

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 37 (1946)
Heft: 14

Rubrik: Communications ASE

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: 14.01.2026

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

unabhängig von der Belastung mit einem maximalen Fehler von nur $\pm 1\%$ angezeigt. Diese Genauigkeit ist für alle Fälle ausreichend, um so mehr, als es sich bei der Feststellung des Scheinverbrauchs oder der Scheinleistung zur Tarifierung lediglich um ein Korrekturglied handelt.

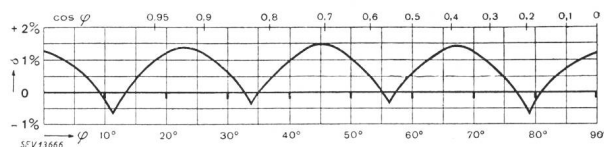


Fig. 6.

Fehler des Scheinverbrauchszählwerkes in Funktion der Phasenverschiebung bei konstanter Scheinleistung

Bemerkenswert ist, dass das nach feinmechanischen Grundsätzen ausgeführte Summierwerk des «Trivectors» weder den Wirk- noch den Blindverbrauchszähler wesentlich beeinflusst, und dass die

in der Praxis mit diesem Apparat gemachten Erfahrungen gut sind. Schliesslich sei auch darauf hingewiesen, dass sich der «Trivector» besonders gut mit den verschiedensten Tarifeinrichtungen ausstatten lässt. Wird das Scheinverbrauchszählwerk mit einem Kontaktgeber ausgerüstet, so lässt sich die mittlere Scheinleistung mit dem ebenfalls von Landis & Gyr hergestellten «Tele-Maxigraph» in Funktion der Zeit graphisch aufzeichnen. Als tragbares Instrument ausgeführt, dient der «Trivector» vielen Elektrizitätswerken als Kontrollinstrument für die Belastungsverhältnisse bei Grossabnehmern. Als solches kann er Grundlagen von aufzustellenden Lieferungsverträgen ermitteln, wobei sich auch der mittlere $\cos \varphi$ durch die einfache Division der Angaben des Wirkverbrauchszählers durch die Angaben des Scheinverbrauchszählwerkes errechnen lässt.

Adresse des Autors:

W. Zingg, Ingenieur der Landis & Gyr A.-G., Zug.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Ein neues thermisches Kraftwerk der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G.

[Aus Schweiz. Bauztg. Bd. 127(1946), Nr. 26, S. 328...330]

621.311.23(494)

Der Verwaltungsrat der Nordostschweizerischen Kraftwerke A.-G., Baden (NOK), beschloss in seiner letzten Sitzung die Erstellung eines thermischen Kraftwerkes im Anschluss an das Kraftwerk Beznau. Die installierte Leistung soll vorläufig 40 000 kW betragen. Vorgesehen sind 2 bei Brown Boveri, Baden, bestellte Gasturbinen-Gruppen von 13 000 bzw. 27 000 kW, die im Winter 1947/48 bzw. 1948/49 in Betrieb kommen sollen. Damit schon im Winter 1946/47 thermische Energie geliefert werden kann, haben sich Gebrüder Sulzer, Winterthur, verpflichtet, aus ihrem Fabrikationsbestand auf Ende dieses Jahres eine Dieselmotorengruppe von 3000 kW zur Verfügung zu stellen, die nach Lieferung der beiden Gasturbinengruppen als Reserve dienen wird.

Die Hauptaufgabe des thermischen Kraftwerkes besteht darin, in trockenen Wintern den Produktionsausfall der Wasserkraft-Kombination (eigene Werke: Beznau, Lötsch und Eglisau; Beteiligungen: A.-G. Bündner Kraftwerke, A.-G. Kraftwerk Wägital, Ryburg-Schwörstadt A.-G., Aarewerke A.-G., Etzelwerk A.-G. und Kraftwerk Rapperswil-Auenstein A.-G.) zu decken. Diese Sicherstellung ist um so dringlicher, als infolge des während des Krieges aufgetretenen Brennstoffmangels die hydraulischen Werke auch in mittleren und nassen Jahren praktisch voll ausgenützt, und in der Konzessionserteilung für die nötigen neuen Speicherwerke grosse Verzögerungen entstanden sind, über deren Auswirkung sich die Öffentlichkeit noch nicht genügend Rechenschaft gibt. Thermische Kraftwerke sollen deshalb für die nächsten Jahre die Lücke bis zur Inbetriebnahme neuer Speicherwerke einigermaßen überbrücken. Auch nachher werden sie aber an Bedeutung nicht verlieren, weil die Produktion jedes neu hinzukommenden Wasserkraftwerkes den Unterschied in der Erzeugungsmöglichkeit elektrischer Energie zwischen nassen und trockenen Jahren erhöht, wodurch das Bedürfnis nach einem Ausgleich erhöht wird.

Das thermische Kraftwerk der NOK stellt in Verbindung mit den Stauseen eine Speicheranlage von idealer Leistungsfähigkeit dar, weil in trockenen Wintern mit der Leistung von 43 000 kW bei einer maximalen Gebrauchsdauer von 3000 Stunden rund 130 Millionen kWh erzeugt werden können. Diese zusätzliche Energiemenge ist ungefähr gleich gross wie diejenige, die aus dem Speichervorrat erzeugt werden kann, der den NOK zur Zeit aus den Werken Lötsch, Wägital und Etzel zur Verfügung steht. Mit zunehmender Wasserführung und steigender Leistungsfähigkeit der hydraulischen Werke kann die Betriebsdauer des thermischen Kraft-

werkes reduziert, oder dieses ganz ausgeschaltet werden. Nach den durchgeführten Untersuchungen ist die Gebrauchsdauer des thermischen Kraftwerkes im langjährigen Mittel mit rund 1000 Stunden anzusetzen; auf diese Weise ergibt sich eine mittlere jährliche Erzeugung an thermischer Energie von 40...50 Millionen kWh. Ein wesentlicher Vorteil der Ergänzung von Wasserkraftwerken durch thermische Anlagen liegt auch darin, dass die Ausnutzungsmöglichkeit bestehender und künftiger Speicherwerke verbessert wird, weil dank der thermischen Reserve die Staubecken gegen Ende des Winters weitergehend abgesenkt werden dürfen.

Die Erzeugungsmöglichkeit von Normalenergie, d. h. von Energie, die ein während des ganzen Jahres ohne Einschränkungen versorgtes Absatzgebiet mit 55 % im Winterhalbjahr und mit 45 % im Sommerhalbjahr beziehen kann, erfährt im Verbundbetrieb hydraulischer und thermischer Werke eine Vermehrung um das Mehrfache der thermisch erzeugten Energiemengen. Dank diesem Umstande ist die Erstellung thermischer Kraftwerke heute auch für schweizerische Verhältnisse trotz der Kriegsteuerung und der noch relativ hohen Oelpreise wirtschaftlich tragbar. Sie stellt im Dienste des Landes eine Sicherungsmassnahme für die Elektrizitätsversorgung dar.

Thermische Anlagen können aber die Erstellung neuer hydraulischer Winterspeicherwerke nicht überflüssig machen, um so weniger, als die thermische Energie für unsere Verhältnisse relativ teuer und in jährlichem Dauerbetrieb von langer Gebrauchsdauer mit Energie aus Wasserkraftanlagen nicht konkurrieren kann. Die Schweiz muss deshalb alles daran setzen, den normalen Elektrizitätsbedarf aus der eigenen Wasserkraft zu decken und endlich zu den dringend notwendigen neuen Speicherwerken zu kommen. Die Erstellung thermischer Anlagen bedeutet daher auch für die NOK keine Schwächung der Konzessionsbewerbung für den Bau neuer Speicherwerke.

Zw.

L'énergie atomique

Par M. F. Joliot-Curie, Paris

[Reproduction d'un article de l'Experientia, t. 2(1946), no. 2, p. 60...62]

539.17
621.499.4

C'est une tâche bien délicate et une lourde responsabilité d'écrire en un bref exposé un sujet déjà si vaste: la libération de l'énergie atomique. Hélas! c'est par le fracas de l'explosion de Hiroshima que cette nouvelle conquête de la science nous fut révélée. En dépit de cette apparition terrifiante, je suis convaincu que cette conquête apportera aux hommes plus de bien que de mal.

Il ne se passe peut-être pas de jour sans que dans les conversations, dans la presse, il ne soit question de la bombe atomique. Une grande excitation règne dans le monde. L'inquiétude s'est emparée de chacun, entretenue par des articles de presse, d'ailleurs souvent fantaisistes, et il faut le reconnaître par les mesures de secret maintenues par les nations réalisatrices. Il est vrai que le président *Truman* et les savants, en particulier en France, ont déclaré que les découvertes, grâce auxquelles fut réalisée cette arme redoutable, permettaient aussi de libérer, à des fins bienfaisantes, l'immense réserve d'énergie contenue dans les atomes. Enfin notre connaissance déjà profonde de la matière nous permet de conclure que le phénomène explosif dont les éléments de la bombe sont le siège, ne peut se propager aux autres éléments de la planète. Voilà qui est rassurant!

Utilisation à des fins bienfaisantes, sécurité pour le sort de notre planète, tout cela doit concourir à calmer notre inquiétude et nous donner l'espérance d'une nouvelle et rapide libération matérielle, condition nécessaire de notre libération spirituelle. Ce double aspect des applications de la science n'est pas particulier aux domaines qui nous préoccupent aujourd'hui. Les explosifs ordinaires déjà très puissants sont également utilisés pour les œuvres de paix et pour la guerre. La biologie pourrait aussi nous fournir des exemples.

Je pense que la grande inquiétude créée par l'apparition de la bombe atomique ne peut que provoquer un grand courant d'idées et de réalisations en faveur d'une bonne utilisation de la science. La pire des catastrophes serait pour l'humanité d'arrêter le développement de la science, rendant celle-ci responsable des guerres et des troubles économiques et d'autres maux encore. La nature elle-même, si de telles mesures étaient prises, se chargerait tôt ou tard de nous faire cruellement sentir cette erreur.

Je voudrais maintenant tenter de retracer les principales étapes des recherches qui ont conduit aux réalisations qui nous intéressent aujourd'hui.

