117*A. On va déterminer les puissances électriques des deux trains en fonction des puissances mécaniques nécessaires au service. On attribue l'indice « 1 » au train descendant et « 2 » au montant. Les deux trains circulant à vitesse constante, l'effort de traction à la jante doit équilibrer les frottements et l'effet de la déclivité. Pour les frottements, on utilise la courbe 10 sur la figure 3.3 (automotrice) et la courbe 3 sur la figure 3.4 (voiture). La correction de déclivité pour tenir compte de la courbe s'additionne en rampe et se soustrait en pente : ce sont des frottements localisés

$$Z_{j2} = (m_{\mathrm{aut}} + m_{\mathrm{voi}} + m_{\mathrm{voy}}) \cdot i_2 \cdot g + F_{\mathrm{f}} = 32 \quad [\mathrm{kN}] \qquad (117\text{-}1)$$

$$B_{j1} = (m_{\mathrm{aut}} + m_{\mathrm{voi}} + m_{\mathrm{voy}}) \cdot i_1 \cdot g - F_{\mathrm{f}} = 23 \quad [\mathrm{kN}] \qquad (117\text{-}2)$$

Comme ils circulent à 40 km/h, on en déduit les puissances mécaniques requises. Selon la fiche, on calcule le rendement de la transmission mécanique η_{G} = 0,9545. Pour les moteurs et les hacheurs, on estime les rendements η_{mot} = 0,96 et η_{h} = 0,97. Quel que soit le sens du transit de puissance, le rendement est toujours inférieur à 1 !

On trouve les puissances électriques P_1 = 225 kW et P_2 = 398 kW.

B. On peut déterminer les équations maintenant que les puissances électriques sont connues. On désigne par I_1 le courant injecté par le train descendant et par I_2 celui absorbé par le train montant. Le même indice désigne les tensions et puissances au même endroit. A l'emplacement du train descendant.

$$P_1 = U_1 * I_1 \qquad (117\text{-}3)$$

$$U_1 = U_{\mathrm{ss}} - R_1 * (I_2 - I_1) \qquad (117\text{-}4)$$

A l'emplacement du train montant.

$$P_2 = U_2 * I_2 \qquad (117\text{-}5)$$

$$U_2 = U_1 - R_2 * I_2 \qquad (117\text{-}6)$$

On doit donc résoudre un système de 4 équations à 4 inconnues. On élimine d'abord la tension des deux paires d'équations.

$$P_1 - U_{ss} \cdot I_1 + R_1 \cdot I_1 \cdot I_2 - R_1 \cdot I_1^2 = 0 \qquad (117\text{-}7)$$

$$P_2 \cdot I_1 - P_1 \cdot I_2 + R_2 \cdot I_1 \cdot I_2^2 = 0 \qquad (117\text{-}8)$$

En injectant dans l'équation (8) I_2 extrait de l'équation (7), on obtient une équation de degré 4 pour le courant I_1.

Il ne reste plus qu'à la résoudre par *MATLAB*. On rejette les 2 solutions complexes. On a calculé une puissance de freinage de 225 kW, ce qui donnerait 150 A à tension nominale : cela donne l'ordre de grandeur de la solution mathématique à conserver.

I_1 = 134 [A]

L'équation (3) nous permet d'identifier la tension à la ligne de contact pour le train descendant.

U_1 = 1673 [V]

Les équations (5) et (6) nous permettent de calculer le courant absorbé et la tension à la ligne de contact pour le train montant.

I_2 = 242 [A]

U_2 = 1644 [V]

A Arzier, la tension vaut la moyenne des deux tensions aux trains, soit U_{lc} = 1658 [V]. La sous-station doit donc fournir 107 A.

Dans ce cas très favorable de deux trains proches, le train descendant assure un peu plus de la moitié de la puissance nécessaire au train montant. On a négligé la consommation des auxiliaires et celle du chauffage des compartiments, ce qui fait croire à un rendement de récupération meilleur qu'il ne l'est en réalité.