

# Application 1

## Tapis de course – Sujet

Pôle Chateaubriand – Joliot-Curie.

On s'intéresse à un tapis de course dont on donne une description structurelle ainsi qu'un extrait de cahier des charges fonctionnel. L'utilisateur court sur une courroie mobile qui est entraînée dans le sens inverse de la course. La vitesse de déplacement de la courroie mobile est réglable pour permettre au coureur de rester sur place. Le système propose un large choix de mode de fonctionnement cependant l'étude sera limitée à l'utilisation du programme de contrôle de la fréquence cardiaque. Avec ce programme, le système ajuste automatiquement la vitesse et l'inclinaison du tapis afin d'obtenir une fréquence cardiaque préétablie.

Le programme de contrôle de la fréquence cardiaque fonctionne de la façon suivante :

- ▶ dans un premier temps, le système commence par augmenter la vitesse de déplacement de la courroie mobile via la chaîne fonctionnelle 1 pour atteindre la fréquence cardiaque préétablie;
- ▶ si la vitesse maximale ne suffit pas, le tapis de course s'incline via la chaîne fonctionnelle 2 pour augmenter encore l'effort.

Extrait du cahier des charges :

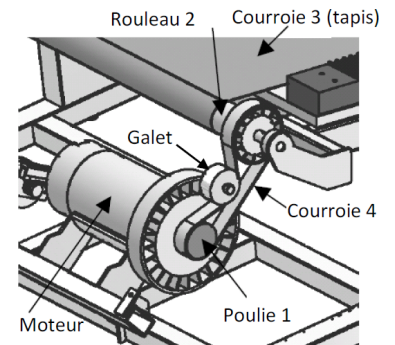
Exigences	Critères	Niveaux
1.1 Le système doit permettre au coureur de courir avec une fréquence cardiaque prédéfinie.	Vitesse de course Pente Masse utilisateur	De 0 à 19 km h <sup>-1</sup> par incrément de 0,1 km h <sup>-1</sup> De 0 % à 14 % par incrément de 0,5 % 115 kg maxi

Hypothèses et données :

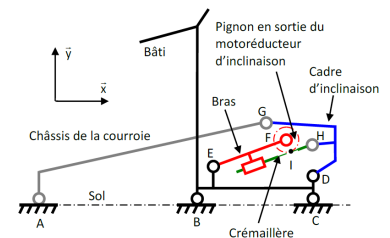
- ▶ on se place dans le cas où le tapis est réglé à l'horizontale;
- ▶ la courroie 3, d'épaisseur négligeable, s'enroule sans glisser sur le rouleau 2. Le rayon d'enroulement de la courroie 3 sur le rouleau 2 est  $R_e = 24,5$  mm. La poulie 2 est liée au rouleau 2.
- ▶ la courroie 4, d'épaisseur négligeable, s'enroule sans glisser sur les poulies 1 et 2, ainsi que sur le galet. Les rayons primitifs de la poulie motrice 1 et de la poulie 2 sont respectivement  $R_{p1} = 27$  mm et  $R_{p2} = 44$  mm;
- ▶ une étude préliminaire a montré que la présence d'un coureur de 115 kg entraîne un effort résistant tangentiel  $T_{\text{coureur} \rightarrow 3} = 230$  N sur la courroie 3;
- ▶ l'inertie équivalente des pièces en mouvement ramenée sur l'arbre moteur est  $I_{eq} = 0,1$  kgm<sup>2</sup>;
- ▶ le rendement global du système mécanique est  $\eta = 0,9$ .

C1-05

C2-08



Chaîne fonctionnelle 1



Chaîne fonctionnelle 2

### Objectif

Valider le choix de la motorisation de la chaîne fonctionnelle 1 vis-à-vis du cahier des charges.

**Question 1** Déterminer la vitesse de rotation du moteur  $\omega_m$  en rad/s en fonction de la vitesse de déplacement  $V_{30}$  en m/s de la courroie 3. En déduire la vitesse maximale du moteur  $\omega_{m \max}$  lorsque la courroie se déplace à la vitesse maximale indiquée dans le cahier des charges.

**Question 2** Déterminer l'expression du couple moteur  $C_m$  nécessaire pour mettre en mouvement la courroie 3 en régime permanent.

**Question 3** Déterminer la puissance développée par le moteur lorsque le coureur de 115 kg court en régime établi à 19 km/h. Le système possède un moteur courant continu ayant les caractéristiques ci-dessous.

Puissance nominale $P_n = 1840 \text{ W}$ Vitesse maximale $N_{\max} 4000 \text{ tr/min}$	Tension nominale $U_n = 130 \text{ V}$ Constante de vitesse $K_E = 0,33 \text{ V/(rad.s}^{-1}\text{)}$ Courant nominal $I_n = 17,6 \text{ A}$ Constante de couple $K_T = 0,33 \text{ N.m/A}$ Résistance d'induit $R = 1,1 \text{ Ohm}$
--	--

**Question 4** Conclure quant au bon dimensionnement du moteur vis-à-vis des performances attendues.

#### Éléments de correction

- $\omega_m = \frac{R_{p2}}{R_{p1}} \frac{V_{30}}{R_e}$  et  $\omega_{m \max} = 351 \text{ rad s}^{-1}$ .
- $C_m = \frac{1}{\eta} \left( T_{\text{coureur} \rightarrow 3R_e} \frac{R_{p1}}{R_{p2}} \right) =$
- $P(0 \rightarrow 1/0) = \frac{1}{0,9} \left( T R_e \frac{R_{p1}}{R_{p2}} \right) \omega_{\max} = 1349 \text{ W}.$
- ...