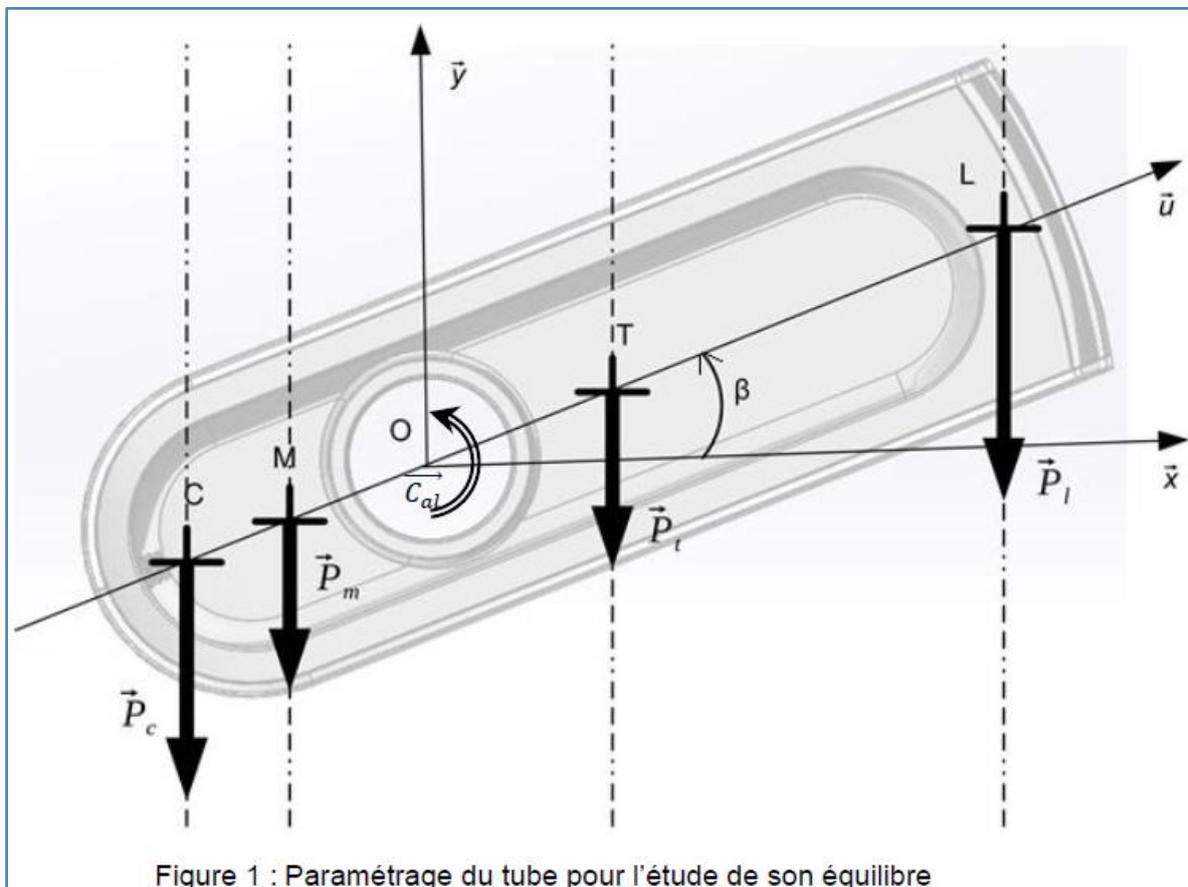


**Objectif** : Garantir la netteté de l'image en vérifiant la stabilité du tube.

La précision du pointage nécessite la stabilité du tube, c'est-à-dire son équilibre (pas de basculement) par rapport à l'axe de rotation  $(O, \vec{z})$ .



Le paramétrage retenu pour vérifier la condition d'équilibre est :

- Le repère  $(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$  est orthonormé direct ;
- L'accélération de la pesanteur est :  $-g \cdot \vec{y}$  ;
- $B$  : angle d'inclinaison du tube par rapport à l'horizontale.

