

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 70 (1944)  
**Heft:** 22

**Artikel:** L'essai des locomotives électriques en course  
**Autor:** Dubois, Fr.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-53266>

#### 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:** 26.01.2026

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

3. L'effet de l'air ambiant peut être négligé, sauf dans une zone limite extérieure où les gouttes deviennent suffisamment distinctes pour être freinées par la résistance de l'air.
4. Fonction du nombre de Reynolds, la dispersion augmente avec la vitesse et le diamètre et, deux injecteurs étant géométriquement semblables en toutes leurs parties, un gros jet sous haute chute sera plus troublé et plus divergent qu'un petit jet sous basse chute. Le constructeur n'y est pour rien.
5. Si dans les canaux de turbines entièrement remplis les pertes tendent à diminuer lorsque les dimensions augmentent, par suite de la variation du rayon hydraulique, le jet est le siège d'un phénomène de sens contraire, et il y a lieu d'en tenir compte dans l'évaluation du rendement en partant des essais sur turbines-modèles.
6. Le constructeur d'une turbine Pelton pourra calculer l'aubage de sa roue en admettant une vitesse de l'eau uniforme, égale à celle mesurée dans la section contractée, sauf dans la zone limite extérieure dont la puissance peut être considérée comme perdue, mais il devra tenir compte, pour chaque position d'impact, de la distribution des masses dans les diverses sections du jet.

Quelques autres résultats sur la perte d'énergie réelle ont été obtenus, mais ils ne nous paraissent pas encore suffisamment étayés pour être publiés. Nos essais, interrompus en novembre 1943 lors du déménagement des anciens locaux de l'Ecole d'ingénieurs, reprendront incessamment dans notre nouveau laboratoire.

Nous nous proposons de déterminer l'influence des éléments constructifs, notamment celle de la forme de la tuyère et du pointeau sur la distance qui sépare la section où la dispersion commence de l'orifice terminal, et celle des organes précédant l'injecteur, coude d'entrée, tige de commande, ailettes de guidage, sur l'état de turbulence, facteur essentiel de la dispersion.

Ainsi complétées, les lois établies pour le jet libre permettront de donner aux constructeurs les valeurs numériques à introduire dans les calculs et les renseignements nécessaires pour interpréter avec sécurité, dans la turbine Pelton, ces essais sur modèles réduits qui leur ont donné de si beaux résultats dans les turbines à réaction.

Lausanne, le 26 juillet 1944.

## L'essai des locomotives électriques en course,

par FR. DUBOIS.

(Suite et fin).<sup>1</sup>

### Wagon dynamomètre des Chemins de fer autrichiens.

Les figures 25, 26, 27 sont la reproduction de trois diagrammes de démarrage. La figure 25 représente un démarrage en gare de Saalfelden avec fortes rampes de 12 et 15,4 % succédant au palier de station. En figure 26 on voit le diagramme à rampes beaucoup plus faibles de 5,4 % et 10 %

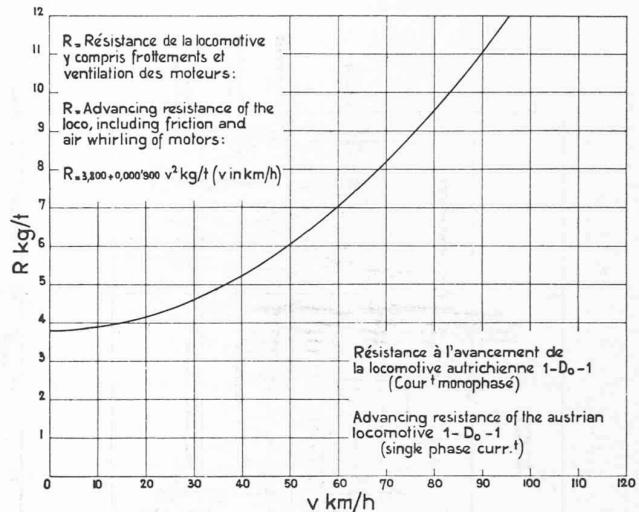


Fig. 24. — Résistance à l'avancement de la locomotive 1-D<sub>0</sub>-1 des Chemins de fer autrichiens.

