

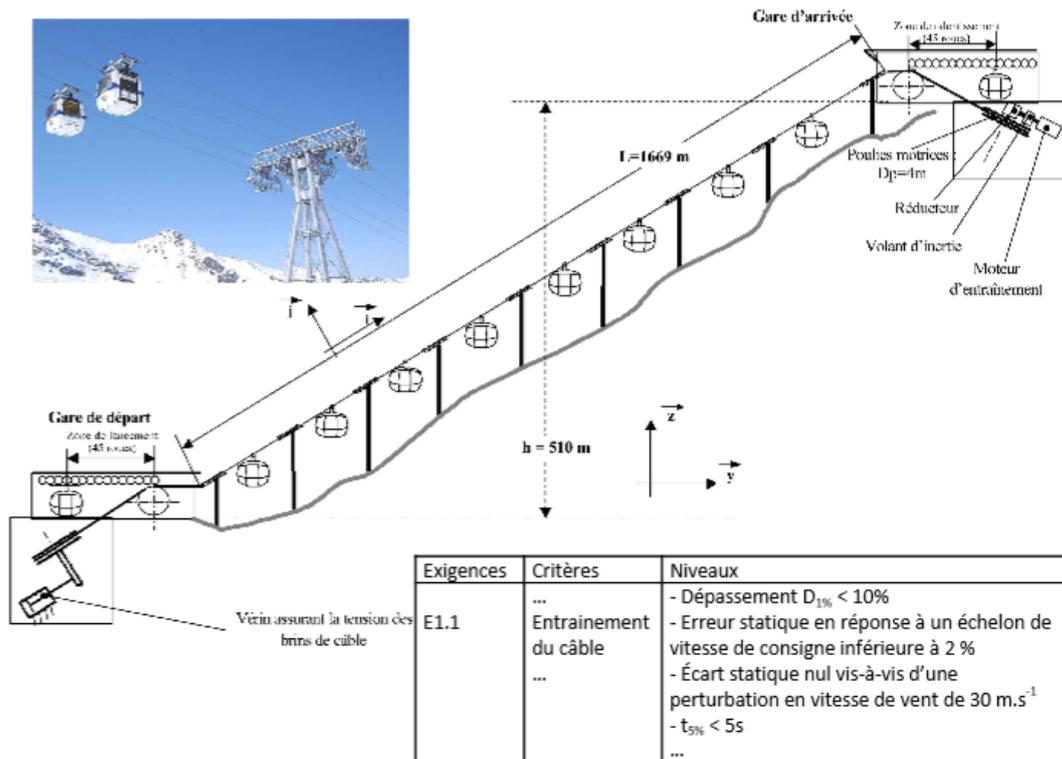
TD : réglage et correction des SLCI

**Etude de l'asservissement en vitesse du câble tracteur du téléphérique à conduite double FUNITEL**

(D'après Mines-Ponts MP 2003)

On s'intéresse aux performances d'un asservissement en vitesse du câble tracteur du téléphérique à conduite double\* FUNITEL dont on donne ci dessous une description structurale ainsi qu'un extrait partiel de cahier des charges fonctionnel.

\* : On parle de téléphérique à conduite double car les cabines du FUNITEL reposent sur deux brins de câble porteur et tracteur distants de 3,2 m, ce qui est différent des autres téléphériques sur lesquels les cabines sont accrochées à un seul câble. L'intérêt principal de cette solution est la plus grande stabilité de l'ensemble sous un vent latéral. En effet, dans une installation à un seul câble l'inclinaison par rapport à la position d'équilibre atteinte par une cabine soumise à un vent latéral constant de  $108 \text{ km.h}^{-1}$  est de  $17^\circ$ . L'amplitude maximale du mouvement d'oscillation d'une cabine est alors de l'ordre de  $34^\circ$ , ce qui est à la fois gênant et très dangereux pour les passagers. En contrepartie, la solution à double câble annule quasiment tous ces mouvements parasites et permet de poursuivre l'exploitation par vent fort.



La vitesse de déplacement des cabines est une des caractéristiques principales du fonctionnement du système. Un asservissement de cette vitesse de déplacement est donc réalisé sur le système d'entraînement du câble afin de garantir les performances du cahier des charges.

La vitesse du câble est imposée par la vitesse de rotation  $\omega_M(t)$  de l'arbre moteur. L'entraînement du câble par le moteur est réalisé par un réducteur dont la sortie assure la rotation d'une poulie de diamètre  $D = 4 \text{ m}$  sur laquelle s'enroule le câble. Le rapport de réduction est tel que lorsque les cabines se déplacent à la vitesse normale de  $7,2 \text{ m/s}$ , le moteur tourne à sa fréquence de rotation nominale. Le moteur à courant continu est commandé par une tension  $u_M(t)$ . Un amplificateur de gain  $K_A$  ( $K_A = 30$ ) fournit la puissance électrique nécessaire et il est commandé par une consigne de tension  $u_A(t)$  provenant d'un correcteur. La vitesse  $v(t)$  du



**Q.7.** Déterminer littéralement le temps de réponse à 5 %. Déterminer la condition sur  $K_c$  pour satisfaire le critère de rapidité du cahier des charges.