Les actions mécaniques extérieures s'exerçant sur le tube en équilibre sont les suivantes :

- En O : couple que la motorisation altitudinale transmet au tube ( $\vec{C}_{al} = C_{al} \cdot \vec{z}$ ) ;
- En L :  $\vec{P}_l$  poids de l'ensemble {lentille, porte lentille}, de masse  $m_l$  ;
- En T :  $\vec{P}_t$  poids du tube de masse  $m_t$  ;
- En M :  $\vec{P}_m$  poids de l'ensemble {miroir, porte miroir}, de masse  $m_m$  ;
- En C :  $\vec{P}_c$  poids du contrepoids, de masse  $m_c$  ;

Les positions des points sont les suivantes :

$$\vec{OL} = a \cdot \vec{u} \qquad \vec{OT} = b \cdot \vec{u} \qquad \vec{OM} = -c \cdot \vec{u} \qquad \vec{OC} = -d \cdot \vec{u}$$

L'équation du principe fondamental de la dynamique traduisant l'équilibre du tube autour de son axe de rotation donne la relation suivante :

$$\vec{C}_{al} + M_0(\vec{P}_c) + M_0(\vec{P}_m) + M_0(\vec{P}_t) + M_0(\vec{P}_l) = \vec{0}$$

**Q1** : Montrer que :  $|\vec{C}_{al}| = g \cdot \cos(\beta) \cdot |c \cdot m_m + d \cdot m_c - a \cdot m_l - b \cdot m_t|$  pour  $0 \leq \beta \leq 90^\circ$

