



TRANSMISSION DE PUISSANCE PAR ENGRANGE

TD

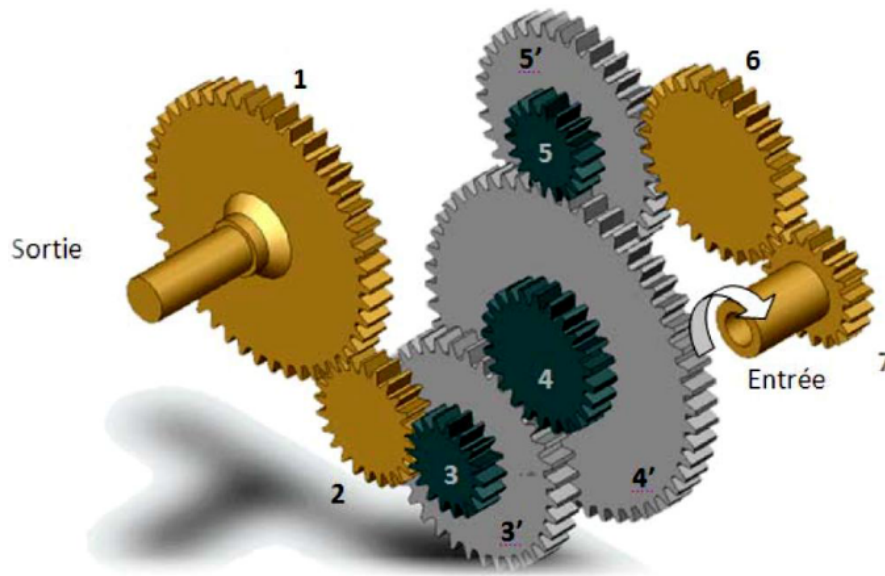
Professeur: YASSINE FARTOUH

v1.0

CPGE - MARRAKECH

Exercice 1 : Train d'engrenages simple

Un train d'engrenages, 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 :



$$\begin{array}{lllll} Z_1 = 65 \text{ dents} & Z_3 = 24 \text{ dents} & Z_4 = 38 \text{ dents} & Z_5 = 26 \text{ dents} & Z_6 = 42 \text{ dents} \\ Z_2 = 32 \text{ dents} & Z_{3'} = 48 \text{ dents} & Z_{4'} = 82 \text{ dents} & Z_{5'} = 54 \text{ dents} & Z_7 = 30 \text{ dents} \end{array}$$

