

Etude de l'asservissement de l'axe azimut d'un télescope - Corrigé

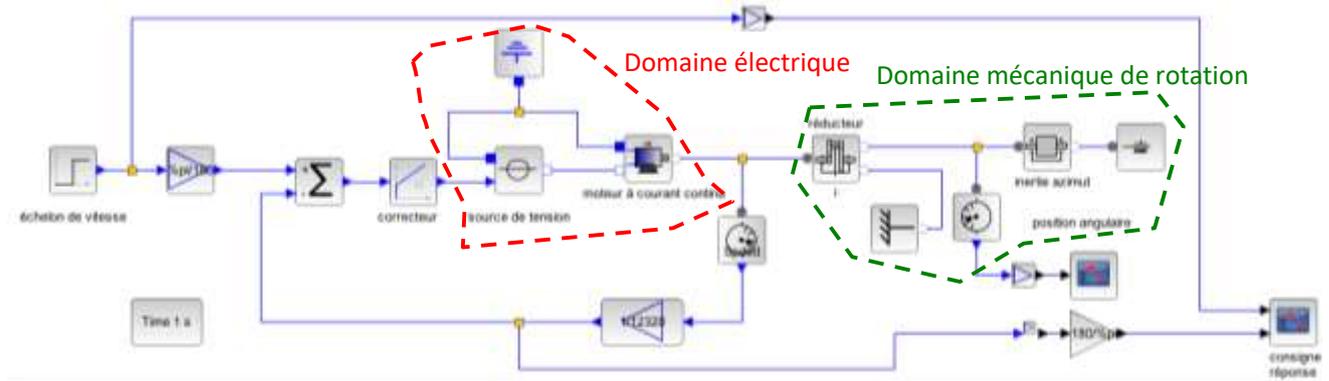
Q.1. Pour que l'objet céleste reste dans le champ d'observation du télescope alors que la Terre tourne autour de son axe, il faut que la rotation du télescope compense celle de la Terre. La vitesse de rotation du télescope vaut donc :

$$\begin{aligned} \omega_{\text{télescope/Terre}} &= \frac{1}{24} \text{tr/h} \\ &= \frac{360}{24 \times 3600} = 4,17 \times 10^{-3} \text{ } \circ \cdot \text{s}^{-1} \end{aligned}$$

Puisque le rapport de transmission est $i=12320$, la fréquence de rotation nominale du moteur électrique est

$$N = \frac{1}{24 \times 60} \times 12320 = 8,55 \text{tr} \cdot \text{min}^{-1}$$

Q.2. Sur ce modèle multiphysique on retrouve 2 domaines physiques différents. Le domaine électrique et le domaine mécanique de rotation. La vitesse angulaire d'azimut est la grandeur physique asservie.



Q.3. La loi de comportement du bloc « réducteur » est du type $i = \frac{\omega_s}{\omega_e}$ où i correspond ici au rapport de réduction du réducteur. Pour tenir compte des pertes par frottement dans le modèle, il faut introduire une loi de comportement introduisant un rendement η du réducteur et lier ce rendement aux puissances mécaniques entrante et sortante de réducteur : $C_s(t) \cdot \omega_s(t) = \eta \cdot C_e(t) \cdot \omega_e(t)$ avec $C_e(t)$ et $C_s(t)$ couples en entrée et sortie du réducteur et $\omega_e(t)$ et $\omega_s(t)$ vitesse de rotation angulaire en entrée et sortie de réducteur.

Q.4.

Performance	Critère	Modèle $kp=1$	Modèle $kp=5$
Stabilité	Marge de phase	Stable - marge de phase non évaluable ici	Stable - marge de phase non évaluable ici
Précision	Erreur statique	nulle	nulle
Rapidité	Temps de réponse 5 %	0,24 s	0,2 s
Dépassement	1 ^{er} dépassement D_1 ; $d_{1(\%)}$	0 ; 0	0,001 ; 24 %

