

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 76 (1950)
Heft: 16

Sonstiges

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: 25.01.2026

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

réduire de 50 à 100 % la section qu'il est nécessaire de donner à la chambre d'équilibre pour obtenir un réglage stable, même dans le cas défavorable de marche sur un réseau séparé.

Le dispositif de stabilisation proposé consiste essentiellement dans une combinaison d'appareils connus. Son prix est faible par rapport au prix de l'ensemble de l'installation. Il ne nécessite que des modifications restreintes du dispositif de réglage normal, et peut être aisément introduit après coup dans une installation déjà existante pour en améliorer la stabilité. Son principe offre une grande souplesse d'application selon les conditions particulières de l'installation considérée. En outre, si l'un ou l'autre des appareils qui interviennent dans ce dispositif fait défaut, il n'en résulte aucune conséquence dangereuse pour l'installation : l'amplitude des oscillations très lentes qui s'établiraient avec une période de plusieurs minutes n'augmente pas indéfiniment, mais est limitée par les pertes de charge dans la galerie d'amenée et dans la chambre d'équilibre, ainsi que par l'ouverture maximum du distributeur. Ces oscillations, tout en étant intolérables en marche normale, n'offrent pas d'inconvénients majeurs si elles ne se produisent qu'accidentellement ; elles peuvent d'ailleurs être facilement enrayerées par une intervention du machiniste.

Lorsqu'il s'agit de centrales à basse chute situées en aval d'un canal d'amenée ou en amont d'un canal d'évacuation à écoulement libre, il est connu qu'à la suite d'une variation du débit, il se produit le long du canal une onde de trans-

lation qui est réfléchiée aux deux extrémités. Si la puissance fournie par la centrale doit être maintenue constante, l'onde peut être entretenue, voire amplifiée. On peut donc se trouver en présence d'un régime instable de même origine que dans le cas de la chambre d'équilibre. Ce problème a déjà fait l'objet de travaux¹. Il se présente en particulier pour les centrales souterraines avec canal d'évacuation d'une certaine longueur, mais son étude approfondie sortirait du cadre de notre exposé. Qu'il nous suffise de signaler que le mode de stabilisation que nous indiquons peut également lui être appliqué.

La stabilisation des chambres d'équilibre par un asservissement de la puissance à la pression est un exemple des solutions que l'ingénieur électricien peut apporter aux problèmes devant lesquels se trouve l'ingénieur civil, et de la collaboration toujours plus étroite qui est nécessaire entre tous ceux qui participent à l'élaboration de centrales hydro-électriques.

Lausanne et Genève, avril 1950.

Adresses des auteurs :

M. Cuénod, ingénieur à la Société OFINCO, 2, Tertasse, Genève.
A. Gardel, avenue Warnéry 14, Lausanne.

¹ Voir en particulier : E. BRAUN, *Über die Stabilität des Betriebes einer Turbinenanlage mit offenem Werkkanälen*. Festschrift der Tech. Hochschule Stuttgart, 1929.

LES CONGRÈS

Association suisse pour l'aménagement des Eaux

39^e Assemblée générale, le 23 juin 1950, à Meiringen.

L'Association suisse pour l'aménagement des eaux a tenu son assemblée générale le 23 juin 1950, à Meiringen, sous la présidence de M. le Dr P. Corrodi.

À l'issue de la partie administrative, MM. J. Bächtold et V. Eggenberger firent un exposé sur les aménagements hydro-électriques de l'Oberhasli. Au cours de la visite de ces installations, le lendemain, M. M.-H. Juillard, chef du département des projets et constructions de la S. A. des Forces Motrices de l'Oberhasli, donna des renseignements sur les constructions actuelles existantes et en voie de réalisation, et sur les projets d'avenir de cette importante société.

De ce dernier exposé nous tirons les quelques lignes suivantes (voir en outre fig. 1) :

La création de la S. A. des Forces motrices de l'Oberhasli, par les Forces Motrices Bernoises, a nécessité de longs et laborieux préparatifs. Les premières études remontent au début du siècle. Le Dr Kaech et M. Juillard vinrent à Innertkirchen déjà en 1920 pour préparer la réalisation d'un projet établi par le professeur Narutowicz.

Mais l'installation était, tant au point de vue des frais que de la quantité d'énergie à placer, trop grande pour cette époque. Il ne fut donc pas possible de démarrer aussi vite qu'on ne l'avait escompté. En outre, le projet dut subir un remaniement complet, tant au point de vue de l'accumulation qu'à celui de la répartition de la chute.

Enfin fut réalisée Handeck I avec les deux lacs du Grimsel et de Gelmer de 1925 à 1932, puis Innertkirchen de 1940 à 1942. Ces deux usines utilisant une chute totale de 1280 m produisent ensemble 350 millions de kWh d'hiver et 400 à 450 millions de kWh d'été. Pendant ce temps, les bases de la société furent élargies par la participation successive des villes de Bâle, Berne et Zurich à l'entreprise.

Les deux usines de Handeck II (1947-1950) et Oberaar forment un groupe qui augmentera la production d'énergie de 320 millions de kWh en hiver et diminuera celle d'été de 40 millions de kWh. La production totale atteindra donc 670 millions de kWh en hiver et 360 à 400 millions de kWh en été ; même dans les années les plus sèches, elle dépassera largement le milliard. Il est prévu quelques adductions auxiliaires, en particulier l'utilisation des forces de la vallée de Gaden, qui fourniront environ 200 à 250 millions de kWh, principalement de l'énergie d'été. Enfin, peut-être haussera-t-on, un jour, les barrages du Grimsel.

L'usine de Handeck II utilise, sous une chute de 460 m., les affluents de l'Aar de la rive gauche au-dessous du Grimsel et en particulier l'Urbach, amené à la Handeck par une galerie de 5,7 km. La centrale souterraine est terminée ; la première des quatre turbines de 40 000 CV marche. Le barrage de Rätherichsboden de 280 000 m³ de béton créant une retenue de 27 millions de m³, sera achevé dans deux mois.

L'usine de l'Oberaar, qui vient d'être mise en chantier, comprend essentiellement un bassin d'accumulation à 2303 m d'altitude de 58 millions de m³, une galerie d'amenée de 4550 m de longueur, un puits foré de 1600 m de longueur passant sous le lac du Grimsel et une centrale souterraine, à l'aval du grand barrage du Grimsel. Celle-ci contiendra un alternateur actionné par deux roues Pelton de 21 000 CV chacune et une pompe actionnée par un moteur de 25 000 CV, servant à refouler dans le lac de l'Oberaar annuellement 15 à 20 millions de m³, pris du lac du Grimsel. La galerie de fuite de l'usine débouche directement dans le lac de Rätherichsboden, dont le niveau est à 1767 m d'altitude.

