Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 60 (1934)
Heft: 16

Artikel: Nombre de tours spécifique des turbines hydrauliques
Autor: Bois, L. du
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-46402

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: 12.07.2025

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

60e année 4 août 1934 N° 16

BULLETIN TECHNIQUE
DE LA SUISSE ROMANDE

ABONNEMENTS :
Suisse : 1 an, 12 francs
Etranger : 14 francs
Pour sociétaires :
Suisse : 1 an, 10 francs
Etranger : 12 francs
Prix du numéro : 75 centimes.
Pour les abonnements s'adresser à la librairie F. Rouge & C°, à Lausanne.

Rédaction : H. Demierre et J. Peitrequin, ingénieurs.

Paraissant tous les 15 jours

ORGANE DE PUBLICATION DE LA COMMISSION CENTRALE POUR LA NAVIGATION DU RHIN

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

ANNONCES :
Le millimètre sur 1 colonne, largeur 47 mm. : 20 centimes.
Rabais pour annonces répétées
Tarif spécial pour fractions de pages.
Régie des annonces : *Indicateur Vaudois* (Société Suisse d'Edition) Terreaux 29, Lausanne.

SOMMAIRE : *Nombre de tours spécifique des turbines hydrauliques,* par L. Du Bois, ingénieur. — *Concours d'idées destinées à arrêter l'aménagement :* A. *de la place des Nations, à Genève ;* B. *de la place devant l'entrée de la salle des Assemblées de la S. d. N., à Genève.* — Urbanisme : *Aménagement de la Place Chauderon à Lausanne.* — Expositions : *La maison moderne de campagne et de vacances.* — Correspondance : *Les Halles de Neuchâtel.* — Chronique genevoise. — Sociétés : *Société suisse des ingénieurs et des architectes.* — *Assemblées annuelles de l'Association suisse des Electriciens et de l'Union de Centrales suisses d'électricité, à Aarau.* — *Association suisse de technique sanitaire.* — Bibliographie. — Carnet des concours.

Nombre de tours spécifique des turbines hydrauliques,

par L. DU BOIS, ingénieur.

Etat actuel du problème.

Introduction.

Nous avons présenté aux lecteurs du *Bulletin technique*, il y a une quinzaine d'années, quelques notes au sujet du nombre de tours spécifique des turbines hydrauliques (Nos 21 à 24 année 1919 et N° 1 année 1920).

Il ne sera pas sans intérêt croyons-nous, de reprendre la question, et de faire voir quels ont été les progrès réalisés dans ce domaine, depuis cette époque.

Nous avions signalé la lacune qui existait, et qui existe encore actuellement entre les turbines Pelton à un seul injecteur et les turbines Francis, au point de vue du nombre de tours spécifique et les quelques systèmes qui avaient été proposés alors pour combler cette lacune ; solutions qui n'ont pas eu grand succès.

Nous profiterons de l'occasion pour signaler les nouvelles turbines, dites *Turbines-Tourbillon*, de la Maison Neyret-Beylier & Piccard-Pictet, de Grenoble, et en donner une description rapide d'après des articles parus dans *Science et Industrie* (juillet et août 1933), dus à M. *A. Tenot*, professeur à l'Ecole nationale d'arts et métiers de Châlons sur Marne, qui a bien voulu nous communiquer, en outre, quelques données et renseignements intéressants. Disons d'emblée que ces turbines, qui sont déjà entrées dans le domaine de l'application, se prêtent très bien à la réalisation des nombres de tours spécifiques situés entre les maximum que l'on peut obtenir avec la Pelton à un jet et les minimum des turbines Francis ; comme elles sont par surcroît très simples et de dimensions très réduites, il est à prévoir que leur emploi se généralisera de plus en plus, dans les cas où leur application est tout indiquée.

Dans les notes qui suivent nous conserverons les notations admises lors de notre première étude :

h = hauteur de chute nette, en mètres
N = Puissance, en chevaux
n = nombre de tours par minute
D = Diamètre de la roue
d = diamètre du jet dans les Pelton
g = accélération due à la pesanteur = 9,81 m : sec^2
n_s = nombre de tours spécifique, en tours par minute.

