

Noms : \_\_\_\_\_  
 Prénoms : \_\_\_\_\_  
 Classe : \_\_\_\_\_  
 Date : \_\_\_\_\_

Note : /20



### 1. Présentation du système



L'utilisation du tapis de course est multiple et ses bienfaits sur l'organisme le sont tout autant. Ses objectifs peuvent être la perte de poids, l'amélioration cardiovasculaire ou une rééducation fonctionnelle.

Le modèle **TC290** est conçu pour la pratique occasionnelle à régulière du cardio-training à domicile.

### 2. Problématique



Des essais ont été réalisés sur une série de 100 tapis.

Sur le pupitre, la vitesse 8km/h est sélectionnée, la vitesse réelle d'avance du tapis est mesurée à l'aide d'un tachymètre.

On constate que les vitesses mesurées vont de 7.3km/h à 8.4km/h. Comment peut-on améliorer le système pour maîtriser la vitesse d'avance du tapis ?

### Critères d'évaluation et barème

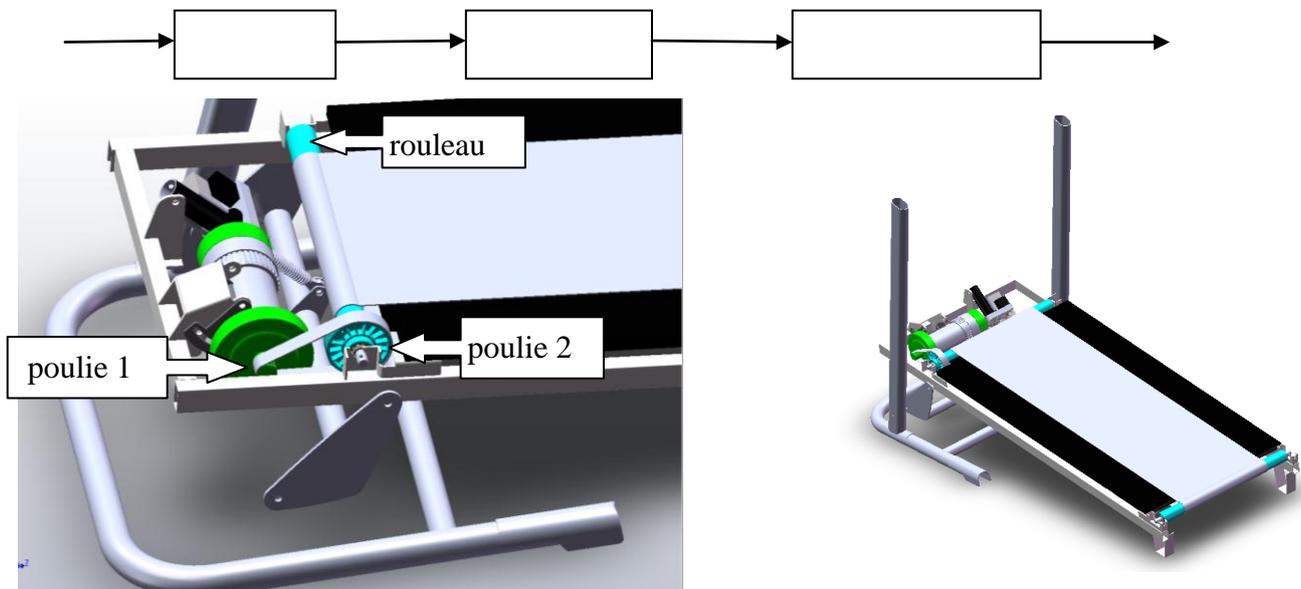
Autonomie et quantité de travail	/2
Soin	/1
Q1 : analyse de la problématique	/1
Q2 à Q5 : paramètres de la boucle ouverte	/4
Q6 à Q9 : étude statique en boucle ouverte	/3
Q10 à Q17 : étude statique en boucle fermée	/6
Q18 à Q20 : étude dynamique en boucle fermée	/3

### 3. Analyse de la problématique

**Q1 :** L'écart de vitesse entre la consigne de l'utilisateur et la vitesse réelle du tapis est-elle gênante ? Préciser votre réponse dans le cas où l'appareil est utilisé par un jogger occasionnel puis dans le cas où il est utilisé par un préparateur sportif.

