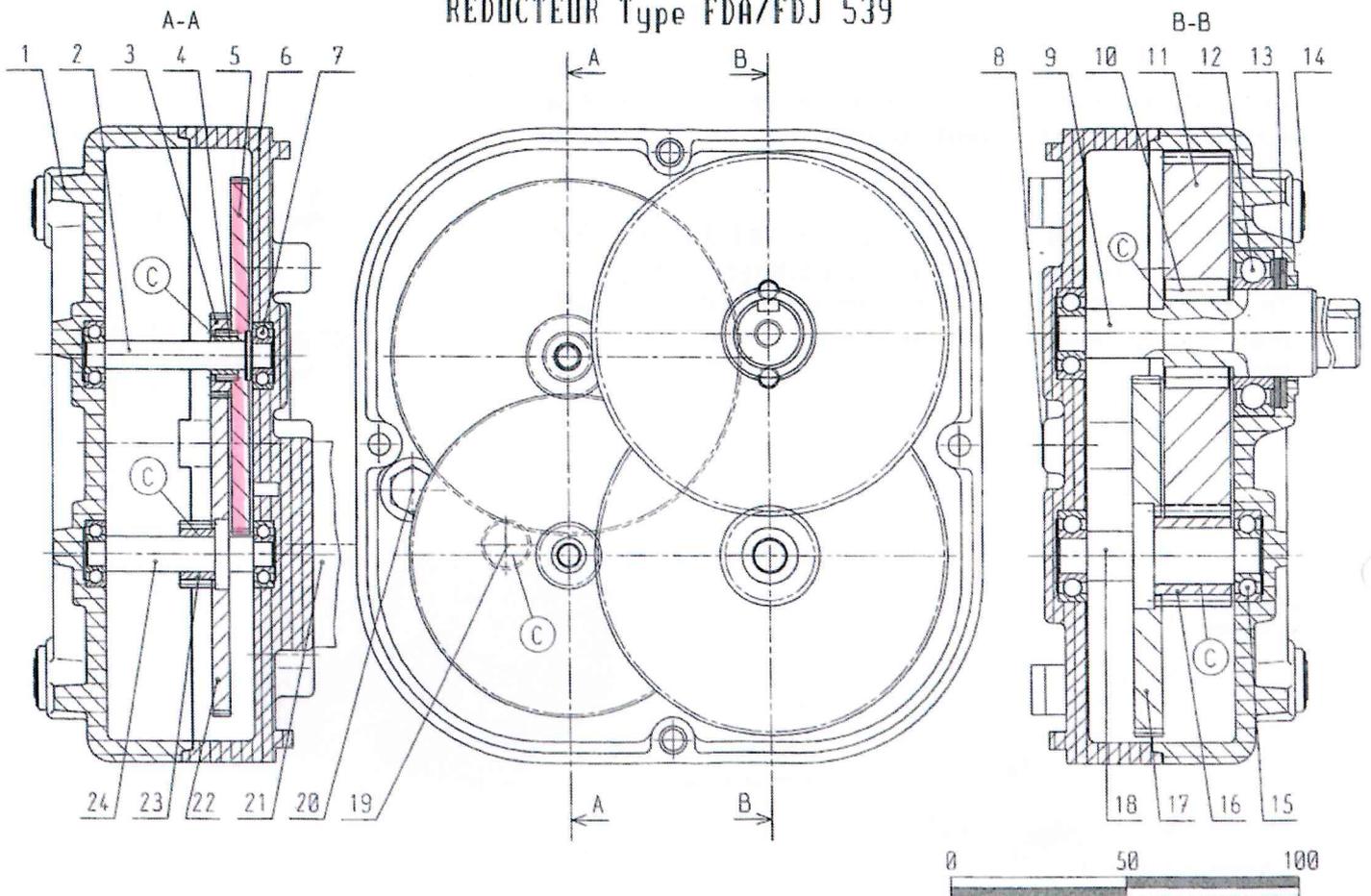


Réducteur FDA

Le moteur 21 (3000 tr /min) entraîne le pignon moteur 19 qui, par les différents trains d'engrenages du réducteur 19-5 ( $m=0,75$ ), 3-22 ( $m=0,75$ ), 23-17 ( $m=1$ ) et 16-11 ( $m=1,5$ ), transmet le mouvement à l'arbre 9 (lié au bras de commande) qui pivote de 90° pour permettre l'ouverture ou la fermeture complète du vantail.

