

PRESENTATION

La réception de chaînes de télévision par satellite nécessite un récepteur et une antenne parabolique (**figure 1**).

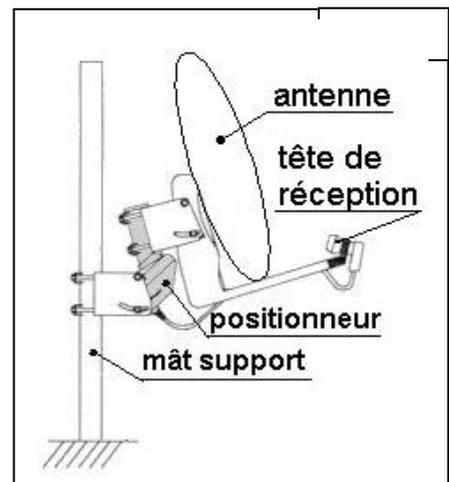
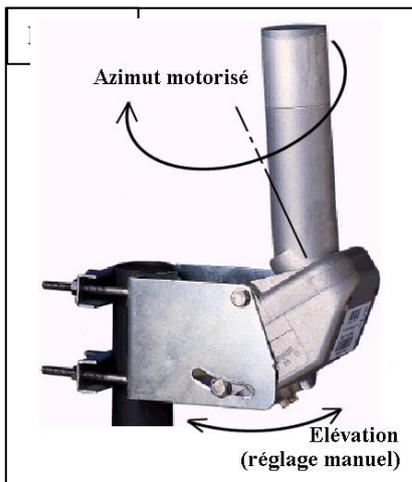
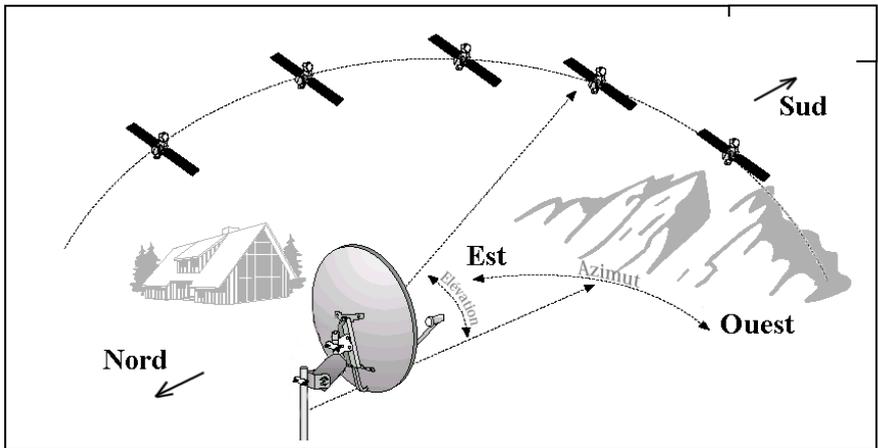
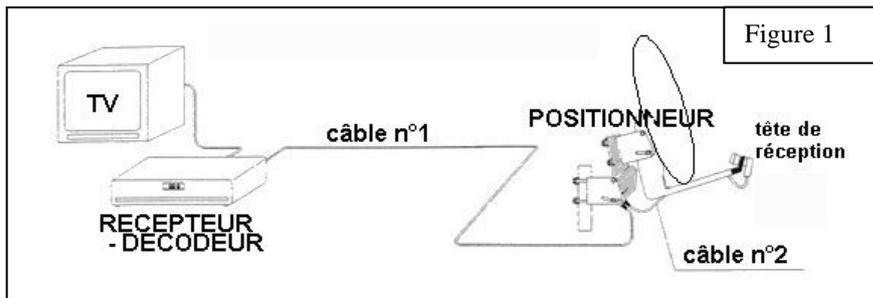
Pour augmenter le nombre de chaînes reçues, l'antenne doit pouvoir s'orienter vers plusieurs satellites différents. Le positionneur d'antenne STARLAND, fabriqué par la Société STAB, permet d'**orienter automatiquement** l'antenne parabolique vers un des satellites visibles (**figure 2**).

Lorsque le changement de chaîne demandé par le téléspectateur nécessite un changement de satellite, le positionneur s'oriente vers le nouveau satellite après en avoir reçu l'ordre du récepteur-décodeur, situé près du téléviseur (voir la **figure 1**).