Passant à l'examen de développement de quelques questions techniques qui l'ont occupé spécialement depuis le début de son activité dans l'Oberhasli, M. Juillard ajoute :

En 1920, le professeur Narutowicz prévoyait une retenue de 20 m de hauteur inférieure à celle qui fut exécutée ensuite. Pour fermer la gorge dans la Spitallamm, il proposait la construction d'un barrage-poids massif, sans joints, mais légèrement incurvé en plan. Il était d'avis que ce type de barrage était le seul permettant de créer une si haute retenue, estimant que l'on ne saurait dépasser, sans danger, les fatigues survenant dans une telle construction.

Par de très longs calculs nous avons démontré que la faible courbure en plan n'était statiquement d'aucune utilité. Au contraire, une division en éléments verticaux, par des joints de dilatation, aurait été de beaucoup préférable pour un barrage-poids. Mais la solution la plus judicieuse était, ce qui aujourd'hui paraît

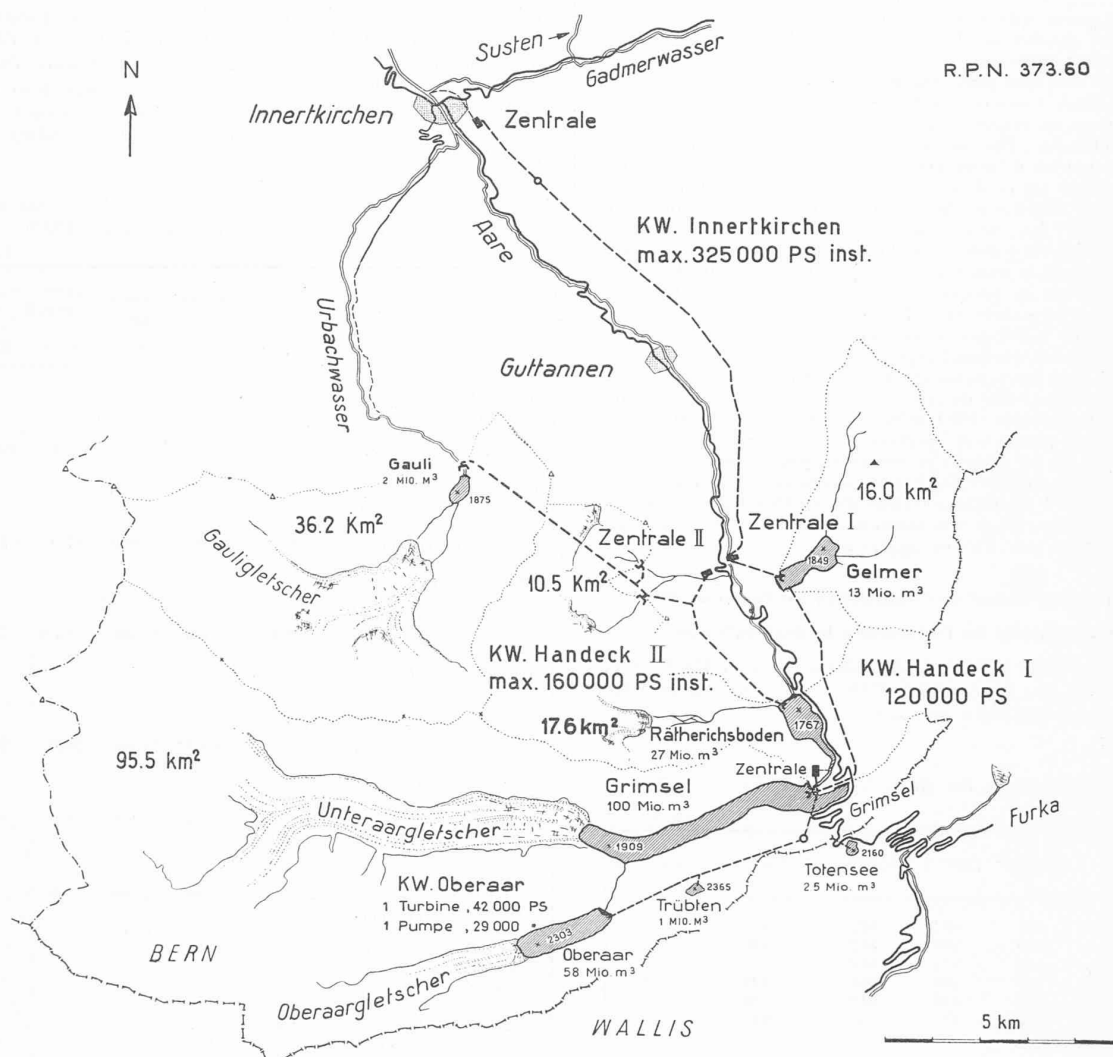


Fig. 1 — Plan général de situation des aménagements des Forces motrices de l'Oberhasli.

évident, mais ne l'était pas encore alors, de construire dans la Spitallamm un barrage-voûte. Le profil adopté réalisait une économie de 100 000 m³ de béton sur celui d'un barrage-poids. Mais ce n'était pas notre premier souci. L'important alors était surtout de réaliser une retenue de 45 millions de m³ plus grande avec un mur dont les fatigues n'atteignaient même pas les limites indiquées par le professeur Narutowicz. Les plus fortes compressions dans l'arc sont de 15 kg/cm², donc trois à quatre fois plus faibles que celles admises pour des constructions modernes. Les problèmes technologiques soulevés par le projet du barrage de Spitallamm nous ont engagés à faire des observations très poussées, en laboratoire et sur le chantier pendant la construction, afin de déterminer le moment propice de la fermeture des joints. Finalement ceux-ci furent remplis au printemps 1932 en appliquant au béton frais de chaque joint une pression de 15 kg/cm², ce qui créait dans l'arc horizontal une poussée initiale de 40 000 à 50 000 tn.

Les déformations du barrage furent suivies dès le début. Les résultats les plus instructifs sont fournis par les pendules ; mais nous observons aussi les déformations de l'arc horizontal et d'une série de points à l'intérieur du mur. On peut dire que le barrage se comporte comme un corps parfaitement élastique. Les mouvements sont, dans la moitié supérieure, grandement influencés par la température, ce qui est sans autre compréhensible pour un barrage-voûte. Mais les mesures pendulaires faites à la Seeuferegg, qui est un barrage-poids, et à d'autres barrages, montrent que tous les murs subissent constamment des mouvements tout aussi importants que ceux d'un barrage-voûte et qui sont provoqués par les variations de température entre l'amont et l'aval.

