

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 39 (1913)
Heft: 9

Artikel: Extraits de la Communication no 4 de la Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer concernant le choix du système et les devis pour la traction hydro-électrique des chemins de fer suisses (suite)

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-30118>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

visuelles (acuité visuelle binoculaire); supposons en outre le point P et les points de vue dans un même plan horizontal H (P_1 et P_2 sont confondus avec P_1' et P_2'); l'hexagone $abcdef$ est appelé *domaine d'identité* du point P dans le plan H ; ce domaine est limité par 4 segments rectilignes et par les deux arcs de cercle ab et ed capables des angles $\alpha - \varepsilon_2$ et $\alpha + \varepsilon_2$.

Le domaine d'identité d'un point quelconque de l'espace sera donc limité par 4 segments de cônes de révolution et deux segments de cyclides de Dupin.

Nous sommes maintenant en mesure de calculer δx_1 , δy_1 et δp ; $O_1 P_1' = x_1$ $O_2 P_2' = x_2$

$$\delta x_1 = \frac{(O_1 P_1')^2 \sin \varepsilon_1}{d}$$

en réalité P'' est très éloigné et on peut poser :

$$O_1 P_1' = d; \quad \sin \varepsilon_1 = \varepsilon_1 \quad \text{donc : } \delta x_1 = \pm d \cdot \varepsilon_1 = \delta y_1$$

Soient (X'' Y'' Z'') les coordonnées de P'' :

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{X''}{Z''} + \frac{e - X''}{Z''}}{1 - \frac{X''(e - X'')}{Z''^2}} = \frac{e Z''}{Z''^2 - e X'' - X''^2}$$

ici encore nous négligerons X'' par rapport à Z'' et poserons $\operatorname{tg} \alpha = \alpha$

$$\alpha = \frac{e}{Z''} = \frac{p}{d} \quad p = d \alpha$$

$$p + \delta p = d (\alpha \pm \varepsilon_2) \quad \delta p = \pm d \cdot \varepsilon_2$$

Il n'y a plus qu'à introduire ces expressions dans les équations ci dessus :

$$\left\{ \begin{array}{l} \delta Z = \pm \frac{Z^2 d \cdot \varepsilon_2}{D f \pm Z \cdot d \cdot \varepsilon_2} \sim \pm \frac{Z^2 d}{D f} \varepsilon_2 \\ \delta X = \frac{X}{Z} \delta Z \pm d \cdot \frac{Z}{f} \varepsilon_1 \pm d \cdot \frac{\delta Z}{f} \varepsilon_1 \\ \delta Y = \frac{Y}{Z} \delta Z \pm d \cdot \frac{Z}{f} \varepsilon_1 \pm d \cdot \frac{\delta Z}{f} \varepsilon_1 \end{array} \right.$$

de nombreuses recherches ont donné comme valeurs moyennes : $\varepsilon_1 = 2' = 0,00058$; $\varepsilon_2 = 0,5' = 0,00015$.

Il résulte de ces équations que de la coordonnée Z dépendent les coordonnées X et Y ce que l'on pouvait d'ailleurs prévoir; il suffira donc pour étudier la précision de la méthode stéréophotogrammétrique de savoir comment varie δZ et l'examen des équations ci-dessus nous permet immédiatement d'établir les trois théorèmes :

1. L'erreur δZ (valeur absolue) est proportionnelle au carré de la coordonnée Z (distance du point levé à la base d'opération).

2. L'erreur δZ est inversement proportionnelle à la distance entre stations D .

3. L'erreur δZ est proportionnelle à $\frac{d}{f}$.

Pratiquement, on ne peut pas fixer d'une façon absolument arbitraire les quantités qui influent sur δZ . Le choix de la base D est en général dicté par la configuration du terrain sur lequel on opère. Une diminution de d soit une augmentation du grossissement de l'oculaire du stéréocomparateur nuirait à la netteté des images et le grossis-

sement 6, adopté pour les appareils Zeiss, n'a été fixé qu'après de longues recherches; enfin la focale de l'objectif f ne peut s'augmenter, toutes autres conditions égales, qu'au détriment du champ du photothéodolite.