Les cinquante dernières années ont vu l'éclosion de nombreuses découvertes qui nous ont permis d'acquérir une connaissance profonde de la matière. Il faut remonter à la fin du siècle dernier pour voir bouleverser le dogme de l'immuabilité des atomes par les découvertes fondamentales de la radio-activité par *Henri Becquerel* et les radio-éléments par *Pierre* et *Marie Curie*. Certains éléments chimiques comme l'uranium, le radium, se transforment spontanément au cours du temps en d'autres éléments chimiques en libérant de l'énergie emportée par des rayonnements corpusculaires ou semblables aux rayons X. Les radio-éléments sont des sources d'énergie, mais pratiquement inutilisables en raison de leur très faible débit. Quatre cents grammes d'uranium sont équivalents à 160 tonnes de charbon, mais le débit de chaleur dû aux désintégrations des atomes d'uranium est si faible qu'il faudrait attendre quelques milliards d'années pour obtenir le total d'énergie équivalent à la combustion des 160 tonnes de charbon! Toutefois il est à noter que l'ensemble des radio-éléments naturels dispersés sur notre globe intervient dans le problème des conditions thermiques de la terre.

Ces premiers phénomènes remarquables et les anticipations immédiates dont ils ont été l'objet ont sans doute provoqué une émotion assez semblable à la nôtre à l'annonce de la bombe atomique.

L'emploi judicieux des projectiles émis par les radio-éléments a permis d'abord au savant anglais *Rutherford* et ensuite à de nombreux chercheurs de définir la structure des atomes et, résultat prodigieusement intéressant, de provoquer artificiellement la transmutation d'éléments chimiques.

Aussi fut créée une chimie des noyaux qui comme la chimie ordinaire des atomes, nécessite le contact intime des réactifs. Le projectile, noyau de l'atome d'hélium émis par un radio-élément naturel, rencontre un noyau d'azote cible et le transforme en noyau d'oxygène tandis qu'un proton du noyau composé est expulsé.

Suivant les cas, de l'énergie est libérée ou absorbée par le processus et l'origine de cette énergie est due à la transformation de la matière en énergie ou réciproquement. *Einstein* et *Langevin* ont précisé la loi reliant quantitativement masse et énergie dans ces phénomènes dits de matérialisation ou de dématérialisation. Ces phénomènes nucléaires mettent en jeu

des énergies des millions, parfois des milliards de fois plus élevées que les phénomènes de la chimie atomique.

Les constituants des noyaux atomiques sont les neutrons et les protons. Autour du noyau minuscule, édifice central, se trouvent distribuées les charges des électrons jusqu'à des distances 100 000 fois plus grandes que le diamètre du noyau.

C'est à partir de 1932 que furent découverts les particules élémentaires, neutrons, électrons positifs, et en 1934 la radio-activité artificielle. La physique française prit une part importante à ces découvertes, en particulier celle de la radio-activité artificielle lui est entièrement due. Jusqu'en 1934 on pensait que les éléments formés dans toutes les transmutations étaient des atomes stables existant dans la nature. Mme. *Joliot-Curie* et moi-même nous avons pu montrer que certaines transmutations produisaient des atomes nouveaux radio-actifs n'existant plus sur la terre. Très rapidement après cette découverte, des centaines de radio-éléments artificiels furent créés dans les laboratoires du monde entier et beaucoup d'entre eux ont déjà été utilisés pour étudier divers problèmes de la biologie. L'on peut prévoir qu'ils seront tôt ou tard employés en médecine. Jusqu'en 1941 les quantités d'éléments radio-actifs ou non formés par transmutation étaient extrêmement faibles, impondérables, même en utilisant les techniques nouvelles de préparation des faisceaux de projectiles transmutants intenses. L'énergie libérée par les rayonnements émis est, comme dans le cas des radio-éléments naturels, pratiquement inutilisable.

Toutefois, ici encore, ces réactions sont envisagées dans le domaine de l'astrophysique pour expliquer les températures des étoiles et leur évolution.

Aussitôt après l'annonce de la découverte de la radio-activité artificielle, *Fermi*, utilisant les projectiles transmutants neutrons pour bombarder l'uranium, obtint une série de radio-éléments artificiels qu'il crut être tous des transuraniens. Des éléments étaient créés, prolongeant la série des éléments connus s'arrêtant jusqu'alors à l'élément uranium dont le noyau est le plus riche en protons. Mais *Irène Curie* et *Savitch* d'une part, *Hahn* et *Strassman* d'autre part, remarquèrent des singularités dans les propriétés chimiques des radio-éléments formés. *Hahn* et *Strassman*, en Allemagne, pour interpréter leurs résultats, é mirent fin 1938 l'idée importante que le noyau de l'atome d'uranium entrant en collision avec un neutron pouvait se briser en deux fragments radio-actifs. Aussitôt après, moi-même en France, *Frisch* et *Lise Meitner* au Danemark, donnèrent indépendamment la preuve objective de cette fragmentation et montrèrent que le phénomène donnait lieu à un dégagement d'énergie considérable à l'échelle atomique environ cent fois supérieure à l'énergie libérée dans les radio-activités ou transmutations, toutefois encore minime à l'échelle humaine. Je signalais dans la note que je publiais en janvier 1939 à l'Académie des sciences que la fragmentation devait être accompagnée de l'émission de neutrons. C'était là une remarque importante qui devait être une des origines des expériences qui ont conduit aux résultats que l'on connaît maintenant. A cette époque le grand physicien danois *Niels Bohr* publia une théorie du phénomène de la rupture des noyaux d'uranium.

Avec mes élèves *Halban* et *Kowarski* nous avons entrepris en mai 1939 des expériences qui montrèrent qu'en moyenne environ trois neutrons sont émis lors de chaque fragmentation. D'où l'idée simple suivante: un projectile neutron provoque une première rupture d'un noyau d'uranium dans une grande masse de ce métal, trois neutrons sont émis, projectiles de même nature que le projectile incident. Si plus d'un de ces neutrons provoque à son tour une nouvelle rupture d'un autre noyau d'uranium, on conçoit que les ruptures se propageront dans la masse, leur nombre croissant en progression géométrique. Il s'établit ainsi un processus de réactions nucléaires en chaîne explosive, une véritable épidémie. Les énergies libérées lors des ruptures s'ajoutent et donnent une énergie totale prodigieuse. Plus les projectiles neutrons sont lents, plus ils ont des chances de provoquer des ruptures. Pour ralentir les neutrons, on introduit dans la masse d'uranium des blocs de substances constituées d'atomes légers, contre lesquels les neutrons perdent leur vitesse sans être capturés, comme des billes de billard se rencontrant. En définitive, une grande masse d'uranium pur dans laquelle sont convenablement disposés des blocs ralentisseurs de neutrons constitue une machine telle qu'un premier neutron s'y

arrêtant déclenche la réaction explosive. Pour diminuer la masse d'uranium on ajoute à celle-ci une certaine quantité d'éléments lourds spécialement préparés qui favorisent l'explosion. L'équipe française de chercheurs trouva le principe de freinage permettant d'arrêter le développement des réactions avant l'explosion en vue de l'utilisation pratique de la chaleur dégagée dans la masse. Il suffit, à cet effet, d'introduire périodiquement dans la machine des lames de matière absorbant les neutrons. Notre équipe à laquelle s'était jointe *Francis Perrin*, entreprit des expériences et des calculs théoriques qui permirent de vérifier le bien-fondé des principes ci-dessus. Des matériaux précieux accumulés avant la guerre et pendant la guerre, grâce au Ministère de l'armement et à l'action personnelle de *M. Dautry*, permirent de construire des éléments de machine à uranium et donnèrent la certitude de la possibilité de fonctionnement pratique et des brevets furent pris par les inventeurs au nom du Centre national de la Recherche scientifique, organisme d'état.

Lors de l'effondrement militaire, *Halban* et *Kowarski*, d'accord avec moi, quittaient la France munis d'ordre de mission du Ministère de l'armement pour se rendre en Angleterre. Je leur confiai les documents et le stock du produit le plus précieux dont j'avais la responsabilité. Il est à noter que ce produit avait pu être obtenu pendant les hostilités grâce à l'action intelligente et courageuse de plusieurs officiers, envoyés en mission spéciale par le Ministère de l'armement.

C'est à l'aide de ce produit que les réalisations ont pu être continuées en Angleterre par *Halban* et *Kowarski* auxquels se sont associés des savants anglais. Ce n'est que beaucoup plus tard que les Américains entreprirent les fabrications à une échelle gigantesque, ce qui leur a permis d'obtenir les résultats actuellement connus.

On savait déjà en 1940 que parmi les atomes de masse différente qui constituent l'élément chimique uranium, c'était celui contenant 235 particules qui était le plus efficace et qui, si l'on réussissait à le séparer de l'ensemble, serait susceptible d'être employé pour réaliser une bombe explosive d'une puissance prodigieuse. On pouvait calculer qu'elle serait équivalente à des dizaines de milliers de tonnes des explosifs les plus puissants. Enfin, on avait précisé la puissance considérable des machines dans lesquelles on procéderait au contrôle de la libération de l'énergie.

Ce sont sur ces principes que les équipes anglaises puis américaines réalisèrent d'une part les machines, d'autre part les bombes à uranium 235, l'état de guerre les orientant à concentrer principalement leurs efforts vers cette dernière application.

Nous ne pouvons nous empêcher d'admirer l'effort de recherche et de construction qui a été fait par les Américains, ainsi que la valeur des savants et techniciens réalisateurs. Les chiffres suivants sont évocateurs de cet effort. L'un des centres occupe une surface de 500 kilomètres carrés et est entouré d'une zone contrôlée de 10 000 kilomètres carrés; 100 000 ouvriers et techniciens y travaillèrent. Au total une somme de 100 à 200 milliards de francs français a été nécessaire au financement du programme. Mais le seul résultat n'est pas la réalisation des bombes; des machines ou piles, sources puissantes d'énergie ont été construites. Dans ces machines se trouvent concentrés les éléments formés par les fragmentations des atomes d'uranium. Le rayonnement prodigieux de neutrons dont elles sont le siège transforme une partie des atomes d'uranium par simple capture de neutrons en transuraniens — comme le neptunium et le plutonium, ce dernier étant un élément avec lequel on peut réaliser des bombes. Ce sont des kilogrammes d'éléments nouveaux que l'on peut séparer de l'uranium ayant servi dans les machines. Sans doute c'est par l'utilisation de ces radio-éléments que seront obtenues les applications les plus fécondes et qui auront en outre pour conséquence d'abaisser le prix de revient du kilowatt libéré. Notre imagination nous permet déjà d'envisager de nombreuses applications pacifiques (chimie, biologie, médecine), des machines et même des bombes, transformation du profil des terrains, création artificielle des pluies, etc.