Une représentation technique 2D du réducteur est donnée sur la page suivante sur laquelle les cercles primitifs des roues dentées apparaissent en trait mixte.

REDUCTEUR Type FDA/FDJ 539



FP1 : Faciliter l'accès de l'utilisateur à sa propriété  
 FC1 : ...  
 FC2 : ...  
 FC3 : ...

**Diagramme des interactions**

Fonction	Critère	Niveau
FP1	...	...
	Temps d'ouverture du portail	5 secondes maxi
	...	...

**Objectif :** Vérifier le critère de la fonction FP1.

Question 1 : Donner l'expression du rapport de réduction  $r = \frac{\omega_s/1}{\omega_e/1}$  en fonction des diamètres primitifs  $d_i$  des roues dentées.

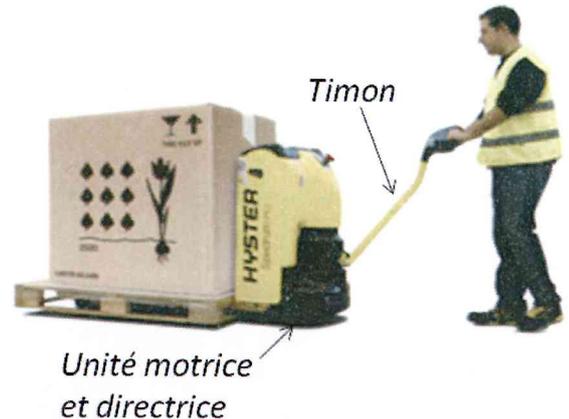
Question 2 : Faire l'application numérique.

Question 3 : Conclure quand au respect du critère de la fonction FP1.

## Exercice 4 : CHARIOT DE MANUTENTION MOTORISÉ

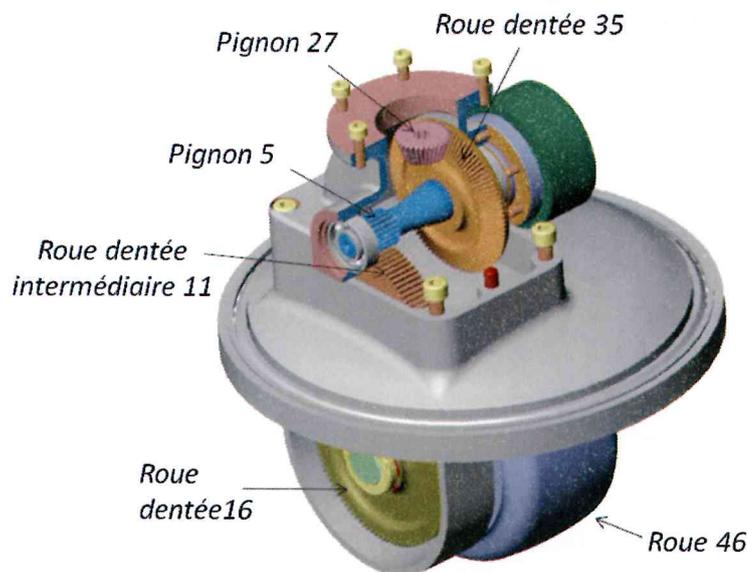
On s'intéresse à un chariot motorisé du fabricant HYSTER utilisé pour assister des opérateurs dans des tâches de manutention de charges lourdes.