Extraits de la Communication N° 4¹ de la Commission suisse d'études pour la traction électrique des chemins de fer

CONCERNANT

le choix du système et les devis pour la traction
hydro-électrique des chemins de fer suisses.

(Suite)².

Le choix du système.

Les systèmes en présence.

Consommation relative d'énergie et rendement des systèmes. Le rendement des *moteurs* dépend beaucoup du système adopté et *ne peut être amélioré que dans certaines limites*; il en est de même du rendement des installations pour la génération et la transformation du courant, mais dans une proportion plus faible, car, pour ces dernières, il est possible d'employer des unités plus grandes, en moins grand nombre, qui permettent d'améliorer notablement le rendement. Quant aux *conduites*, on peut en accroître le rendement autant qu'on le désire. Le rendement des conduites et de tout le système ne fournit un critérium pour la comparaison des divers systèmes que pour autant que ce rendement est envisagé conjointement avec les dépenses d'exploitation, d'entretien et d'intérêts. C'est un point à ne pas perdre de vue lorsqu'on compare les rendements, qui n'ont pas par eux-mêmes une importance déterminante.

Le *rendement* des moteurs varie considérablement, pour un seul et même moteur, avec les conditions momentanées du service. S'ils présentent, ce qui est le cas dans la pratique, le type de régulation « Force de traction-vitesse », leur rendement dépend, d'une part, du rapport entre l'effort de traction momentané et l'effort « normal », et, d'autre part, du rapport entre la vitesse momentané et la vitesse normale. (Voir tableaux 2, 3, 4, 5). Les courbes caractéristiques suivantes, qui se rapportent à des moteurs de traction de différents systèmes, exécutés par des maisons suisses, renseignent sur l'étendue de ces variations et sur la valeur absolue du rendement. Il s'agit ici exclusivement de moteurs pour lesquels la régulation de la vitesse est obtenue sans aucune perte dans les organes de régulation (rhéostats). Les rendements

¹ Résumé d'après les travaux de plusieurs membres et collaborateurs de la commission, par le Prof. Dr W. Wyssling, en collaboration avec M. le Prof. Dr W. Kummer. — Les chapitres que nous publions ici sont extraits des bonnes feuilles de la traduction française qui sera mise en vente très prochainement par les soins de la Librairie F. Rouge & C^{ie}, à Lausanne.

² Voir N° du 25 avril 1913, page 87.