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

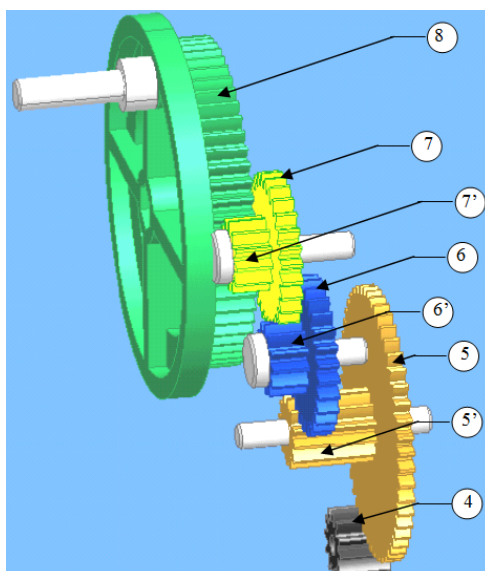
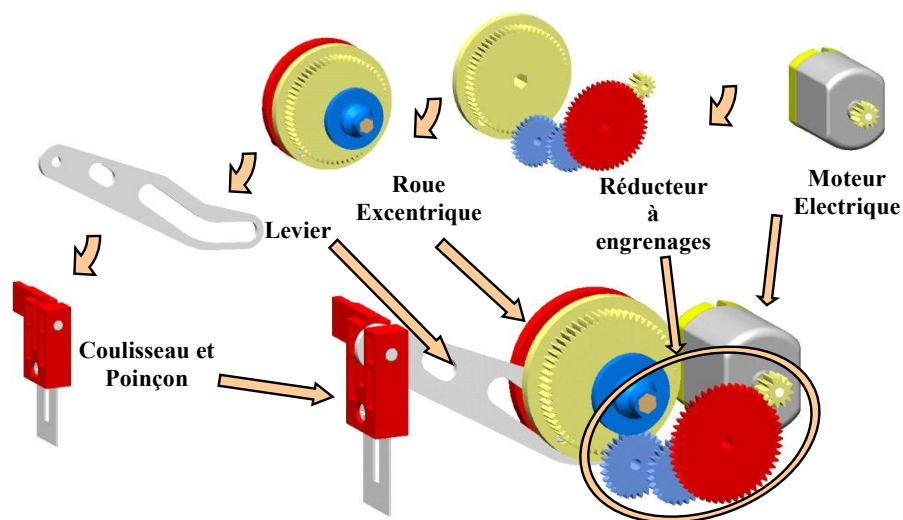
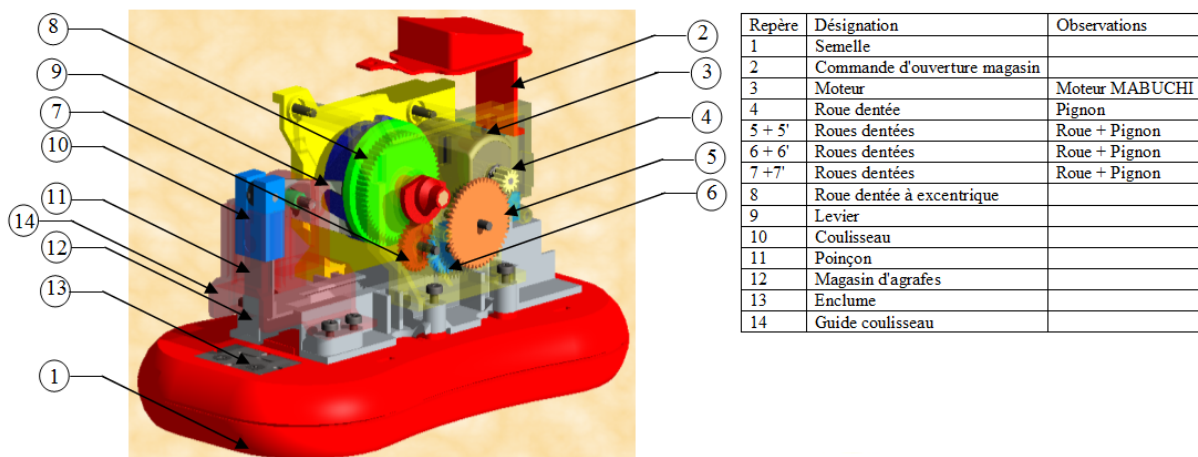
Question 2 Lister les roues dentées considérées comme **menantes** et les roues dentées considérées comme **menées**.

Question 3 Donner l'expression du rapport de transmission d'engrenages : $k = \frac{\omega_{s/0}}{\omega_{e/0}}$.

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

Exercice 2 : Train simple - Agrafeuse Rexel

Il s'agit d'une agrafeuse électrique de bureau, semi automatisée. Le fonctionnement ne nécessite qu'une seule main pouragrafer un paquet de feuilles. L'agrafeuse est capable d'agrafer un paquet de 12 feuilles de papier de 80 g/m². L'énergie électrique qu'elle utilise est fournie par 4 piles 1,5 V du type « AA » (LR6).



Principales caractéristiques dimensionnelles

PIGNONS ET ROUES	m	p	Z	d	b	a
4	0,5	1,57	12	6	5	15,5
5	0,5	1,57	50	25	1,5	20
5'	0,5	1,57	12	6	7,5	
6	0,5	1,57	28	14	1,5	10
6'	0,5	1,57	12	6	3,5	
7	0,5	1,57	28	14	1,5	18
7'	0,5	1,57	12	6	3,5	
8	0,5	1,57	60	30	5	

m : module, p pas primitif, Z nombre de dents, d diamètre primitif, b largeur d'une roue, a entraxe