Les observations faites au Grimsel, et ailleurs surtout, montrent que le rocher de fondation subit au voisinage d'un lac artificiel

et notamment d'un barrage des déformations importantes. Par exemple à la Seeuferegg, les mouvements horizontaux dus à la déformation du rocher sont plus importants que ceux dus au mur de béton ; ils sont élastiques. Dans des roches moins compactes que celles du Grimsel, nous avons pu observer des déformations progressives du sol. Les gorges semblent avoir la tendance à se resserrer, mettant le barrage en charge, ce qui ne peut être que favorable, tant que les mouvements restent faibles.

Les barrages de Rätherichsboden et de l'Oberaar sont du type poids, mais présentent, par rapport aux constructions exécutées jusqu'à maintenant, une innovation intéressante. Comme tous les barrages-poids, la construction est divisée en éléments verticaux par des joints transversaux, la distance de ceux-ci a été choisie de 18 m. Mais au lieu de bétonner, l'un contre l'autre, les différents éléments, on ménage, à l'intérieur du mur, des alvéoles de 3 m de largeur. Celles-ci ont pour effet de réduire le cube de béton, de diminuer considérablement les sous-pressions, de faciliter l'exécution rapide du barrage, ainsi que plus tard son inspection et éventuellement son entretien.

Le grand progrès réalisé dans l'exécution proprement dite des barrages, depuis le Grimsel à Rätherichsboden, résulte de la pervibration du béton. Les machines employées aujourd'hui pour la fabrication du béton sont plus spectaculaires que celles d'autrefois, mais la qualité du béton mis en place dépend néanmoins, comme toujours, d'une vigilance de tous les instants.

À côté des barrages, les questions relatives aux galeries et en particulier aux puits forcés nous ont aussi beaucoup occupés. Sur la base d'essais sur galeries en grandeur naturelle, il a été possible de créer un type de puits forcé très économique qui a fait ses preuves et que nous appliquerons aussi à l'Oberaar, non par conser-

vatisme, mais parce que c'est vraiment la solution qui convient le mieux à nos conditions. Du reste la solution Oberhasli, avec ou sans centrale souterraine, a fait déjà école et nous ne doutons pas qu'elle soit toujours plus largement adoptée.

Pour les galeries d'aménée de l'Oberaar et du Grimsel, jusqu'à la Handeck, nous ne rencontrons aucune difficulté, la roche étant excellente et étanche; elle ne nécessite en général pas de revêtement. Pour la galerie d'Innertkirchen, en revanche, il était indispensable de prévoir un revêtement étanche. Or le ciment du béton étant attaqué par dissolution de la chaux dans l'eau chimiquement pure du bassin de l'Aar, nous nous sommes préoccupés de réaliser, sur toute la portion de galerie dont l'étanchéité importait spécialement, un revêtement le moins altérable possible. Sur plus de 5 km, le tunnel fut revêtu de plaques de béton armé, préfabriquées et imprégnées dans l'autoclave avec du brai à 150° C. D'autres parties furent revêtues de blindages métalliques ou de gunit. En outre, la roche fut systématiquement injectée. Quelques venues d'eau à haute pression sont introduites dans la galerie par des soupapes. Le contrôle de l'étanchéité du tunnel de 10 km de longueur et de 3,30 à 3,40 m de diamètre (100 000 m²) montre que, entre la galerie vide et la galerie pleine sous pression, la différence des entrées d'eau n'est que de 10 l/sec. Ces résultats sont vraiment dignes d'être soulignés. La dernière inspection, exécutée il y a une année, a également montré l'excellente tenue du revêtement en plaques de béton imprégnées. C'est une solution assez coûteuse, mais que nous ne regrettons pas d'avoir appliquée.

Extrait du rapport annuel de l'Association sur l'exercice 1949

I. — Etat général de l'économie hydroélectrique

Les débits du Rhin à Rheinfelden durant l'hiver 1949/1950, comparés à ceux des hivers 1908/1909, 1920/1921, 1948/1949 et à la moyenne générale des années 1901 à 1949, ont été les suivants :

Débit mensuel moyen du Rhin à Rheinfelden, en m³/s

TABLEAU 1

	1908/09 * 1920/21 * 1948/49			1949/50	1901-1949
Octobre	693	802	622	457	875
Novembre	438	433	512	436	801
Décembre	428	374	413	541	728
Janvier	453	434	441	494	729
Février	357	416	418	590	687
Mars	425	332	534	613	790

Débit journalier moyen du Rhin à Rheinfelden, en m³/s

	1908/09 * 1920/21 * 1948/49			1949/50	1901-1949
Octobre	450	528	495	401	348
Novembre	353	342	452	384	335
Décembre	364	316	369	430	310
Janvier	310	349	360	360	317
Février	280	330	390	390	286
Mars	261	305	413	573	267

Le 3 octobre 1949, les bassins d'accumulation avaient une capacité de 969 millions de kWh, soit le 83 % de leur capacité totale. Les bassins les moins remplis étaient ceux des Préalpes, du fait de l'été anormalement sec. Le 27 mars 1950, les réserves atteignaient encore 203 millions de kWh, contre 111 le 30 mars 1949. Le débit du Rhin s'améliora légèrement en décembre, puis demeura plus ou moins stationnaire jusqu'au 9 février 1950 et augmenta ensuite fortement.

L'amélioration de notre ravitaillement en énergie électrique durant l'hiver 1949/50, par rapport à celui de 1948/49, est due à la mise en service des nouvelles usines hydroélectriques indiquées au tableau 2, à de plus grandes importations d'énergie électrique, à une augmentation des débits d'appoint aux usines à bassins d'accumulation, à une production accrue des usines au fil de l'eau et à des livraisons d'énergie plus importantes par des usines de l'industrie. La situation assez sérieuse de l'automne 1949 a pu être surmontée grâce à un appel à l'économie dans la consommation de l'électricité et à un hiver particulièrement doux. De ce

fait, aucune restriction n'a dû être ordonnée durant l'hiver 1949/1950. Les tableaux 4 et 6, qui indiquent l'évolution probable de la production d'énergie électrique durant les années 1950 à 1954, montrent que l'aménagement des nouvelles usines hydroélectriques permettra dorénavant de renoncer à des restrictions de la consommation, même pendant les hivers secs.

