

- 31\*** On veut dimensionner une locomotive de 64 t. pour des lignes à faible charge par essieu.
- A** Quel effort maximal pourra-t-elle développer au démarrage sur rail propre et sec?
- B** Quelle sera la puissance installée, l'effort maximal pourra être fourni jusqu'à 80 km/h?
- C** Quel sera l'effort subsistant à la vitesse maximale de 140 km/h?
- 32\*** Les TL envisagent la prolongation du LO jusqu'au CHUV; les arrêts intermédiaires entre la gare et le nouveau terminus seront Flon et Beaulieu. La tension de la ligne de contact passera à 750 V=. On maintiendra la crémaillère sur le tronçon inférieur (120 ‰). Le tracé nouveau - établi en tunnel sera soit à adhérence (60‰) soit à crémaillère (80‰).
- Discuter des équipements possibles pour le futur matériel roulant et proposer un choix.
- 33\*** On veut construire une automotrice de type TSOL (fiche 8.11.3) pour la ligne Lausanne - Ouchy (longueur 1,5 km; déclivité: moitié inférieure: 70‰, moitié supérieure: 120‰). Les bogies seront mixtes à crémaillère et adhérence, du type MC (fiche 8.6.99), ce qui implique un poids supplémentaire de 2 t. Les vitesses requises sont: 30 km/h à la montée et 25 km/h à la descente. Cette automotrice doit en outre circuler sur TSOL avec les mêmes performances que les rames actuelles.
- A** Définir les courbes enveloppes  $Z(V)$  et  $B(V)$  répondant au programme d'exploitation.
- B** Choisir des moteurs à collecteur (valeurs nominales et maximales).
- C** Imaginer une commande à rhéostat:
- type(s) de couplage en traction et freinage
  - nombre de crans pour des à-coups inférieurs à 20 % de la valeur d'effort précédente.
- D** Quelles seraient les implications d'une commande à hacheurs?
- E** Serait-il plus favorable de choisir des moteurs asynchrones? Expliquer.
- 34\*** Calculer la charge maximale de train marchandises applicable à une Re 4/4III sur la ligne Wädenswil – Arth-Goldau. Dans chaque gare, le train peut être contraint à l'arrêt pour permettre le croisement d'un autre train. Il doit pouvoir démarrer et accélérer jusqu'à 80 km/h.
- 35\*** Une rame du TSOL (fiche 8.11.3) démarre de la station EPFL en direction de Flon. Calculer l'accélération moyenne maximale jusqu'à 30 km/h pour la rame vide et pour la rame à capacité maximale de passagers.
- 36\*** Calculer le temps nécessaire pour atteindre 140 km/h avec une Re 4/4 II (fiche 8.3.3) remorquant un train de 12 voitures VUIV (43 t. à vide) en palier. Il est occupé par 600 voyageurs.
- 37\*** Une rame de deux automotrices de tramway (fiche 8.6.4) démarre à la Terrassière devant *Eaux-Vives 2000* en direction de Moillesullaz (rampe 45‰). Calculer les accélérations maximales possibles à pleine charge et à demi-charge.

**42\*** L'Eurocity Ticino (Milano - Zürich), formé de 10 voitures climatisées internationales (CFF et FS) occupées par 400 voyageurs franchit le seuil de la Biaschina en rampe continue de 27 ‰ pendant 12 kilomètres. Il est remorqué par une Re 4/4 II à vitesse constante de 80 km/h (fiche 8.3.3). Une voiture: 43 t., un voyageur avec bagages: 80 kg.

A Calculer l'effort nécessaire:

- Pour les 5 premiers kilomètres entre Bodio et le viaduc de Travi, à l'air libre avec des courbes de rayon supérieur à 900 m.
- Dans les tunnels hélicoïdaux de Travi et Pianotondo, en courbe de 300 m. La section des tunnels est telle que la résistance aérodynamique vaut le double de celle mesurée à l'air libre.

B Refaire le calcul pour un train de même composition circulant en frein électrique en direction de Milano sur le même itinéraire.

C Sur quel cran le mécanicien doit-il positionner le gradateur pour les 4 cas mentionnés.

D Quel est le courant demandé à la ligne de contact dans les tunnels par le train montant?

**43\*** On veut franchir le Gothard (rampes de 27‰) à 80 km/h avec un train marchandises de 650t. On souhaite le remorquer par une Ae 6/6 (fiche 8.3.66).

a Calculer l'effort pour maintenir la vitesse à l'air libre sur la rampe en courbes de 300 m.

b Quel effort l'équipement électrique de la locomotive peut-il développer au démarrage? Quel effort maximal peut-on transmettre à la jante d'une locomotive de 120 t telle la Ae 6/6?

c Si le train doit s'arrêter devant un signal, quelle sera l'accélération maximale au démarrage, puis à 65 km/h? En combien de temps et quelle distance atteindra-t-il 65 km/h?

d Est-il raisonnable de confier un train de cette masse à ce type de locomotive? Quelle est la masse maximale qu'on peut attribuer à cette locomotive sur le Gothard pour cette vitesse?

**44\*** Une rame du Rigibahn descend sur 250 ‰ à vitesse maintenue de 14 km/h lorsqu'une avarie de frein électrique survient. Le frein d'urgence entre en action en 1 seconde sur les 4 roues dentées de l'automotrice Bhe 4/4 et les 2 de la voiture pilote .

véhicule	tare	passagers
Bhe 4/4 21	30,6 t	10,0 t
Bt 31	11,4 t	8,6 t

A Quel est l'effort sur chaque roue dentée pour garantir une décélération de 1,5 m/s<sup>2</sup> jusqu'à l'arrêt?