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.  $N=1500$  tr/min ,
- une chaîne cinématique (voir représentation technique 2D) composée de :
  - un engrenage conique à denture droite ( $m=1,5$ ) :
    - pignon d'entrée 27 :  $z_{27} = 16$  dents,
    - roue dentée conique 35 :  $z_{35} = 84$  dents,
  - un train d'engrenages cylindriques à denture droite ( $m=1,5$ ) :
    - pignon 5 :  $z_5 = 14$  dents,
    - roue dentée intermédiaire 11 :  $z_{11} = 56$  dents,
    - roue dentée 16 :  $z_{16} = 75$  dents,
  - une roue 46 dont le rayon est de  $r = 90$  mm,
- un roulement particulier 13, permet au carter 8 de pivoter par rapport au châssis C du chariot autour de l'axe vertical.

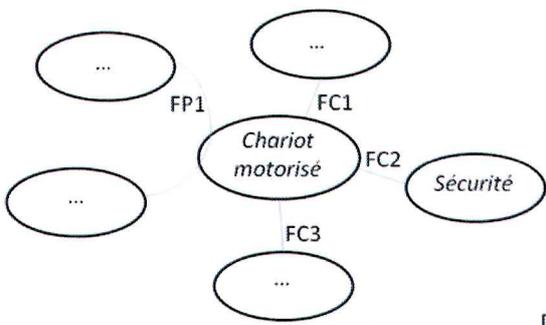
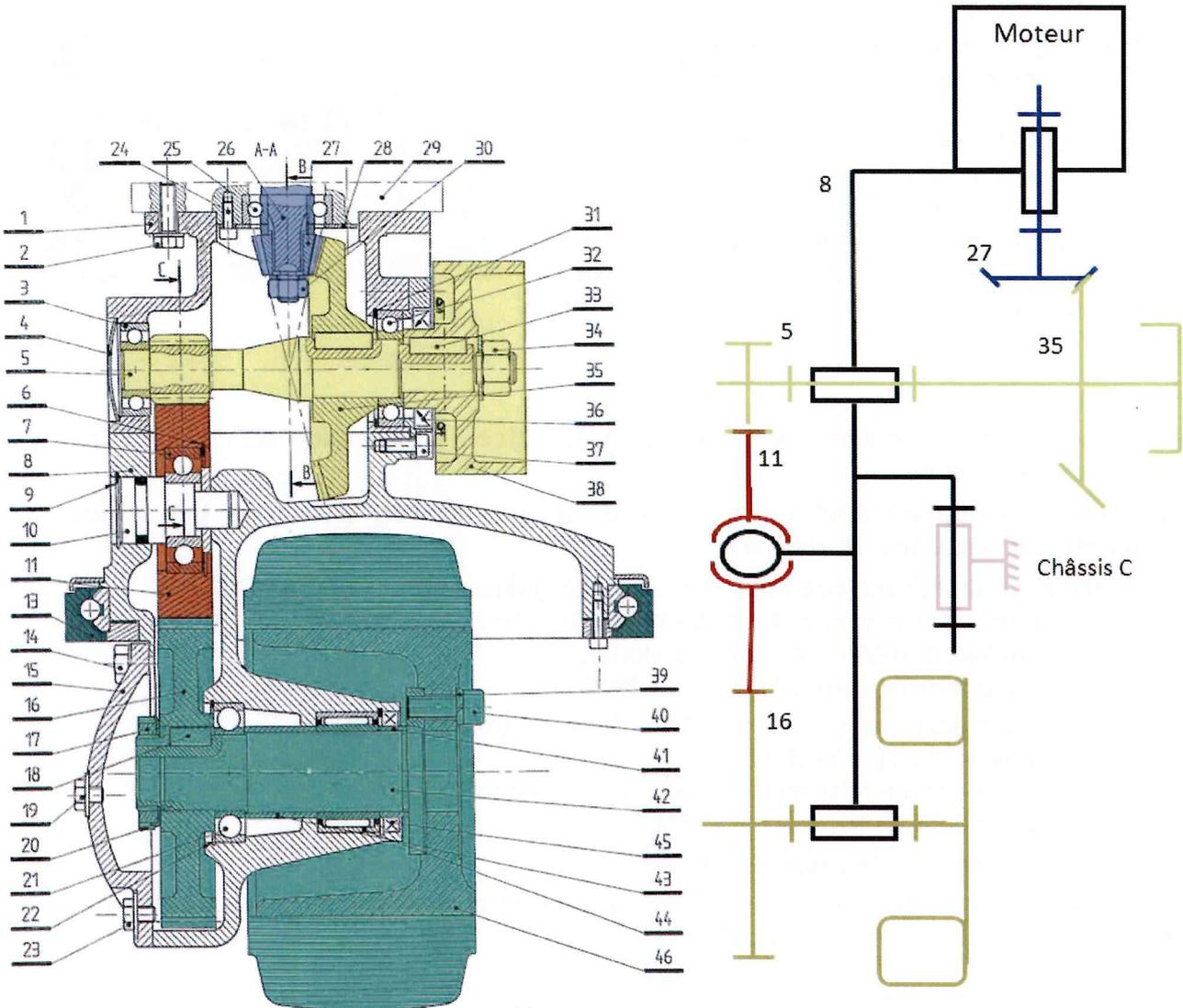