seulement après le palier de station, mais, en revanche, à plus grande accélération, dont la conséquence est des forces, puissances et ampérages temporairement plus élevés. Enfin le départ de la gare de Kitzbühel en pleine rampe de 19,3 % s'adoucissant ensuite à 9 % est caractéristique d'un démarrage à très forte charge des locomotives et accuse des ampérages encore plus considérables.

La nature du calcul pour l'établissement de ces diagrammes de démarrage est en tous points conforme à celle exposée en pages 240-242 pour le courant continu. Elle ne donne lieu qu'aux remarques suivantes :

— De nouveau aucune majoration n'a été faite pour les masses rotatives, bien qu'importantes, de la locomotives, eu égard au caractère montagneux de la ligne et à la prépondérance en rampe de la composante gravitationnelle de la masse purement translatoire.

— Pas de résistance en courbe, les démarriages étant de nouveau tous en ligne droite (celui de Kitzbühel a lieu en majeure partie sur les tronçons presque droits précédant et faisant suite immédiatement à la boucle très prononcée du km 158,300 à 159,100, que nous avons négligée pour plus de simplicité).

— La résistance totale à l'avancement des locomotives est donnée par la courbe de la figure 24, répondant à la formule

$$R = 3,800 + 0,00090 v^2 \text{ kg/t} \quad v = \text{vitesse en km/h}$$

pour une locomotive

A défaut de la courbe expérimentale qui n'a pu nous être communiquée<sup>1</sup>, nous avons dû nous contenter d'établir cette courbe par calcul, tant pour la fraction résistance proprement dite que pour la fraction ventilation des moteurs et frottement du mécanisme; en partant des résultats publiés par M. Thormann dans la *Schweizerische Bauzeitung* du 8 juillet 1916 pour les locomotives électriques Lötschberg C + C et 1-E-1, et par M. Leboucher, dans la *Revue générale des Chemins de fer* de novembre 1933, pour la locomotive électrique Midi 2-D-2, ce qui nous a conduit à la formule ci-dessus.

— En plus des grandeurs caractéristiques communes au courant continu, entre encore en jeu, pour le courant alternatif, le facteur de puissance donné par :

$$\cos \varphi = \frac{\text{kW mesurés à la ligne de contact}}{\text{kVA déduits du produit des indications du volt- et ampèremètre}}$$

— La puissance électrique totale introduite dans les locomotives étant ici (ce qui est un avantage vis-à-vis du

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique* des 16 et 30 septembre 1944, pages 233 et 254.

