

56 Masse à vide 38 t => masse corrigée $m^*=47,5$ t
 pour $\Delta a = 0,4 \text{ m/s}^2 \Rightarrow \Delta Z = 20 \text{ kN}$. Les valeurs seront différentes pour le train avec voyageurs, mais les à-coups d'accélération ("jerk") sont le plus sensibles pour l'automotrice seule à vide.

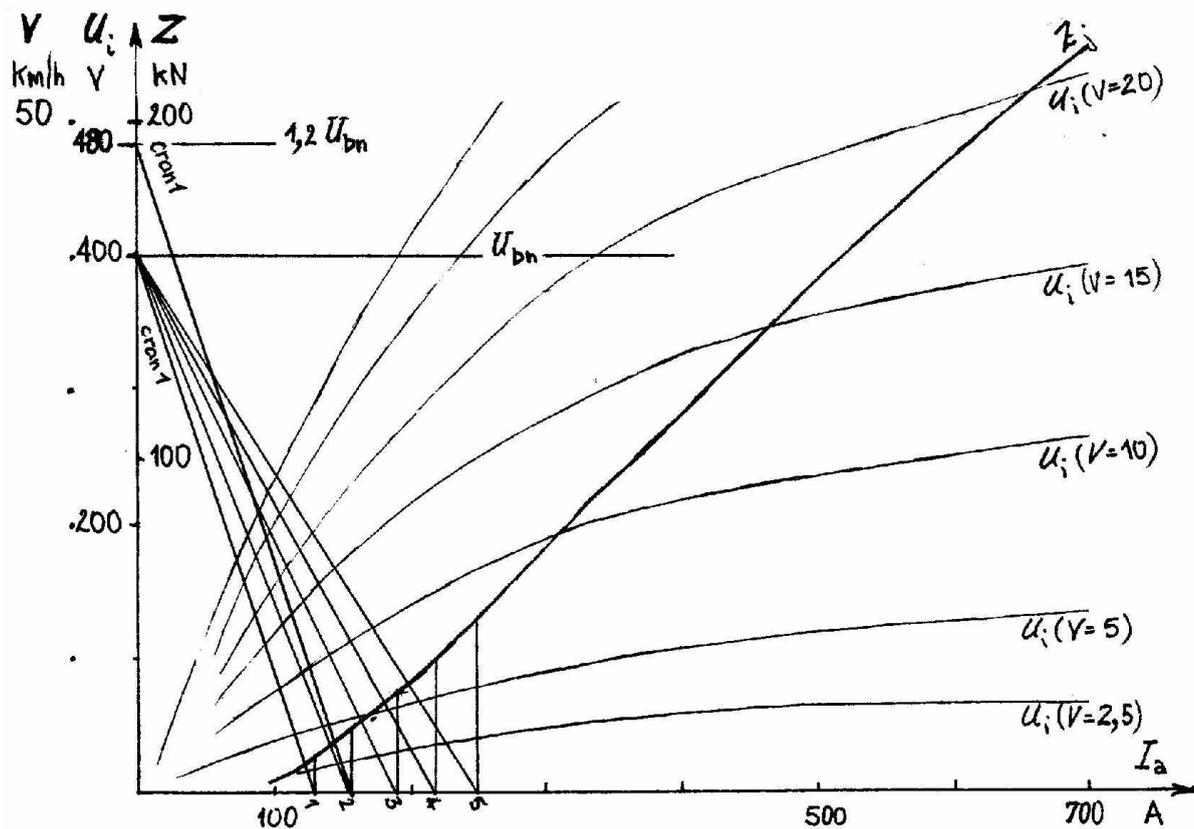
Calcul du premier cran: $Z = 20 \text{ kN} \Rightarrow I_a = 150 \text{ A} \Rightarrow R = 400/150 = 2,7 \Omega$

Il faut tenir compte que la tension à la ligne de contact peut être 20% plus élevée que la tension nominale => $R = 480/150 = 3,3 \Omega$.

A tension nominale on n'a plus que $I_a = 125 \text{ A}$ et $\Delta Z = 10 \text{ kN}$ pour le premier cran, dont 9 kN effectivement utiles pour accélérer l'automotrice à $0,18 \text{ m/s}^2$, le reste ne servant qu'à compenser les frottements.

Essays de maintenir les mêmes variations d'effort pour les 4 crans suivants, en admettant que la rapidité de changement de crans est limitée à 5 crans par seconde.

| | | | | | |
|-------------------|-----|------|------|------|----------------|
| cran | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| courant | 150 | 185 | 215 | 240 | A |
| effort accélérant | 19 | 29 | 39 | 49 | kN |
| accélération | | | | 1,03 | m/s^2 |
| vitesse | | | | 2,2 | km/h |
| résistance | 2,7 | 2,16 | 1,86 | 1,76 | Ω |



Il n'est alors plus judicieux de lire le courant sur l'axe (à 0 km/h), mais pour les crans suivants, on lira le courant sur la courbe de solévation à 2,5 km/h (approximation). Par ailleurs on ne peut pas laisser l'accélération croître plus, on admettra pour le calcul que le palier est terminé et qu'on aborde une rampe, on limite la variation à 1 cran/s. chaque fois qu'on aura atteint $\sim 1 \text{ m/s}^2$, on admettra une augmentation de rampe qui ramène l'accélération à 0. Ces différentes variation de déclivité ne servent qu'à conserver pour les calculs des vitesses inférieures à 10 km/h, là où les courbes $Z(V)$ sont les plus raides et le risque que les « ΔV » intercrans soient trop grands est le plus grand.