L'HOTEL DE LA BANQUE FÉDÉRALE, A LAUSANNE

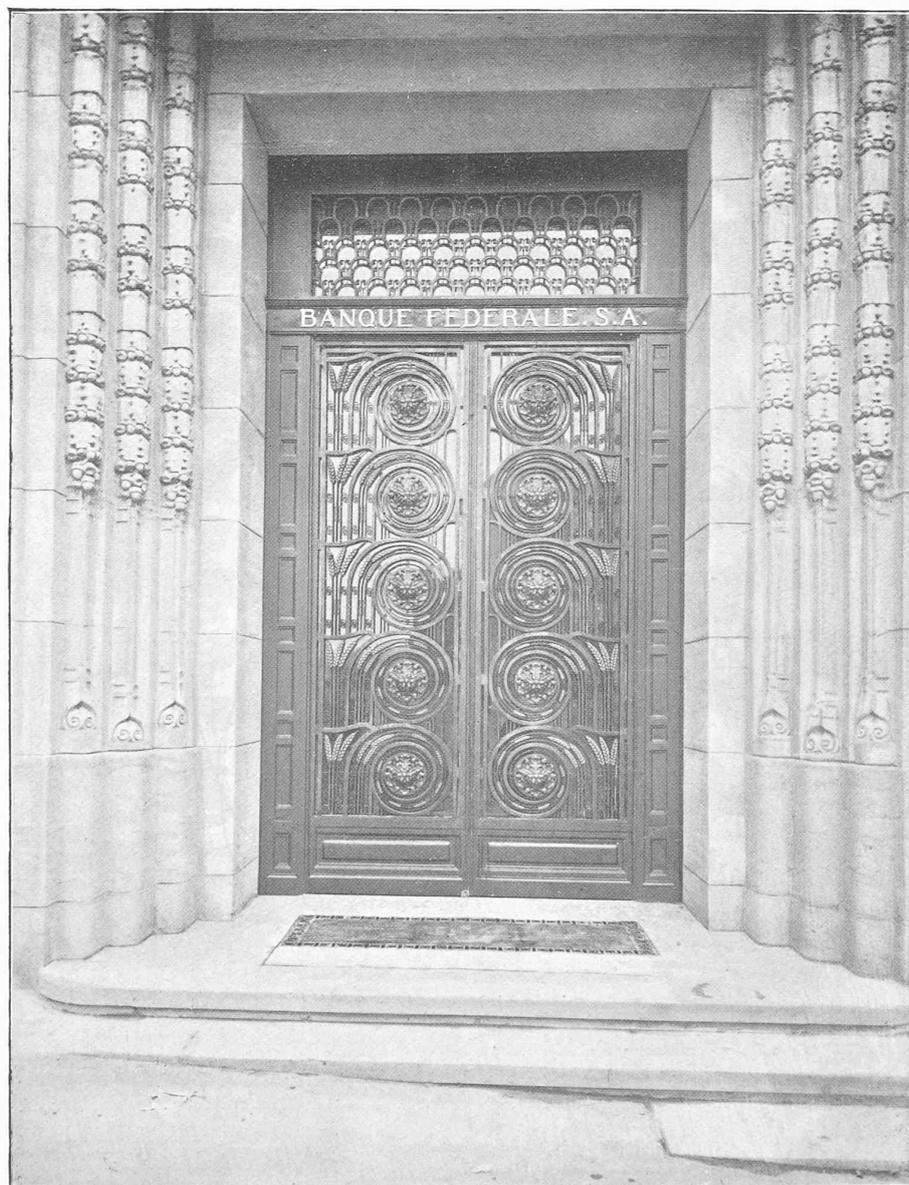
Vue générale.

ARCHITECTES : MM. MONOD et LAVERRIÈRE



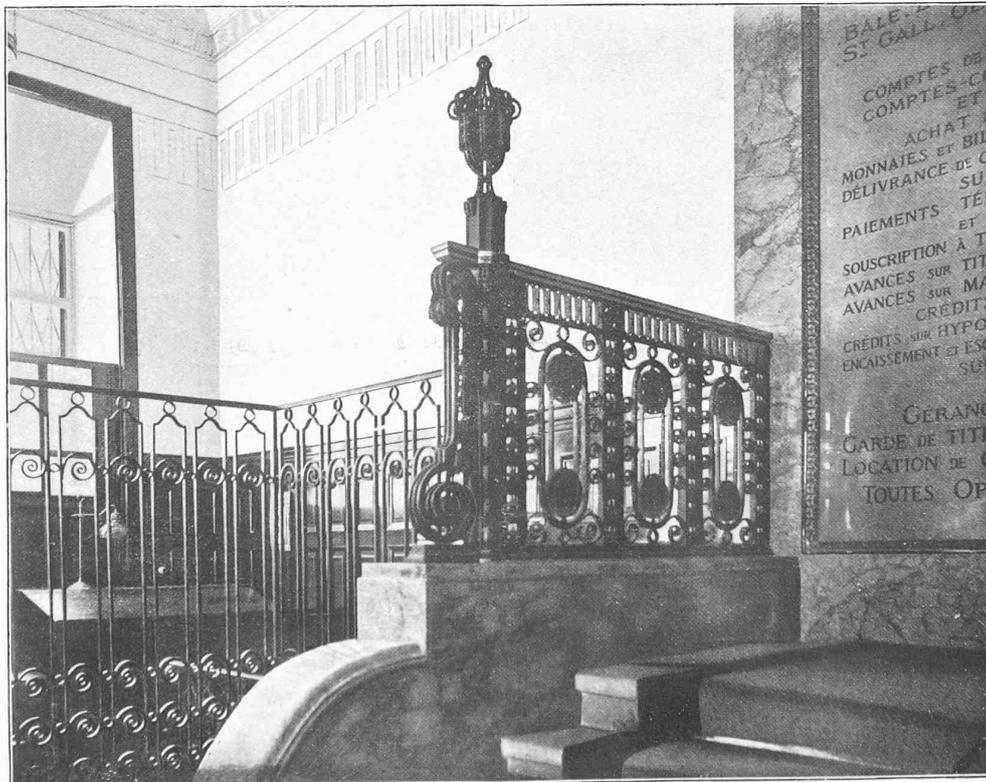
L'HOTEL DE LA BANQUE FÉDÉRALE, A LAUSANNE