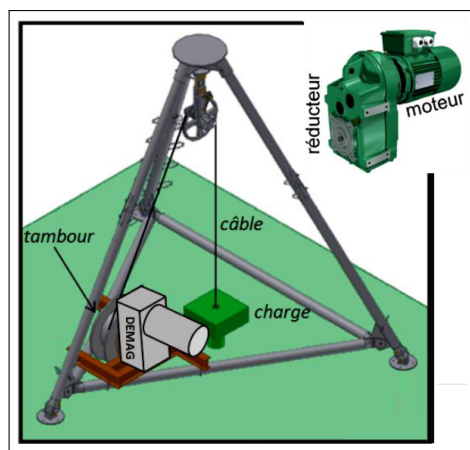
Question 1 Réaliser un schéma cinématique en vue de côté du réducteur.

Question 2 Déterminer le rapport de transmission entre la roue 8 et le pignon 4 lié au moteur.

Exercice 3 : 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.

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 motorisation, on impose le profil de vitesse ci-dessous.



Objectif

Valider le choix du concepteur du monte-charge d'utiliser ce réducteur.

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

FIGURE 1 – Caractéristiques des roues dentées

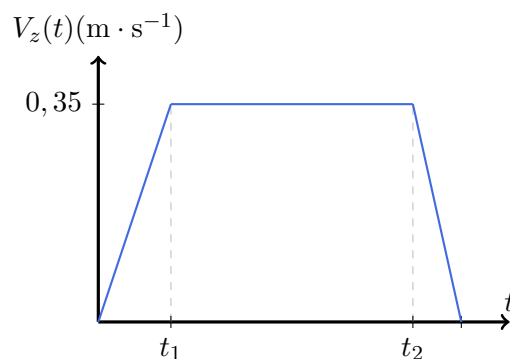


FIGURE 2 – Loi de vitesse

Question 1 Donner l'expression du rapport de réduction : $i = \frac{\omega_s/2}{\omega_e/2}$.

Question 2 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 3 Déterminer la vitesse de rotation du tambour, en tr/min, permettant d'obtenir le profil de vitesse de la charge imposé.

Question 4 Conclure quant au choix du concepteur d'utiliser ce réducteur.

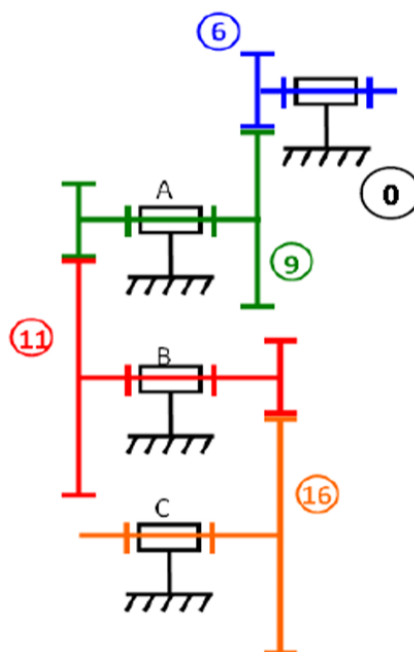


FIGURE 3 – Schéma cinématique

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 V , à axe vertical, à fixation par bride, alimenté par batteries.
- une chaîne cinématique (voir représentation technique 2D page suivante) composée de :
 - ◊ un engrenage conique à denture droite ($m = 1,5$) :
 - pignon d'entrée **27** : $Z_{27} = 16$,
 - roue dentée conique **35** : $Z_{35} = 84$,
 - ◊ un train d'engrenages cylindriques à denture droite ($m = 1,5$) :
 - pignon **5** : $Z_5 = 14$,
 - roue dentée intermédiaire **11** : $Z_{11} = 56$,
 - roue dentée **16** : $Z_{16} = 75$,
 - ◊ 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.

Le schéma cinématique de l'unité motrice et directrice est donné ci-dessous .