Usines hydroélectriques de plus de 450 kW mises en service ou ayant subi des extensions en 1949

TABLEAU 2

Usine et propriétaire	Date de la mise en service	Puissance installée ch	Puissance max. kw	Production moyenne annuelle = 10 ⁶ kWh		
				Hiver	Été	Total
Wassen : S. A. des Forces Motrices de Wassen (Dir. Lucerne)	5 janvier 1949	73 200	48 000	76,0	158,5	234,5
Tiefencastel-Julia : Service de l'électricité de la Ville de Zurich	10 juillet 1949	35 000	25 000	47,0	93,0	140,0
Fätschbach¹ : S. A. des Forces Motrices du Nord-Est Suisse, Baden ..	14 oct. 1949	20 000	15 000	18,9	53,9	72,8
Rabiusa-Realta : S.A. des Forces Motrices Sernf-Niedernbach, Schwanden (Dir. Saint-Gall) ...	21 oct. 1949	34 600	25 000	28,0	87,0	115,0
Zermatt, Wiesti : Commune de Zermatt	12 nov. 1949	2 380	1 800	3,9	6,2	10,1
Luchsingen II : Service de l'électricité de la Ville de Glaris	2 déc. 1949	3 860	2 600	4,0	9,5	13,5
Oberhasli (Adduction Trübtensee au lac du Grimsel : S.A. des Forces Motrices de l'Oberhasli, Innertkirchen	Décembre 1949	—	—	2,7	—	2,7
Oberhasli (Adduction Totensee au lac du Grimsel : S.A. des Forces Motrices de l'Oberhasli, Innertkirchen	Décembre 1949	—	—	7,0	—	7,0

¹ Remplace l'usine de Linthal, Fätschli (1050 kW, 1700 ch, 3,6, 4,6 et 8,2 × 10⁶ kWh).

La puissance de pointe maximum possible aux bornes des alternateurs de toutes les usines hydroélectriques aménagées en Suisse atteignait :

A fin 1947	2 562 000 kW *
A fin 1948	2 622 000 kW *
A fin 1949	2 739 000 kW **

Le tableau 3 indique la production et la consommation totales d'énergie électrique en 1948/1949, comparées à celles des années 1938/1939 et 1947/1948.

Production totale d'énergie électrique en Suisse (au départ des usines)

TABLEAU 3

Année	Hydraulique	Thermique	Importation	Total	Consommation propre	Vente
en 10 ⁶ kWh						
1938/39	7 089	45	42	7 176	751	6 425
1947/48	10 357	69	54	10 480	1 434	9 046
1948/49	9 567	178	135	9 880	1 393	8 487

* Annuaire statistique de la Suisse.

** Notre estimation.

* Rhin, près de Bâle.

Consommation totale d'énergie électrique

TABLEAU 3 (suite)

Année	Ménages	Chemins de fer		Industrie générale	Chimie, mét., appl. therm.	Chaud. électr.	Exportation	En Suisse *
		C.F.F.	Autres					
en 10 ⁶ kWh								
1938/39	1 411	549	173	819	1 404	506	1 563	5 613
1947/48	3 079	718	237	1 485	2 033	1 052	442	10 038
1948/49	3 187	708	241	1 502	1 876	503	470	9 410

* Y compris consommation propre.

En dix ans, du 1^{er} octobre 1939 à fin septembre 1949, la consommation indigène totale, y compris la consommation propre, a augmenté de 3797 millions de kWh, soit de 380 millions de kWh par an et de 166 millions de kWh chaque hiver. Il faut toutefois tenir compte du fait que la consommation a été restreinte du 29 novembre 1948 au 1^{er} avril 1949.

Développement futur de l'aménagement des usines hydro-électriques et de la consommation d'énergie

Le tableau 4 indique les usines en construction ou en transformation au début de 1950, tandis que le tableau 5 groupe les usines dont les projets étaient au point au printemps de 1950, aussi bien techniquement qu'économiquement.

Usines hydroélectriques en construction ou en transformation durant l'année 1950

TABLEAU 4

Usine et propriétaire	Date probable de la mise en service	Puissance installée ch	Puissance max. aux bornes des alternat. kW	Capacité de production moyenne aux bornes des alternateurs, 10 ⁶ kWh		
				Hiver	Été	Total
<i>Campocologno II</i> : S. A. des Forces Motrices de Brusio, Poschiavo.....	Janvier 1950	2 200	1 600	3,0	5,0	8,0
<i>La Dixence Cleuson</i> : ¹ S. A. l'Energie de l'Ouest Suisse, Lausanne	1950	—	—	60,0	— 60,0	—
<i>Lavey</i> ³ (première étape) : Services Industriels de la Ville de Lausanne	1950	67 500	48 400	98,0	170,0	268,0
<i>Meiringen II</i> : Commune de Meiringen	1 ^{er} mars 1950	2 240	1 500	2,4	7,0	9,4
<i>Massaboden</i> (extension) : Chemins de fer fédéraux, Berne ..	Mai 1950	—	—	8,0	13,0	21,0
<i>Altsch, Mörel</i> : Altsch S.A., Mörel (Dir. Lonza, Bâle)	Mai 1950	22 000	16 000	24,0	56,0	80,0
<i>Murg, Merlen</i> : Service de l'électricité de la Commune de Murg	1950	600	420	0,9	1,7	2,6
<i>Neuhausen</i> ⁴ , Chute du Rhin : S. A. des Forces Motrices du Rhin, Neuhausen	1950	6 250	4 400	19,0	19,0	38,0
<i>Miéville, Salanfe</i> : Salanfe S.A., Vernayaz	1950	127 500	80 000	130,0	—	130,0
<i>Montcherand</i> (extension) : Cl ^e Vaudoise des Forces Motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe, Lausanne ..	1950	15 000	10 500	20,0	20,0	40,0
<i>Oberhasli, Handeck II</i> : S. A. des Forces Motrices de l'Oberhasli, Innertkirchen	1950	82 000	58 000	92,0	153,0	245,0

TABLEAU 4 (suite)