Les savants sont conscients de leur responsabilité pour ces applications et ils préfèrent envisager leur aspect pacifique plutôt que leur aspect militaire. Ils sont contre les mesures de secret qui ne peuvent que conduire à une course aux armements scientifiques, à une guerre plus meurtrière encore. C'est

pourquoi ils demandent à intervenir dans les discussions concernant ces questions dans leur pays et entre les nations.

En France, nous pouvons faire l'effort nécessaire pour construire les machines et apporter notre contribution aux progrès industriels qu'elles permettent. Le général *de Gaulle* a fait créer un commissariat spécial à l'énergie atomique qui pourra, grâce aux savants et techniciens dont dispose notre pays, et en particulier aux professeurs *Pierre Auger*, *Francis Perrin*, nous permettre de rattraper le retard et d'obtenir des résultats nouveaux. Tout cela doit concourir à faire participer la France aux discussions internationales sur ces questions.

En attendant nous travaillons avec ardeur, nous aurons la satisfaction de contribuer à la renaissance de notre patrie en conservant l'espoir que bientôt avec les savants des autres pays nous participerons de toutes nos forces au maintien de la paix dans le monde.

Transformatorengruppen unsymmetrischer Schaltung

[Nach *F. Cahen*, Rev. gén. électr. Bd. 54(1945), Nr. 4, S.101...105]

621.314.21.06

Nach den Zerstörungen, die der Krieg in der Pariser Region verursacht hatte, waren in einzelnen Unterwerken nur noch unvollständige Gruppen, bestehend aus einzelnen Einphasentransformatoren, vorhanden. In den Unterwerken Chevilly und Ampère waren zusammen nur noch vier Einphasen-

Dreiwicklungs-Transformatoren $\frac{220}{\sqrt{3}} / 60 / \frac{11,5}{\sqrt{3}}$ kV verwend-

bar. Für die folgenden Betrachtungen sind die zwischen der 220-kV- und der 60-kV-Wicklung übertragbaren Leistungen von Bedeutung. Die beiden Einphasen-Transformatoren in Chevilly waren für je 20 MVA und die beiden Einphasen-Transformatoren im Unterwerk Ampère für rund 30 MVA dimensioniert. Es handelte sich darum, abzuklären, in welcher Schaltung diese 4 Einheiten kombiniert und bei grösster Betriebssicherheit möglichst viel Leistung zwischen dem 220-kV-Netz und dem 60-kV-Netz übertragen können. Gleichzeitig sollten die Auswirkungen einer unsymmetrischen Schaltung der Transformatorgruppen auf den Netzbetrieb festgestellt werden. Fig. 1 zeigt 6 verschiedene Schaltungen, wobei der Transport einzelner Transformatoreinheiten von einem Unterwerk zum anderen berücksichtigt ist.

Die Schaltungen *A*, *B* und *C* enthalten je eine dreiphasige Transformatorgruppe, zusammengestellt aus Einphasentransformatoren verschiedener Leistung. Auf der 220-kV-Seite wurde Sternschaltung mit geerdetem Sternpunkt und auf der 60-kV-Seite Dreieckschaltung gewählt. Die Zahlen in Fig. 1 geben die Nennleistung in MVA der Einphasen-Transformatoren an. Die mit Rücksicht auf Erwärmung zulässige übertragbare Leistung einer unsymmetrisch geschalteten Transformatorgruppe beträgt 60 MVA bei den Schaltungen *A* und *B*, 90 MVA bei der Schaltung *C*.

Während die Schaltungen *E* und *F* nur im Unterwerk Ampère 2 Einphasen-Transformatoren von 30 MVA in V-Schaltung enthalten, sind bei Schaltung *D* in beiden Unterwerken 2 Einphasen-Transformatoren in V-Schaltung angeordnet. Werden in der Schaltung *E* die beiden Unterwerke gleichzeitig betrachtet, so ergeben sie zusammen eine Dreiphasenschaltung mit auseinandergezogenem Sternpunkt auf der 220-kV-Seite (dargestellt durch die Erde). Die Dreieckschaltung der 60-kV-Seite ist im Fall *E* nur unter Berücksichtigung zweier Pole der 60-kV-Drehstromleitung vollständig. Ähnliche Überlegungen gelten für die Schaltungen *D* und *F*. Die zwischen dem 220-kV-Netz und dem 60-kV-Netz übertragbare Leistung ist durch die Erwärmung bei der Schaltung *E* auf $3 \times 20 = 60$ MVA und bei der Schaltung *F* auf $3 \times 30 = 90$ MVA begrenzt.

Die Schaltung *D* erfordert besondere Betrachtung. Es wird die Übertragung von Leistung aus dem 220-kV-Netz ins 60-kV-Netz vorausgesetzt. Falls das Unterwerk Chevilly mit 20-MVA-Transformatoren in V-Schaltung einen eigenen Bezirk des 60-kV-Netzes speist, und das Unterwerk Ampère mit 30-MVA-Transformatoren in V-Schaltung an einen anderen unabhängigen Teil des 60-kV-Netzes angeschlossen ist, so kön-

nen zusammen höchstens $\frac{60}{\sqrt{3}} + \frac{90}{\sqrt{3}} = 35 + 52 = 87$ MVA übertragen werden. In der Praxis können auch bei getrennter Betriebsweise wohl kaum beide Unterwerke gleichzeitig voll belastet werden; d. h. die berechnete Leistung von zusammen 87 MVA hat nur theoretische Bedeutung.

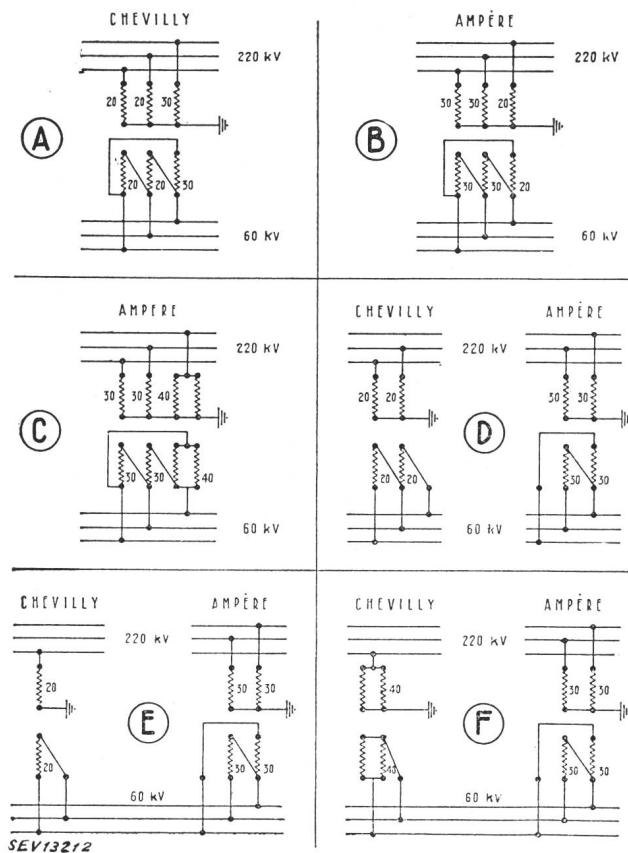


Fig. 1.

Kombination verschiedener Schaltungen von Einphasen-Transformatoren 220/60 kV

Durch Berechnungen wurde nachgewiesen, dass die in Fig. 2 dargestellte Schaltung, nämlich die Ergänzung einer Drehstromgruppe von Transformatoren durch 2 Einphasen-Transformatoren in V-Schaltung, keine Leistungserhöhung bringt. Dies leuchtet auch ein, wenn man das in Fig. 2 rechts

gezeichnete Ersatzschema betrachtet und sich vorstellt, dass die Erwärmung der äussersten Wicklung rechts die Gesamtleistung der ganzen Schaltung bestimmt.

Die in Fig. 1 dargestellten Schaltungen D, E und F mit unvollständigen Drehstromgruppen in jedem Unterwerk, unter gleichzeitiger Benützung der Erde als Verbindung der Sternpunkte, haben folgende Auswirkungen auf die Betriebsverhältnisse:

1. In gewissen Leitungen sind die durch die unsymmetrischen Transformatorgruppen hervorgerufenen Ausgleichströme so gross, dass sie unter sonst normalen Betriebsbedingungen eine Relaisauslösung von Schaltern bewirken.

2. Die verhältnismässig grossen Erdströme können gefährliche Erwärmungen der Sternpunktterdungen hervorrufen, so dass ihre Umgebung zum Schutze des Personals wirksam abgesperrt werden muss.

3. Als wichtigster Nachteil erscheint die Beeinflussung von Fernmeldeleitungen durch die auf der Hochspannungsseite

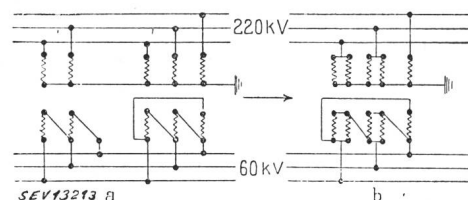


Fig. 2.