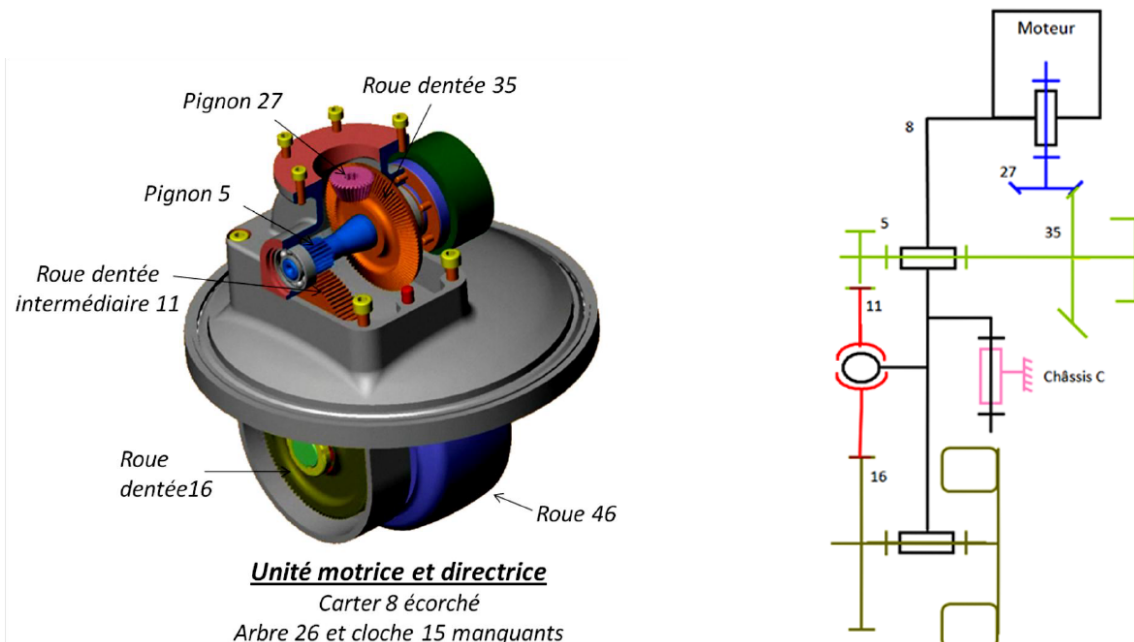


FIGURE 4 – Schéma cinématique

Objectif

Vérifier si l'exigence ci-contre est satisfaite :

«requirements»
Vitesse d'avance du chariot
Id = "8"
Text = "Vitesse maximale: 2 km/h"

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

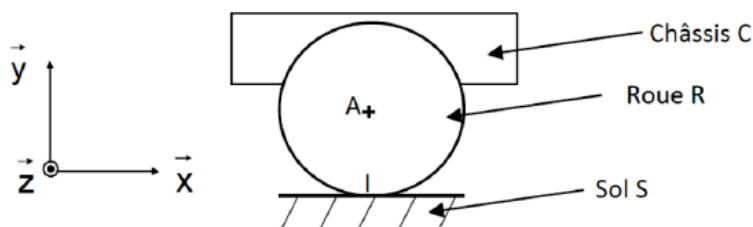
Repère de la roue	Module m	Nombre de dents Z	Diamètre primitif D
27			
35			
5			
11			
16			

Question 2 Déterminer, en tr/min, la vitesse de rotation de la roue 46 par rapport au carter 8.

Question 3 Quel est l'intérêt de la roue 11 ?

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

Question 4 Déterminer, dans le cas d'un déplacement du chariot en ligne droite, la vitesse d'avance du chariot. (On pourra utiliser le schéma et le repère ci-dessous :)