ARCHITECTES : MM. MONOD et LAVERRIÈRE



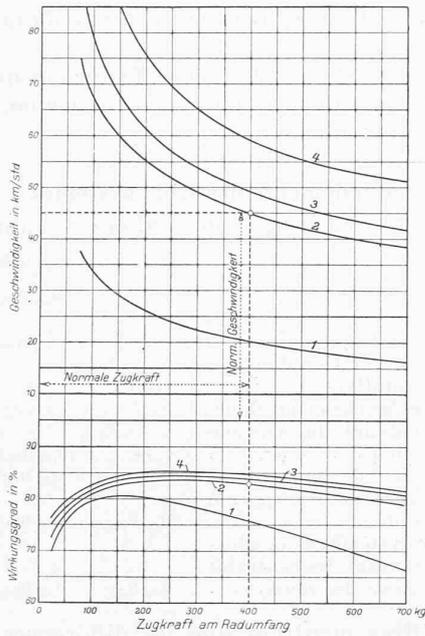
L'HOTEL DE LA BANQUE FÉDÉRALE, A LAUSANNE

ARCHITECTES : MM. MONOD et LAVERRIÈRE



L'HOTEL DE LA BANQUE FÉDÉRALE, A LAUSANNE

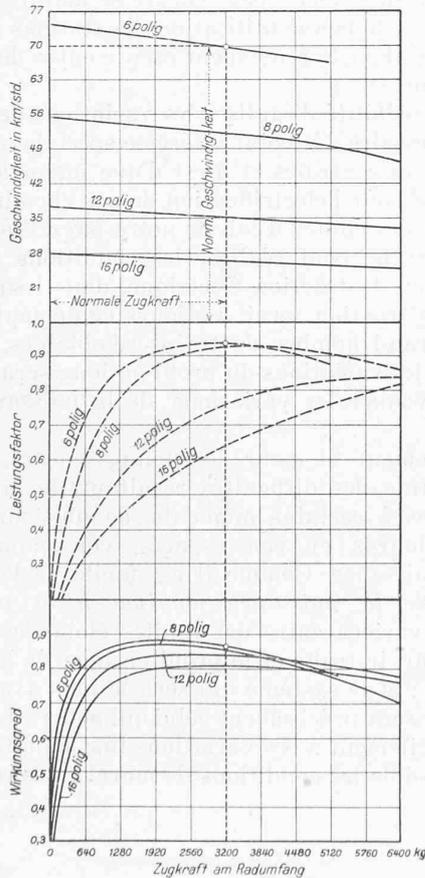
ARCHITECTES : MM. MONOD et LAVERRIÈRE



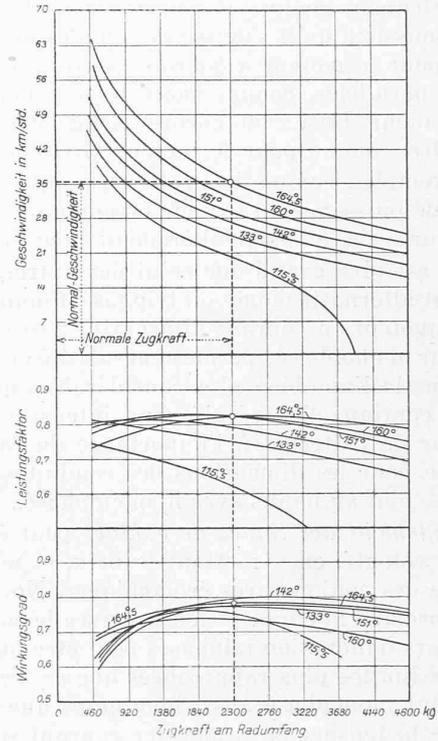
Tabl. 2. -- Moteur-série, à courant continu, de la Société d'électricité Alioth, pour 66,5 HP et 750 volts.