Et nous rappellerons que l'expression du nombre de tours spécifique qui sert à caractériser une turbine est la suivante :

$$n_s = \frac{n}{h}\sqrt{\frac{N}{\sqrt{h}}}.$$

Si l'on pose dans cette expression $h = 1$ mètre et $N = 1$ cheval, on a : $n_s = n$ ce qui signifie donc que le nombre de tours spécifique d'une turbine d'un type déterminé est le nombre de tours que doit faire par minute une turbine de ce type, développant 1 cheval sous 1 mètre de chute, étant bien entendu que N est la puissance en chevaux que développe la turbine à pleine ouverture, et au nombre de tours n pour lequel elle a été calculée.

Turbines Pelton.

Dans nos notes de 1919-1920, nous avions indiqué comme n_s maximum pour la Pelton à un jet, la valeur de 22,6 qui correspond à un rapport $\frac{D}{d} = 10$, D étant le diamètre moyen de la roue, et d le diamètre du jet ; et nous ajoutions ce qui suit : « Il n'y a rien d'impossible à ce que l'on trouve des formes d'aubages qui permettent de dépasser sensiblement les nombres de tours spécifiques que nous venons d'indiquer, tout en maintenant le chiffre de rendement très élevé ». Et nous indiquions déjà alors un exemple de turbine Pelton à 2 jets ayant un n_s de 36, ce qui correspond à $36 : \sqrt{2} = 25{,}5$ pour un jet. On a continué à persévérer dans ce sens et le tableau I

Tableau I. — **Turbines Pelton.**

N°	Usine	Constructeur	Axe	Type	Puissance N 1 jet ch	Puissance N totale ch	Chute h en m	Nombre de tours n : min.	n_s 1 jet	n_s Total
1	Fully (Valais)	Piccard-Pictet	horizontal	1 jet	3 000		160	500	2,7	
2	Balch Development (E. U.)	Allis-Chalmers	horizontal	2 jets 2 roues	20 000	40 000	680	360	14,8	21
3	Mese (Italie)	Riva, Milan	horizontal	2 jets	17 500	35 000	745	500	17	24,2
4	Rio Cinca (Espagne)	Kristinehamm, Suède	vertical	3 jets	8 000	24 000	450	500	21,4	37,3
5	Maipo (Chili)	Escher-Wyss	vertical	4 jets	4 650	18 600	204	250	22	44
6	Schwarzenbach (Allem.)	Escher-Wyss	horizontal	6 jets	3 583	21 500	315	500	22,5	55
				3 roues	4 300	25 800	357		21,2	52
7	Orsières (Valais)	Charmilles	vertical	2 jets	4 700	9 400	383	600	24,3	34,3
8	Viclaire (Isère)	Neyret-Beylier	horizontal	2 jets 2 roues	6 500	13 000	370	500	24,8	35,2
9	Amsteg (C. F. F.)	« Vevey »	horizontal	2 jets 2 roues	7 150	14 300	275	333	25	35,5
10	Saussaz (Maurienne)	Neyret-Beylier	horizontal	2 jets	425	850	71	250	25	35,5
11	Illiten (Afrique)	Neyret-Beylier	horizontal	2 jets	2 250	4 500	258	600	27,3	38,8
12	Schlappin	Escher-Wyss	horizontal	1 jet	7 500		420	600	27,5	
13	Sembrancher (Valais)	« Vevey »	vertical	2 jets	2 615	5 230	156	300	27,7	39,4
14	Ponale (Italie)	Riva, Milan	horizontal	2 jets	22 500	45 500	520	420	25,3	36
								500	30,2	42,8
15	Chambon	Neyret-Beylier	horizontal	2 jets	3 000	6 000	215	500	33,3	47,2

montre les résultats auxquels on est arrivé. Dans ce tableau, les turbines sont classées par ordre de grandeur des n_s (pour un jet).