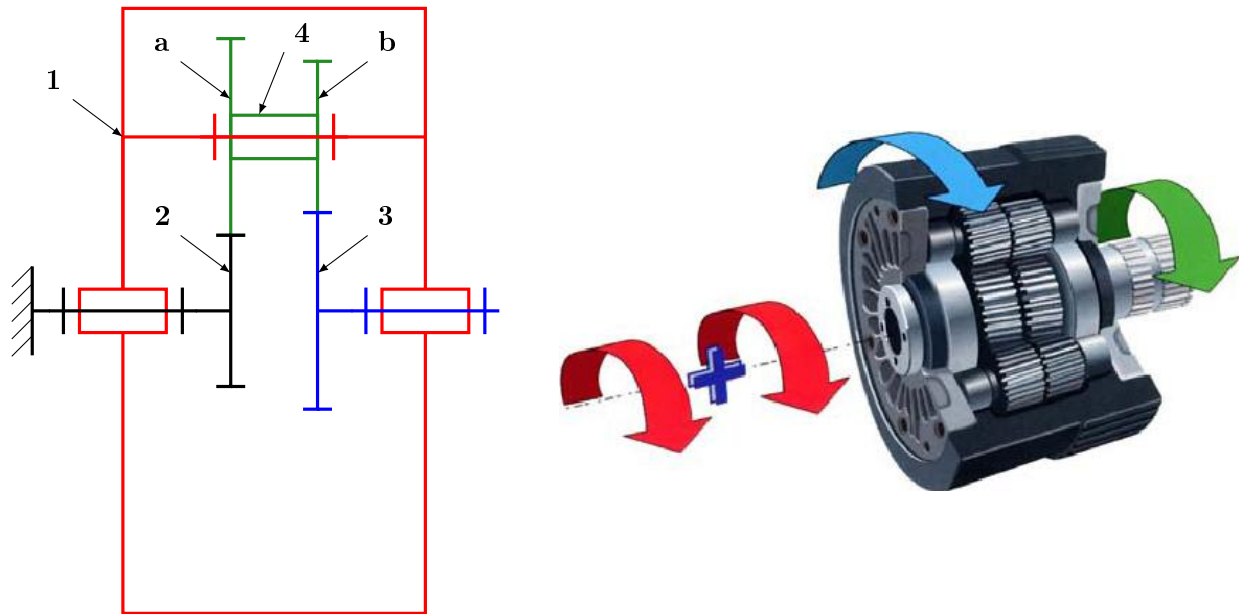
Question 5 Conclure quand au respect de l'exigence

Exercice 5 : Train épicycloïdal - Poulie Redex (Pour PCSI)

Le train épicycloïdal *Redex* se compose des trois éléments principaux suivants :

- **1** est la cage *porte-satellites* qui peut être entraînée par une courroie crantée. Les *satellites* sont repérés **a** et **b** ;
- **2** la douille solidaire du *planétaire A*. Elle peut être immobilisée ou en rotation par rapport au bâti **0** ;
- **3** est le moyeu solidaire du *planétaire B*.

On donne : $Z_2 = 35$, $Z_3 = 37$, $Z_{4a} = 26$ et $Z_{4b} = 23$ dents.

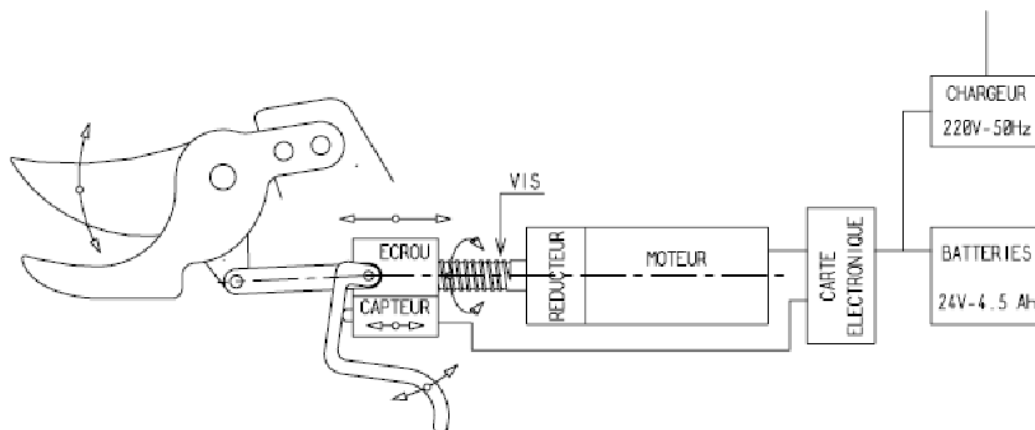
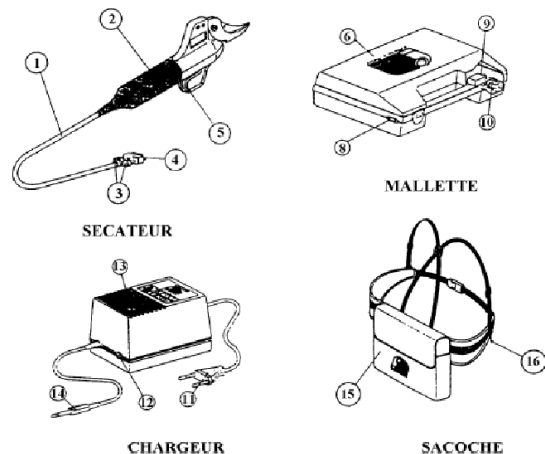