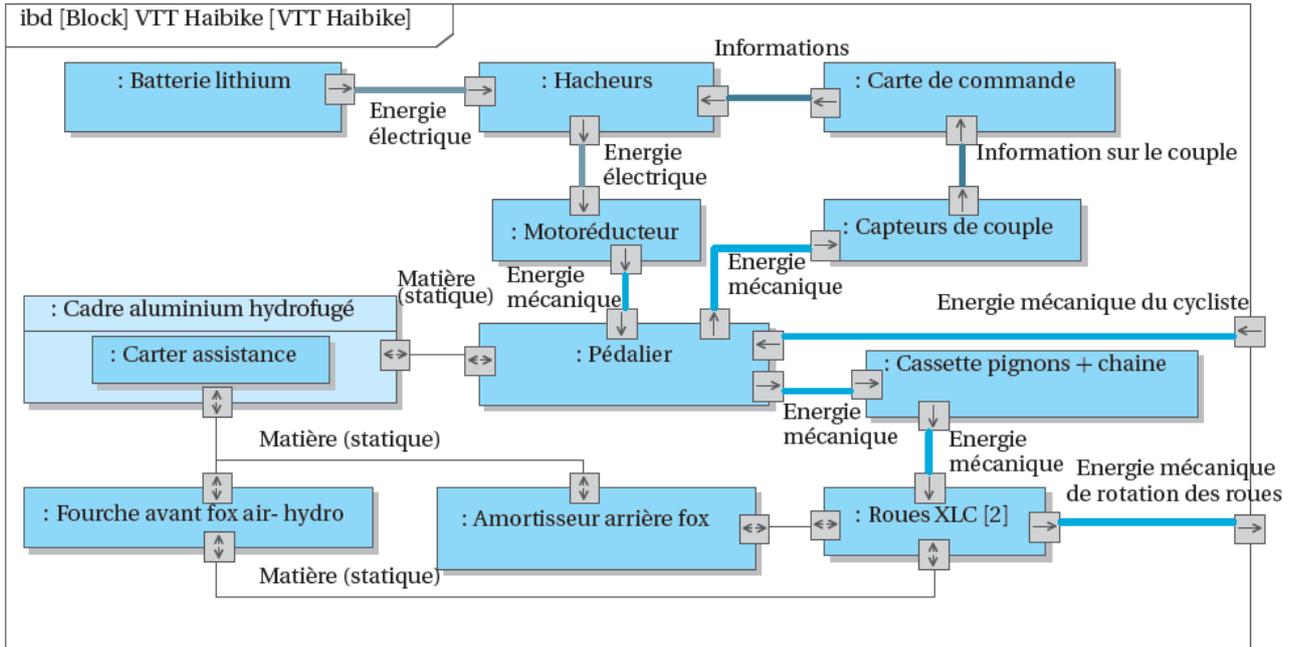
Sur le critère dépassement seul le modèle avec $kp=1$ respecte le niveau imposé par le cahier des charges.

VTT de descente électrique

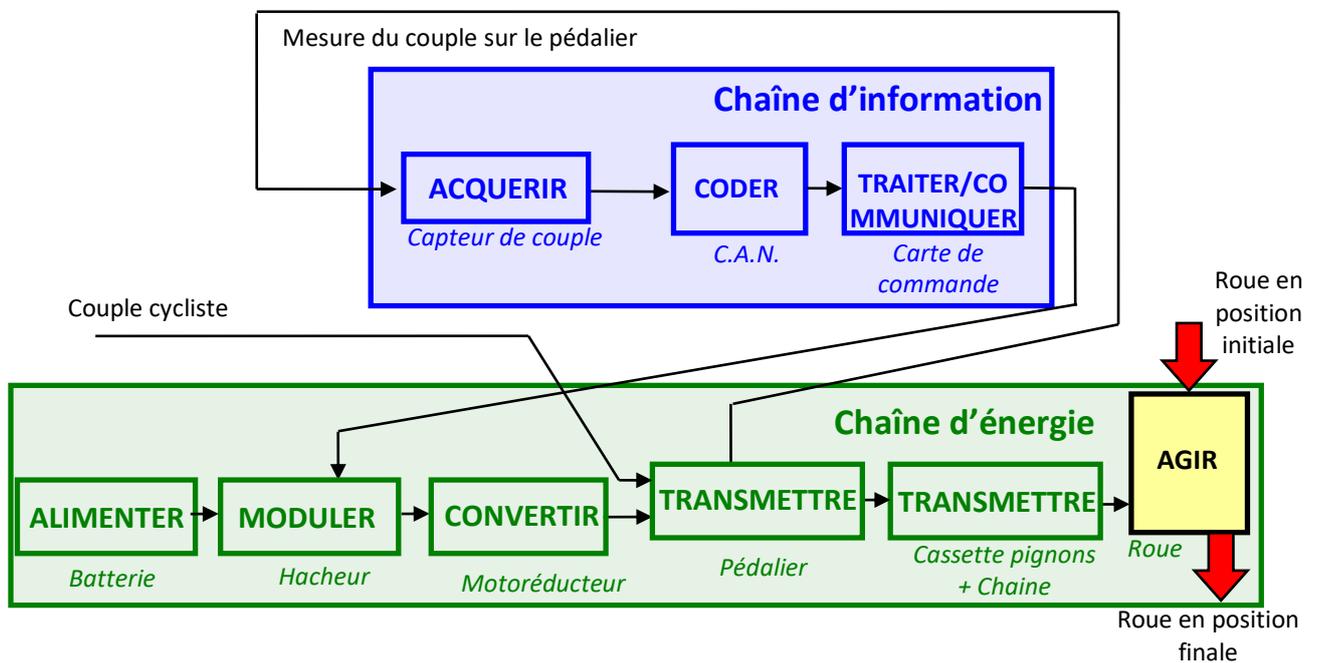
Q1. Masse du moteur $21.9-13.8-1.3-2.9-0.4 = 3.5 \text{ kg}$.

