

58 Le problème est d'abord décrit par une équation de Newton : l'automotrice est entraînée par la gravité :

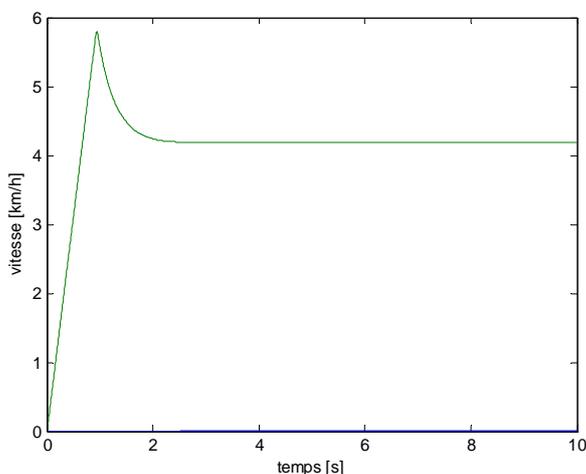
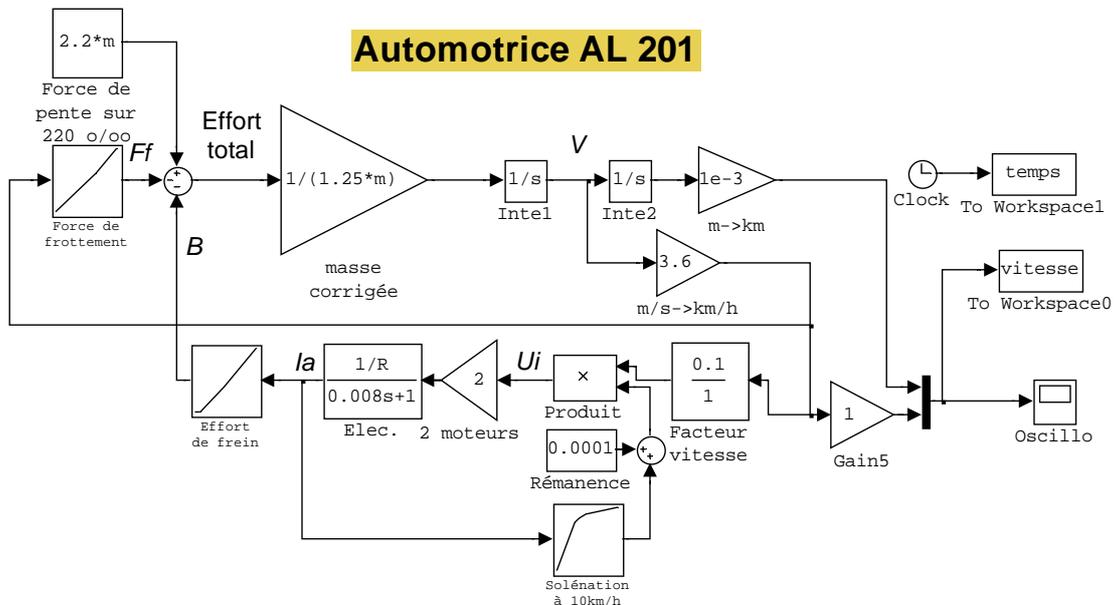
$$m \cdot a(t) = \sum F(t) = m g i - F_f(t) - B(t)$$

On a admis la déclivité comme une constante sur le début du parcours. Pour la force de frottement, on peut prendre la courbe 9 de la figure 3.3, seule valeur en crémaillère disponible. Le document fourni pour l'exercice permet de déterminer, pour un moteur, l'effort de retenue en fonction du courant traversé. D'après la fiche 8.6.97, c'est le même courant ; on peut donc doubler l'effort pour les deux moteurs de traction. Pour déterminer l'évolution de la vitesse, il faut donc intégrer l'accélération. Faute de donnée, on a admis pour cette automotrice très légère à fort rapport de réduction un facteur des masses tournantes de 1,4.

$$v(t) = \int a(t) = \frac{1}{1,4 m} \int (m g i - F_f(t) - B(t))$$

Il faut encore déterminer le courant qui circule dans la boucle selon le schéma de la fiche 8.6.97. La source dans la boucle est la tension induite U_i dans chaque moteur, soit deux sources de même valeur qui débitent dans une résistance de $2,3 \Omega + 2 \times 0,1126 \Omega = 2,5252 \Omega$. Faute d'information, on estime une inductance de 10 mH. Les courbes de solénation sont indiquées par le document fourni.

Plutôt qu'une démarche manuelle, on simule les équations sous *Matlab/Simulink* :



On observe bien l'accélération rapide sur 220 ‰ et l'amorce du frein électrique après environ 1 seconde, le ralentissement puis la stabilisation vers 4 km/h. Ce comportement correspond au témoignage des collaborateurs du chemin de fer qui ont connu l'incident.

Il est à noter que sans la rémanence, le frein électrique ne s'amorce pas !