On voit que la plus forte valeur est $n_s = 33{,}3$ (N° 15, turbine Neyret-Beylier & Piccard-Pictet à 2 jets, 6000 chevaux sous 215 m de chute, à 500 tours : minute). En surcharge, le n_s de cette turbine atteindrait 34, d'après ce qui nous a été communiqué.

M. Tenot, dans ses articles sur les turbines-tourbillon, indique ce qui suit : « Dans l'état actuel de la question, on ne peut songer avec un seul injecteur et une seule roue Pelton à dépasser $n_s = 32$ à 34, à moins de consentir à une diminution de rendement aux fortes charges. C'est bien la limite actuelle des Pelton simples, malgré tous les efforts que l'on a faits dans cette voie pour « pousser » ces machines sans rien diminuer du rendement ».

Notons que ces deux chiffres de 32 à 34 pour le n_s, correspondent à un rapport $D : d$ de 7,5 à 7, alors qu'en 1919 nous avions 9 à 10. Ces chiffres 32 à 34 peuvent être considérés comme exceptionnels ; les constructeurs paraissent s'en tenir aux environs de 28 à 30 lorsqu'ils ont à donner des garanties de rendements convenables à pleine charge.

Dans notre tableau (Turbine Pelton) nous voyons figurer plusieurs turbines à axe vertical et à plusieurs jets.

N° 4 3 jets $n_s = 37{,}3$ (total)
N° 5 4 » $n_s = 44$ »
N° 7 2 » $n_s = 34{,}3$ »
N° 13 2 » $n_s = 39{,}4$ »

Nous y trouvons également des turbines à plusieurs roues et plusieurs jets (axe horizontal), entre autres :

N° 6 6 jets et 3 roues $n_s = 55$ (total)
N° 8 2 » 2 » $n_s = 35{,}2$ »
N° 9 2 » 2 » $n_s = 35{,}5$ »

Ce sont là des solutions intéressantes et qui remplissent parfaitement le but cherché (augmentation du n_s) mais qui n'ont qu'un seul tort : c'est d'être compliquées et coûteuses. Les Pelton à axe vertical, avec plusieurs jets disposés symétriquement sur le pourtour de la roue, donnent de très bons résultats et il est probable que l'on en verra encore bien des applications surtout pour des unités de grande puissance.

Cette disposition de Pelton à axe vertical, qui se prête très bien à la multiplicité des jets, présente en outre les avantages suivants :

1. Réduire le plus possible la hauteur de chute comprise entre la roue et le niveau aval, hauteur de chute perdue, inhérente à l'utilisation des Pelton.

2. Isoler la partie hydraulique de la partie électrique dans une centrale, et par conséquent éliminer tout risque d'inondation de la partie électrique en cas de ruptures éventuelles de conduites d'eau ou d'augets.

La solution Pelton est préférable à la Francis dans tous les cas où l'on a affaire à de l'eau sablonneuse qui use les distributeurs et les roues. L'entretien des distributeurs et des roues Pelton est moins onéreux que celui des Francis.

Turbines Francis, Hélice et Kaplan.

Nous avons groupé dans le tableau II un certain nombre d'exemples de turbines Francis, Hélice et Kaplan, classées par ordre de grandeur des n_s, en commençant par les plus petits.

Dans notre étude de 1919-1920, nous avions indiqué 50 comme n_s minimum pour les Francis. Les constructeurs ne paraissent pas descendre volontiers aussi bas actuellement ; le chiffre minimum que nous avons dans notre tableau, est de 72. Si l'on veut descendre plus bas, cela conduit à une largeur relative du distributeur trop petite, et à des pertes aux joints trop fortes, et par conséquent à un abaissement du rendement, ceci indépendamment de l'usure éventuelle et des difficultés d'équilibrage. On peut donc admettre qu'actuellement un n_s de 70 doit