On peut vérifier au passage que l'exigence des 9kg supplémentaires maximum est bien vérifiée : l'ensemble assistance pèse 8.1 kg.

Q2.



Q3.



Q4. Scilab/Xcos

Q5. La position est celle de l'équilibre, sans sollicitations, le cadre est soumis à son propre poids et trouve sa position d'équilibre à 16.8cm.

Q6. Par l'interprétation des courbes Figure 6 on note que l'accélération est au maximum de 150ms^{-2} donc bien inférieure à 300ms^{-2} . Le temps de réponse à 5 % (sur la position) est d'environ 0,45-0,1 s, soit 0,35 s. Le cahier des charges est bien respecté pour ce critère. La courbe ne présente qu'un seul rebond positif, l'exigence correspondante du cahier des charges est donc validée.

Les rebonds montrent la perte de contact entre le sol et la roue. Pour améliorer la trajectoire, il faut que la roue soit le moins souvent possible « en l'air » et donc minimiser le nombre de rebonds où l'on perd le contact. On observe que l'on ne dépasse pas les deux rebonds maximums exigés dans le cahier des charges.

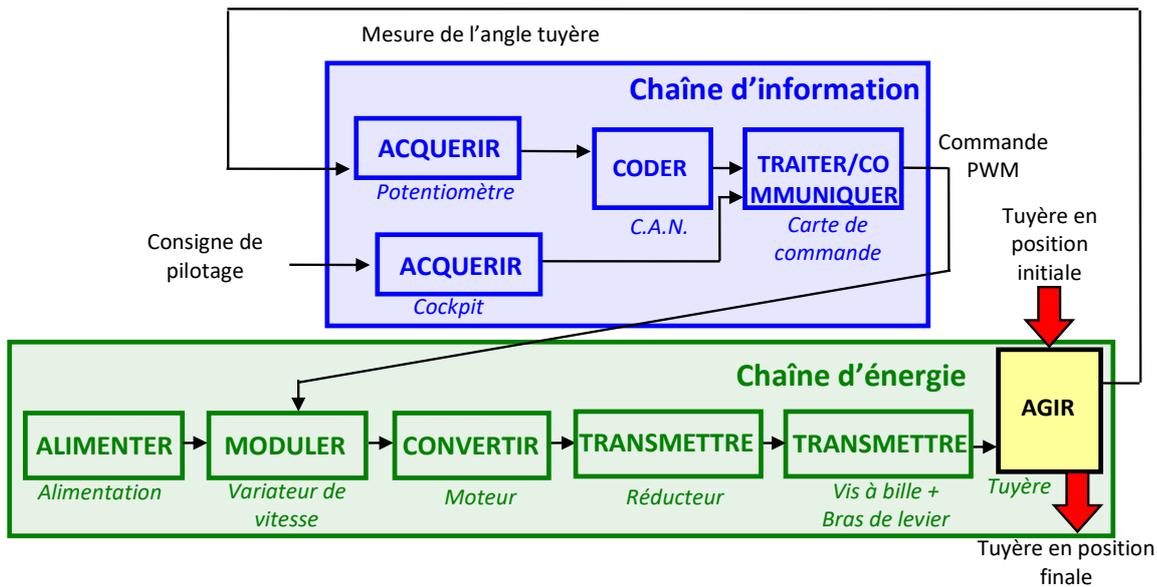
Q7. On voit que la masse supplémentaire atténue l'accélération et donc l'effort de contact, sans changer le nombre de rebonds. Par contre, la masse supplémentaire augmente le temps de stabilisation, car il vibre plus longtemps. **En effet, le temps de réponse est de 0,62s, le cahier des charges n'est donc plus respecté au niveau de la rapidité.**