Kombination einer Transformatorgruppe in normaler Drehstromschaltung mit 2 Einphasen-Transformatoren in V-Schaltung

- Montageschema, übereinstimmend mit der Aufstellung der Einphasen-Transformatoren.
- Prinzipschema, ohne Rücksicht auf die Aufstellung der einzelnen Transformatoren. Diese Schaltung ist elektrisch betrachtet gleichwertig derjenigen unter a).

zwischen den Unterwerken fliessenden Ausgleichströme. Die kleinsten schädlichen Auswirkungen hat in dieser Hinsicht die Schaltung D, wenn die Einphasentransformatoren in V-Schaltung in beiden Unterwerken an die gleichen Polleiter des 220-kV-Netzes angeschlossen sind.

4. Im 60-kV-Netz sind bei den Schaltungen D, E und F zur Vervollständigung des durch die einpoligen Wicklungen gebildeten Dreiecks starre Verbindungen zwischen den beiden Unterwerken nötig, die im praktischen Betrieb oft nur schwer realisierbar sind.

Als beste aller betrachteten Lösungen hat sich eine Gruppierung nach Schaltung A, B oder C erwiesen, bei der wohl eine Leistungsunsymmetrie innerhalb eines Unterwerkes, jedoch keine beträchtlichen Ausgleichströme zwischen den Unterwerken und daher keine störenden Beeinflussungen von Fernmeldeleitungen bestehen. Gz.

Tätigkeitsbericht des Eidg. Amtes für Mass und Gewicht pro 1945

In den Prüfämtern wurden 228 861 Elektrizitätszähler und 47 906 Gasmesser amtlich geprüft. Bei 5 Prüfämtern und 58 Elektrizitätsversorgungsunternehmen wurden Kontrollen vorgenommen. Zur amtlichen Prüfung und Stempelung wurden 16 Systeme und Zusätze von Elektrizitätsverbrauchsmessern sowie 4 Neigungswaagensysteme zugelassen. Zwei Instruktionkurse für Eichmeister wurden durchgeführt.

Im Jahre 1945 wurden 1937 Prüfscheine für 7754 Instrumente und Apparate ausgestellt. Auf die verschiedenen Gebiete verteilen sich die Prüfungen wie folgt:

1. Längenmasse und Längenmessinstrumente	817
2. Gewichte, Waagen, Gasmesser	659
3. Hohlmasse, Alkoholometer, Aräometer usw.	1452
4. Druckmessgeräte, Tachometer usw.	24
5. Thermometer	2324
6. Thermolemente, Widerstandsthermometer	44
7. Photometrische Messungen, Röntgendosimetrie	104
8. Kapazitäten, Selbstinduktionen, Frequenzmessapparate	1267
9. Widerstände, Kompensatoren, Normalelemente	518
10. Messwandler, Zähler, Ampere-, Volt-, Wattmeter usw.	406
11. Magnetische Messungen	126
12. Diverse Spezialuntersuchungen	3

Von den Prüfarbeiten, die einen grösseren Aufwand an Zeit erforderten, seien folgende erwähnt:

Untersuchung von Zementsteinen bezüglich der Schutzwirkung gegenüber Röntgenstrahlen.

Vergleich einer grösseren Zahl von Luxmetern mit Sperrschichtzellen verschiedener Fabrikate. Die Prüfung ergab grosse Abweichungen in den Eichwerten der verschiedenen Luxmeter; ferner zeigte sich, dass bei ungefilterten Zellen der Korrekturfaktor für Licht anderer spektraler Zusammensetzung als Glühlampenlicht bei Lichtquellen mit stark blauem Licht (z. B. Hg-Dampflampen) sich mit der Beleuchtungsstärke ändert. Bestrebungen auf diesem Gebiete, bei den Messungen bessere Übereinstimmungen zu erzielen, sind im Gang.

Nach Neuaufrichtung der Interferenzkomparatoren in einem besonderen Raum mit konstanter Temperatur erfolgte die Nachkontrolle der Normalendmasse des Amtes. Die Untersuchungen, die sich über einen Zeitraum von etwa 20 Jahren erstreckten, ergaben bei Endmassen verschiedener Herkunft Verschiedenheiten hinsichtlich der Stabilität. Während bei gewissen Fabrikaten, abgesehen von der durch den Gebrauch entstandenen Abnutzung, keine Änderungen festgestellt werden konnten, zeigten andere Endmasse stetige Änderungen, die z. B.

bei einem 50-mm-Endmass z. Z. $+ 3,1 \mu\text{m}$ betragen. Bei den vorhandenen Bestrebungen, hinsichtlich der Genauigkeitsansprüche wesentlich über DIN-I-Toleranzen hinauszugehen, muss diesem Verhalten erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden, ganz abgesehen davon, dass Untersuchungen gezeigt haben, dass sich auch bei Verwendung von Tastern mit grosser Empfindlichkeit (Uebersetzungsverhältnis bis 16 000 elektrisch und mechanisch) bei Kontaktmessungen kaum eine grössere Messgenauigkeit als $0,1 \mu\text{m}$ erreichen lässt.

Anlässlich der Lichttechniker-Tagung des Schweizerischen Beleuchtungskomitees im April in Bern wurden eine Reihe von Demonstrationen betreffend photometrische Messungen, sowie über die oft störend empfundenen Flimmererscheinungen und stroboskopischen Effekte an Gasentladungslampen vorgeführt. Im Zusammenhang mit den Bestrebungen des Schweizerischen Beleuchtungskomitees zur Abklärung dieser Erscheinungen wurden eine Reihe von mit Wechselstrom betriebenen Gasentladungslampen auf ihre Lichtschwankungen hin untersucht und ausserdem versucht, abzuklären, was «gleich stark flimmern» bei Lichtquellen mit verschiedenem zeitlichem Verlauf der Lichtintensität überhaupt heisst.

Neu aufgenommen wurde die Prüfung von Stufenfiltern im Ultraviolett.

Eine grössere Untersuchung betreffend das Aufbringen von Metallbelägen auf Glimmer zur Herstellung von Normalkondensatoren wurde abgeschlossen.

Als Neuanschaffungen seien erwähnt:

Zweistufige Quecksilber-Diffusionspumpe.

RC-Generator mit kleinem Klirrfaktor 20...200 000 Hz.

Als Veröffentlichungen sind erschienen:

Einfaches Demonstrations-Flimmerphotometer. *Experientia* Bd. 1(1945), Nr. 1, S. 26.

Universalmessgerät für spektrale und integrale Licht- und Farbmessungen. *Helv. phys. acta* Bd. 18(1945), Nr. 2, S. 125...157.

Schweizerische Präzisionsmessgeräte für Längenmessungen. *Schweiz. Technik* Bd. 24(1945), Nr. 1, S. 5...14.

Ueber die Verteilung der amtlich geprüften Zähler und Gasmesser auf die einzelnen Prüfämter geben die nachstehenden Tabellen Aufschluss:

Nr.	Elektrizitätsverbrauchsmesser	
1	Amt	262
2	Landis & Gyr AG., Zug	61 298
3	Société des Compteurs de Genève	28 756
4	EW der Stadt Bern	9 416
5	Bernische Kraftwerke A.-G., Nidau	15 566
6	EW der Stadt Zürich	13 915
7	EW der Stadt Luzern	1 622
8	EW der Stadt Lausanne	4 577
9	EW Genf	12 541
10	Siemens EAG., Zürich	1 916
11	EW der Stadt Basel	13 614
12	EW des Kantons Zürich	7 157
13	EW Lugano	1 603
14	EW La Chaux-de-Fonds	2 186
15	EW Uster	645
16	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein, Zürich	8 488
18	EW der Stadt Schaffhausen	1 494
19	EW Jona SG	186
20	St. Gallisch-Appenzellische Kraftwerke A.-G.	3 494
22	Elektra Baselland	270
23	EW Burgdorf	543
24	Wasserwerke Zug	1 670
25	EW der Stadt Solothurn	1 561
26	Elektra Birseck, Münchenstein	2 529
27	EW Davos A.-G.	633
28	Centralschweizerische Kraftwerke, Luzern	5 555
29	EW der Stadt Aarau	322
30	EW der Stadt Winterthur	3 937
31	EW der Stadt St. Gallen	3 185
32	EW der Stadt Biel	2 284
33	Lichtwerke und Wasserversorgung der Stadt Chur	425
34	EW der Stadt Neuenburg	1 862
36	EW der Stadt Rorschach	262
37	EW des Kantons Thurgau, Frauenfeld	3 987
38	EW der Gemeinde Rüti ZH	269
39	Gas- und Elektrizitätswerk Wil SG	201
40	Aargauisches Elektrizitätswerk, Aarau	1 591
41	EW St. Moritz	—
43	Licht- und Wasserwerke Interlaken	733
44	EW Bellinzona	369
45	Eichgenossenschaft für Elektrizitätswerke, Wetzikon	578
46	EW Locarno	1 102
47	EW Chiasso	184
48	Landeswerk Lawena, Schaan	20
49	EW Le Locle	—
50	Sté. Romande d'Electricité, Clarens-Montreux	6 053
Total		228 861

Nr.	Gasmesser	
1	Amt	4
2	Zürich	19 040
3	Genf	7 866
4	Luzern	7 993
5	Basel	6 000
6	St. Gallen	3 330
7	La Chaux-de-Fonds	105
9	Lausanne	2 533
10	Vevey	1 035
Total		47 906

Wirtschaftliche Mitteilungen Communications de nature économique

Données économiques suisses

(Extraits de «La Vie économique» et du «Bulletin mensuel Banque Nationale Suisse»)

No.		Mai	
		1945	1946
1.	Importations (janvier-mai)	62,8 (209,8)	279,3 (1359,8)
	Exportations (janvier-mai)	141,2 (460,1)	225,3 (951,8)
2.	Marché du travail: demandes de places	4422	2261
3.	Index du coût de la vie Index du commerce de gros	210 221	206 213
	Prix-courant de détail (moyenne de 34 villes) Eclairage électrique cts/kWh		
	Gaz	35 (70)	35 (70)
	Coke d'usine à gaz frs/100 kg	30 (143)	31 (148)
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 33 villes (janvier-mai)	801 (3897)	1260 (5548)
5.	Taux d'escompte officiel . %	1,50	1,50
6.	Banque Nationale (p. ultimo) Billets en circulation 10 ⁶ frs Autres engagements à vue 10 ⁶ frs Encaisse or et devises or ¹⁾ 10 ⁶ frs Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue %	3532 1994 4883 95,17	3564 1256 4960 99,25
7.	Indices des bourses suisses (le 25 du mois) Obligations Actions Actions industrielles	100 185 290	104 237 362
8.	Faillites (janvier-mai) Concordats (janvier-mai)	17 (96) 7 (32)	17 (121) 2 (17)
9.	Statistique du tourisme Occupation moyenne des lits existants, en %	Avril 1945 16,8	1946 22,3
10.	Recettes d'exploitation des CFF seuls Marchandises (janvier-avril) Voyageurs (janvier-avril)	Avril 1945 16 873 (63 295) 22 489 (74 990)	1946 25 868 (96 568) 22 585 (77 066)

¹⁾ Depuis le 23 septembre 1936 devises en dollars.