### 4. Etude du système en boucle ouverte

**Q2 :** Compléter la chaîne d'énergie ci-dessous avec les éléments suivants : Energie mécanique de rotation adaptée, Rouleau d'entraînement et tapis, Energie mécanique de translation, Energie électrique, Système poulies courroie, Energie mécanique de rotation, moteur.



**Données :**

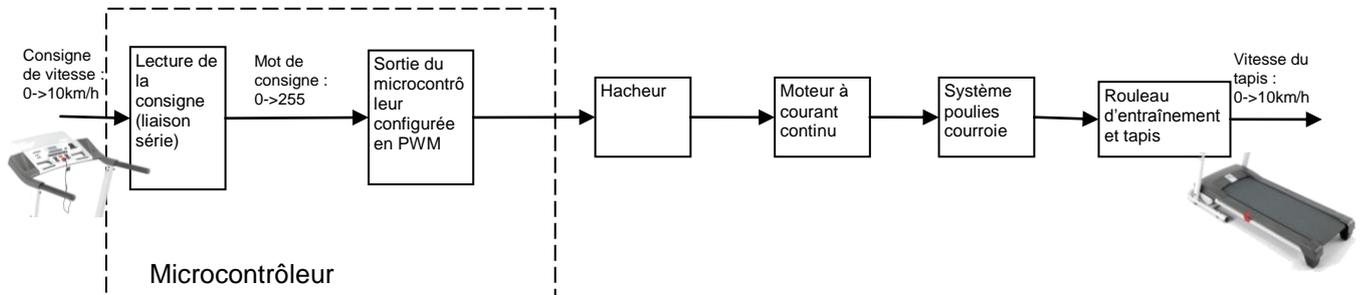
- $R_{\text{rouleau}} = 2.075\text{cm}$
- $R_{\text{poulie 1}} = 1.14\text{ cm}$
- $R_{\text{poulie 2}} = 4.47\text{ cm}$

**Q3 :** Ecrire la relation liant la vitesse de rotation du rouleau du tapis  $N_{\text{rouleau}}$  (tr/s) et la vitesse de rotation du moteur  $N_{\text{moteur}}$  (tr/s). Le coefficient reliant ces vitesses sera appelé  $K_{\text{poulie}}$ .

**Q4 :** Ecrire la relation liant la vitesse de translation du tapis  $V_{\text{tapis}}$  (km/h) et la vitesse de rotation du rouleau  $N_{\text{rouleau}}$  (tr/s). Le coefficient reliant ces vitesses sera appelé  $K_{\text{rouleau}}$ .

**Q5 :** Pour une vitesse d'avance du tapis de 10km/h, calculer la vitesse de rotation de l'axe du moteur  $N_{\text{moteur}}$  (tr/s).

### Etude statique en boucle ouverte

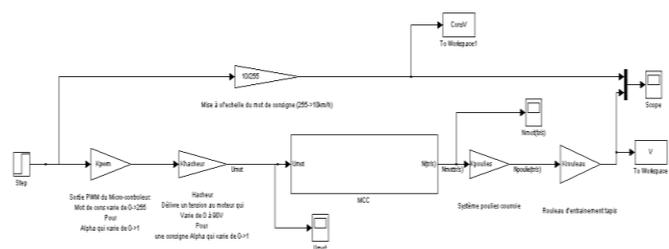


**Q6 :** La vitesse saisie par l'utilisateur est convertie en un mot codé sur 8 bits. A la vitesse 10km/h, correspond le mot 255. L'entrée du modulateur à largeur d'impulsion est donc un mot compris entre 0 et 255. La sortie du modulateur à largeur d'impulsion est un rapport cyclique donc une valeur comprise entre 0 et 1. Déterminer le gain du modulateur ( $K_{\text{PWM}}$ ).

**Q7 :** Le hacheur permet de faire varier la tension d'alimentation du moteur. Il reçoit, en entrée, un rapport cyclique compris entre 0 et 1 et il fournit en sortie une tension comprise entre 0 et 90V. Déterminer le gain du hacheur ( $K_{\text{hacheur}}$ ).

**Q8 :** le moteur électrique à courant continu est alimenté sous une tension comprise entre 0 et 90V. A une tension d'alimentation de 90V correspond une vitesse de rotation de l'axe, en régime établi, de 83tr/s. Calculer  $K_{\text{moteur}}$ .