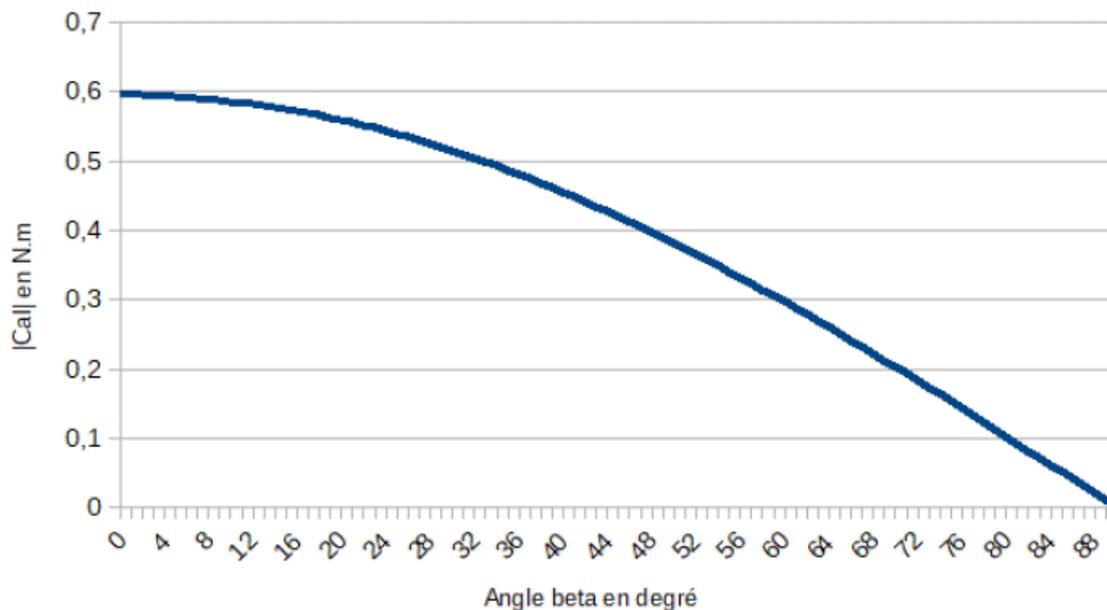


Figure 2 : Variation de  $|\vec{C}_{al}|$  avec contrepoids

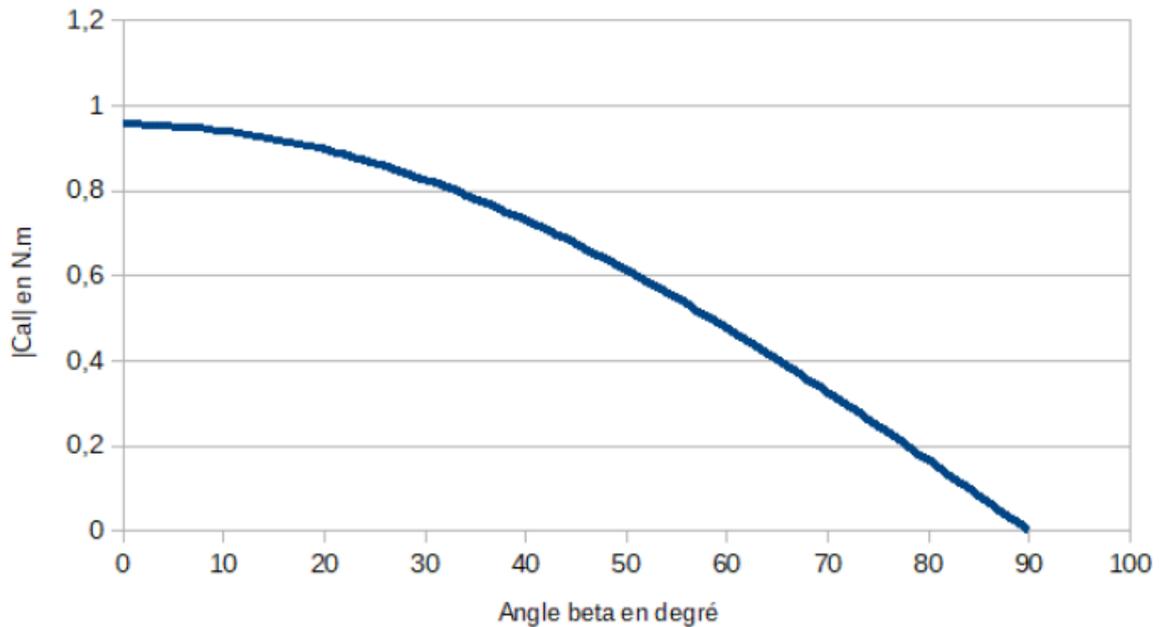


Figure 3 : Variation de  $|C_{al}|$  sans contrepoids

**Q2** : À partir de l'analyse des courbes précédentes représentant  $|C_{al}|$  en fonction de  $\beta$ , justifier ou non l'utilité de la présence du contrepoids.

La transmission du couple moteur à l'axe altitudinal se fait selon la chaîne cinématique représentée figure 4.

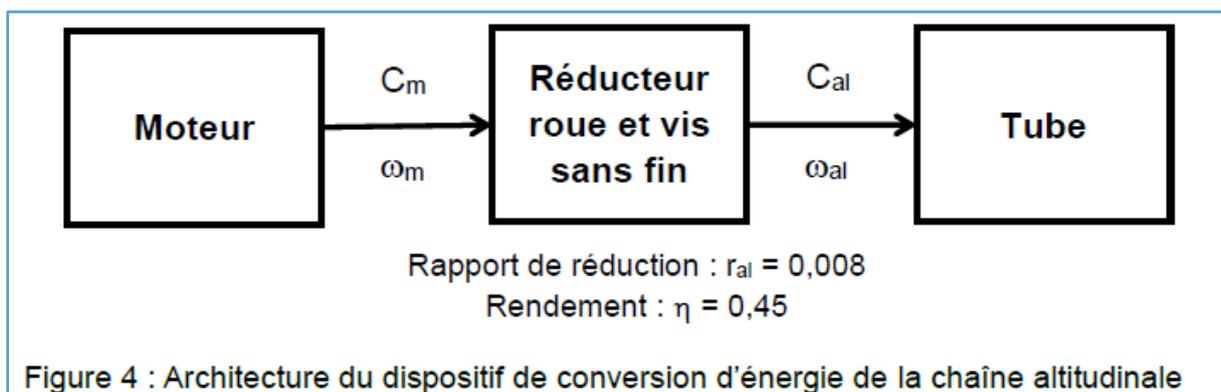


Figure 4 : Architecture du dispositif de conversion d'énergie de la chaîne altitudinale

**Q3** : À partir de la chaîne de flux d'énergie précédente, montrer que  $C_m = C_{al} \cdot \frac{r_{al}}{\eta}$ . En déduire le couple que doit fournir le moteur pour assurer l'équilibre du tube (tube à l'horizontal et avec contrepoids).