### Unité motrice et directrice

Carter 8 écorché

Arbre 26 et cloche 15 manquants

Une représentation technique 2D, ainsi qu'un schéma cinématique de l'unité motrice et directrice sont donnés ci-dessous.



FP1 : ...  
 FC1 : ...  
 FC2 : Présenter peu de danger pour l'utilisateur  
 FC3 : ...

**Diagramme des interactions**

Fonction	Critère	Niveau
FC2	...	...
	Vitesse d'avance du chariot	2 km/h maxi
	...	...

**Objectif :** Vérifier le critère de la fonction FC2.

Question 1 : Compléter le tableau ci-dessous en donnant les caractéristiques des roues dentées et des pignons.

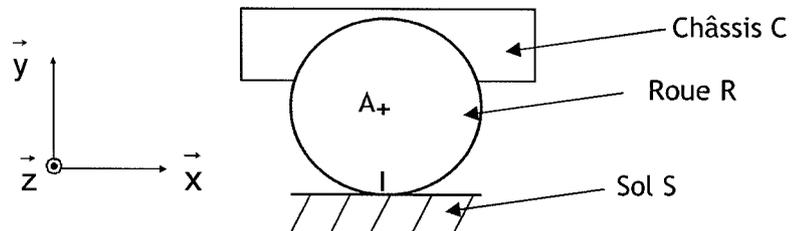
Repère de la roue	Module m	Nombre de dents z	Diamètre primitif D
27			
35			
5			
11			
16			

Question 2 : Déterminer, en 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.

Question 3 : Déterminer, dans le cas d'un déplacement du chariot en ligne droite, la vitesse d'avance du chariot.

NB : On pourra utiliser le schéma et le repère ci-contre

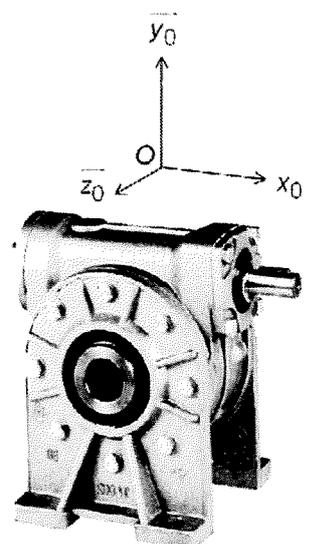


Question 4 : Conclure quand au respect du critère de la fonction FC2.

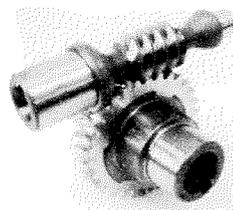
**Exercice 5 : RÉDUCTEUR ROUE ET VIS SANS FIN**

On désire obtenir, en utilisant un réducteur roue et vis sans fin dont la vis possède 4 filets, le même rapport de réduction que le réducteur étudié dans l'exercice 1.

Question 1 : Dessiner, en utilisant des couleurs, le schéma cinématique du réducteur dans le plan  $(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0)$  et dans le plan  $(O, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ .



Question 2 : Déterminer le nombre de dents que doit avoir la roue dentée.



## Exercice 6 : VARIATEUR SECVT DE SCOOTER BURGMAN 650 SUZUKI

Le scooter Burgman 650 SUZUKI dispose d'un variateur de vitesse automatique SECVT unique en son genre, qui fait de lui le premier scooter à 5 vitesses Tiptronic.

Un variateur de vitesses de deux roues est un système composé de deux poulies dont les gorges à écartement variable sont reliées par une courroie.



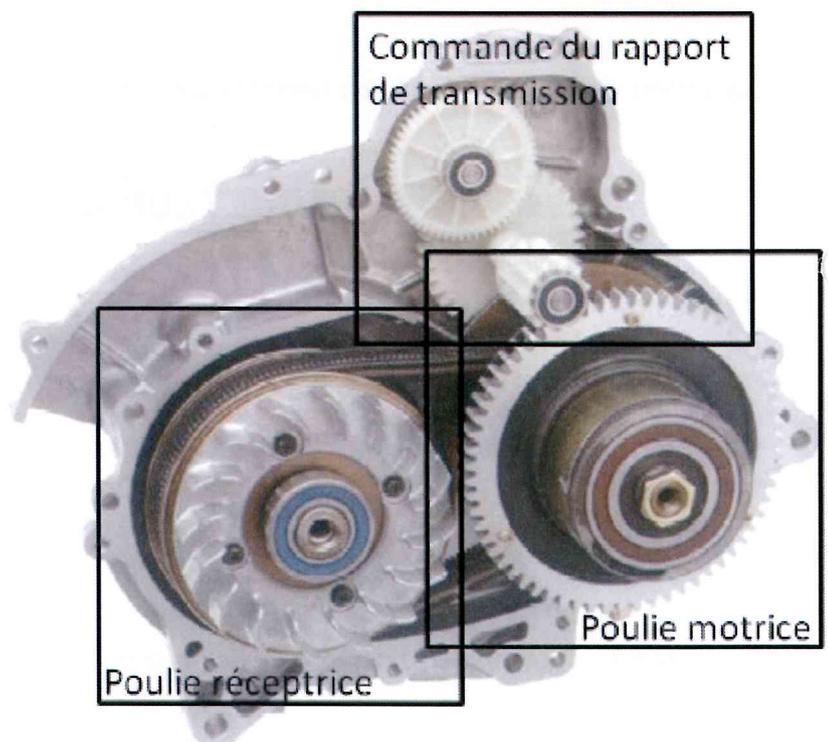
En fonction de l'écartement des parois des poulies, la courroie pénètre plus ou moins près du centre. Le rayon d'enroulement de la courroie sur les poulies est donc variable, ce qui permet de faire varier le rapport de transmission.

Sur les autres scooters, la variation d'écartement des flasques est obtenue par un dispositif centrifuge dont le comportement est fonction de la vitesse de rotation du moteur : plus le moteur tourne vite, plus l'écartement entre les flasques de la poulie motrice liée à l'arbre moteur est réduit et donc plus le rapport de transmission augmente ce qui permet de faire tourner la roue arrière du scooter de plus en plus vite sans augmenter la vitesse de rotation du moteur.

*Remarque : en même temps que la vitesse augmente, le couple au niveau de la roue arrière diminue. C'est pour cette raison qu'il est difficile de grimper une côte en 4<sup>ème</sup> ou en 5<sup>ème</sup> vitesse.*

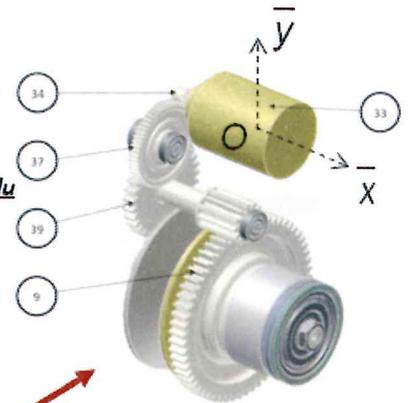
Le variateur SECVT utilise à la place d'un variateur centrifuge un variateur électronique où l'écartement des flasques de la poulie motrice est commandé par un moteur électrique.