**Q9 :** Ouvrir le fichier Matlab : « modele\_tapisBO\_elv ». Saisir les gains  $K_{\text{poulies}}$ ,  $K_{\text{rouleau}}$ ,  $K_{\text{PWM}}$ ,  $K_{\text{hacheur}}$  (ne pas saisir  $K_{\text{moteur}}$ ). Dans « step » saisir 255 comme valeur finale. Conclure sur les types de perturbation pouvant avoir une influence sur la vitesse du tapis.

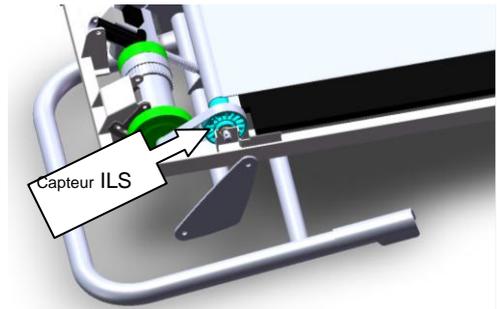


## 5. Etude du système en boucle fermée

Pour pouvoir maîtriser la vitesse d'avance du tapis, on décide de réaliser une boucle d'asservissement sur le système.

**Q10 :** Quel(s) type(s) de capteurs utiliseriez-vous pour la chaîne de retour ? Où placeriez-vous la boucle de retour ?

Un capteur, de type ILS (Interrupteur à lames souples), est présent sur la poulie réceptrice. A chaque tour du rouleau, le capteur transmet une impulsion. C'est ce capteur que nous allons utiliser pour réaliser l'asservissement du système.

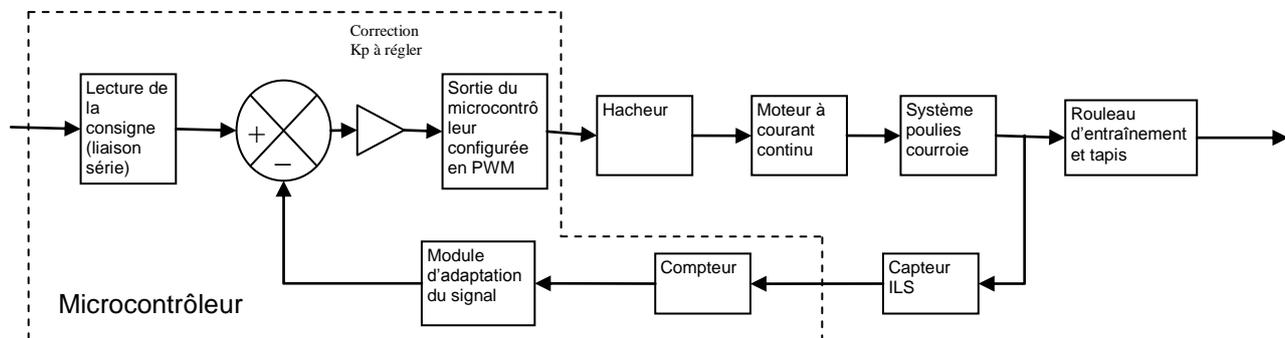


### Etude statique en boucle fermée

**Q11 :** Le capteur ILS envoie une impulsion à chaque tour du rouleau. Le compteur permet d'avoir une fréquence en Hertz. Lorsque le tapis se déplace à 10km/h, déterminer la vitesse de rotation du rouleau en tr/s et donc la fréquence des impulsions en sortie du compteur.

**Q12 :** Le module d'adaptation reçoit en entrée une grandeur comprise entre 0 et 21Hz et fournit en sortie un mot compris entre 0 et 255. Déterminer le gain du module d'adaptation  $K_{ada}$ .

**Q13 :** Sur le schéma ci-dessous, placer les grandeurs d'entrée et de sortie des blocs :  $MOT_{adapté}$ ,  $U_{mot}$ ,  $\alpha$ ,  $N_{mot}$ ,  $V_{tapis}$ ,  $N_{poulie}$ ,  $MOT_{consigne}$ , .... Placer les gains des différents constituants :



**Q14 :** Exprimer l'erreur (en régime statique) en fonction de la consigne et des gains du montage.

**Q15 :** Déterminer l'erreur statique si  $K_p = 1$  et que la consigne est égale à 10km/h

**Q16 :** Déterminer le gain  $K_p$  permettant de respecter le cahier des charges ( $V_{\pm 5\%}$ )