1. Couplage en série.
2. Couplage en parallèle.
3. En couplage en parallèle avec 30 0/0 de courant de shunt.
4. " " " " 60 0/0 " " "

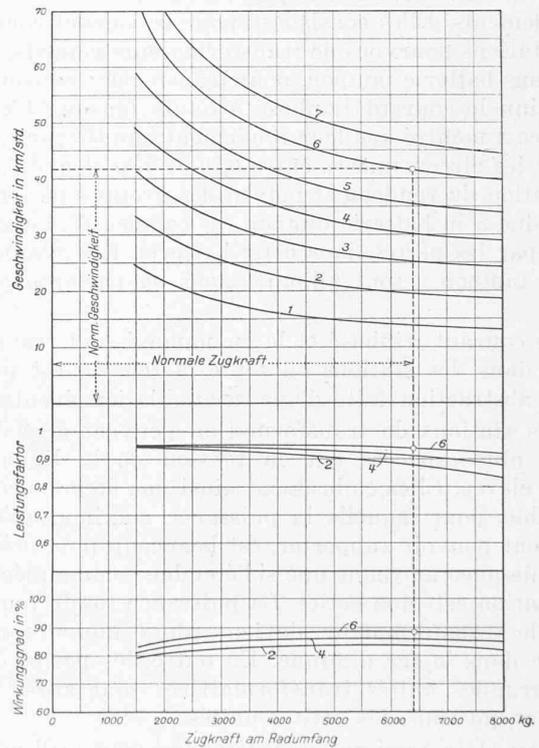
Wirkungsgrad in 0/0 = rendement en 0/0.
 Normale Zugkraft = effort de traction normal.
 Zugkraft am Radumfang = effort de traction à la jante des roues.
 Geschwindigkeit in km/std = vitesse en km./h.
 Norm. Geschwindigkeit = vitesse normale.



Tabl. 3. — Moteur d'induction triphasé, de 850 HP, 3000 volts et 15 périodes avec 4 changements de pôles, de la Société Brown, Boveri & Cie.
 Leistungsfaktor = facteur de puissance.



Tabl. 4. — Moteur monophasé de 300 HP, 1000 volts, 16 2/3 périodes, de la Société Brown, Boveri & Cie, système Brown, Boveri-Déri, avec 6 positions différentes des balais.



Tabl. 5. — Moteur monophasé de 1000 HP, 500 volts, 15 périodes des Ateliers de construction d'Ærlikon, avec 7 tensions différentes aux bornes.

donnés tiennent compte des pertes dans les organes de transmission, qu'il s'agisse de simples engrenages, comme pour le moteur à courant continu, ou de manivelles parallèles, comme pour le moteur triphasé ou le moteur Déri; ou encore d'engrenages et de manivelles, comme pour le moteur CERlikon.

Ces exemples, comme la pratique, montrent que le facteur de puissance du moteur monophasé et surtout du moteur-série, et particulièrement pour les petites vitesses, est plus grand que celui des autres moteurs à courant alternatif mono- ou triphasé. Comme, toutefois, les moteurs à courant alternatif et spécialement le moteur monophasé permettent d'utiliser des tensions dans la ligne bien plus considérables qu'avec le courant continu, d'où résulte une intensité moindre en faveur de l'alternatif, l'importance du facteur de puissance pour les dimensions des conduites est bien diminuée, tout au moins avec le monophasé.

Le rendement des lignes de contact peut être augmenté à volonté, en y mettant le prix, et ne dépend donc que des conjonctures économiques. Nous rappelons encore que la chute de tension avec le continu ou les moteurs d'induction triphasés peut être maintenue entre des limites plus rapprochées que ce n'est le cas du courant monophasé aussi longtemps que la régulation de la tension de ce dernier courant sera obtenue au moyen du transformateur-réducteur, ce qui sera toujours le cas, d'ailleurs. En ce qui concerne les lignes conduisant aux postes d'alimentation ou de transformation, les rendements des trois systèmes se comportent de la même façon.

