

1* Sur une ligne de 20 km électrifiée en monophasé, on remorque avec une 185 de la DB des trains de 1600 t à 100 km/h. Elle comprend une rampe de 10 km à 5 ‰. Après un grave incident dans la sous-station qui alimente la ligne de contact de ce tronçon, l'alimentation électrique n'est plus disponible. La ligne doit être exploitée transitoirement en traction thermique. (Fiches 8.5.13 & 8.10.23, fig. 4.229)

A Combien faut-il alors de 285 de *CBrail* pour assurer la remorque d'un tel train ?

B On se pose la question de la réparation de l'installation électrique. Exposer au Conseil d'Administration les critères de choix.

5* On envisage de porter la ligne de l'Uetliberg d'une tension actuelle de 1200V= à 1500V=. On veut commander des nouveaux trains aptes aux deux tensions.

A Quelles sont les conséquences de cette élévation de tension sur les installations fixes : modification à apporter, comportement en exploitation ?

B Quelles sont les implications sur le matériel roulant actuel ? Modifications ? Mise hors service ?

7* Une erreur de composition s'est glissée dans la 2^e édition (2008) de *Traction Electrique*, faisant disparaître des caractères à la page 484 (parenthèses, primes, signes de différences, delta,...). (doc. Annexe).

A l'aide de la figure 10.15 et des équations (10.9) à (10.25), rétablir les équations de cette page dans leur intégralité.

9* Une rame de banlieue de FEPASA (Fiche 8.3.47) est prévue pour circuler à São Paulo.

A Pourquoi le constructeur a-t-il dimensionné les moteurs pour 2500V/2 alors que la tension nominale à la ligne de contact est de 3000V=.

B Déduire les conséquences sur la commande du hacheur.

11* La première ligne à grande vitesse des FS, *Direttissima*, a été mise en service en 1977. Comme l'ensemble du réseau, elle est électrifiée en 3 kV=. Les lignes à grande vitesse plus récentes ont été électrifiées en 25 kV 50 Hz. Les FS étudient la conversion de cette ligne en monophasé.

A Analyser les avantages et inconvénients d'une telle modification.

B Evaluer les travaux à effectuer, et leur organisation, de manière à maintenir le trafic sans perturbation.

12* Le Chemin de fer Rhétique (RhB) a commandé des automotrices triples bicourant (fiche 8.5.98). Etudier leur circulation sur la ligne de la Bernina (1 kV=, voir document). Pour les auxiliaires et le chauffage, on considère une valeur de 250 kW.

A A mi-distance entre Poschiavo et Cadera où se trouvent deux sous-stations en service, un train panoramique *Bernina-Express* est remorqué à 36 km/h par une automotrice qui développe en ce moment 180 kN. Quelles sont les chutes de tension, ou quelle est la tension à la ligne de contact?

B Quel courant soutire l'automotrice ? Quelle puissance délivre chacune des sous-stations ? Evaluer le dimensionnement des installations fixes par rapport à celui du véhicule moteur.

C Quelle serait la conséquence en cas d'alimentation par la seule sous-station de Cadera, celle de Poschiavo étant en maintenance?

D Sur la ligne de la Bernina, on circule avec deux pantographes levés : expliquer les avantages et inconvénients dans le couple pantographe – ligne de contact.

14* Une 252 de la RENFE (Fiche 8.3.15, p.4) remorque un train de voyageurs de 500 t sur une ligne à double voie électrifiée en 3000 V (voir doc.).

A Quelle est l'intensité maximale que la locomotive peut appeler au kilomètre 15, pour que la tension à la ligne de contact ne descende pas au-dessous de 3 kV ?

B Sachant que le courant nécessaire aux auxiliaires et à la puissance hôtelière du train s'élève à 108 A, et que le rendement de la locomotive est de 0,85, quel est la puissance à la jante alors disponible ?

C Quels sont les points de la ligne où la chute de tension est maximale, à courant égal ?

28* Vers Löchligut, un signal est resté fermé. Un IC Genève Saint-Gall formé de 14 VU IV (42 t pièce) et occupé par 600 voyageurs a été ralenti presque jusqu'à l'arrêt. A l'ouverture du signal, la Re 460 (fiche 8.3.12) accélère le train à effort maximal en direction du Grauholz. On considère la ligne comme en palier.

(2014)

A Quelle est l'accélération dans la première centaine de mètres, puis à l'intérieur du tunnel à double voie vers 75 km/h?

B Quel est le courant soutiré à la ligne de contact à 10 km/h, puis à 75 km/h, si la tension est à sa valeur nominale?

Le même train circule ensuite à vitesse stabilisée à 200 km/h entre Mattstetten et Rothrist, sur un tronçon en palier à l'air libre.

C Quel est alors l'effort de traction nécessaire ? Quelle est la puissance mécanique?

D Quel est le courant soutiré à la ligne de contact si la tension est à sa valeur nominale?