Q8. Il manque 0,12 s pour atteindre le temps de réponse attendu, ce qui représente 24% d'écart.

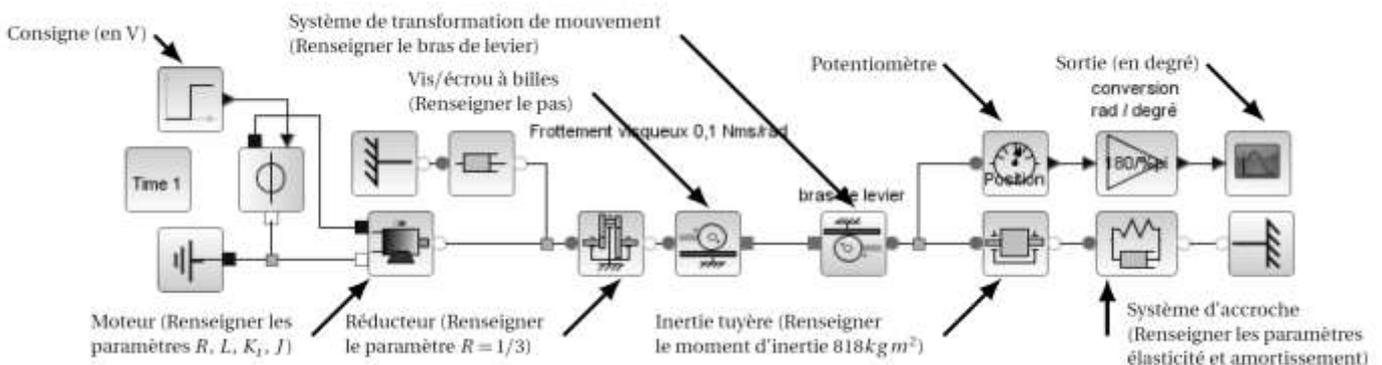
Q9. Il est possible d'intervenir sur les paramètres de raideur et d'amortissement des suspensions. On peut par exemple **augmenter la raideur des suspensions**, en multipliant par 1,5 les coefficients de raideur $k_{suspav} = 300\text{Nm}^{-1}$ et $k_{suspap} = 400\text{Nm}^{-1}$. Le temps de réponse est alors de 0,38 s.

EMA de Vega

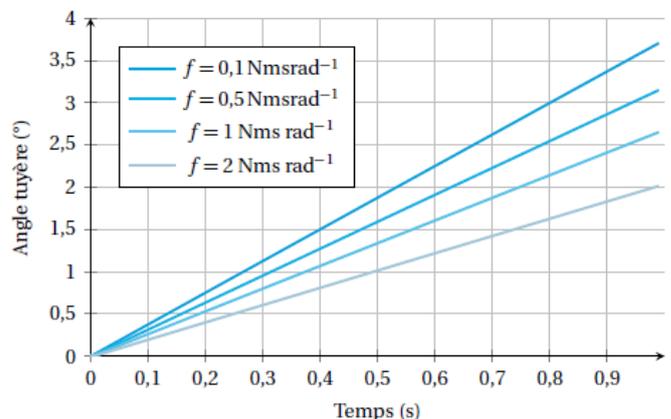
Q1.