Statistique de l'énergie électrique des entreprises livrant de l'énergie à des tiers

Elaborée par l'Office fédéral de l'économie électrique et l'Union des Centrales Suisses d'électricité

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant toutes les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. La statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie											Accumulat. d'énergie*)				Exportation d'énergie	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois – vidange + remplissage		Exportation d'énergie	
	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46		1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46
	en millions de kWh											%	en millions de kWh				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	627,2	633,1	0,1	0,5	14,7	47,2	10,1	5,9	652,1	686,7	+ 5,3	960	929	+ 3	- 71	103,0	39,9
Novembre . .	630,0	606,4	0,1	0,4	18,5	30,7	10,7	4,0	659,3	641,5	- 2,7	931	799	- 29	- 130	90,1	32,6
Décembre . .	652,2	600,8	0,1	2,6	21,9	16,5	10,8	7,7	685,0	627,6	- 8,4	800	642	- 131	- 157	90,1	31,0
Janvier . . .	684,4	590,3	0,1	2,4	19,1	18,0	8,8	4,3	712,4	615,0	- 13,7	7520	493	- 295	- 149	59,3	35,3
Février . . .	580,9	575,5	—	0,3	24,5	18,0	9,4	2,8	614,8	596,6	- 3,0	383	363	- 137	- 130	54,5	26,9
Mars	622,4	646,9	0,1	0,3	33,6	30,1	3,1	8,1	659,2	685,4	+ 4,0	277	235	- 106	- 128	42,8	30,6
Avril	569,8	665,6	0,2	0,3	17,3	28,7	—	3,1	587,3	697,7	+ 18,8	308	235	+ 31	0	26,2	45,1
Mai	603,6	687,9	0,2	0,3	17,1	53,6	—	2,1	620,9	743,9	+ 19,8	483	297	+ 175	+ 62	36,3	45,0
Juin	622,7		0,2		18,0		—		640,9			724		+ 241		59,4	
Juillet	679,3		0,2		21,4		—		700,9			934		+ 210		89,1	
Août	700,2		0,2		36,7		0,4		737,5			1000		+ 66		113,4	
Septembre . .	708,8		0,2		45,0		1,9		755,9			1000		+ 0		119,5	
Année	7681,5		1,7		287,8		55,2		8026,2			1007 ⁴⁾		—		883,7	
Oct.-Mai . .	4970,5	5006,5	0,9	7,1	166,7	242,8	52,9	38,0	5191,0	5294,4	+ 2,0					502,3	286,4

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques 1)		Traction		Pertes et énergie de pompage 2)		Consommation en Suisse et pertes				
													sans les chaudières et le pompage		Différence % 3)	avec les chaudières et le pompage	
	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46	1944/45	1945/46			
	en millions de kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	220,6	264,2	83,2	97,7	77,5	70,4	57,7	83,4	27,0	34,2	83,1	96,9	485,2	560,3	+15,5	549,1	646,8
Novembre .	229,4	278,9	88,1	103,9	69,9	63,1	64,6	32,3	34,6	39,5	82,6	91,2	501,6	575,8	+14,8	569,2	608,9
Décembre .	246,5	284,7	90,0	99,6	61,9	62,7	72,1	16,5	40,7	46,6	83,7	86,5	521,5	578,2	+10,9	594,9	596,6
Janvier . . .	268,6	282,6	97,6	100,1	69,8	52,7	76,7	10,4	45,7	47,7	94,7	86,2	575,7	567,6	− 1,4	653,1	579,7
Février . . .	218,1	251,6	82,3	92,6	52,5	49,4	91,4	56,0	36,9	44,4	79,1	75,7	467,6	511,8	+ 9,5	560,3	569,7
Mars	232,9	264,8	83,7	101,2	55,7	70,0	118,5	82,1	38,9	45,6	86,7	91,1	495,2	570,0	+15,1	616,4	654,8
Avril	204,2	221,8	79,1	95,1	54,8	72,0	114,9	138,6	22,7	32,9	85,4	92,2	435,9	505,6	+16,0	561,1	652,6
Mai	206,2	231,6	80,4	99,2	63,8	72,5	124,1	160,5	23,8	33,1	86,3 (5,8)	102,0 (10,3)	454,7	528,1	+16,1	584,6	698,9
Juin	191,7		84,1		65,5		131,6		22,4		86,2		440,7			581,5	
Juillet	201,5		85,1		67,7		134,9		25,6		97,0		464,9			611,8	
Août	207,5		85,9		66,8		142,1		24,9		96,9		472,9			624,1	
Septembre .	216,1		91,7		62,6		144,5		26,9		94,6		487,7			636,4	
Année	2643,3		1031,2		768,5		1273,1		370,1		1056,3 (65,8)		5803,6			7142,5	
Oct.-Mai . .	1826,5	2080,2	684,4	789,4	505,9	512,8	720,0	579,8	270,3	324,0	681,6 (31,3)	721,8 (30,8)	3937,4	4397,4	+11,7	4688,7	5008,0

*) Nouvelle usine mise en service: dès janvier 1945, usine de Lucendo.

¹⁾ Chaudières à électrodes.

²⁾ Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation, par pompage.

³⁾ Colonne 15 par rapport à la colonne 14.

⁴⁾ Energie accumulée à bassins remplis.

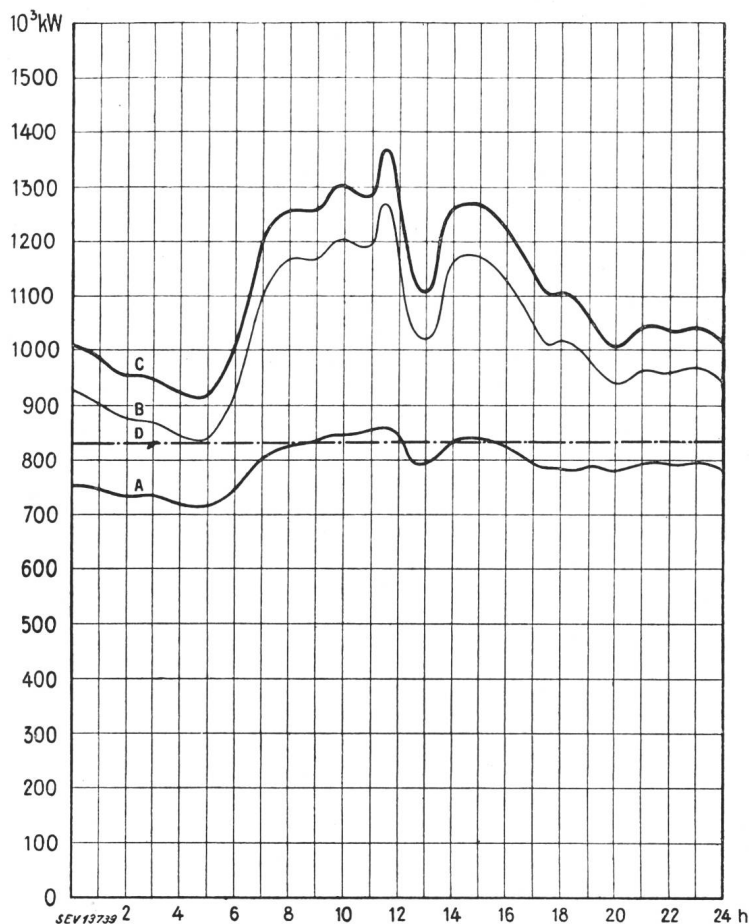


Diagramme de charge journalier du mercredi

15 mai 1946

Légende:

1. Puissances disponibles: 10⁸ kW

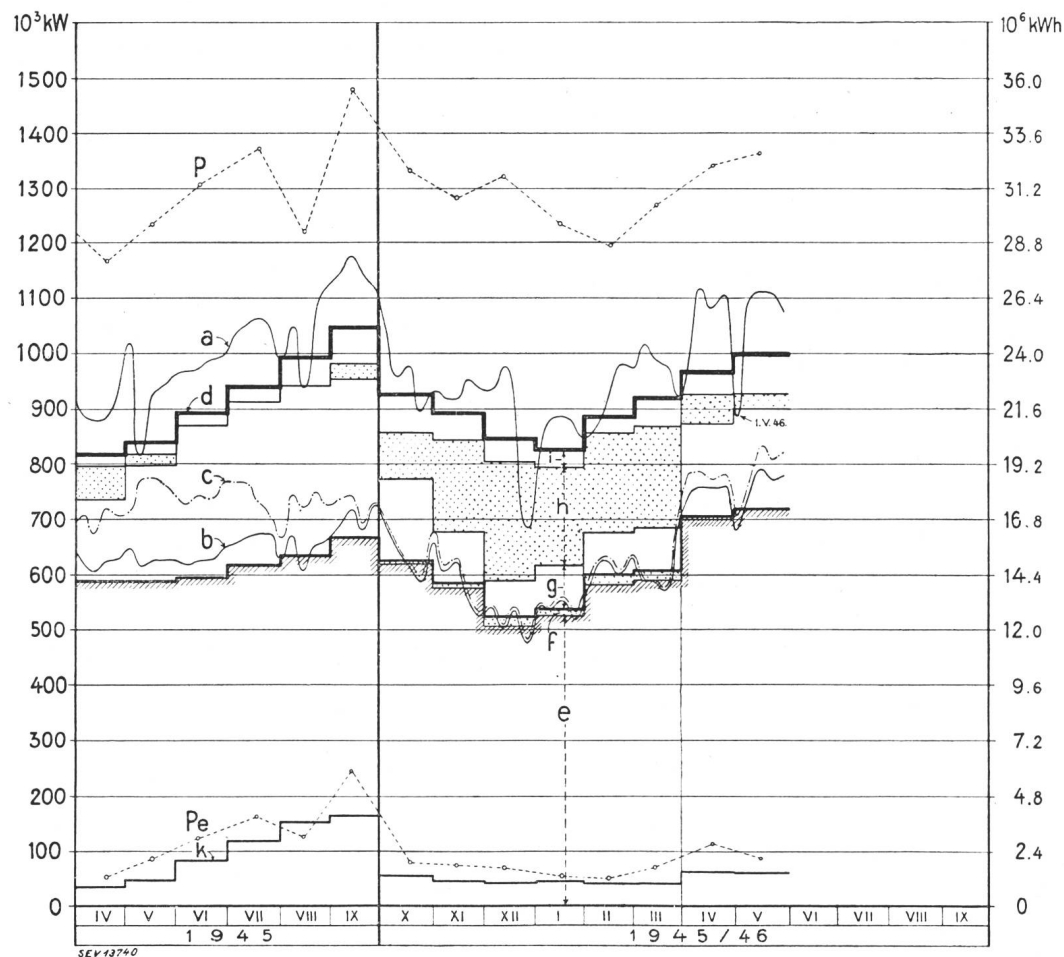
Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (O-D)	829
Usines à accumulation saisonnière (au niveau max.)	858
Puissance totale des usines hydrauliques	1687
Réserve dans les usines thermiques	110