Ce sont les installations de transformation du courant qui exercent l'action la plus importante sur les rendements. Elles consistent, pour le courant continu, en stations pourvues de transformateurs rotatifs, avec ou sans batterie-tampon, pour transformer en courant continu le courant triphasé à haute tension. L'expérience a montré que leur rendement annuel varie, suivant les circonstances, entre 0,70 et 0,90 et que l'amélioration du rendement moyen des groupes de machines due à la batterie-tampon est compensée, en général, par les pertes dans cette batterie. Les avantages du « tampon » sont ailleurs, nous en parlerons plus loin.

Le courant triphasé et le monophasé sont transformés dans des stations où seule la tension est modifiée, abstraction faite d'une accumulation éventuelle.

Ces stations de transformation peuvent être d'autant plus espacées que la tension de la ligne est plus élevée. Elles embrassent ainsi une étendue considérable, pour laquelle la puissance maxima, qu'elles doivent pouvoir supporter, est beaucoup plus près de la puissance moyenne que si l'étendue commandée par la station est plus petite. La puissance totale fournie par le transformateur devient alors moindre et la perte dans le fer diminue. En outre, les pertes dans les grandes unités transformatrices sont aussi plus faibles que dans les petites unités.

Il est clair aussi qu'un système qui peut utiliser des tensions de ligne relativement élevées, présentera des pertes d'énergie moins grandes dans les stations de transformation qu'un système nécessitant des tensions

de ligne plus faibles, d'où un avantage du monophasé sur le triphasé.

Les calculs et les expériences effectués jusqu'à maintenant conduisent à admettre, en moyenne, les chiffres suivants pour les

Rendements des trois systèmes rapportés à l'énergie journalière et annuelle.

	Courant continu	Courant triphasé	Courant monophasé
Pour les trains (véhicules) . . .	0,70-0,80	0,65-0,75	0,68-0,75
Pour la ligne de contact et les rails	0,94-0,98	0,94-0,98	0,94-0,98
Pour la transformation dans des machines rotatives	0,70-0,90	—	—
Pour la transformation statique : (Transformateurs de construction ancienne)	—	(0,70-0,80)	(0,80-0,90)
(Transformat ^{rs} de type récent)	—	0,80-0,90	0,90-0,95
Pour les lignes de transport à haute tension	0,90-0,95	0,90-0,95	0,90-0,98
Pour tout le système : de la génération du courant des centrales jusqu'à la jante des roues . . .	0,42-0,67	0,44-0,63	0,53-0,63

Ces chiffres montrent que les différences dans le rendement des systèmes ne sont pas, en moyenne, très considérables; par contre, les variations, pour un même système, suivant les circonstances, sont importantes. Le courant continu présentait une supériorité marquée sur le courant alternatif lorsqu'on faisait usage des anciens transformateurs; elle a presque disparu depuis l'emploi des nouveaux transformateurs. Mais cette supériorité peut encore se manifester dans certains cas de bonne utilisation des stations de transformation (dont le rendement oscille entre des limites très éloignées).

3. La possibilité d'égaliser les variations de la puissance nécessaire. Ce point intéresse spécialement l'installation des centrales et il est d'une importance prédominante pour l'électrification de nos chemins de fer au moyen des chutes d'eau de notre pays. Aucun chemin de fer ne peut réaliser les conditions de trafic idéales pour la traction électrique, dans lesquelles le travail de traction serait toujours également réparti sur un grand nombre de trains semblables, de telle sorte que les variations du profil en long seraient seules à provoquer les variations de la puissance consommée.

Actuellement et pour longtemps encore, il faut tenir compte des difficultés résultant de la marche simultanée, à certains moments, de plusieurs trains rapides, lourds et peu espacés, consommant une grande puissance. Comme il est facile de le voir, le rapport de la puissance maxima à la puissance moyenne variera entre des limites éloignées suivant la longueur, le trafic et le profil en long de la section envisagée; et le système qui sera le plus avantageux pour nous sera précisément celui qui pourra faire face le plus facilement à ces variations tout en affectant le moins possible les conditions de marche des centrales.

(A suivre).