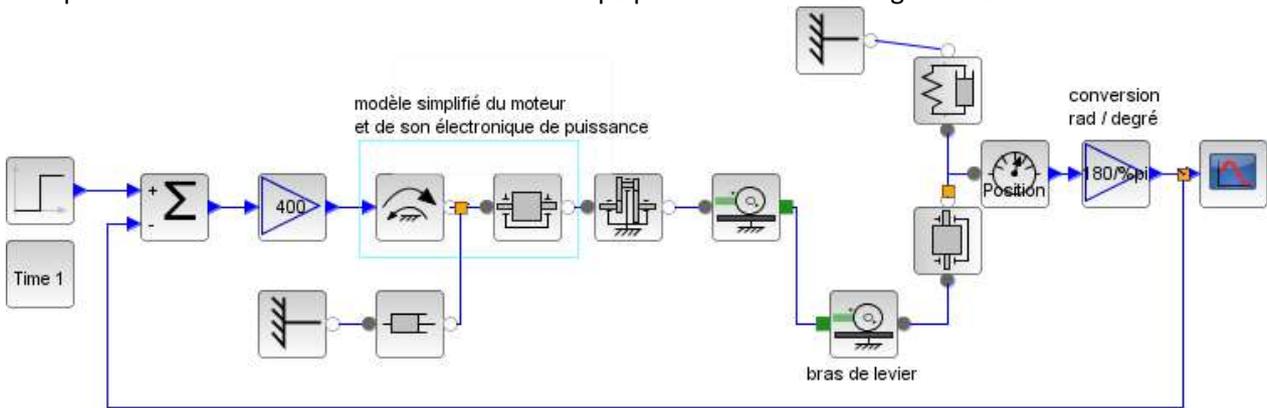
Q2. Q3. Q4.



Plus le frottement visqueux est grand, moins le système sera rapide (la pente de la courbe de position angulaire est plus petite donc la vitesse plus petite).



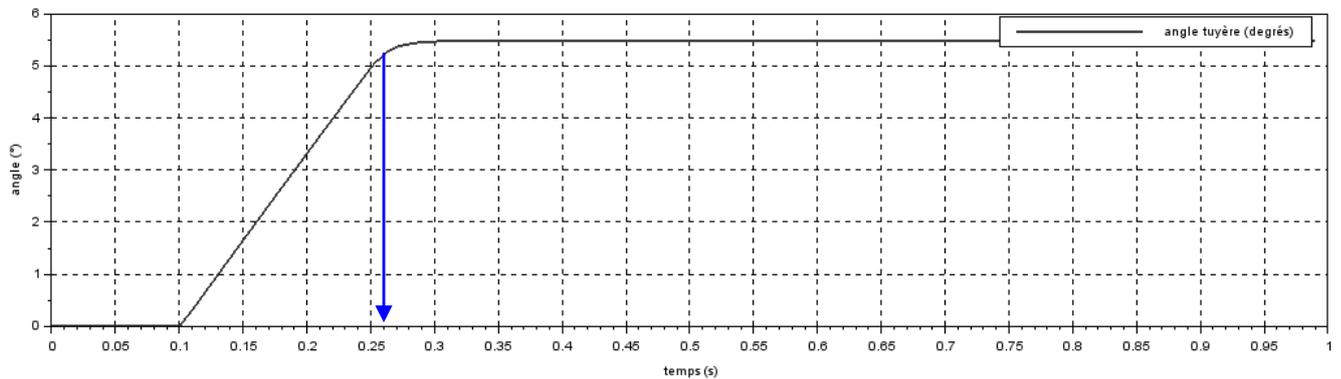
Q5.Q6. L'entrée est ici la consigne en volt fournie au moteur. Il n'est donc pas possible de choisir une consigne angulaire. Il manque dans le modèle la partie commande ainsi que le variateur de vitesse bien que l'on puisse interpréter le bloc d'entrée comme un variateur qui prend en entrée un signal et donne en sortie une tension.



Q7.

Le temps de réponse à 5% est inférieur à 1ms et l'écart statique est inférieur à 0,05°. Les critères du cahier des charges sont donc vérifiés

Q8.



La saturation de tension limite la vitesse de rotation du moteur qui ne peut pas accélérer aussi vite que le souhaiterait l'asservissement. Ainsi, le système met plus de temps pour atteindre la consigne demandée. Le cahier des charges n'est plus respecté au niveau de la rapidité car le temps de réponse est alors de **0,16s**

Q9.

L'écart est de 220 %... notre modélisation n'est donc pas validée car beaucoup trop loin de la réalité et de la performance de rapidité espérée. Afin d'améliorer la rapidité de notre modèle il suffit de diminuer les frottements visqueux (comme observé précédemment à la question 4). Il faut cependant prendre un coefficient de frottements visqueux très faible, de l'ordre de 0,01Nms/rad.