Tous les satellites de radiodiffusion sont situés sur l'orbite géostationnaire à 36000 km au dessus de l'équateur.

Le réglage de l'angle d'élévation de l'antenne est donc commun à tous les satellites de radiodiffusion. Par conséquent, seul l'axe d'azimut du positionneur est motorisé comme indiqué sur la photo (**figure 3**).

C'est l'inclinaison donnée à l'axe de rotation qui permet de suivre la courbe sur laquelle sont situés les satellites (**figure 2**).



Cahier des charges fonctionnel

Fonctions de service :

- FS1 : ORIENTER l'antenne vers un satellite présélectionné
- FS2 : TRANSMETTRE le signal modulé reçu du satellite depuis l'antenne vers le récepteur-décodeur
- FS3 : RECEVOIR l'énergie électrique
- FS4 : TRANSFORMER ET DISTRIBUER l'énergie
- FS5 : ÊTRE ALIGNE en élévation et en azimut
- FS6 : ÊTRE FIXE sur le mât support
- FS7 : ASSURER LA COMPATIBILITE des communications avec le récepteur

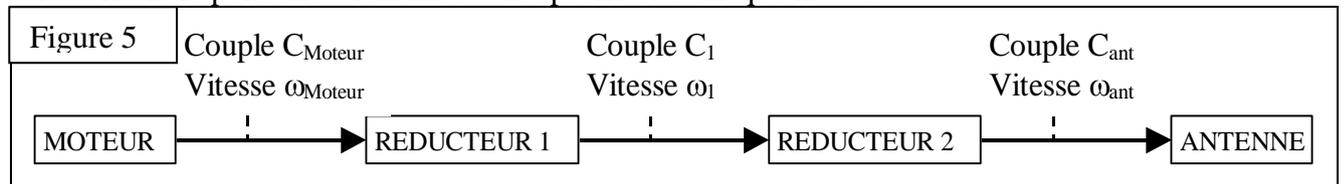
Fonction	Critères	Niveau
FS1 : ORIENTER l'antenne	Angle de rotation Vitesse de rotation Inclinaison (élévation) Ecart de positionnement	De +50 à - 50 degrés Entre 1,1 et 2 °/s De 0 à 55 degrés 0,1 degré
FS3 : RECEVOIR l'énergie électrique	Tension continue en entrée Courant débité	13V ou 18V 350 mA max
FS4 : TRANSFORMER ET DISTRIBUER l'énergie	Couple à fournir en sortie Protection sur-intensité moteur	Permet de contrer le vent qui agit sur une parabole standard de diamètre 80 cm, pour : - 80 km/h en mouvement ; - 130 km/h à l'arrêt. 300 mA

les fonctions et critères donnés ne concernent que ceux utiles pour la résolution du sujet.

TRANSFORMER ET DISTRIBUER L'ENERGIE

L'objectif de cette étude est de vérifier les capacités du positionneur, lorsqu'il est soumis aux actions mécaniques externes dues au vent (voir la fonction de service FS4).

Données : Le schéma synoptique **figure 5** présente les éléments de la chaîne de transmission d'énergie qui conduit au mouvement de l'antenne autour de l'axe d'azimut ; les grandeurs caractérisant la puissance transmise sont spécifiées à chaque niveau.



Le « réducteur 1 » est un réducteur à 5 étages à engrenages parallèles,
Le « réducteur 2 » est un réducteur à roue et vis-sans-fin.

Étude des engrenages

0-1 Calculer l'entraxe entre les pignons 3 et 4 : a_{3-4}

$$a_{3-4} = \frac{m}{2}(Z_{3'} + Z_4) = \frac{0,5}{2}(11 + 33) = 11 \text{ mm}$$

0-2 D'après la perspective du réducteur 1 que peut-on dire des entraxes a_{3-4} et a_{5-6} ?