Question 1 Déterminer le rapport de transmission $r = \frac{\omega_{1/0}}{\omega_{3/0}}$ en fonction des nombres de dents.

Exercice 6 : Secateur Pellenc (Pour PCSI)

La période de taille de la vigne dure 2 mois environ. Les viticulteurs coupent les sarments de vigne durant 8 à 10 heures par jour. Ils répètent donc le même geste des millions de fois avec un sécateur.

Les sociétés réalisant du matériel agricole ont imaginé un sécateur électrique capable de réduire la fatigue de la main et du bras tout en laissant au viticulteur la commande de la coupe et sa liberté de mouvement. Le sécateur développé par la société *Pellenc* permet notamment de réaliser 60 coupes de diamètre 22 mm par minute.



L'ensemble sécateur électronique *Pellenc et Motte modèle PE20* est constitué :

- d'un sécateur électronique ;
- d'une mallette source d'énergie ;
- d'une sacoche avec harnais et ceinture ;
- d'un chargeur de batterie.

Lorsque l'utilisateur appuie sur la gâchette, le moteur est alimenté et par l'intermédiaire d'un réducteur à train épicycloïdal met en rotation une vis à billes. L'écrou se déplace en translation par rapport à la vis et par l'intermédiaire d'une bielle met en rotation la lame mobile générant ainsi un mouvement de coupe.

? Problématique

Le sécateur électrique est un objet nomade son poids et son encombrement sont des critères essentiels pour le vendre. Le choix du moteur à courant continu s'impose comme actionneur. Il faut alors mettre en place un réducteur qui minimise l'encombrement.

— Objectif —

L'objectif de l'étude est de dimensionner le réducteur à train épicycloïdal. Celui-ci est constitué d'une couronne reliée au corps du sécateur, d'un porte-satellite lié à la vis, de plusieurs satellites et d'un planétaire lié au rotor du moteur (cf. FIGURE 5).