**Q.8.** Déterminer l'expression littérale de l'erreur statique pour une entrée en échelon de valeur  $V_0$ . Déterminer la condition sur  $K_c$  pour satisfaire le critère de précision du cahier des charges.

**Q.9.** En déduire la tension maximale en entrée du moteur pour une consigne de vitesse en échelon de  $7,2 \text{ m.s}^{-1}$  lorsque  $K_c$  prend la valeur minimale permettant de satisfaire les conditions déterminées questions 7 et 8. Conclure quant à la pertinence d'un correcteur proportionnel.

**Étude du comportement dynamique de l'asservissement en poursuite avec un correcteur intégral**

On considère le correcteur intégral  $C(p) = \frac{K_i}{p}$  et on se propose de déterminer la valeur du gain  $K_i$  permettant de respecter les critères du cahier des charges.

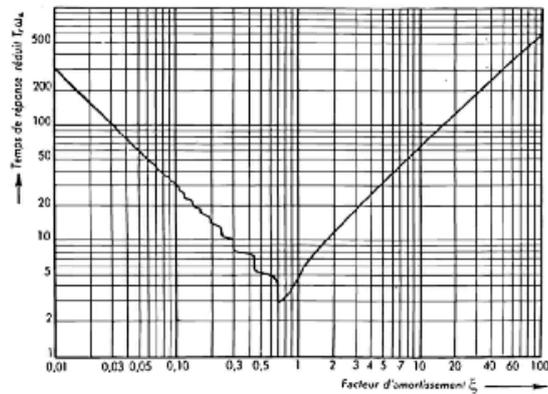
**Q.10.** Déterminer l'expression de la fonction de transfert  $H(p) = \frac{V(p)}{V_c(p)}$  et montrer qu'elle peut se mettre sous la forme d'un deuxième ordre dont on précisera les valeurs des paramètres canoniques.

**Q.11.** Le système respecte-t-il le critère de précision du cahier des charges ?

**Q.12.** Déterminer la valeur du facteur d'amortissement assurant un dépassement de 10 %. En déduire la valeur de  $K_i$ .

**Q.13.** Déterminer alors le temps de réponse à 5 % et conclure quant au respect du cahier des charges.

**Q.14.** Quelle est la valeur de  $K_i$  qui aurait permis d'avoir un temps de réponse à 5 % minimum ? Quel aurait été ce temps de réponse ? Quelle aurait été la valeur du dépassement ? Conclure.

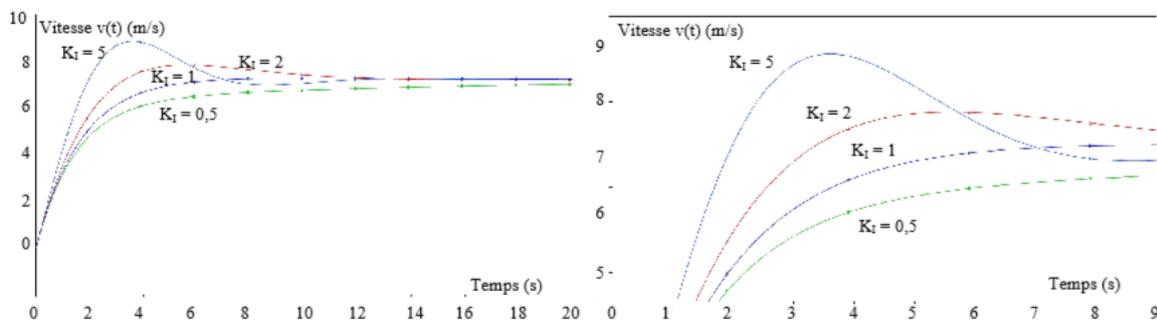


**Détermination d'un correcteur proportionnel et intégral et vérification de l'influence de la perturbation**

On souhaite bénéficier des performances du correcteur proportionnel pour sa rapidité et des performances du correcteur intégral pour sa précision.

On adopte alors un correcteur proportionnel intégral de la forme  $C(p) = K_c + \frac{K_i}{p}$  avec  $K_c = 5,6$ .

**Q.15.** On simule sur un logiciel adapté la réponse à un échelon de vitesse de  $7,2 \text{ m.s}^{-1}$  pour plusieurs valeurs de gain  $K_i$ . Déterminer en justifiant la(les) valeur(s) du gain  $K_i$  permettant de respecter tous les critères du cahier des charges.



**Q.16.** En exposant clairement la démarche, montrer que le cahier des charges est satisfait pour la précision vis-à-vis de la perturbation (on considérera  $V_c(p) = 0$  et  $C_R(p) = \frac{C_{RO}}{p}$ ). Conclure quant à la pertinence de ce choix de correction.