

**3\*** A l'occasion de la construction de la nouvelle gare souterraine de transit à Zürich, on prévoit de trains Uetliberg–Zürich-Uster. La ligne de l'Uetliberg est alimentée en 1200 V= alors que le S-Bahn de Zürich est alimenté en 15 kV 16,7 Hz. On prévoit des rames automotrices articulées pour quais de 55 cm, avec plancher bas à environ 60 cm du rail. (2008)

**A** Concevoir un entraînement pour 1500 V= / 15 kV 16,7 Hz, apte aussi à fonctionner sous la tension actuelle de 1200 V=.

**B** Dimensionner la puissance à installer pour un train de quatre voitures offrant environ 180 places assises et autant de places debout. (Exemples : Fiche 8.3.21 et fiches *Stadler*). On veut atteindre 140 km/h, et une accélération de  $1 \text{ m/s}^2$  jusqu'à 60 km/h en palier à pleine charge sous ligne monophasée. Sous ligne continue, on veut tenir l'horaire actuel sur l'Uetliberg avec une vitesse maximale de 70 km/h (doc. annexe).

**C** Etudier si l'architecture articulée  $\text{Bo}'\text{-}2'\text{-}2'\text{-}2'\text{-Bo}'$  peut convenir ou s'il faut choisir une motorisation mieux répartie : rames  $\text{Bo}'\text{-}2'\text{-Bo}'$  +  $\text{Bo}'\text{-}2'\text{-Bo}'$  ? Motorisation des bogies *Jacobs*, mais alors où placer les équipements ?

**15\*** Une section de ligne en rampe et en alignement comporte successivement, à compter du point kilométrique 0 (noté PK 0) :

- une rampe de 8,5‰ jusqu'au PK 0,7,
- une zone de raccordement cylindrique s'étendant du PK 0,7 jusqu'au PK 1,3 (rayon de courbure verticale de 33 000 m),
- une rampe de 15‰ jusqu'au PK 4.

Un train – engins moteurs compris – de masse 4500 t et de longueur 1,5 km a sa tête arrêtée au PK 2. On considérera que la masse est uniformément répartie sur la longueur du convoi, locomotives comprises. (d'après ESTP 1992)

**A** Calculer le profil équivalent sous le train.

**B** Quel est l'effort nécessaire au démarrage pour garantir une accélération de  $0,03 \text{ m/s}^2$  jusqu'à 33 km/h ?

**C** Résoudre la même question que **B**, si la tête se trouve au PK 3.

**D** Un tel train peut-il être remorqué par deux locomotives  $\text{C}_0\text{C}_0$  en tête avec attelage à vis ?

**16\*** Une Re460 remorque un train et développe un effort de traction de 275 kN. Le crochet d'attelage se trouve à 1050 mm au-dessus du rail et le pivot du bogie à 200 mm. (Fiche 8.3.12)

**A** Il y a deux erreurs à l'équation (3.31) du livre *Traction Electrique* :

1. Dans le calcul de la force normale à l'essieu, les auteurs ont oublié de diviser par 2 la surcharge d'un bogie qui se répartit sur les deux essieux.
2. Les auteurs ont aussi oublié dans (3.30) la réaction du couple à l'essieu sur le palier.

Corriger l'équation (3.31).

**B** Calculer la répartition des charges sur les essieux en admettant que le train est sur un palier et que la dérivée de l'effort est nulle.

**C** Quelles sont les valeurs de coefficients d'adhérence minimaux aux essieux pour que cette performance puisse être accomplie ?