2. Puissances constatées:

O-A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire).
 A-B Usines à accumulation saisonnière.
 B-C Usines thermiques + livraisons des usines des CFF, de l'industrie et importation.

3. Production d'énergie: 10⁶ kWh

Usines au fil de l'eau	18,9
Usines à accumulation saisonnière	5,7
Usines thermiques	—
Livraison des usines des CFF, de l'industrie et importation	2,0
Total, le mercredi 15 mai 1946	26,6
Total, le samedi 18 mai 1946	22,9
Total, le dimanche 19 mai 1946	16,0



Production du mercredi et production mensuelle

Légende:

1. Puissances maximum:

P de la production totale;
 P_e de l'exportation.

2. Production du mercredi:

(puissance moyenne ou quantité d'énergie)

a totale;
 b effective des usines au fil de l'eau;
 c possible des usines au fil de l'eau.

3. Production mensuelle:

(puissance moyenne mensuelle ou quantité journalière moyenne d'énergie)

d totale;
 e des usines au fil de l'eau par les apports naturels;
 f des usines au fil de l'eau par les apports provenant de bassins d'accumulation;
 g des usines à accumulation par les apports naturels;
 h des usines à accumulation par prélèvement sur les réserves accumulées;
 i des usines thermiques, achats aux entreprises ferroviaires et industrielles, importation;
 j exportation;
 k consommation dans le pays.

Der elektrische Betrieb der Schweizerischen Bundesbahnen im Jahre 1945¹⁾

621.331 : 625.1(494)

1. Energiewirtschaft ²⁾

Aus Tabelle I lassen sich die Angaben über Erzeugung und Verbrauch elektrischer Energie der SBB im Vergleich zum Vorjahr entnehmen. Im ersten und zweiten Quartal sank der Energieverbrauch im Vergleich zu den entsprechenden Perioden des Vorjahres um $3,4$ und $2,5 \cdot 10^6$ kWh. Dies war durch den Ausfall des Transitverkehrs Nord-Süd bedingt. Demgegenüber war im dritten und vierten Quartal ein Mehrverbrauch von $6,2$ und $20,2 \cdot 10^6$ kWh zu verzeichnen, was dem wieder einsetzenden internationalen Verkehr, diversen Fahrplanverbesserungen und der Neuelektrifizierung einiger Linien zuzuschreiben ist.

An Stelle des auf den 31. Dezember 1945 gekündigten Energielieferungsvertrages mit den Bernischen Kraftwerken A.-G. wurde mit diesen ein neuer Vertrag für die Einspeisung von $23 \cdot 10^6$ kWh elektrischer Energie in das SBB-Fahrleitungsnetz in Bern und in Thun abgeschlossen. Ferner wurde von den SBB am 6. Dezember die Energielieferung an die Vereinigten Huttwil-Bahnen für den Betrieb der neu elektrifizierten Strecke Huttwil-Wolhusen ³⁾ übernommen. Die Energie für den elektrischen Betrieb der beiden anderen Strecken Langenthal—Huttwil ⁴⁾ und Ramsei—Sumiswald—Huttwil ⁵⁾ wird durch Vermittlung der SBB durch die Bernischen Kraftwerke A.-G. geliefert.

Die Wasserverhältnisse in der Winterperiode 1944/45 waren sehr günstig. Ende März 1945 betrugen die Reserven in den Stauseen (Barberine, Ritom und Sihlsee) noch $86 \cdot 10^6$ kWh. Dank dieser Verhältnisse waren alle drei Seen frühzeitig wieder gefüllt. Zur Deckung des zu erwartenden grossen Energiebedarfes für die Winterperiode 1945/46 mussten trotz der Inbetriebnahme des Kraftwerkes Rapperswil-Auenstein im Oktober 1945 noch vorsorglich $10 \cdot 10^6$ kWh Ergänzungsenergie (im Vorjahr $20 \cdot 10^6$ kWh) bestellt werden. Die Inanspruchnahme der Winterreserve begann bereits anfangs September 1945. Zur Einhaltung der grössten zulässigen Absenkung der Stauseen war es nötig, die vertraglich der SBB zur freien Verfügung zugesicherte Aushilfsleistung von 7000 kW (Lieferungen der BKW-NOK-Atel) ab 1. November bis Ende Dezember 1945 zu beanspruchen.

2. Kraftwerke

Barberine. Die tiefste Absenkung des Stausees wurde am 5. Mai 1945 mit einem verbliebenen Nutzinhalte von $17,8 \cdot 10^6$ m³ ($4,8 \cdot 10^6$ m³ im Vorjahr) erreicht. Am 12. August war der Barberinensee mit seinen $39,0 \cdot 10^6$ m³ Nutzinhalte, entsprechend $110 \cdot 10^6$ kWh, gefüllt. Die Absenkung begann am 1. September 1945.

An der Wasserseitigen Verkleidung der Staumauer wurden die üblichen Fugenausbesserungen durchgeführt. Im Nebenkraftwerk Trient wurde der Regulator der Turbine erneuert.

Amsteg. Um gegebenenfalls vom Elektrizitätswerk Altdorf Energie beziehen zu können, wurde ein Drehstromtransformator 100 kVA aufgestellt. Verschiedene Arbeiten wurden zur besseren Entlüftung des Wasserschlosses und zur Erneuerung der Nahtverbindungen der Druckleitungen ausgeführt.

¹⁾ Aus den Quartalsberichten der Generaldirektion und dem Geschäftsbericht 1945 der SBB. Vgl. pro 1944 Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 16, S. 508...510.

²⁾ Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 11, S. 354; Nr. 18, S. 634; Nr. 26, S. 884; Bd. 37(1946), Nr. 4, S. 110.

³⁾ Bull. SEV Bd. 37(1946), Nr. 3, S. 87...88.

⁴⁾ Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 15, S. 463.

⁵⁾ Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 21, S. 733.

Ritom. Die tiefste Absenkung des Stausees wurde am 15. April 1945 mit einem verbliebenen Nutzinhalte von $5,6 \cdot 10^6$ m³ ($1,4 \cdot 10^6$ m³ im Vorjahr) erreicht. Am 12. Juli war der Ritomsee mit $27,5 \cdot 10^6$ m³, entsprechend $45 \cdot 10^6$ kWh, gefüllt. Die neue Absenkung begann am 6. Oktober 1945.

Am stark frostbeschädigten Seilbahnunterbau wurden Instandstellungsarbeiten durchgeführt. Ferner wurden grössere Reparaturen an der Fassung und an den übrigen Anlagen der Cadlimozuleitung ausgeführt. Die Staumauer im Cadlimotal wurde provisorisch erhöht.

Ettelwerk. Der SBB-Anteil des Sihlsees erreichte seine tiefste Absenkung am 17. März 1945 mit einem verbliebenen Nutzinhalte von $17,0 \cdot 10^6$ m³ ($5,2 \cdot 10^6$ m³ im Vorjahr). Der höchste Stand wurde am 21. Mai 1945 mit $51,6 \cdot 10^6$ m³, entsprechend $51,6 \cdot 10^6$ kWh, erreicht. Die neue Absenkung begann am 30. September 1945. Die Energieerzeugung des Ettelwerkes im Geschäftsjahr vom 1. 10. 44 bis 30. 9. 45 belief sich auf $239 \cdot 10^6$ kWh (195), wovon auf die SBB $102 \cdot 10^6$ kWh (113,5) entfielen.

Um den Sihlsee als Energiespeicher besser ausnützen zu können, wurden zwei Hochdruck-Speicherpumpen zur Förderung von Zürichseewasser in den Sihlsee unter Verwendung von Abfallenergie in Auftrag gegeben. Im Ettelwerk wurden 4 neue 66-kV-Schaltergruppen in Betrieb genommen. Umfangreiche Baggararbeiten mussten im Kiessammler der Minster und bei der Mündung des Steinbaches ausgeführt werden. Ferner mussten zufolge örtlicher Setzungen an den Dämmen der Minster grössere Rekonstruktionsarbeiten vorgenommen werden.

Rapperswil-Auenstein ⁶⁾. Mit dem etappenweisen Aufstau der Aare wurde am 11. Juni begonnen. Das Stauziel wurde am 30. November erreicht. Als Datum der Inbetriebnahme des Kraftwerkes wurde der 16. Oktober 1945 festgesetzt, weil an diesem Tage die Drehstromgruppe dauernd in Betrieb genommen worden ist. Die dauernde Energieabgabe der Einphasengruppe erfolgte am 29. November 1945.

