



## RÉPONSES

# Alimentation d'une locomotive électrique

---

1. Relation entre  $\rho$ ,  $R$ ,  $L$  et  $S$  à connaître, sinon facilement identifiable par analyse dimensionnelle. Réfléchir ensuite sur la dépendance en  $L$  et  $S$  : quelle conditions pour minimiser les pertes ?
2. Analogie avec l'expression de l'énoncé :  $r_1 = \lambda x$ .
3. Loi des mailles :  $U = E - \lambda \cdot I \cdot x$ .
4. Définition de  $D_{max}$ , on trouve :  $D_{max} = \frac{\Delta U_{lim}}{\lambda I} = 22,5$  km. Cela permet-il de faire fonctionner la voie ferrée ?
5. Schéma soigné où deux mailles figures, chacune avec un générateur de tension  $E$ .
6. On a  $r_1 = \lambda x$  et  $r_2 = \lambda(D - x)$
7. Pont diviseur de courant :  $I_1 = \frac{r_2}{r_1 + r_2} I = \frac{D-x}{D} I = (1 - \frac{x}{D}) I$
8. Lois des mailles et loi d'Ohm :  $U(x) = E - \lambda I x (1 - \frac{x}{D}) = \frac{\lambda I}{D} x^2 - \lambda I x + E$ . Il y a décroissance.
9. Condition  $E - U(x = D/2) < \Delta U_{lim}$ , donc  $D_{max} = \frac{4 \Delta U_{lim}}{\lambda I} = 90$  km. Quelle conséquence sur la position des stations ?
10. Pont diviseur de courant :  $I_1 = (1 - \frac{x}{D}) I$  et  $I_2 = \frac{x}{D} I$ .
11. Somme des puissances dissipées :  $P_J = \lambda(x - \frac{x^2}{D}) I^2$ , fonction qui admet un maximum en  $x = d/2$ .
12. La puissance électrique instantanée consommée par la motrice vaut  $P = U(x) \times I$  et  $U(x)$  admet un minimum en  $x = d/2$ , donc  $p_{min} = U(d/2) \times I$  entre deux stations.
13. Le rendement  $\eta$  est le rapport de la puissance consommée sur la puissance fournie :  $\eta = \frac{P_{J,max}}{p_{min}} = \frac{632 \text{ kW}}{14,3 \text{ MW}} = 4,4\%$ .
14. On a  $U_f(d/2) = E - \frac{\lambda d I}{8}$ . La dérivée  $\frac{dU_f}{dx} = -\frac{\lambda I}{2d}(2d - 6x)$  s'annule en  $x = d/3$  et  $\frac{d^2U_f}{dx^2} = \frac{3\lambda I}{D} > 0$  donc  $U_f(x)$  admet un minimum en  $x = d/3$ . Sa représentation graphique est une parabole orientée vers le haut décalée vers la droite (centrée sur  $x = d/3 > 0$ ) et d'ordonnée à l'origine  $E$  ( $U_f(0) = E$ ). Quel est donc le rôle du *feeder* ?

**Bonus.** Il recherche ce qu'est le théorème de Kennely et le mettre en application.