Le mouvement de rotation du moteur électrique est transmis à la roue dentée 9 par l'intermédiaire d'un réducteur. Cette roue dentée 9 étant en liaison hélicoïdale par rapport au carter 51, le mouvement de rotation induit donc en un mouvement de translation, ce qui permet de pousser le flasque mobile (en liaison glissière par rapport au flasque fixe lié à l'arbre moteur) et de modifier l'écartement entre les deux flasques.

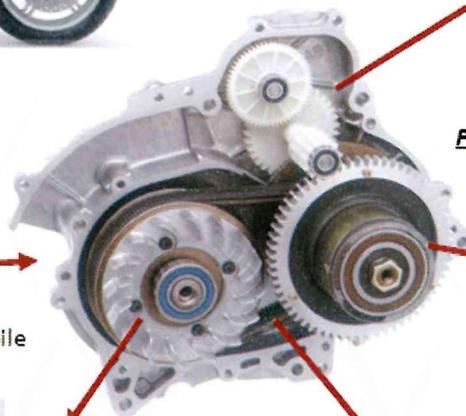




**Système de commande de du rapport de transmission**

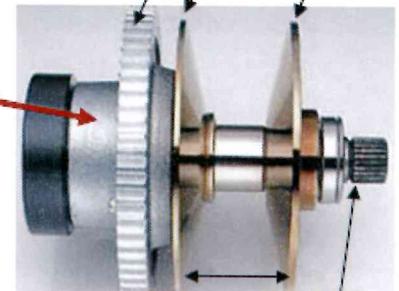


Carter 51



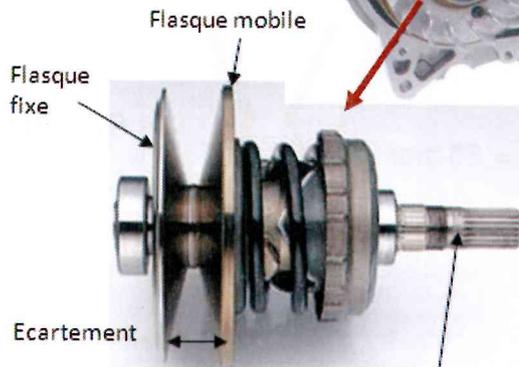
Roue dentée 9  
Flasque mobile  
Flasque fixe

**Poulie motrice**



Ecartement

Arbre moteur



**Poulie réceptrice**

Arbre récepteur



**Courroie**

En mode de fonctionnement séquentiel (MS) qui permet de simuler le fonctionnement d'une boîte de vitesse séquentielle, l'écartement des flasques de la poulie motrice est dans une position unique définie pour chacune des 5 vitesses.

Vitesse	1	2	3	4	5
Rapport	0.465	0.652	0.914	1.283	1.8

$$\text{Rapport} = \frac{\omega_{\text{arbre récepteur}} / 51}{\omega_{\text{arbre moteur}} / 51}$$

**Données :**

$Z_{34} = 14, Z_{37a} = 56, Z_{37b} = 10, Z_{39a} = 31, Z_{39b} = 12, Z_9 = 68.$   
Rayon d'enroulement de la poulie réceptrice : 30 mm <math>< R\_r < 65 \text{ mm}</math>

**Question 1 :** Dessiner, en couleur, le schéma cinématique dans le plan  $(O, \bar{x}, \bar{y})$  du système de commande du rapport de transmission (du pignon moteur jusqu'à la roue dentée 9).

**Question 2 :** Déterminer le rapport de réduction  $k = \frac{\omega_{9/51}}{\omega_{34/51}}$  du réducteur du système de commande du rapport de transmission.

**Question 3 :** Indiquer, en complétant le schéma ci-dessous, les deux diamètres d'enroulement de la poulie motrice correspondants aux deux positions extrêmes du flasque mobile.