Massaboden. Die Turbine und der Einphasengenerator der Gruppe 2 wurden revidiert. Das Laufrad und der Leitapparat der Turbine wurden erneuert.

3. Uebertragungsleitungen und Unterwerke

Rapperswil. Zwischen dem Kraftwerk Rapperswil-Auenstein und dem Unterwerk Rapperswil wurden die Verbindungsleitungen für 66 und 132 kV erstellt. An der Schaltanlage des Unterwerkes Rapperswil wurden Aenderungsarbeiten durchgeführt.

Kerzers. Im Unterwerk Kerzers wurde die Schaltanlage für die Speisung der Broyelinie und der Bern—Neuenburg-Bahn ausgeführt.

Ausserholligen. In Ausserholligen wurde eine Transformatorstation mit zwei Einphasentransformatoren von je 4000 kVA erstellt.

Grüze. Im Unterwerk Grüze wurde die Schaltanlage für die Speisung der Strecke Winterthur—Bülach erweitert.

4. Elektrifizierung neuer Linien

Der elektrische Betrieb konnte im Verlaufe des Berichtsjahres auf folgenden Strecken aufgenommen werden:

⁶⁾ Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 17, S. 530; Nr. 22, S. 759; Nr. 25, S. 859.

Koblentz—Eglisau ⁷⁾	1. 7. 45
Bülach—Winterthur ⁷⁾	15. 7. 45
Yverdon—Payerne ⁸⁾	1. 8. 45
Schaffhausen—Ettwil ⁹⁾	16. 12. 45

In Arbeit befanden sich die Strecken Palézieux—Payerne—Freiburg, Zofingen—Suhr—Aarau, Suhr—Wettingen und Romanshorn—Kreuzlingen.

Für die letzte Elektrifikationsstufe ⁷⁾ ¹⁰⁾ bewilligte der Verwaltungsrat der SBB einen Kredit von 31 861 000 Fr., der für folgende Strecken bestimmt ist: Palézieux—Payerne—Lyss, St-Maurice—Bouveret—St-Gingolph, Genf—La Plaine,

In Auftrag gegeben wurden:

10 elektr. Streckenlokomotiven der Serie Re 4/4
7 elektr. Rangierlokomotiven der Serie Ee 3/3
11 elektr. Traktoren der Serie Te

33 Dampf-Güterlokomotiven der Serien C 5/6 und C 4/5 wurden an die französische Bahngesellschaft SNCF vermietet, um den Verkehr zwischen den französischen Mittelmeerhäfen und der Schweiz steigern zu können. Weitere 20 Dampflokomotiven der Serien B 3/4, Ec 3/4 und E 3/3 wurden an die Niederländischen Staatsbahnen verkauft.

Energiewirtschaft der Schweizerischen Bundesbahnen im Jahre 1945

in Millionen kWh (= 10⁹ Wh = 1 GWh)

Tabelle I.

Kraftwerkgruppe	I. Quartal GWh	II. Quartal GWh	III. Quartal GWh	IV. Quartal GWh	Total 1945 GWh	Total 1944 GWh
Eigene Erzeugung von Ein- und Dreiphasenenergie in den Kraftwerkgruppen:						
Amsteg—Ritom—Göschenen	62	84	102	81	329	317
Vernayaz—Barberine—Trient—Massaboden . . .	72	72	75	71	290	260
Total	134	156	177	152	619	577
	(100 %)	(100 %)	(100 %)	(100 %)	(100 %)	(100 %)
wovon:						
a) in den Speicherwerken Ritom, Barberine und Vernayaz erzeugt	84	34	44	69	231	148
	(63 %)	(22 %)	(25 %)	(45 %)	(37 %)	(26 %)
b) in den Flusswerken Amsteg, Göschenen, Trient und Massaboden erzeugt	50	122	133	83	388	429
	(37 %)	(78 %)	(75 %)	(55 %)	(63 %)	(74 %)
Bezogene Einphasenenergie						
vom Etzelwerk	40	14	18	29	101	121
vom KW Rapperswil-Auenstein	—	—	—	13	13	—
von anderen Kraftwerken	30	14	15	26	85	86
Total	70	28	33	68	199	207
Total der erzeugten und bezogenen Ein- und Dreiphasenenergie	204	184	210	220	818	784
Abgabe von Ueberschussenergie	18	6	19	7	50	36
Energieabgabe ab bahneigenen und bahnfremden Kraftwerken für den Bahnbetrieb	186	178	191	213	768	748

Zofingen—Suhr—Aarau, Suhr—Wettingen, Olten—Läufelfingen—Sissach, Cadenazzo—Ranzo/St. Abbondio, Verbindungsbahn Basel, Oberwinterthur—Ettwil, Winterthur—Bauma—Wald und Oberglatt—Niederweningen.

Ausbauarbeiten für doppelspurigen Betrieb wurden auf folgenden Strecken durchgeführt: Rapperswil—Lenzburg, Brunnen—Sisikon und Rivera/Bironico—Taverne. Die Teilstrecke Rivera/Bironico—Mezzovico ist seit dem 27. 3. 45 im Betrieb.

5. Triebfahrzeuge

Es wurden neu in Dienst gestellt:

4 elektr. Schnellzuglokomotiven der Serie Ae 4/6
7 elektr. Rangierlokomotiven der Serie Ee 3/3
9 elektr. Traktoren der Serie Te und Tea (3 Stück)

⁷⁾ Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 15, S. 457.

⁸⁾ Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 17, S. 535.

⁹⁾ Bull. SEV Bd. 37(1946), Nr. 1, S. 24.

¹⁰⁾ Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 22, S. 758.

Zwecks Einsparung von Kohlen mietete die SBB von der DR zwei elektrische Lokomotiven der Wiesentalbahn für Rangierdienste in Basel und Olten. Ein Schnelltriebwagen der Serie RCe 2/4 wurde an die RVT vermietet.

Ebenfalls zur Einsparung von Kohlen wurde auf der Strecke Bellinzona—St. Abbondio (—Luino) ein dieselelektrischer Triebwagen zur Führung der Personenzüge eingesetzt.

6. Schwachstromanlagen

Auf der Strecke Genf—Vernier wurden die Schwachstromanlagen verkabelt.

In den Bahnhöfen Bern, Biel, Olten und Luzern wurden Lautsprecheranlagen erstellt.

In Aarau wurde eine elektrische Zugsvorheizanlage eingerichtet.

7. Signal- und Sicherungsanlagen ¹¹⁾

Neue elektrische Stellwerkanlagen wurden in Cugy, Avenches, Estavayer, Arch, Büren, Dotzigen, Leuzingen, Derendingen, Dietfurt, Laufenburg, Siggenthal, Oberglatt, Fehraltorf, Pfäffikon (Zch.) und Kempten in Betrieb genommen. Die Anlage in Airola wurde ergänzt.

Der Einbau von Streckengeräten an Durchfahr-, Ausfahr- und Ausfahrtsignalen zur automatischen Zugsicherung wurde fortgesetzt.

Die Einrichtung des Streckenblocks wurde auf den Strecken Tüscherz—Biel, Hägendorf—Oensingen und Meggen—Immenensee in Betrieb genommen.

¹¹⁾ Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 3, S. 90...91.

Installierte Leistung in den schweizerischen Kraftwerken

621.311.15 (494)

Summe der Leistungen der elektr. Maschinen nach der vom Starkstrominspektorat bearbeiteten und vom SEV herausgegebenen Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz

Ausgabe 1944, Tabellen 1...4

(Seite 144 ff.) 2 402 100 kW dazu

Rapperswil	47 000 kW
Lucendro	45 000 kW
Mörel	53 000 kW
Gampel	8 800 kW
Wolfenschiessen	3 500 kW
Pintrun	8 800 kW
KW Moos Grellingen a. d. Birs	1 000 kW

Stand 1. 5. 46 2 569 200 kW

Miscellanea

In memoriam

Karl Schedler †. Am 26. Februar 1946 ist Karl Schedler, Leiter der Installationsabteilung des Elektrizitätswerks der Stadt Zürich, gestorben.

Karl Schedler wurde am 23. März 1884 in Tablat (St. Gallen) geboren, wo er auch die ersten Kinderjahre mit einem jüngeren Schwesterchen verbrachte. Später siedelten seine Eltern nach Wil über, um sich dann nach kürzerem Verbleib daselbst endgültig in Zürich niederzulassen. Hier absolvierte er die Primar- und die Sekundarschule und trat hierauf bei der Maschinenfabrik Oerlikon eine Lehre als Mechaniker an.



Karl Schedler
1884—1946

Nach dem Lehrabschluss besuchte er das Kantonale Technikum in Winterthur, das er als diplomierter Elektrotechniker verliess. Während seiner Studienzeit arbeitete er als Ferienpraktikant regelmässig bei seiner Lehrfirma, auf deren Studienbureau in Zürich er sich auch nach dem Austritt aus dem Technikum während $\frac{3}{4}$ Jahren wiederum betätigte. Anschliessend beschäftigte er sich vorübergehend im väterlichen Geschäft und trat dann im Jahre 1909 bei der Motor A.-G. in Baden als Montageleiter und Kontrolleur für Hausinstallationen ein. Seine Leistungen und guten Erfolge im Acquisitionswesen bewogen diese Firma, ihn in gleicher Eigenschaft in den Sündgau (Oberelsass) zu delegieren, wo die Motor A.-G. eben die Elektrifizierung dieser Gegend an die Hand genommen hatte. Nach 5jähriger Tätigkeit bei der Motor A.-G. wechselte er zum letztenmal sein Anstellungsverhältnis, um beim Elektrizitätswerk der Stadt Zürich eine Stellung in dessen Installationsabteilung zu übernehmen, wo sich auch sein Schicksal und Lebenswerk erfüllen und vollenden sollte. Zürich ist ihm dann zur zweiten Heimat geworden.

Karl Schedler nahm am 1. August 1914 seine Tätigkeit vorerst als Installationstechniker auf und übernahm später die Leitung der Installationskontrolle, die er neu organisierte und ausbaute. Zuzufolge seiner unermüdlichen und gewissenhaften Tätigkeit wurde ihm im Jahre 1930 die Leitung der gesamten Installationsabteilung übertragen, die er tatkräftig ausbaute und förderte. Neben der Beratung im Beleuchtungswesen und in Grossinstallationen hat er sich auch eingehend mit der Organisation des Störungsbehebungsdienstes der Hausinstallationen befasst und diesen mustergültig für Großstadtverhältnisse ausgebaut.