B Quel effort doit supporter le coupon de profil à crémaillère fixé aux traverses?

C Quel est l'énergie thermique dégagée par le dispositif de freinage?

**45\*** Les caractéristiques d'un véhicule sont établies pour des roues mi-usées. Les roues neuves de Re 6/6 (fiche 8.3.4) ont un diamètre de 1260 mm et à mi-usure de 1235 mm. Le capteur de vitesse est placé sur l'axe de l'essieu et calibré pour des roues mi-usées.

A Quelle est la vitesse de rotation du moteur à 140 km/h (au compteur), roues mi-usées?

B Quelle est la vitesse maximale réelle avec des roues neuves?

C Le régime continu est défini: 235 kN à 111 km/h (cran 31). Le mécanicien a sélectionné le cran 31 et lit 110 km/h sur le compteur. Quel est l'effort réel à la jante de roues neuves?

D Outre la vitesse, les cadrans du pupitre de mécanicien affichent la tension à la ligne de contact, les courants dans les moteurs et les pressions au compresseur, à la conduite générale de frein et aux cylindres de frein. Le mécanicien peut-il s'apercevoir de l'écart d'effort par rapport à celui attendu par les caractéristiques?

**88\*** Une automotrice BDeh 4/4 de l'AOMC (fiche 8.6.99) (fig. 3.3, courbe 8) descend en frein électrique sur un tronçon à crémaillère en 130 ‰ à 21 km/h. Le train compte en outre une voiture pilote (fig. 3.4, courbe 3 + 40 N/t) et est occupé par 60 voyageurs.

A Sur quel cran circule l'automotrice? Pourrait-on maintenir cet effort de retenue pendant 20 km?

B La déclivité se réduit à 110 ‰, quelle sera la nouvelle vitesse si le mécanicien ne corrige pas le cran? Quel devrait être le cran pour rétablir la vitesse de 21 km/h?

C Pour quelle raison les crans de freinage 1 à 5 ont-ils un champ affaibli?

**89\*** Une B 80 des tramways de Köln est occupée par 90 usagers (document annexé).

a Calculer la valeur d'effort nécessaire pour imprimer à l'automotrice l'accélération souhaitée de  $0.8 \text{ m/s}^2$ : à 1 km/h, à 10 km/h et à 20 km/h.

b Jusqu'à quelle vitesse peut-on maintenir cette accélération?

c A quelle vitesse devra-t-on passer du couplage série au couplage parallèle? A quelle vitesse devra-t-on passer du domaine plein champ au domaine à champ affaibli?

d Décrire les transitions série-parallèle et parallèle-série: mouvements des contacteurs et circulation des courants.

**90\*** Un train descend de Châtelard à Vernayaz (ABDeh 4/4 + Bt) avec 115 passagers. (Fiche 8.6.96 et document annexé). Masse voiture: 15 t, frottement: fig. 3.4, courbe 3 (+ 40 N/t cré.).

Déterminer quel cran de freinage le mécanicien a sélectionné pour maintenir la vitesse :

A En adhérence entre Finhaut et Le Trétien sur 70 ‰ à 25 km/h. (fig. 3.3, courbe 8)

B En crémaillère entre Salvan et Vernayaz sur 200 ‰ à 14 km/h. (fig. 3.3, courbe 9)

**91\*** Un train du MC circule de Vernayaz aux Marécottes. Calculer l'énergie consommée par un train occupé par 80 passagers. (Voir document annexé). Les courbes et contre courbes ont un rayon moyen de 70 m sur 20 % du trajet (minimal 60 m). Indiquer également l'évolution du courant prélevé à la ligne aérienne en admettant une tension constante à 850 [V]. Le seul arrêt intermédiaire est Salvan. Evaluer l'échauffement des moteurs.

A Automotrice ABDeh 4/4 et voiture Bt (fiche 8.6.96) circulant à 20 km/h en crémaillère et 25 km/h en adhérence.

B BDeh 4/8 (fiche 8.6.95) roulant à 23 km/h en crémaillère et 27 km/h en adhérence.

**106\*** Les JREast ont mis en service deux types de rames bi-niveaux "MAX" à grande vitesse: E1 en 1994 (fiche 8.2.96) et E4 en 1997 (fiche 8.2.16).

**A** Calculer pour chacune ainsi que pour les Shinkansen 0 (fiche 8.2.3) les valeurs suivantes, rapportée à une place assise: tare, résistance à l'avancement à vitesse maximale, puissance nominale installée et longueur de la rame. Quelles sont les conséquences sur l'exploitation?

**B** Comparer les solutions électriques des deux rames MAX. Quelles sont les conséquences sur l'exploitation?

**107\*** Connaissant les accélérations maximales des rames "MAX", calculer le coefficient des masses tournantes:

E1  $0,444 \text{ m/s}^2$  pour 768 t, passagers compris.

E4  $0,458 \text{ m/s}^2$  pour 480 t, passagers compris.

Calculer l'accélération à 110 km/h. Calculer la puissance maximale.

**110\*** Comparer les résistances à l'avancement des TGV-SE et TGV-A (fig. 3.2). Estimer les résistances à l'avancement d'un TGV Duplex en tenant compte des paramètres suivants:

- Augmentation de la section de caisse (voir document annexe).
- Meilleur profil aérodynamique des extrémités.
- Meilleur carénage de toiture et des appareils sous plancher.
- Rames à 8 voitures comme TGV-SE.

En observant l'évolution de la construction des véhicules des 20 dernières années, sur quels paramètres pourrait-on encore obtenir de légers gains en résistance à l'avancement à haute vitesse?