3 et 5 sont coaxiaux et 6 et 4 également donc $a_{3-4} = a_{5-6}$

0-3 Montrer que Z_6 vaut 33 dents.

$$a_{5-6} = a_{3-4} = \frac{m}{2}(Z_{5'} + Z_6) = 11 \text{ mm}$$

$$Z_6 = 11 \frac{2}{m} - Z_{5'} = 33 \text{ dents}$$

Étude cinématique

1-1 Déterminer le rapport de réduction R_1 entre l'arbre moteur 1 et la vis-sans-fin 7.

$$R_1 = \frac{\omega_7}{\omega_2} = (-1)^5 \frac{Z_2 \times Z_{3'} \times Z_{4'} \times Z_{5'} \times Z_{6'}}{Z_3 \times Z_4 \times Z_5 \times Z_6 \times Z_7} = - \frac{11^5}{33^4 \times 44} = - \frac{1}{324} = -3,09.10^{-3}$$

1-2 Déterminer le rapport de réduction R_2 de la roue et vis-sans-fin 7 et 8.

$$R_2 = \frac{\omega_8}{\omega_7} = \frac{Z_{7'}}{Z_8} = \frac{1}{72} = 1,39.10^{-2}$$

1-3 Déterminer le rapport de réduction global R_G .

$$R_G = |R_1| \times R_2 = \frac{1}{324} \times \frac{1}{72} = \frac{1}{23328} = 4,29.10^{-5}$$

1-4 Déterminer la vitesse de rotation de l'antenne N_{ant} et ω_{ant} (en tours/min, rad/s et °/s).

Le moteur étant en charge, utiliser la vitesse nominale.

$$R_G = \frac{N_{ant}}{N_2} \text{ d'où : } N_{ant} = R_G \times N_2 = \frac{4400}{23328} = 0,189 \text{ tour/min}$$

$$\omega_{ant} = N_{ant} \frac{\pi}{30} = 0,0198 \text{ rad/s}$$

$$\omega_{ant} = N_{ant} \frac{360}{60} = 1,13 \text{ °/s}$$

1-5 Vérifier que la vitesse de rotation de l'antenne est conforme au cahier des charges.

$1,1 \text{ °/s} < \omega_{ant} = 1,13 \text{ °/s} < 2 \text{ °/s}$ donc la vitesse de rotation est bien dans la fourchette imposée par le cahier des charges.

1-6 Déterminer le temps t_{rot} pour parcourir l'angle maxi de rotation.

L'angle à parcourir vaut : $\theta_{tot} = 100^\circ$ donc en faisant l'hypothèse d'un mouvement uniforme :

$$t_{tot} = \frac{\theta_{tot}}{\omega_{ant}} = \frac{100}{1,13} = 88,4 \text{ s}$$

1-7 Déterminer le nombre de tours n_{moteur} de l'arbre moteur pour parcourir l'angle maxi.

$$n_{\text{moteur}} = \frac{N_2}{60} t_{\text{tot}} = 6480 \text{ tours}$$

Etude de puissance

Figure 6 : tableau des principales caractéristiques du moteur

Le moteur est à courant continu, à aimants permanents.

Tension d'alimentation	V	18	vitesse nominale	tours/min	4400
Courant nominal	mA	300	vitesse à vide	tours/min	8000
Puissance nominale	W		constante de couple K_c	Nm/A	$11,7 \cdot 10^{-3}$
Couple nominal	Nm	$3,5 \cdot 10^{-3}$			

2-1 Déterminer la puissance nominale du moteur.

$$P_{\text{nom}} = C_{\text{nom}} \omega_{\text{nom}} = 3,5 \cdot 10^{-3} \times 4400 \frac{\pi}{30} = 1,61 \text{ W}$$