Usine et propriétaire	Date probable de la mise en service	Puissance installée ch	Puissance max. aux bornes des alternat. kW	Capacité de production moyenne aux bornes des alternateurs, 10 ⁶ kWh		
				Hiver	Été	Total
<i>Ritom</i> (dérivation de la Garegna) : Chemins de fer fédéraux, Berne ..	1950	—	—	3,1	20,6	23,7
<i>Rüchlig</i> (extension) : Fabriquesdeciment du Jura, Aarau ..	1951	1 800	1 200	3,5	5,0	8,5
<i>Barberine et Vernayaz</i> (dérivation du Triège) : Chemins de fer fédéraux, Berne ..	1951	—	—	3,8	11,9	15,7
<i>Calancasca</i> : Calancasca S. A., Roveredo	1951	26 500	18 500	29,0	68,5	97,5
<i>Letten</i> ⁵ (extension) : Service de l'électricité de la Ville de Zurich	1951	5 100	3 600	12,0	14,0	26,0
<i>Oberhasli, Innertkirchen</i> (5 ^e groupe) : S.A. des Forces Motrices de l'Oberhasli, Innertkirchen	1952	60 000	46 000	—	—	—
<i>Gondo, usines du Simplon</i> : Energie Electrique du Simplon S. A., Simplon-Village...	1952	44 000	32 000	48,0	115,0	163,0
<i>Wildeg-Brougg</i> ⁶ : S.A. des Forces Motrices du Nord-Est Suisse, Baden	1952	62 000	44 000	127,0	179,0	306,0
<i>Valle Maggia</i> . Impianti idroelettrici, (1 ^{re} étape). Progetto giugno 1949. Officine idroelettriche della Maggia S. A., Locarno : Verbano	1952-53	136 000	130 000	176,1	325,0	501,1
<i>Châtelot</i> ⁷ : Société des Forces Motrices du Châtelot, Neuchâtel ..	1953	42 000	30 000	57,0	43,0	100,0
<i>Marmorera</i> : Service électrique de la Ville de Zurich	1953	64 000	46 000	85,0 + (60,0) s	71,0	156,0 + (60,0) s

¹ Par l'adduction du Chenaz dans le lac des Dix en 1942, la production de l'usine de Chandoline s'est accrue de 10×10⁶ kWh en hiver ; dès 1947, grâce à l'adduction de la Printze, on a produit en outre 15 millions de kWh en été ; en janvier 1949 enfin, la station de pompage a été mise en service, ce qui a permis de transformer 60 millions de kWh d'énergie d'été en énergie d'hiver.

² Pour sept mois d'hiver.

³ Remplace l'usine du Bois-Noir (9400 kW, 12 000 ch, 38,4, 38,0 et 76,4×10⁶ kWh).

⁴ Remplace les usines Neuhausen Aluminium, Neuhausen Industrie et Neuhausen Commune (3355 kW, 5705 ch, 10,15, 10,15 et 20,3×10⁶ kWh).

⁵ Ces indications concernent l'usine transformée. Les chiffres relatifs à l'usine actuelle sont : 750 kW, 1140 ch, 3,6, 3,4 et 7,0×10⁶ kWh.

⁶ Remplace les usines Fabrique de chaux de Holderbank, Schinznach-les-Bains et Ville de Brougg, y compris la perte de remous de Ruppertswil-Auenstein (1220 kW, 1560 ch, 5,0, 4,0 et 9,0×10⁶ kWh).

⁷ Part suisse 50 %, part française 50 %.

⁸ Avec l'entrée en service de Marmorera, la capacité moyenne de production hivernale des usines d'Albula et de Julia s'élève à 20 millions de kWh pour la seconde, soit à 60 millions de kWh en tout.

TABLEAU 4 (suite)

Usine et propriétaire	Date probable de la mise en service	Puissance installée ch	Puissance max. aux bornes des alternat. kW	Capacité de production moyenne aux bornes des alternateurs, 10 ⁶ kWh		
				Hiver	Été	Total
Oberaar : S. A. des Forces Motrices de l'Oberhasli, Innertkirchen	1953-1954	42 000 ¹ 29 000 ²	32 000	69,0 220 ⁴	- 27 ³ - 190 ⁴	42,0 30 ⁴
Valle Maggia (Impianti idroelettrici, 1 ^{re} étape. Progetto giugno 1949. Officine idroelettriche della Maggia S. A., Locarno : Peccia Caveragno	1953-1954	44 000 72 000	40 000 62 500	46,4 85,9	35,4 125,5	81,8 211,4
Birsfelden : Usine de Birsfelden S.A., Birsfelden ..	1954	112 000	62 400	162,0 ₅	200,0 ₅	362,0 ₅
La Grande Dixence : S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, Lausanne	1954-1958	833 000 ⁶	615 000 ⁶	1400 ⁶	—	1400 ⁶

¹ Turbines.² Groupe de pompage.³ Energie utilisée pour le pompage de l'eau du lac du Grimsel dans le bassin de retenue de l'Oberaar.⁴ Y compris l'augmentation de la production de Handeck II et la diminution de production d'Innertkirchen.⁵ Part suisse 58,75 %, part allemande 41,25 %. Chiffres de la production d'énergie après déduction de la fourniture de 41+37 = 78×10⁴ kWh aux usines d'Augst-Wyhlen pour pertes de remous. Conformément à la convention intervenue entre Dogern et Birsfelden, la production de Birsfelden revient entièrement à la Suisse.⁶ Puissance totale des quatre usines du val de Bagnes, 1^{re} étape (1954/55) : Puissance installée 70 000 ch, puissance maximum 48 000 kW, capacité de production moyenne en hiver 191×10⁴ kWh.

Projets de grandes usines hydroélectriques
Etat au printemps 1950

TABLEAU 5

Usine et propriétaire	Puissance installée ch	Puissance max. kW	Capacité de production moyenne 10 ⁶ kWh		
			Hiver	Été	Total
Barberine-Vernayaz (Chemins de fer fédéraux, Berne) : Lac de retenue Vieux-Emosson Usine Vieux-Emosson, Barberine	—	—	17,2	- 17,2	—
—	—	—	8,0	—	8,0
Usines du Val Bregaglia . S. A. Forze Idrauliche Albigna, Vicosoprano : Albigna Castasegna	71 500 50 000	48 000 30 000	99 63	21 90	120 153
Les Clées II : Clé Vaud. des Forces Motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe, Lausanne	30 000	21 600	45	40	85
Dranse d'Entremont (Palier supérieur) : Société Suisse d'Electricité et de traction, Bâle	18 200	13 000	10	52	62
Usines de l'Engadine . Consortium des usines de l'Engadine, Zurich : Spöl ¹ Madulain-Zerneze Zerneze-Tarasp	123 000 34 000 149 000	88 000 24 000 104 000	164 45 215	50 93 375	214 138 590
Ernen : S. A. des Usines du Rhône, Ernen	40 000	28 000	71	103	174
Göschenen (Reuss de Göschenen et Reuss d'Andermatt) : Chemins de fer fédéraux, Berne, et Forces Motrices de la Suisse centrale, Lucerne.	120 000	85 000	172 ²	159	331

TABLEAU 5 (suite)