Tableau II. — **Turbines Francis et Hélices.**

N°	Usine	Constructeur	Axe	Type	Puissance N Une roue ch	Puissance N totale ch	Chute h en m.	Nombre de tours n : min.	n_s 1 roue	n_s Total
1	Rempen (Wäggithal)	Escher-Wyss	vertical	Francis	22 500 19 000 15 400		260 230 203	500	72 77 81	
2	Monte-Piotino	Charmilles	vertical	Francis	28 200		323	630 750	77,3 92	
3	Beaufort	Neyret-Beylier	horizontal	Francis	12 000		260	750	79	
4	Tuxpango (Mexique)	Escher-Wyss	horizontal	Francis	12 500		166	450	85	
5	Siebnen (Wäggithal)	Escher-Wyss	vertical	Francis	17 500 16 000 14 750		197 185 176	500	90 93 95	
6	Brommat	Neyret-Beylier et J.-M. Voith	vertical	Francis	42 500		265	500	96	
7	Jogne (Fribourg)	« Vevey »	vertical	Francis	6 000		105	500	115	
8	Komaki (Japon)	Escher-Wyss	vertical	Francis	29 000 29 000 21 000		71,9 68,2 56,7	200	163 174 186	
9	Hauterive (Fribourg)	Charmilles	vertical	Francis	6 000		59	375	177	
10	Sainte-Tulle (Durance)	« Vevey »	horizontal	Francis jumelle	5 000	10 000	33	300	268	380
11	Parahyba (Brésil)	Escher-Wyss	vertical	Francis	32 500		31,7	125	300	
12	Mauzac (Dordogne)	« Vevey »	vertical	Francis	2 500		4,30	55,5	445	
13	Chancy-Pougny (Rhône)	Charmilles	vertical	Francis	8 700 7 600 1 900		9,00 8,16 4,41	83,3	498 528 570	
14	Ruppoldingen	Charmilles	vertical	Hélice	1 000		4	94	525	
15	Kembs (Rhin)	Charmilles et Alsacienne	vertical	Hélice	36 600 30 000		16,50 15,00	93,7	540 550	
16	Louisville (Ohio, E.U.)	Allis Chalmers, Milwaukee	vertical	Hélice	13 500		11	100	580	
17	Albiès (Ariège, France)	Charmilles	vertical	Hélice	577 661		5,93 6,10	375	623 586	
18	Villey St-Etienne	Neyret-Beylier	vertical	Kaplan	640		3,20	107	640	
19	Jonage (Lyon)	Neyret-B - Charmilles	vertical	Kaplan	6 000		13	214	680	
20	Ryburg-Schwörstadt (Rhin)	Voith Escher-Wyss Charmilles	vertical	Kaplan	38 700		11,50	75	700	
21	Le Blavet	Neyret-Beylier	vertical	Kaplan	448		1,95	75	700	
22	Wynau (Aar)	« Vevey »	vertical	Hélice	2 850 2 230		5,20 4,25	107	730 830	
23	Jura Zementfabrik Aarau	Escher-Wyss	vertical	Kaplan	2 100 1 680		4,00 3,40	93,8	760 833	
24	Tomblaine près Nancy	Neyret-Beylier	vertical	Kaplan	470		2,2	107	860	

être considéré comme un minimum compatible avec un bon rendement.

Dans les turbines à basses chutes, on a fait d'énormes progrès grâce au développement des turbines Hélice et Kaplan. Voici ce que nous écrivions dans nos notes de 1919-1920 :

« Comme limite supérieure, nous avons indiqué 450 parce qu'il existe déjà bien des turbines en fonctionnement dans lesquelles ce n_s a été atteint. Mais il est probable que l'on ira beaucoup plus loin dans cette direction, car cette question est d'un grand intérêt pour l'utilisation des basses chutes et des grands débits ; on a déjà parlé de turbines réalisant des n_s de 800 et il n'y aurait rien d'étonnant à ce que d'ici à peu de temps on arrive à des chiffres aussi élevés. »

Comme on le voit par les derniers chiffres de notre tableau II, ces prévisions se sont réalisées et les valeurs de 700 à 800 sont devenues courantes. Le professeur Kaplan dans son ouvrage : « Theorie und Bau von Turbinen-Schnelläufern » (1931) indique comme chiffre record, deux turbines de Görz (constructeur Storek, à Brünn) accusant un n_s de 1300. Il semble qu'on soit limité dans cette voie par des questions de stabilité (écoulement permanent à réaliser entre pales) et de cavitation (d'un nombre trop réduit de pales résultent des dépressions supplémentaires plus fortes).