1 Voir remarque 2. (*Bulletin technique* du 30 septembre 1944, p. 260).

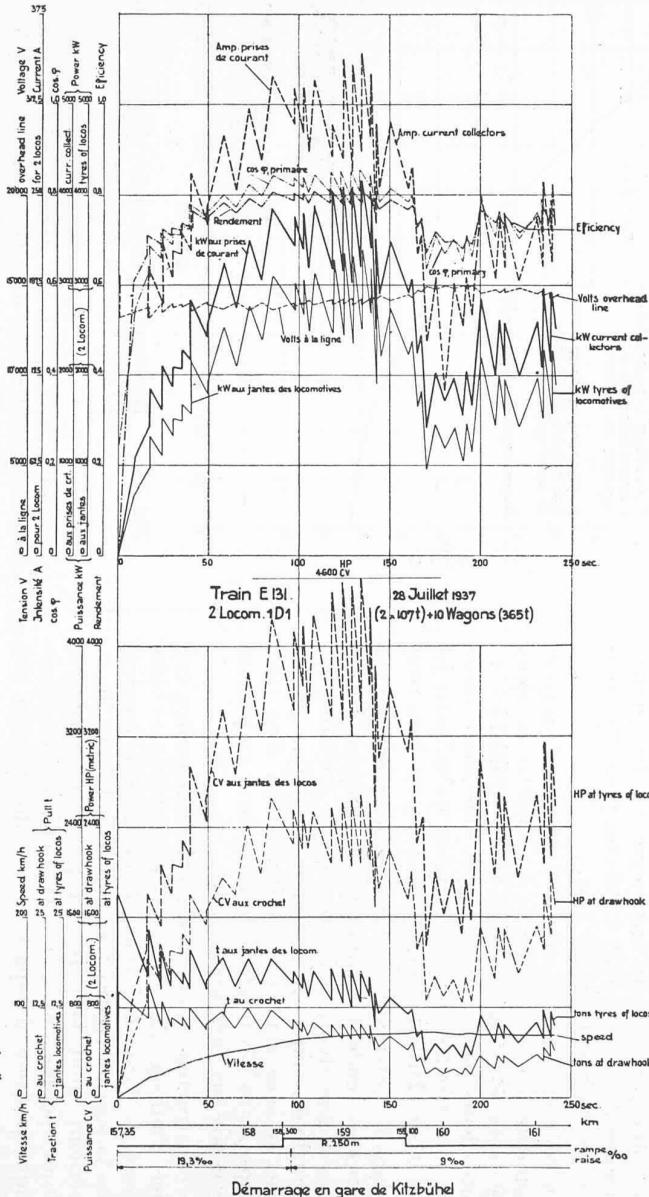