Usine et propriétaire	Puissance installée ch	Puissance max. kW	Capacité de production moyenne 10 ⁶ kWh		
			Hiver	Été	Total
Greina-Blenio-Somvix . Consortium des Forces Motrices du Val Blenio, Ballinzona : Luzzzone Olivone I et II Biasca Lavaz (usine de pompage) Somvix	170 000 98 000 ³ 180 000 180 000 32 000 19 500	120 000 76 000 ³ 128 000 128 000 25 000 14 000	176 212 263 - 5 9	- 127 ³ 136 302 - 52 38	49 348 565 - 57 47
Kappelerhof II : Services industriels, Baden ..	9 130	7 000	22,4 5,0	23,2 5,0	45,6 10,0 ⁴ 35,6 ⁵
Grône⁶ : Constructions Isothermes S. A., Bâle	240 000	180 000	275	375	650
Valle di Lei — Forces Motrices du Rhin postérieur (projet 1948). Consortium des Forces Motrices du Rhin postérieur, Thusis : Innerferrera Anderer, Bärenburg Sils	170 000 230 000 200 000	120 000 160 000 140 000	222 230 299	— 244 333	222 474 632
Lienne . Société suisse d'Electricité et de traction, Bâle : Icogne Saint-Léonard	60 000 35 000	42 000 24 000	132	75	207
Valle Maggia , Impianti idroelettrici (2 ^e et 3 ^e étape ; projet de janvier 1949). Officine Elettriche della Maggia, S. A., Locarno : Robiei Zût Bavona	53 000 9 000 128 000	37 000 6 500 90 000	41 8 154	- 40 1 - 9	1 9 145
Caveragno (extension) Cevio Augmentation de la production dans la centrale de Verbano, provenant de l'eau d'accumulation des 2 ^e et 3 ^e étapes	72 000 40 000	62 500 28 000	62 15	26 67	88 82
—	—	—	41	- 15	26
Mauvoisin , Société des F. M. du Val de Bagnes, Sion. Projet de la S. A. Electro-Watt, Zurich : Palier supérieur Palier inférieur	400 000	85 000 180 000	530	230	760
Reichenbach, Schattenhalb III : Elektrowerke Reichenbach, Frey & Cie, Meiringen	6 100	4 250	4	15	19
Rheinau⁷ : Ville de Winterthur, Forces Motrices du Nord-Est Suisse, S.A. pour l'industrie de l'Aluminium, Lausanne-Ouchy ..	57 400	34 300	97	120	217
Rheinfelden⁸ (extension) : Kraftübertragungswerke Rheinfelden (Baden)	112 200	74 200	186	249,5	435,5
Ritom , Chemins de fer fédéraux, Berne : Haussement du barrage ...	—	—	18,8	- 18,8	—

¹ Part suisse 65 %, part italienne 35 %.² Y compris la production supplémentaire de 26,6 millions de kWh dans l'usine de Wassen et de 25,7 millions de kWh dans celle d'Amsteg.³ Groupe de pompage.⁴ Suppression de la production de l'usine Kappelerhof I.⁵ Puissance et production accrues, du fait de la retenue des usines existantes Kapelerhof et Oederlin.⁶ L'usine de Grône en projet remplacera en majeure partie l'usine actuelle de Chippis (Navisense) de la S. A. I. A.⁷ Part suisse 59 %, part allemande 41 %.⁸ Part suisse 50 %, part allemande 50 %. Installation existante : Puissance installée des turbines 34 100 ch, puissance maximum 34 100 kW, production hivernale 80,0, estivale 83,5, totale 163,5×10⁴ kWh.

TABLEAU 5 (suite)

Usine et propriétaire	Puissance installée ch	Puissance max. kW	Capacité de production moyenne 10 ⁶ kWh		
			Hiver	Été	Total
Sanetsch : Société des Forces Motrices Bernoises et Service électr. de la Ville de Berne	51 000	35 000	26,5	43,5	70,0
Usines du Simplon. Energie Electrique du Simplon, Simplon-Village :					
Zwischbergen	24 000	18 000	20	18	38
Gabi	12 000	8 000	10	29	39
Usines de la vallée d'Urseren (aménagement complet, projet 1943/1944). Syndicat d'études des usines de la vallée d'Urseren, Lucerne. (Forces Motrices de la Suisse centrale, Lucerne) :					
Pfaffensprung I et II	1040 000	720 000	1715	—	1715
Erstfeld I et II	480 000	312 000	772	63	835
Göschenen	102 000	70 000	180	—	180
Usine électrique et de pompage Bruni-Hüfi	9 400	6 650	5	23	28
Göschenen (usine de pompage)	58 000	42 800	—	-33	-38
Sedrun (usine de pompage)	42 000	31 000	-40	-105	-105
Armsteg (C. F. F.)	85 800	56 000	125	49	174
Veytaux : Compagnie vaudoise des Forces Motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe, Lausanne	120 000	85 000	138	14	152
Zervreila-Rabiusa. S. A. des Forces Motrices Sernf-Niederbach, Schwanden :					
Lampertschalp-Zervreila ...	12 000	9 000	18	—	18
Zervreila-Usine du lac	10 000	7 300	11	-3	8
Thalkirch-Egschi	91 000	67 000	132	63	195
Egschi-Realta	107 000	78 000	149	127	276
Vättis : Commune de Vättis et Service électrique Bad-Ragaz S. A.	4 800	3 500	5,2	12,5	17,7

¹ Moteur électrique de réserve, prévu pour le cas où la force hydraulique est insuffisante pour pomper l'eau du bassin de Hüfi.

Le tableau ci-après donne un aperçu du développement probable jusqu'à fin 1954 de la puissance maximum et des capacités de production annuelles moyennes des usines hydro-électriques d'une puissance de plus de 300 kW.

Usines hydroélectriques pour la fourniture générale, l'industrie et les chemins de fer

TABLEAU 6

	Puissance maximum kW	Capacité annuelle moyenne de production 10 ⁶ kWh		
		Hiver	Été	Total
A fin 1938 * ...	1 965 000	3 900	4 810	8 710
A fin 1949	2 667 000	5 100	6 650	11 750
De fin 1949 à fin 1954	741 000	1 681	1 332	3 013
Total à fin 1954.	3 408 000	6 781	7 982	14 763

* Selon le *Guide de l'économie hydraulique et de l'électricité de la Suisse*, édition 1949, vol. II, p. 952.

BIBLIOGRAPHIE

Détails de construction VSB, publié par l'Union des constructeurs suisses de ponts et charpentes métalliques, Freigutstrasse 15, Zurich 39. — Collection de 112 planches, format 21×30 cm.