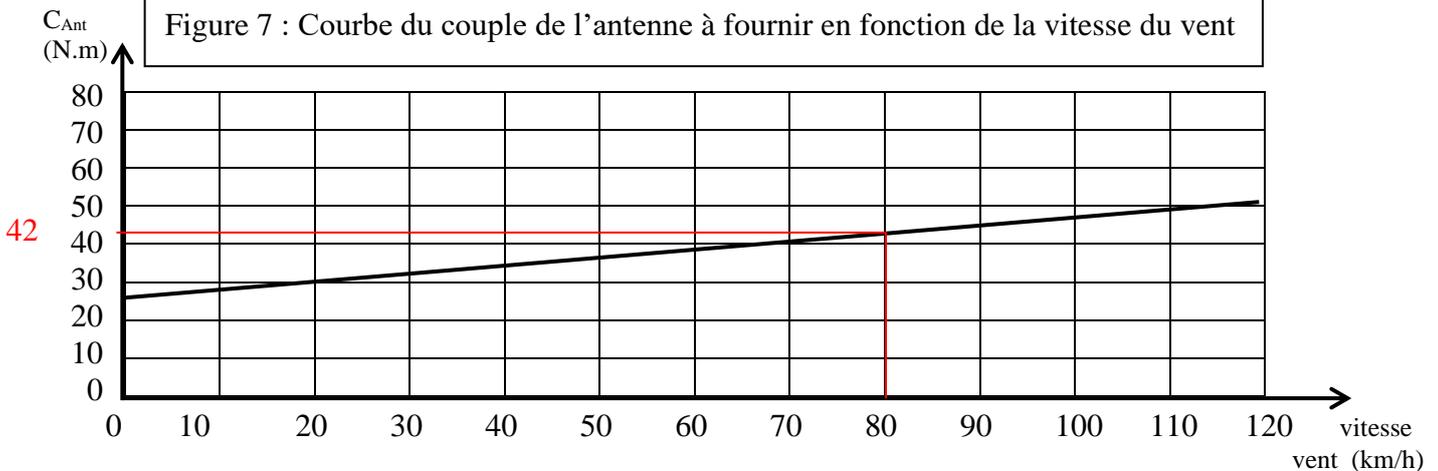
2-2 En admettant que le rendement pour un engrenage est $\eta_e = 0.96$ et pour la roue et vis-sans-fin est $\eta_{rv} = 0.7$, déterminer C_{ant} le couple de sortie disponible sur l'axe de l'antenne.

$$\eta_G = \eta_e^5 \times \eta_{rv} = 0,571$$

or $\eta_G = \frac{P_{\text{ant}}}{P_{\text{nom}}}$ et : $P_{\text{ant}} = \eta_G \times P_{\text{nom}} = C_{\text{ant}} \omega_{\text{ant}}$ donc : $C_{\text{ant}} = \eta_G \frac{P_{\text{nom}}}{\omega_{\text{ant}}} = 46,4 \text{ Nm}$

2-3 Vérifier que le couple disponible sur l'axe de l'antenne peut contrer la vitesse maxi du vent indiquée dans le cahier des charges.

Figure 7 : Courbe du couple de l'antenne à fournir en fonction de la vitesse du vent



Pour un vent de 80 km/h il faut pouvoir fournir un couple minimum de 42 Nm. Le positionneur Stabland H-H 100 fournit un couple de 46,4 Nm donc il convient.

2-4 Calculer le rendement du moteur électrique : η_{elec}

Il s'agit d'un moteur CC donc : $\eta_{\text{elec}} = \frac{P_{\text{nom}}}{P_{\text{elec}}} = \frac{P_{\text{nom}}}{U \times I} = \frac{1,61}{18 \times 0,3} = 0,298$

Ce rendement est assez faible mais le moteur n'agit que pendant le réglage, son influence énergétique est donc secondaire.