56 (suite)

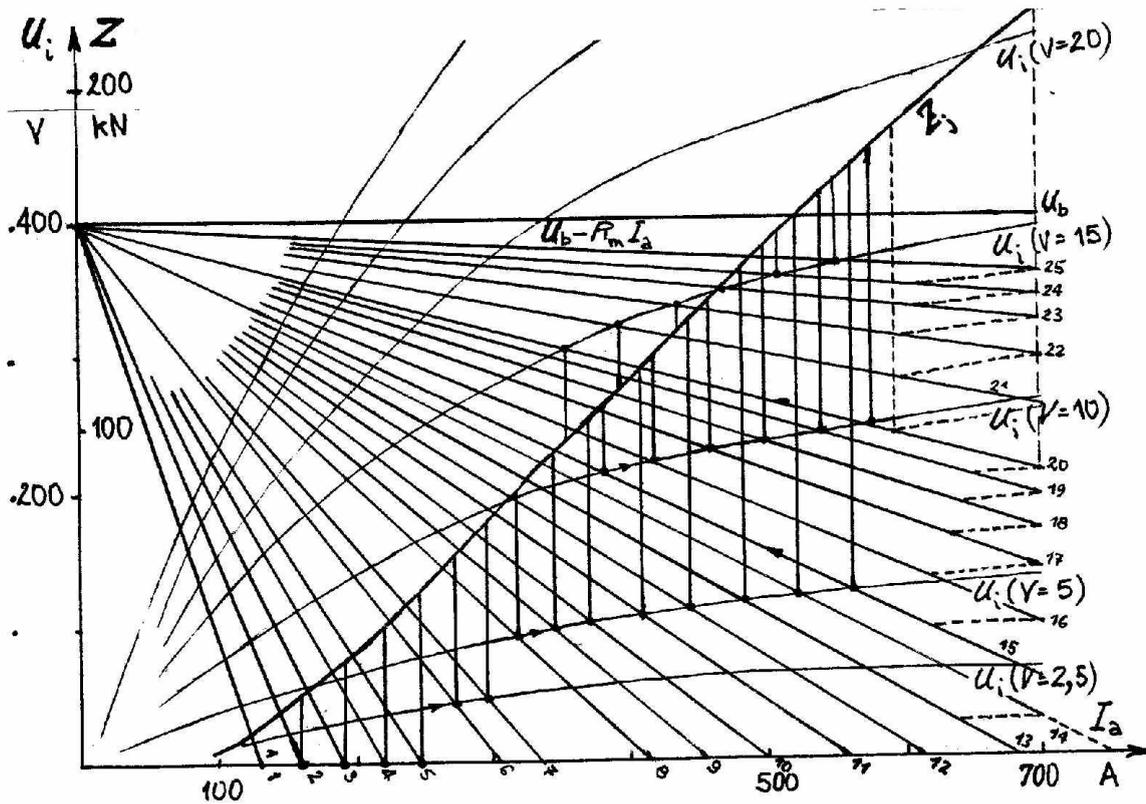
| | | | | | | |
|----------------------------|------|------|-----|------|------|------------------|
| cran | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | |
| effort (frottement déduit) | 59 | 69 | 79 | 89 | 99 | kN |
| déclivité admise | 120 | 120 | 200 | 200 | 200 | ‰ |
| accélération | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,6 | m/s ² |
| vitesse | 3,3 | 4,8 | 5,8 | 7 | 9 | km/h |
| résistance | 1,37 | 1,23 | 1 | 0,91 | 0,80 | Ω |

On reprend pour la suite du problème un train (automotrice + voiture pilote avec 123 voyageurs: $m = 62$ t, $m^* = 72,5$ t) en crémaillère sur une rampe corrigée de 165 ‰ à vitesse stabilisée de 5 km/h sur le cran 10, puis une augmentation du cran à chaque accroissement de la déclivité pour maintenir la vitesse et blocage de cran jusqu'à stabilisation de vitesse lors de diminution de rampe. Avec cette masse, on admet $\Delta Z = 15$ kN.

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| cran | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| effort | 115 | 130 | 145 | 160 | 175 | 105 | 120 | 135 | 150 | 165 | 180 | kN |
| décliv. | 190 | 215 | 240 | 260 | 260 | 170 | 200 | 222 | 245 | 270 | 270 | ‰ |
| vit. | 5 | 5 | 5 | 5 | >5 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | >10 | km/h |
| résist. | 0,71 | 0,64 | 0,58 | 0,53 | 0,49 | 0,49 | 0,43 | 0,37 | 0,33 | 0,29 | 0,26 | Ω |

On procède de la même manière sur 150 ‰ à 15 km/h pour les derniers crans

21: 0,2 Ω 22: 0,15 Ω 23: 0,11 Ω 24: 0,085 Ω 25: 0,055 Ω



Reste encore à vérifier les Δa au voisinage de 700 A, en extrapolant les courbes de solévation ---- d'où on déduit le ΔZ maximal (entre les crans 20 et 21) de 34 kN => $\sim 0,43$ m/s² pour la composition à pleine charge => on accepte!

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|----|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|---|
| | | | | | | | | | | | | | |
| cran | 25 | 22 | 23 | 22 | 21 | 20 | 19 | 18 | 17 | 16 | ... | 1 | |
| R _{rh} | 0 | 0,03 | 0,054 | 0,094 | 0,15 | 0,20 | 0,23 | 0,27 | 0,31 | 0,37 | ... | 3,3 | Ω |

Au niveau de la réalisation, on ajustera encore légèrement les valeurs.