Ce sont les progrès considérables obtenus dans cette direction, qui ont permis de réaliser des installations aussi importantes et remarquables que celles de Kembs, de Ryburg-Schwörstadt, Chancy-Pougny, et tant d'autres. Et il est à prévoir que l'on ne s'arrêtera pas en si bon chemin. C'est aussi ce qui a permis de transformer d'anciennes usines à basse chute construites il y a trente ans ou plus et de remplacer les anciennes turbines par des groupes beaucoup plus puissants, et à nombres de tours plus élevés.

Donc, dans ce genre de turbines il y a eu de grands progrès réalisés dans le sens de l'augmentation du nombre de tours spécifique, mais pas dans le sens contraire.

Turbines pour nombres de tours spécifiques situés entre 30 et 70.

Nous voyons donc, en résumé, qu'entre la Pelton à un jet, dont le n_s normal peut être fixé à 28 à 30 (exceptionnellement 32 à 34), et la Francis d'un n_s de 70 (exceptionnellement jusqu'à 50), la lacune signalée existe toujours.

Avec la Pelton à une roue et plusieurs injecteurs ou à

plusieurs roues et plusieurs injecteurs par roue, on arrive à réaliser, dans de bonnes conditions, des n_s situés dans cet intervalle ; et dans bien des cas, c'est à l'une de ces solutions que l'on est forcément amené. Le seul inconvénient, c'est qu'on obtient des groupes d'un grand encombrement, compliqués et coûteux.

Nous avions signalé, en son temps, en les critiquant, trois solutions possibles de ce problèmes :

1. *Turbine Girard à admission intérieure* (appelée « Schwamkrug » en Allemagne).

Cette turbine a été définitivement enterrée, pour les raisons que nous avions exposées. Et pourtant nous nous permettrons de signaler (quitte à passer pour un rétrograde endurci) un cas récent très spécial, à la vérité, où nous n'avons pas hésité à adopter ce système suranné. Ce sera plutôt à titre de curiosité, car la turbine en question est de dimensions que l'on peut qualifier de microscopiques en regard des unités monstres que l'on construit actuellement. Il s'agissait d'actionner une petite pompe centrifuge absorbant 6 chevaux, à 2400 tours ; la chute disponible était de 45 m. Le cas était donc très spécial : marche unique à pleine charge, donc pas de distributeur réglable et pas de régulateur ; une simple vanne d'arrêt à l'entrée ; la roue est montée en porte à faux à l'extrémité de l'arbre de la pompe ; distributeur à trois orifices répartis également sur le pourtour de la roue, donc pas de poussée, ni axiale ni latérale ; le rendement, étant donnée la faible puissance, n'avait pas grande importance. Dans ces conditions, la petite roue *Girard* était tout indiquée, c'était de beaucoup la solution la plus simple et la plus économique.

Son nombre de tours spécifique est :

$$n_s = \frac{2400}{45}\sqrt{\frac{6}{\sqrt{45}}} = 50{,}3.$$

2. *Turbine Donat-Banki.*

Nous avions, en son temps, étudié d'assez près cette turbine originale et conclu, en nous attirant les foudres de l'inventeur, à des faibles chances de succès ; nous ne croyons pas nous être trompé de beaucoup.

3. *Turbines Francis accouplées en série*, comme les pompes multicellulaires.