L'Union des constructeurs suisses de ponts et charpentes métalliques a eu l'excellente idée de publier une série de planches de détails de construction que l'on rencontre fréquemment dans l'établissement de projets de bâtiments. Ces planches démontrent de façon évidente les grandes possibilités qu'offre l'utilisation de l'acier dans la construction. Tous les dessins présentés reposent sans exception sur des travaux qui furent exécutés et qui ont fait leurs preuves. Ils sont donc de nature à rendre d'appréciables services aux architectes et aux ingénieurs lors de l'élaboration de leurs projets.

La baisse des prix de l'acier a réduit sensiblement le coût des constructions métalliques, de sorte que les avantages techniques de ce genre de construction peuvent être aujourd'hui également appliqués là où, jusqu'ici, l'utilisation de l'acier ne pouvait entrer en ligne de compte pour des raisons économiques.

Relevons quelques-uns des titres des planches que comporte cette intéressante collection, divisée en cinq parties :

A. *Généralités* : Densité des matériaux de construction. — Description des matériaux de remplissage. — Directives pour la protection contre le bruit.

B. *Façades* : Liaison façade toiture. — Façade avec fenêtre. — Façade. — Façade et toiture. — Façade avec revêtement métallique. — Détails d'une façade.

C. *Cloisons* : Cloisons intérieures. — Cloison. — Détails d'une cloison. — Pilier de façade. — Enrobage des piliers. — Pieds de colonnes. — Enrobage des colonnes. — Escaliers en acier.

D. *Planchers* : Plancher avec solives en bois. — Plancher avec solives en bois et un revêtement flottant. — Plancher avec solives en bois et panneaux légers. — Plancher avec hourdis en brique cuite sans brique d'appui. — Plancher avec hourdis et pierre d'appui en brique cuite. — Plancher avec hourdis en Durisol. — Plancher avec hourdis en roseaux. — Plancher avec hourdis en roseaux et un sol chauffant. — Plancher avec hourdis en béton. — Plancher avec hourdis en béton pour entrepôt frigorifique. — Plafonds. — Plancher lié pour charge utile de 500 kg/m² environ. — Plancher lié pour charge utile de 5000 kg/m² environ. — Planchers en tôle d'acier. — Plancher léger.

E. *Toitures* : Toitures avec hourdis en briques cuites. — Toit plat. — Toiture avec revêtement d'aluminium. — Toiture avec hourdis en roseaux et sol chauffant. — Toit. — Avant-toit. — Toiture en sheds avec pannes en bois. — Toiture en sheds avec panneaux légers. — Toiture shed en bois. — Toiture en sheds. — Toiture en béton de pierre ponce. — Toiture avec chevrons en bois et éternite ondulée. — Toiture avec plafond suspendu. — Toiture avec vitrage dans le plan de la toiture. — Lanterneaux. — Fenêtres. — Détail d'une construction de toit. — Avant-toit avec revêtement d'aluminium. — Toiture en construction métallique et béton rendus solidaires.

Signalons, pour terminer, que tous les textes et les légendes figurent en langues allemande et française, que de nombreux dessins sont cotés et que la plupart des applications réalisées suivant ces dessins sont mentionnées.

Les Forces Motrices Bernoises (1898-1948). Tirage à part de l'ouvrage publié à l'occasion du cinquantenaire des *Forces Motrices Bernoises* S. A. Imprimerie Staempfli & C^{ie}, Berne, 1949. — Un volume 25×31 cm., 133 pages de texte, 169 hors-texte comprenant photographies, cartes et graphiques.

Chargé par le Conseil d'administration des Forces Motrices Bernoises S. A. de rédiger une étude, en commémoration de tous les projets et créations réalisés au cours des cinquante dernières années, M. Ernest Moll, Dr h. c., président de la Direction, présente un magnifique ouvrage qui donne une vue d'ensemble de l'histoire et de l'organisation de cette importante entreprise.

C'est à Bienne, le 19 décembre 1898, qu'a été fondée l'Usine électrique de Hagneck, d'où sont sorties, d'abord les « Usines réunies de la Kander et de Hagneck », puis les « Forces Motrices Bernoises ».

On sait l'essor considérable qu'ont pris depuis lors l'aménagement des forces hydrauliques du canton de Berne et l'approvisionnement en énergie électrique de la vaste zone qui est maintenant desservie par l'entreprise. Mais cela ne s'est pas fait tout seul, et ce n'est qu'au prix d'inlassables efforts qu'on est parvenu à surmonter les nombreux obstacles qui entravaient la mise en train de toute exploitation industrielle nouvelle, et les inévitables difficultés qui ont surgi au moment où la guerre faisait rage en Europe.

Dans son exposé, M. Moll parle tout d'abord des débuts du régime de l'électricité dans le canton de Berne, de l'Usine de Hagneck, des travaux préliminaires et de la fondation d'une société anonyme. Il montre ensuite l'extension de l'entreprise qui acquiert ou construit successivement les usines de Spiez, de Kandergrund et de Kallnach, aboutissant en 1909 à la Société des « Forces Motrices Bernoises S. A. ». Puis, vu l'extension de la zone de distribution, la société acquiert l'usine de Wangen, et à la fin de la première guerre mondiale elle entreprend la construction de l'usine de Mühleberg.

Dès 1925, les « Forces Motrices Bernoises » participent, avec les villes de Bâle, de Berne et de Zurich, à l'aménagement des grandes forces hydrauliques de l'Oberhasli; la « S. A. des Forces motrices de l'Oberhasli » se constitue, dans laquelle les « Forces Motrices Bernoises » sont intéressées pour $\frac{3}{6}$, et chacune des trois villes citées pour $\frac{1}{6}$. Mentionnons brièvement les usines et les ouvrages principaux de cet aménagement encore en voie de réalisation aujourd'hui :

- a) l'usine de Handeck I exploite la chute de l'Aar du Grimsel à Handeck; bassins d'accumulation du Grimsel et de la Gelmeralp;
- b) l'usine d'Innertkirchen exploite la chute de l'Aar de Handeck à Innertkirchen;
- c) l'usine de Handeck II exploite les eaux de l'Aar et de ses affluents, en aval du lac du Grimsel jusqu'au Räterischboden, en même temps que celles de la vallée de l'Urbach; bassins d'accumulation du Räterischboden et de la Mattenalp;
- d) l'usine de l'Oberaar exploitera la chute de l'Aar de l'Oberaaralp au lac de Räterischboden; bassin d'accumulation de l'Oberaaralp avec amenée par pompage d'une partie de l'eau du lac du Grimsel;
- e) agrandissement des deux lacs dits Trübensee et Tobensee;
- f) agrandissement du lac du Grimsel et adduction des eaux de Gaden à l'usine d'Innertkirchen encore à l'état de projets.