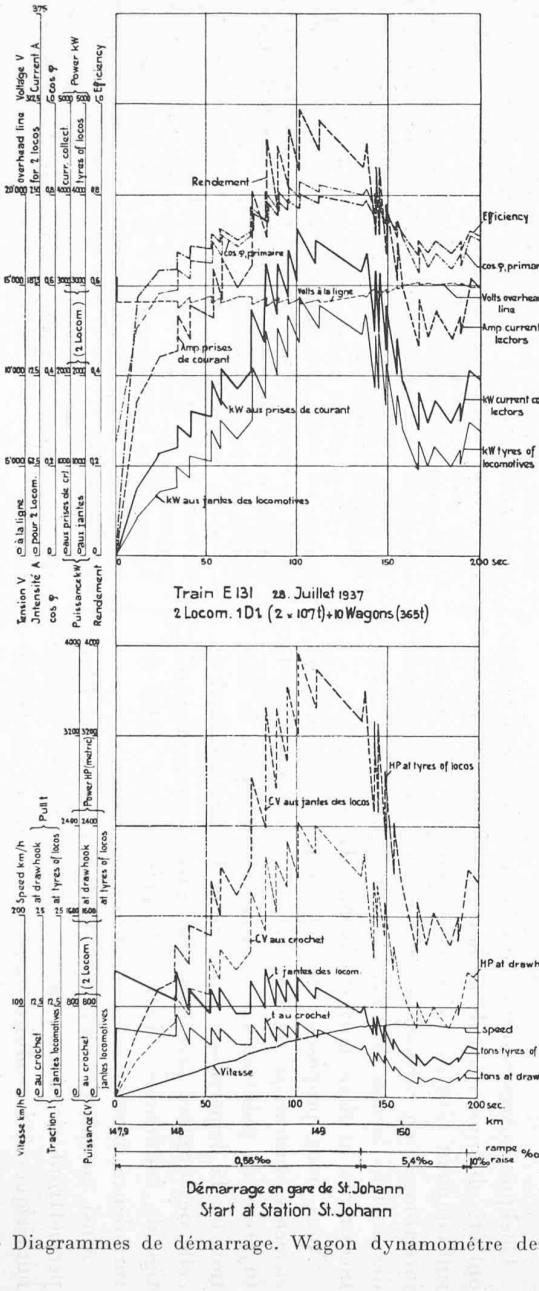
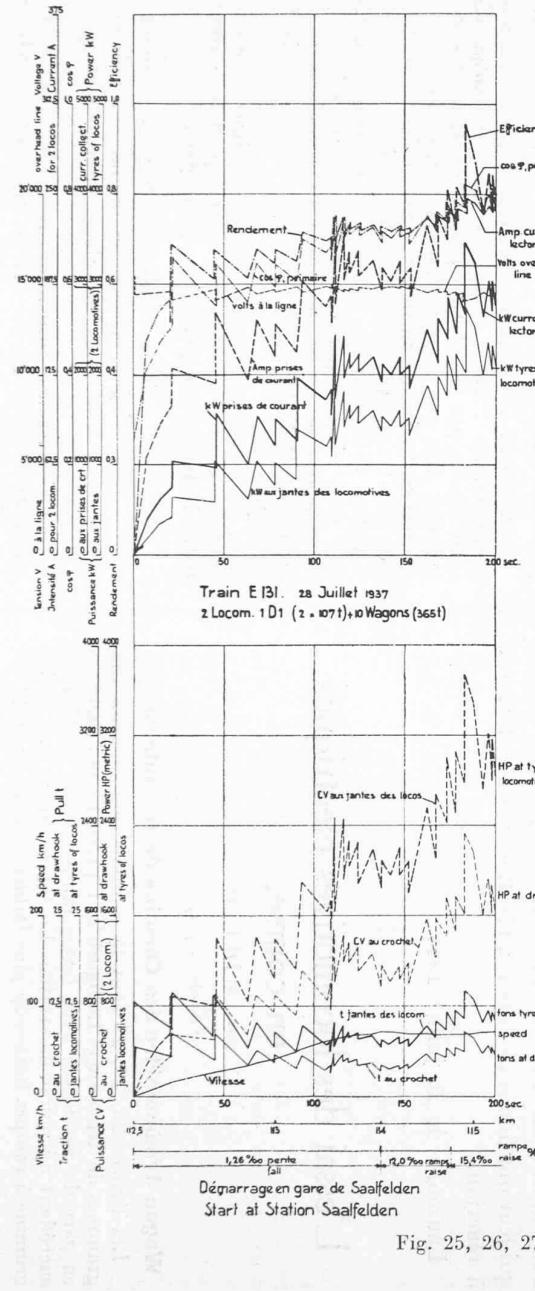


