

12* A Si l'automotrice développe 180 kN à 36 km/h, cela correspond à une puissance mécanique à la jante de 1,8 MW. Le rendement de la transmission peut être déduit de la fiche descriptive :

$$\eta_G = \frac{175 \cdot 41 / 3,6}{2000} = 0,996 \quad (1)$$

On peut estimer le rendement des moteurs de traction à $\eta_{\text{mot}} = 0,96$ et le rendement des convertisseurs à la même valeur $\eta_t = 0,98$. On en déduit une puissance à la ligne de contact de $P_{\text{él}} = 1,92 + 0,25 = 2,17$ MW.

On se trouve dans le cas d'une section alimentée aux deux extrémités par une sous-station, on peut donc se reporter à la figure 10.17 qui donne les chutes de tension dans ces circonstances, en négligeant la chute de tension interne des sous-stations.

$$\Delta U = \frac{d}{4} R' I \quad (2)$$

Le document fourni pour l'exercice nous donne $d = 5,44$ [km]. La résistance linéique peut être calculée d'après la section équivalente cuivre de la ligne, $S_{\text{CU}} = 282$ mm².

$$R' = \frac{\rho_{\text{CU}}}{S_{\text{CU}}} = 60,2 \cdot 10^{-3} [\Omega / \text{km}] \quad (3)$$

Le courant n'est pas connu, mais peut être déduit de la puissance calculée précédemment.

$$I = \frac{P_{\text{él}}}{U_{\text{ss}} - \Delta U} \quad (4)$$

On doit alors trouver une solution pour une équation du deuxième ordre :

$$\Delta U^2 - U_{\text{ss}} \Delta U + \frac{d}{4} P_{\text{él}} R' = 0 \quad (5)$$

En résolvant – par exemple avec *MATLAB* – on trouve deux solutions parmi lesquelles on sélectionne la plus vraisemblable : $\Delta U = 235$ [V]. Il ne reste que 810 V à la ligne de contact.

B Le courant est calculé selon l'équation (4), $I = 2679$ A, dont 309 A pour les auxiliaires. Comme on est à mi-distance, on considère que chaque sous-station délivre $I_{\text{ss}} = 1339$ A. Chaque sous-station est donc chargée à 1,4 MW si la tension de sortie est bien de 1,045 kV, soit presque à sa puissance de définition de 1,6 MW.

Sachant que l'automotrice peut développer en pointe jusqu'à 2,4 MW (+250 kW), l'installation pourrait paraître sous-dimensionnée pour permettre à l'automotrice de développer toutes ses qualités, heureusement que les sous-stations sont capables de supporter une importante surcharge momentanée (~5 min.). L'automotrice a une puissance de pointe sous 1 kV=, le courant calculé est proche du maximum, limité à $4 \times 680 = 2720$ A par la commande des convertisseurs de réseau. La puissance des auxiliaires les traverse aussi. Il faudra peut-être arrêter le chauffage quelques minutes jusqu'à ce que la puissance de traction nécessaire ait diminué. Si on tient compte des pertes internes aux redresseurs, on constate que le courant calculé ne peut pas être atteint, donc l'effort non plus. De plus le logiciel de commande limite le courant à une valeur inférieure à 680 A lorsque la tension est plus faible que la nominale.

C En l'état, l'alimentation en antenne ne permet de fournir que 1,6 MW comme valeur nominale. En tenant compte de la surcharge possible (50 à 100 %), le personnel de conduite devra recevoir des instructions pour limiter les performances de son véhicule – qui n'admet pas des tensions inférieures à 700V – peut-être au prix d'un retard sur l'horaire.

D Avec deux pantographes levés, le courant se répartit sur la surface d'appui de deux palettes sur le fil de contact. Aux faibles vitesses pratiquées sur la ligne, l'onde d'oscillation de la ligne de contact provoquée par le passage du premier pantographe devrait être atténuée au passage du second. Il faudrait cependant vérifier que l'intervalle entre pantographes (41,3 m) n'est pas proportionnel à la longueur d'onde d'oscillation du fil, ni à la distance entre les supports de la ligne de contact, afin d'écartier de possibles phénomènes de résonance.