Extrait du Mémotech SI

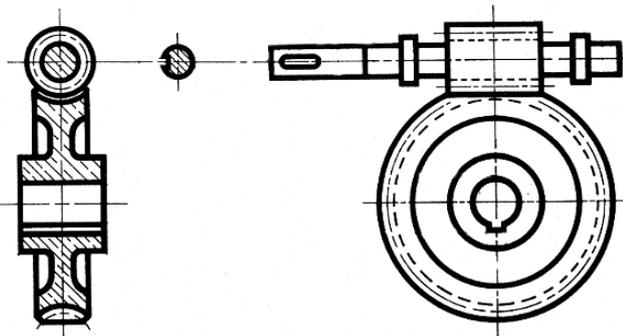
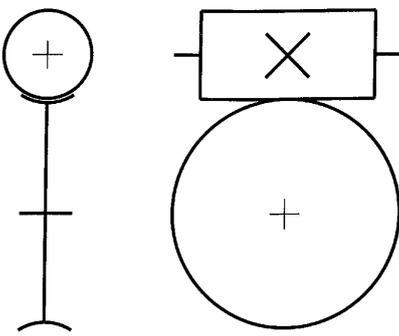
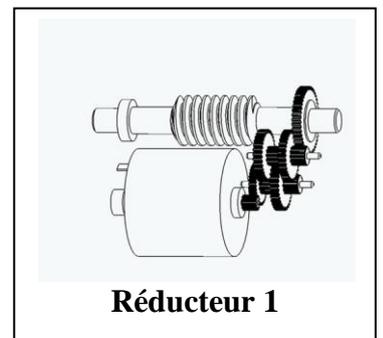
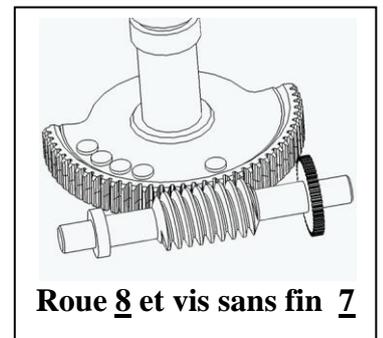
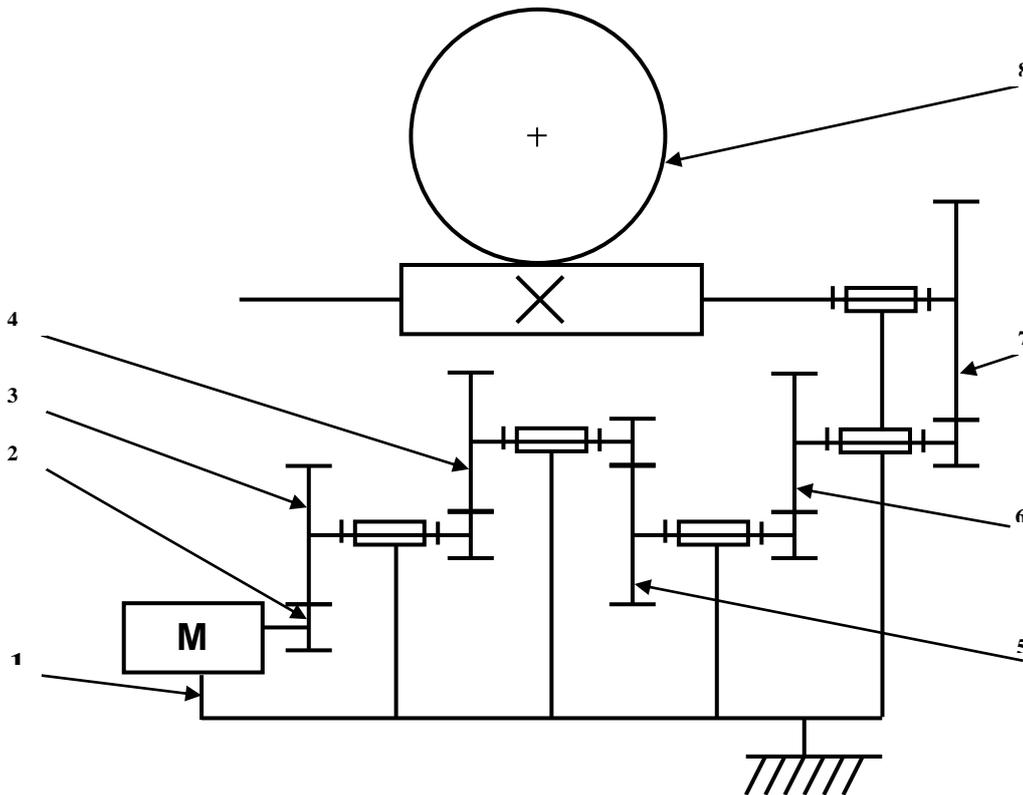
 <p>Roue et vis-sans-fin</p>	<p>Roue et vis-sans-fin</p> <p>Rapport de transmission</p> $r = Z_1/Z_2$ <p>Z_1 : nombre de filets de la vis Z_2 : nombre de dents de la roue</p>	 <p>Schéma cinématique</p>
--	--	--

Schéma cinématique de la chaîne de transmission d'énergie pour le mouvement de l'antenne autour de l'axe d'azimut



N°	Nb	Désignation	Observations
1	1	couvercle	
2	1	Pignon moteur	$Z_2 = 11$; $m_2=0.4$
3	1	Pignon double	$Z_3 = 33$; $m_3=0.4$; $Z'_3= 11$; $m'_3=0.5$
4	1	Pignon double	$Z_4 = 33$; $m_4=0.5$; $Z'_4= 11$; $m'_4=0.5$
5	1	Pignon double	$Z_5 = 33$; $m_5=0.5$; $Z'_5= 11$; $m'_5=0.5$
6	1	Pignon double	$Z_6 = 33$; $m_6=0.5$; $Z'_6= 11$; $m'_6=0.5$
7	1	Vis sans fin	$Z_7 = 44$; $m_7=0.5$; 1 filet ; $m_7= 1$
8	1	Secteur denté	$Z_8 = 72$; $m_8=1$