Fig. 25, 26, 27. — Diagrammes de démarrage. Wagon dynamomètre des Chemins de fer autrichiens.

Deux locomotives électriques 1-D<sub>0</sub>-1 (Ch. de F. autrichiens).

## Démarrage en gare de Kitzbühel.

TABLEAU II.

1 Temps sec.	2 Chemin km	3 Vitesse km/h	4 Indica- tion Inertio- mètre	5 Traction au crochet t	6 Puissance au crochet C.V.	7 Force d'inertie des loco. (4) kg/t × × 2 × 107 t	8 Résistance à l'avance- ment ordonnée Fig. 24 kg/t × × 2 × 107 t	9 Effort aux jantes des 2 loco. = (5) + (7) + + (8)	10 Puissance aux jantes des 2 loco. = 3,7 × (3) × × (9)	11 Puissance aux jantes des loco. = (10) 1,36	12 Tension ligne de contact V	13 Intensité à la prise de courant A	14 Puissance à la prise de courant kW	15 Facteur de puissance cos φ = (14) (12) × (13)	16 Rendement instantané des 2 loco. = (11) (14)
0	157,350	0	0 59,5	0 15,05	0	0 12,72	0 0,81	0 28,58	0	0	15 500 13 242	0	0	0,250	0
8,5	157,375	10,5	42,0	13,10	509	8,98	0,83	22,91	890	654	13 535	148,2	1089	0,543	0,601
17,140	157,400	21,0	24,5 31,0	11,45 15,75	867 1123	5,25 6,63	0,90	17,30 23,28	1343 1810	987 1331	13 828 13 138	166,5 206,8	1467 1877	0,637 0,691	0,673 0,709
24,562	157,450	27,5	19,5 29,0	9,80 13,35	998 1360	4,17 6,21	0,96	14,93 20,52	1521 2090	1119 1538	14 030 13 498	175,8 218,6	1626 2116	0,659 0,717	0,688 0,727
30,663	157,500	31,5	22,0 26,5	9,80 11,45	1043 1300	4,72 5,67	1,00	15,52 17,82	1810 2079	1331 1529	14 030 13 828	193,7 212,7	1877 2106	0,691 0,716	0,709 0,726
35,935	157,550	35,5	22,0 24,5	9,80 11,45	1287 1464	4,72 5,25	1,06	15,58 17,47	2045 2293	1505 1687	14 030 13 828	207,8 225,4	2079 2289	0,713 0,734	0,724 0,737
40,768	157,600	39,0	21,0 33,0	9,35 12,35	1348 1781	4,50 7,07	1,11	14,96 20,53	2158 2960	1586 2178	14 098 13 662	212,8 266,6	2169 2843	0,723 0,781	0,731 0,766
49,443	157,700	44,0	21,0 22,5	9,35 10,10	1522 1644	4,50 4,82	1,19	15,04 16,11	2449 2623	1801 1929	14 098 13 985	230,4 241,7	2421 2565	0,746 0,759	0,744 0,752
58,168	157,800	48,0	29,5	11,90	1936	6,32	1,26	19,48	3460	2546	13 715	292,9	3247	0,808	0,784
65,478	157,900	50,5	20,5	9,65	1802	4,38	1,30	15,33	2865	2108	14 052	253,4	2763	0,776	0,763
72,435	158,000	53,0	26,5	12,30	2410	5,68	1,35	19,33	3788	2787	13 655	311,9	3510	0,824	0,794
79,140	158,100	56,0	22,0	9,55	1980	4,72	1,42	15,69	3250	2391	14 068	274,0	3077	0,798	0,777
85,374	158,200	59,5	26,5	12,10	2662	5,68	1,49	19,27	4240	3120	13 685	334,9	3866	0,844	0,807

courant continu) directement mesurée à la ligne de contact, les rendements instantanés sont les rendements globaux réels des locomotives y compris les auxiliaires (alimentés depuis une prise intermédiaire du transformateur à gradins).

Tous les détails du calcul ressortent immédiatement du tableau de chiffres n° II annexé à la figure 27 et reproduisant à titre d'exemple le commencement des valeurs relatives au démarrage en gare de Kitzbühel.

Dans toutes les courbes des figures 25, 26, 27, le passage successif de l'une à l'autre des prises secondaires du transformateur à gradins est nettement accusé.

Enfin le rendement moyen : prise de courant/jantes des locomotives a été déterminé pour le tronçon Saalfelden-Leogang (rampe moyenne 12,2 %) et le parcours entier St. Johann-Kitzbühel (rampe moyenne 7,5 %), dont les deux premiers diagrammes de démarrage, figures 25 et 26, sont le début. En vertu de la particularité, déjà mentionnée, que pendant la course d'essai les locomotives autrichiennes n'étaient pas freinées aux descentes, l'énergie dissipée par freinage, difficilement déterminable, n'intervient ici pas dans le bilan énergétique des locomotives, de sorte qu'il est légitime sur ce dernier parcours d'établir un rendement moyen entre deux stations. Voici les chiffres obtenus :