Il va sans dire que les « Forces Motrices Bernoises » ont également participé à d'autres entreprises dont l'auteur rappelle le nom. Il décrit en outre l'extension du réseau à haute tension, ainsi que la liaison technique opérée avec d'autres entreprises électriques suisses et étrangères.

L'auteur traite enfin de diverses questions d'organisation et d'exploitation: modification du nombre de périodes et des tensions, fourniture d'énergie, tarifs, achats d'énergie, service des installations électriques, atelier de construction et atelier de compteurs, fabrication de produits électrochimiques, finances, organisation, institutions sociales.

Il convient de relever la très belle présentation de cette publication, qui fait honneur aux éditeurs et à l'imprimeur, de même que les splendides clichés photographiques, les cartes et les graphiques qui lui confèrent une valeur à la fois artistique et documentaire.

Gear cutting practice. Methods of producing gears for commercial use, par Fred H. Colvin et Frank A. Stanley. 3^e édit. Mc Graw-Hill Publishing Co. Ltd., Aldwych House, London WC. 2, 1950. — Un volume 16×24 cm, xii + 532 pages, figures. Prix: relié, 38/-.

Nouvelle édition d'un ouvrage de base sur la taille des engrenages. Les auteurs n'abordent pas le problème du tracé des engrenages, mais traitent uniquement des procédés de leur fabrication, et cela pour la plupart des types rencontrés dans l'industrie. Ils donnent d'intéressants renseignements sur le travail de taille ainsi que sur la grande variété des machines-outils destinées à ce travail. C'est dire que, si ce livre intéresse surtout le mécanicien spécialiste et le chef d'atelier, il attirera également l'attention de l'ingénieur soucieux de parfaire ses connaissances pratiques.

Rédaction: D. BONNARD, ingénieur.

Annual Report (Technical) of the Central Board of Irrigation India 1946 (2 volumes). Edited by N. D. Gulhati, M. I. E. (India). Printed in India by the Manager Government Of India Press, Simla, 1949. — Deux volumes 16×24 cm, LXXX+900 pages, figures.

Ce volumineux rapport en deux parties donne une vue d'ensemble des travaux et des recherches entrepris par le Ministère de l'Irrigation des Indes durant l'année 1945. Il est destiné à la fois aux ingénieurs dépendant de ce ministère, à ceux que préoccupent ces problèmes aux Indes et aux techniciens des pays étrangers, en vue de leur faire connaître ces travaux qui portent sur les domaines suivants: irrigations, corrections et entretien de cours d'eau, aménagements hydroélectriques, ainsi que divers sujets connexes comme la mécanique des sols, par exemple.

Cette publication fait ressortir les efforts poursuivis par les autorités des Indes au point de vue des techniques hydrauliques et des résultats intéressants auxquels on est parvenu.

STS

SCHWEIZER. TECHNISCHE STELLENVERMITTLUNG
SERVICE TECHNIQUE SUISSE DE PLACEMENT
SERVIZIO TECNICO SVIZZERO DI COLLOCAMENTO
SWISS TECHNICAL SERVICE OF EMPLOYMENT

ZURICH 2, Beethovenstr. 1 - Tél. 051 23 54 26 - Télégr.: STSINGENIEUR ZURICH

Gratuit pour les employeurs. — Fr. 3.— d'inscription (valable pour 3 mois) pour ceux qui cherchent un emploi. Ces derniers sont priés de bien vouloir demander la formule d'inscription au S. T. S. Les renseignements concernant les emplois publiés et la transmission des offres n'ont lieu que pour les inscrits au S. T. S.

Emplois vacants :

Section industrielle

- 443. *Technicien*. Installations de chauffages et sanitaires. Zurich.
 - 445. *Technicien mécanicien et dessinateur mécanicien*. Pompes et appareils. Industrie chimique. Suisse orientale.
 - 447. *Ingénieur mécanicien*. Frigorifiques. Fabrique de frigidaires. Suisse orientale.
 - 449. *Ingénieur ou technicien*. Bois collés, boiseries. Aptitudes commerciales. Langue française. Age: jusqu'à 35 ans. Congo belge.
 - 451. *Ingénieur électricien*. Expériences du personnel. Langue française. Installations électriques. Algérie.
 - 453. *Quelques dessinateurs électriciens et monteurs électriciens*. Langue française. Autres conditions, voir N° 451.
 - 455. *Technicien ou dessinateur*. Ateliers de construction. Zurich.
 - 459. *Ingénieur électricien mécanicien*. Vente, bonnes connaissances des langues: allemand, français, anglais. Entreprise industrielle. Zurich.
 - 461. *Jeune dessinateur mécanicien*. Nord-est de la Suisse.
 - 463. *Dessinateur mécanicien*. Chaudronnerie et mécanique. Suisse romand, parlant parfaitement l'allemand. Atelier de constructions. Suisse romande.
- Sont pourvus les numéros, 1950: 5, 269, 307, 339, 349, 373, 435, 439.*

Section du bâtiment et du génie civil

- 1064. *Technicien ou dessinateur en bâtiment*. Nord-ouest de la Suisse.
 - 1068. *Technicien en génie civil*. Bureau d'ingénieur et entreprise du bâtiment. Ville du nord-ouest de la Suisse.
 - 1070. *Ingénieur*. Géotechnique. Bureau d'ingénieur. Suisse romande.
 - 1072. *Jeune technicien ou dessinateur*. Bureau d'architecte. Petite ville du canton de Berne.
 - 1078. *Jeune ingénieur civil*. Constructions en acier. En outre, dessinateur. Ateliers de constructions. Environs de Zurich.
 - 1090. *Technicien*, éventuellement *dessinateur*. Environs de Zurich.
 - 1096. *Technicien*, éventuellement *dessinateur*. Bureau d'architecte. Nord-ouest de la Suisse.
 - 1114. *Jeune technicien en génie civil*. Grands bâtiments militaires. Chantier. Suisse centrale.
 - 1116. *Jeune dessinateur*. Bureau d'architecte. Canton de Berne.
 - 1120. *Technicien ou dessinateur*. Bureau d'architecte. Ville canton de Berne.
 - 1122. *Dessinateur*. Atelier de constructions métalliques. Français. Age: 25 à 35 ans. Ville de Suisse romande.
 - 1128. *Technicien en bâtiment* éventuellement *dessinateur*. Age: 25 à 35 ans. Bureau technique d'une industrie, Zurich.
- Sont pourvus les numéros, 1950: 470, 608, 730, 786, 808, 872, 876, 910, 914, 928, 1000, 1016.*