29* On a calculé le facteur de puissance (voir Doc 29) d'une Re 4/4 II (fiche 8.3.3). Au Gothard, une Re 4/4 II remorque un train de 600 t à 20 km/h avec son effort de traction maximal. (2014)

A déterminer le facteur de puissance de l'engin de traction, le courant au secondaire et le cran du gradateur.

B Quels sont les courants actif et réactif appelés à la ligne de contact? Faute de donnée, on néglige les pertes dans le transformateur et on le considère idéal.

C Quelle est la tension à la sous-station située à 10 km de là ? A cette heure de la nuit, on admet qu'il n'y a pas d'autre train sur ce secteur électrique. La ligne est à double voie (fig. 10.10) et la tension à l'emplacement du train est de 15,00 kV.

D Quel est alors le facteur de puissance de la sous-station ?

115* Le gouverneur de Californie est sensible aux gaz à effet de serre. Il souhaite électrifier une première partie du réseau de chemins de fer de son état (voir document annexe) et réduire ainsi les émissions de CO₂. Il souhaite aussi augmenter l'offre des trains pour les rendre plus attractifs pour les usagers, en particulier pour le trafic passager pendulaire à courte distance (à moyenne distance au sens européen du terme).

A Choisir un système d'électrification. Hormis les lignes de métro et tramway qui sont indépendantes du réseau de chemin de fer, aucune ligne n'est électrifiée. 1,5 kV= (comme région Chicago), 3 kV= (comme autrefois Chicago-Milwaukee), 11 kV 25 Hz (comme côte est USA, sud de New York), 12,5 ou 25 kV 60 Hz (comme côte est USA, nord de New York).

B Sachant que le réseau triphasé à 60 Hz est toujours à moins de 3 kilomètres des lignes ferroviaires, déterminer le nombre et l'implantation des sous-stations qui alimenteront la ligne de contact.

C Proposer un cahier des charges pour des locomotives pour services voyageurs et marchandises (voir document annexe). On sait que les embranchements d'entreprises resteront sans ligne de contact. Si un modèle proche est connu sur le marché, le mentionner.

D Est-ce que l'électrification est aussi économiquement favorable pour le trafic mentionné ?

116* Une RABe 511 (fiche 8.3.67) circule à 40 km/h vers le CEG, avant Genève-Sécheron, elle accélère alors vers Lausanne à plein effort jusqu'à la pleine puissance puis à pleine puissance jusqu'à 140 km/h, vitesse maximale autorisée sur la ligne. La voie est alimentée en antenne depuis Les Tuileries (à 4,4 km de là). On pose les hypothèses suivantes :

- Ces véhicules modernes ont un facteur de puissance de $\lambda = 1$ (anciennement $\cos\phi = 1$).
- Dans ce train fort matinal, on n'a qu'environ 40 voyageurs, soit 3 t.
- On négligera la puissance nécessaire à la climatisation et aux auxiliaires.
- La ligne de contact est de construction standard CFF (fig. 10.10), $\rho_{lc} = 80 + 130j$ [m Ω /km]. La voie est établie en rails UIC de 60 kg/m, $\rho_{voie} = 30$ [m Ω /km].
- Chacune des 3 voies parallèles est alimentée par un contacteur indépendant, comme une voie unique. La zone de gare qui vient d'être quittée, et les voies de débords, sont raccordées à un autre contacteur depuis le même jeu de barres.
- La tension de sortie de la sous-station est de 17 kV. (2015)

A Calculer le courant appelé et la chute de tension au moment où le mécanicien demande le plein effort. Quel est alors le courant complexe à la sous-station.

B Refaire le calcul du courant au moment où la puissance maximale est atteinte.

C Refaire le calcul du courant au passage devant la sous-station, à vitesse stabilisée à 140 km/h.

117* Une rame Be 4/4 + Bt (fiche 8.7.5) descend de Saint-Cergue à 40 km/h en frein à récupération à 1 km d'Arzier. Une autre monte de Nyon à 1 km d'Arzier à la même vitesse. (voir Doc 117) Chaque convoi est occupé par 50 voyageurs. Calculer les tensions en gare d'Arzier et à l'emplacement des convois. Quel est le courant fourni par la sous-station ? (2015)

120* Une Be 6/8 des TPG (fiche 8.6.65) vient de quitter le terminus de Nations avec 40 usagers. Elle se trouve à l'arrêt Sismondi. (voir Doc 120) Le wattman demande alors les pleines performances pour accélérer le tram à sa vitesse maximale sur l'avenue de France. (2015)

A Calculer le courant appelé et la tension à la ligne de contact pour une vitesse de 5 km/h. Pour la position, on considère que le tram est à l'emplacement de l'arrêt.

B Calculer le courant appelé, la tension à la ligne de contact et la position lorsque la pleine puissance est atteinte.

C Calculer le courant appelé, la tension à la ligne de contact et la position lorsque la vitesse maximale est atteinte.