Tronçon Saalfelden - Leogang.  
(km 112,500 - km 120,500) :

a) Travail au crochet du wagon dynamomètre . . . . . 58 800 000 kgm

$$\begin{aligned} b) \text{ Travail des forces d'inertie des masses des locomotives (différence de la fraction positive et de la fraction négative)} \\ = 127 000 \text{ kgm/t} \times 2 \times 107 \text{ t (2 locom.)} = 27 178 000 \text{ kgm} \\ c) \text{ Travail de la résistance à l'avancement pour 2 locomotives . . . . .} 13 622 100 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$a) + b) + c) = \text{travail effectif aux jantes des deux locomotives . . . . .} 99 600 100 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} \text{Energie électrique globale introduite de la ligne de contact (2 × diff. des lectures du compteur de kWh côté haute tension} \times 367 200 \text{ kgm/kWh} \\ \text{pour les deux locomotives . . . . .} 130 696 762 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Rendement moyen des deux locomotives sur le tronçon Saalfelden-Leogang :

$$\eta = \frac{99 600 100}{130 696 762} = 0,7621$$

Parcours entier St. Johann-Gare - Kitzbühel-Gare.  
(km 147,900 - km 157,350) :

$$\begin{aligned} a) . . . . . & = 43 950 000 \text{ kgm} \\ b) . . . . . & = 14 830 200 \text{ kgm} \\ c) . . . . . & = 15 698 750 \text{ kgm} \end{aligned}$$

$$a) + b) + c), \text{jantes des deux locomotives . . . . .} = 74 478 950 \text{ kgm}$$

$$\begin{aligned} \text{Energie électrique depuis la ligne de contact, deux locomotives . . . . .} 109 702 958 \text{ kgm} \end{aligned}$$

Rendement moyen St. Johann-Kitzbühel :

$$\eta = \frac{74\,478\,950}{109\,702\,958} = 0,6789$$

L'amélioration du rendement sur le tronçon à plus forte rampe Saalfelden-Leogang est manifeste. La valeur absolue plus basse de ces rendements vis-à-vis des rendements trouvés en page 243 pour la locomotive italienne à courant continu est aussi logique, puisque le train était remorqué par deux locomotives qui, individuellement, travaillaient à plus faible charge, donc sur la partie défavorable de leur caractéristique.

\* \* \*

Les diagrammes, tableaux numériques et chiffres communiqués dans cet article mettent en évidence la rapidité et la facilité de l'établissement de diagrammes de démarrage et de bilans énergétiques de locomotives au moyen des indications de wagons dynamomètres à équipement mécanique et électrique, grâce surtout aux données de l'indicateur de CV au crochet, de l'inertiomètre et des wattmètres d'une part (valeurs instantanées), et de l'intégrateur de travail au crochet, de l'ergomètre et des compteurs de kWh d'autre part (valeurs moyennes).

Schaffhouse, août 1944.

## SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

### Extrait du procès-verbal de la 4<sup>me</sup> séance du Comité central du 15 septembre 1944.

#### 1. Etat nominatif.

##### Admission.

Dans la séance du Comité central du 15 septembre 1944 ont été admis :

Métraux, A.	ing. électr.	Bâle	Bâle
Troller, P.	ing. électr.	Bâle	Bâle
Eichenberger, O.-W.	architecte	Berne	Berne
Könitzer, A.	architecte	Worb	Berne
Ramu, Ch.	ing. civil	Oberhofen	Berne
v. Wattenwyl, R.	ing. méc.	Berne	Berne
Schönholzer, A.	ing. agr.	Spiez	Berne
Schalch, E.	architecte	Schaffhouse	Schaffhouse
Casella, R.	architecte	Lugano-Figino	Tessin
Marazzi, A.	architecte	Lugano	Tessin
Carletti, G.	ing. civil	Lugano	Tessin
Donini, E.	ing. civil	Lugano	Tessin
Fontaine, E.	ing. civil	Faido	Tessin
Hunziker, J.	architecte	Zurich	Zurich
Feuersenger, B.	ing. civil	Zurich	Zurich

##### Démissions.

Micheli, J.-B.	ing. méc.	Genève	Genève
Wildberger, R.	ing. civil	Coire	Grisons
Froidevaux, A.	ing. électr.	Olten	Waldstätte
Wipf, H.-P.	ing.	Goldau	Waldstätte