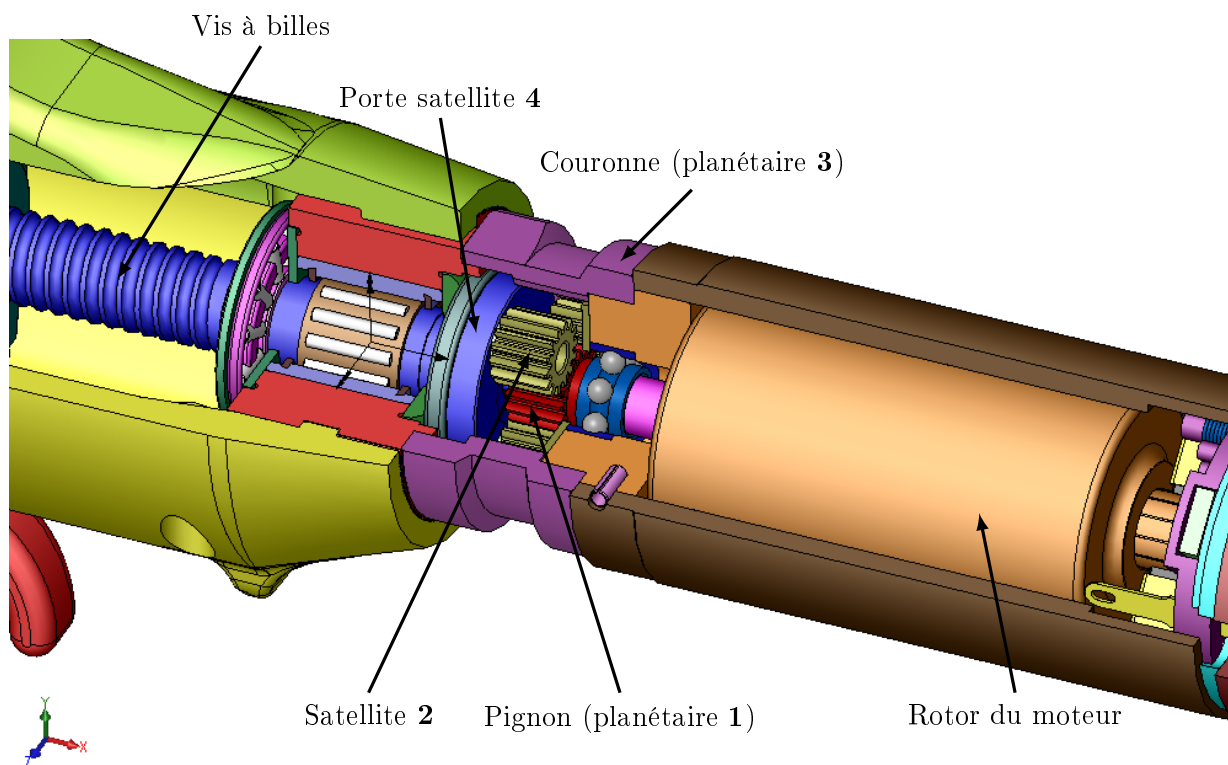


FIGURE 5 – Description du sécateur

Le schéma cinématique du réducteur est donné sur la FIGURE 6. Le moteur tourne à la vitesse de rotation $N_1 = 1400 \text{ tr/min}$ (le rotor est lié au planétaire 1). La vis à billes liée au porte-satellite 4 tourne à la vitesse de rotation $N_4 = 350 \text{ tr/min}$.

On note Z_1 le nombre de dents du planétaire **1**, Z_2 celui du satellite **2** et Z_3 celui de la couronne liée au bâti. On pose ω_{10} la vitesse angulaire de **1** par rapport à **0**, ω_{40} celle de **4** par rapport à **0** et ω_{30} la vitesse angulaire de la couronne (planétaire **3**) par rapport au bâti **0**.

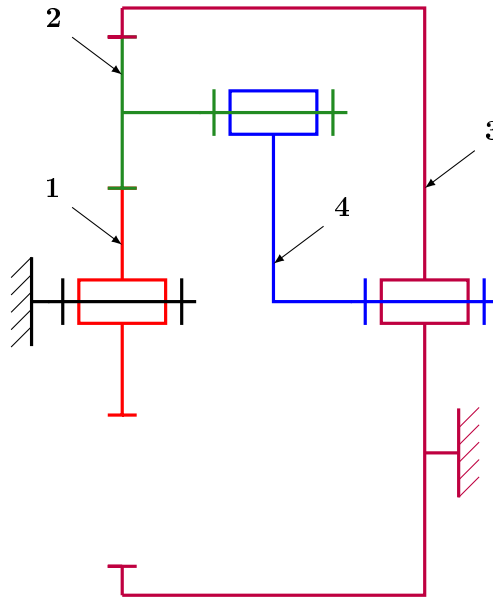


FIGURE 6 – Schéma cinématique

Question 1 Donner la relation de Willis de ce train épicycloïdal en fonction de ω_{40} , ω_{10} , ω_{30} et λ où ce dernier est la raison du train épicycloïdal en fonction de Z_1 et Z_3 .

Question 2 Simplifier la relation obtenue en utilisant le fait que $\omega_{30} = 0$. En déduire $r = \frac{\omega_{10}}{\omega_{40}}$ en fonction de Z_1 et Z_3 .

Question 3 Faire l'application numérique et déterminer une relation entre Z_1 et Z_3 . Sachant que $Z_1 = 19$ dents, en déduire Z_3 .

On rappelle que les diamètres des roues dentées sont donnés par la relation $d = mZ$ où m est le module des roues dentées et Z leur nombre de dents.

Question 4 Sachant que les roues dentées du train ont le même module, déterminer une relation géométrique entre d_1 , d_2 et d_3 puis en déduire une relation entre Z_2 , Z_1 et Z_3 (condition d'entraxe). Calculer la valeur de Z_2 .