Le principe très intéressant de l'utilisation de la chute par étages successifs n'a pas non plus été développé ; cela provient, d'une part, d'exigences plus serrées concernant les rendements dans le domaine des turbines, et, d'autre part du fait des distributeurs réglables qui compliquent beaucoup le problème. Dans les pompes centrifuges multicellulaires, cette dernière difficulté n'existe pas, par le fait qu'il n'y a pas de distributeur réglable, les pompes marchant toujours à plein débit ; c'est pour cela que ces pompes sont d'une construction courante et permettent d'arriver à des hauteurs de refoulement très grandes. *(A suivre.)*

Concours d'idées destinées à arrêter l'aménagement :

A. de la place des Nations, à Genève ;

B. de la place devant l'entrée de la salle des Assemblées de la S. d. N., à Genève.

(Suite.) [1]

2. *Projet N° 7* « Pax 1 ». La solution présentée par l'auteur de ce projet est tout autre et part d'une conception opposée à celle de l'auteur du projet précédent. Ce projet distingue très nettement dans sa conception la place elle-même rattachée au parc de l'Ariana, du reste de la composition qui garde un caractère plus nettement urbain. D'un point de vue purement paysagiste, ce projet apparaît très intéressant, mais il serait mieux à sa place dans une région ou le trafic routier et urbain serait moins intense. Son architecture décorative aurait été encore améliorée si l'auteur du projet avait donné plus d'importance aux parties réservées aux pelouses. La perspective présentée par l'auteur du projet a paru au jury extrêmement habile, mais d'un caractère un peu trompeur. Elle semble, en effet, supérieure à ce que donnerait l'exécution du plan proposé. De plus, la réalisation de ce projet serait particulièrement dispendieuse parce qu'elle fait abstraction de tout ce dont on pourrait tirer parti au point de vue de la construction. A l'opposé du projet précédent, la manière dont l'auteur a accentué la courbe marquée par la grande avenue aboutissant au Palais de la Société des Nations ne peut pas être approuvée. De plus, la longueur des bâtiments sis en bordure de cette avenue semble insuffisante par rapport à leur hauteur.

3. *Projet N° 9* « Pax 2 ». Ce projet a été retenu par le jury principalement en raison de l'idée qu'il émet de terminer l'avenue aboutissant au Palais de la *S. D. N.* par une verticale (obélisque). Pour le surplus, l'auteur de ce projet s'est borné à développer le plan officiel qui a servi de base au concours sans y apporter des améliorations notables. L'ensemble architectural qu'il présente n'est pas assez complet. Les proportions de la pièce d'eau envisagée par l'auteur du projet sont exagérées et ne tiennent pas suffisamment compte de la déclivité du terrain.

4. *Projet N° 1.* « Sous les platanes ». Le jury constate que l'auteur de ce projet a fait un effort pour présenter un ensemble architectural, tout en restant dans le cadre du programme du concours et des travaux déjà exécutés. Il a procédé à une étude de détail qui n'est pas dépourvue d'intérêt, mais sa vision est restée attachée aux détails décoratifs et l'a empêché de voir l'ensemble du problème. Les proportions des divers éléments proposés sont heureuses, mais l'ensemble manque de grandeur. De plus, le parti adopté par l'auteur du projet de diviser la place en deux parties nettement différenciées n'est pas des plus favorables. La perspective fournie démontre que les corps de bâtiments en saillie sur l'ensemble de la place nuisent à son ordonnance générale. Le stationnement des véhicules est mal organisé et trop éloigné de la circulation principale.

Après avoir comparé les différents projets retenus et tenant compte des observations auxquelles ces projets ont donné lieu, le jury a décidé, à l'unanimité, de les classer de la manière suivante : 1. projet N° 5 « Le Parc » ; 2. projet N° 7 « Pax 1 » ; 3. ex æquo projet N° 1 « Sous les platanes » ; projet N° 9 « Pax 2 ».

Le jury souligne que seul le projet N° 5 semble pouvoir être recommandé comme base d'exécution.

En conséquence, il décide d'attribuer les prix suivants : 1. projet N° 5 « Le Parc », prix de 2000 fr. ; 2. projet N° 7 « Pax 1 », prix de 1000 fr. ; 3. projet N° 1 « Sous les platanes », projet N° 9 « Pax 2 », chacun un prix de 250 fr.

(A suivre.)

[1] Voir *Bulletin technique* du 21 juillet 1934, page 171.