##### Décès.

Cornu, G.	ing. méc.	Riehen	Bâle
Probst, A.	architecte	Soleure	Soleure
Salzmann, E.	ing. civil	Soleure	Soleure
Holy, R.	architecte	Bienne	Vaudoise
Reber, H.	ing. méc.	Zurich	Zurich
Ranft, R.	ing. agr.	Neu-Allschwil	Zurich
Perret, A.	ing. civil	Istamboul	membre isolé

#### 2. Service fédéral du contrôle des prix.

Le Comité central examine l'intention du Service fédéral du contrôle des prix, d'élever le facteur de réduction du coût des travaux pour la fixation des honoraires d'archi-

tecte et d'ingénieur ; il décide non seulement d'écartier catégoriquement une telle exigence, mais encore de combattre le principe même d'une réduction, en s'appuyant sur les résultats de l'enquête menée par la commission de la S. I. A. Le Comité central désigne les délégués de la S. I. A. à une conférence avec le Service fédéral du contrôle des prix, le 20 septembre à Berne.

#### 3. Activité d'après-guerre à l'étranger.

Le Comité central constate qu'environ 500 membres ont répondu à la circulaire en annonçant leur intérêt à une participation aux travaux de reconstruction des régions dévastées. Le Comité central prend connaissance des démarches entreprises pendant ce temps avec le « Comité suisse pour la participation économique à la reconstruction européenne » à Baden, et avec le délégué pour les occasions de travail, M. le directeur Zipfel. Il décide de créer un bureau d'études pour préparer les mesures nécessaires à la participation des ingénieurs et des architectes suisses, et de faire appel aux membres intéressés à cette action pour le financement de ce bureau d'études.

Le Comité central examine ensuite une série d'affaires, entre autres la participation de la S. I. A. à l'action qu'entreprend la Société suisse pour les traditions populaires en vue de réunir les documents relatifs à l'habitation paysanne suisse, une demande de l'Union suisse des fabricants de produits en ciment au sujet de nouvelles normes pour les canalisations, la question de la protection des titres, le prochain concours Geiser, la question de la standardisation en matière de construction, qui est étudiée avec l'Association suisse pour la normalisation, etc.

Zurich, le 11 octobre 1944.

Le Secrétaire.

#### Communiqué du comité central.

Nous signalons à l'attention de nos membres la *loi fédérale sur la concurrence déloyale*, qui sera soumise à la votation populaire le 29 octobre 1944. Cette loi contient notamment, à l'article premier, un alinéa 2 e) qui est rédigé comme suit :

Enfreint les règles de la bonne foi, par exemple, celui qui emploie des titres ou dénominations professionnelles inexacts, destinés ou de nature à faire croire à des distinctions ou capacités particulières.

Cet article aiderait ainsi à la légalisation de la protection des titres, que nous désirons obtenir pour les professions techniques.

Nous recommandons donc à nos membres de prendre part à la votation et de contribuer par leur vote à l'acceptation de la loi sur la concurrence déloyale.

Zurich, le 10 octobre 1944.

## BIBLIOGRAPHIE

**Versuche über die Anwendbarkeit des Hohlraumleiters zur Messung der dielektrischen Konstanten im Gebiet der cm-Wellen**, par G. Fejer, Bâle 1943, Birkhäuser & Co., 54 pages, 19 figures. Thèse E. P. F.

L'étude du comportement des ondes stationnaires électromagnétiques à l'intérieur d'espaces clos et limités par des conducteurs de forme géométrique simple a fourni de nouveaux moyens d'investigation. En particulier, la technique des ondes ultracourtes en a tiré des « résonateurs » de types nouveaux qui remplacent avantageusement les circuits oscillants et les systèmes de Lecher. Dans ces résonateurs en volume, deux sortes d'ondes peuvent prendre naissance que, en raison de la symétrie du champ électrique ou magnétique, les spécialistes dénomment ondes H et ondes E.