Wegen seiner Kenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiete des Installationswesens hatte ihn die Verwaltungskommission des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins und des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke in einige wichtige Kommissionen gewählt. So war Karl Schedler Mitglied der Normalkommission des SEV und VSE und des Ausschusses für kautschukfreie, nichtkeramische Isolierstoffe. Weiter war er Vorsitzender dreier Unterkommissionen der Gruppe «Elektrisches Installationswesen» der Schweizerischen Normen-Vereinigung. In allen diesen Fachkommissionen hat der Verstorbene den Verbänden dank seinen umfassenden Fachkenntnissen wertvolle Dienste geleistet. Sehr viel war ihm auch an der Hebung des Berufsstandes der Elektro-Installateure gelegen. Er wirkte von Anfang an als Organisator und Experte bei den Konzessionsprüfungen mit und beteiligte sich massgebend bei der Schaffung des Prüfreglementes für die Erlangung des Meistertitels im Elektroinstallationsgewerbe, gemäss dem Bundesgesetz über die berufliche Ausbildung. An diesen Meisterprüfungen fungierte er regelmässig als Experte.

Karl Schedler hat alle ihm übertragenen Arbeiten mit grosser Sachkenntnis und Hingabe bewältigt. Der gewaltige Aufschwung in der Elektrizitätsanwendung der letzten Jahre, die intensive Beanspruchung bei der Durchführung der Schweizerischen Landesausstellung 1939, und die grossen Nöte der Kriegsjahre sowie Krankheit in der Familie haben seine Lebenskraft vorzeitig aufgezehrt. Im Jahre 1940 machten sich bereits die ersten Anzeichen eines beginnenden Herzleidens bemerkbar, das ihn nie mehr ganz verliess. Im Dezember des letzten Jahres musste er nach reicher Arbeit seine Arbeitsstätte verlassen, zu der er nicht mehr zurückkehren sollte. Gewissenhaft und streng gegen sich und seine Mitarbeiter, konnte er nach getaner Arbeit in geselligem Kreise manch humorvolles Wort einflechten und des Lebens Zweck auch von dieser Seite beleuchten lassen.

H. B.

Eduard Paul Wullschleger †. Am 27. April 1946 starb in Goldau im Alter von erst 45 Jahren Eduard Paul Wullschleger, dipl. Ing., Betriebsleiter der Licht A.-G. Vereinigte Glühlampenfabriken, Goldau.

Eduard Paul Wullschleger arbeitete sich aus einfachen Verhältnissen in eine geachtete Stellung empor. Am 16. Juli

1900 als Sohn eines Gerbers in Gränichen (Kt. Aargau) geboren, besuchte er dort die Gemeinde- und die Bezirksschule. Hierauf führte ihn der Schulweg an die Kantonsschule in Aarau, wo er sich die Matura holte, um dann die Eidg. Techn.



Eduard Paul Wullschleger
1900—1946

Hochschule in Zürich zu beziehen, die er 1923 mit dem Diplom als Elektroingenieur verliess. Die Hochschulferien benützte er zu praktischer Ausbildung bei der A.-G. Kummeler & Matter, Aarau, und bei J. Zehnder und Söhne in Gränichen.

Wohlvorbereitet zog er ins Ausland. Von 1923 bis 1929 arbeitete er nacheinander im Etablissement Electro-Mécanique de Strasbourg, bei Saunier Duval Frisquet, Paris, bei Paz et Silva, Paris, in der Electro-Construction S. A., Strasbourg, und bei La Lampe Neolux S. à r. l., Molsheim, Bas Rhin. 1929 ernannte ihn diese Lampenfirma, eine Tochtergesellschaft der Licht A.-G. Vereinigte Glühlampenfabriken, Goldau, zum technischen Leiter, welche Stellung er bis 1933 inne hatte.

Im Februar 1933 entschloss sich die Licht A.-G., Eduard Paul Wullschleger ins Stammhaus nach Goldau zu berufen. Auch dort diente er der Firma mit grossem Erfolg während 13 Jahren als Betriebsleiter. Ein schweres Nierenleiden zwang ihn im April dieses Jahres aufs Krankenlager, von dem er sich nicht mehr erheben sollte.

Eduard Paul Wullschleger zählte zu den Stillen im Lande, die nur ihrem Beruf und ihrer Familie leben. Alle, die ihm nahe standen, bewahren ihm ein gutes Andenken. N.

Louis Strüby †. Le 3 mai 1946 décédait, après quelques jours de maladie, à Lausanne où il avait été transporté, M.



Louis Strüby
1879—1946

Louis Strüby, chef de réseau des Entreprises Electriques Fri-bourgeoises, à Château-d'Oex, membre de l'ASE depuis 1917.

Originaire du canton de Schwyz, mais né à Romont le 14 février 1879, le défunt, alors dans sa vingtième année, avait été engagé en août 1899 par la Société Electrique de Montbovon, à Romont. Très rapidement il se fit remarquer par son intelligence, sa facilité d'assimilation, son entregent et son esprit de décision. Aussi progressa-t-il rapidement et fut-il désigné, en 1903, comme premier chef de réseau à Château-d'Oex.

La Société Electrique de Montbovon ayant été reprise par les EEF en 1917, c'est pendant près de 30 ans qu'il fut au service de ces dernières, apportant à l'accomplissement de ses fonctions les qualités d'ordre et de travail qui le caractérisaient et jouissant de l'amitié et de l'estime de ses chefs et de ses sous-ordres.

M. Strüby a donc vécu tout le développement de l'électricité presque depuis le début jusqu'à nos jours. Son activité de près de 50 ans dans ce domaine représente une somme de labeur et de dévouement auquel il convient de rendre hommage. Son départ inopiné a cruellement frappé sa famille et ses amis, que nous assurons de notre sincère et profonde sympathie.

Louis Piller.

Persönliches und Firmen

(Mittellungen aus dem Leserkreis sind stets erwünscht.)

Société Romande d'Electricité, Clarens. Procuration collective a été conférée à P. Schmidhauser, E. Hauenstein et R. Rau. R. Cuénod, membre de l'ASE depuis 1941, et R. Chessex, mandataires commerciaux, dirigent dès le 1^{er} juin 1946 le service des abonnements, à la place de V. Desarzens qui a pris sa retraite.

Accumulatorenfabrik Oerlikon, Zürich-Oerlikon. Die Direktoren E. Dressel und Dr. J. Renner wurden zu Mitgliedern des Verwaltungsrates gewählt.

Sport A.-G., Biel. Direktor E. Baumgartner wurde zum Generaldirektor ernannt und führt Einzelunterschrift. H. Käser wurde als kaufmännischer, und H. Schwab als technischer Direktor gewählt. Zu Vizedirektoren wurden befördert P. de Claparède, Mitglied des SEV seit 1944, und P. Antenen. J. Gefer und E. Keller wurden zu Prokuristen ernannt.

Bank für elektrische Unternehmungen, Zürich. E. Blank, vom 1. Juli 1941 bis 31. Dezember 1943 Oberingenieur des Starkstrominspektorates, dann Präsident der Direktion der Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität, Olten, Mitglied des SEV seit 1933, wurde mit Amtsantritt am 1. Juni 1946 zum Direktor der Bank für elektrische Unternehmungen, Zürich, ernannt.

Hans Friedli A.-G., Bern. Die Firma Ernst Meister A.-G., elektrische Installationen und Anlagen, Bern, beschloss in ihrer ausserordentlichen Generalversammlung vom 25. Juni 1946 die Aenderung ihres Namens in Hans Friedli A.-G. Der Geschäftsführer H. Friedli, Mitglied des SEV seit 1946, wurde zum Präsidenten des Verwaltungsrates ernannt.

Kleine Mitteilungen

30. Schweizer Mustermesse Basel ¹⁾. Einer Mitteilung der Messeleitung entnehmen wir:

«Die 30. Schweizer Mustermesse (4. bis 14. Mai 1946) war ein ausgezeichnete Abschluss von drei Messejahrzehnten und sie war als Exportmesse im ersten Nachkriegsjahr ein ganzer Erfolg.

Die 2055 Ausstellerfirmen (im Vorjahr 1771) belegten in 14 Hallen, einigen Nebenhallen, auf den Galerien, auf freiem Gelände und im Rosentalschulhaus auf einem Gesamtareal

¹⁾ Berichte des Vorjahres Bull. SEV Bd. 36(1945), Nr. 12, S. 383; Bull. SEV 37(1946), Nr. 6, S. 162.

von 80 000 m² (i. V. 65 000 m²) an vermieteter Standfläche 41 668 m² (i. V. 32 663 m²).

Der Besuch aus der Schweiz hatte alle Erwartungen übertraffen. An den Messeschaltern und im Vorverkauf sind 425 605 Eintrittskarten ausgegeben worden (i. V. 359 702). Die Retouren aus dem Vorverkauf, ebenso die ausgegebenen Ehren-, Frei- und Pressekarten sind in diesen Zahlen nicht berücksichtigt.

Von den vielen tausenden ausländischer Messebesucher meldeten sich im Auslandsdienst erfahrungsgemäss nur knapp die Hälfte, nämlich 4270 aus 24 europäischen und 33 ausser-europäischen Staaten. Die Aussteller schätzten die Auswirkungen dieser Besuche sehr hoch ein. Ihrerseits haben die ausländischen Interessenten, was gerade in dieser Zeit der wirtschaftlichen Wiederanbahnungen ausserordentlich wertvoll ist, der Demonstration schweizerischer Produktionskraft eine vorzügliche Note erteilt.

Die Presse ist, ungeachtet aller in Detailfragen etwa einandergehender Meinungen, einhellig in der Beurteilung der Messe als einer grossartigen Kundgebung der wirtschaftlichen Schweiz, als eines Rekordes an Schönheit und Reichhaltigkeit, und es wird insbesondere auch die weltweite Sendung der Messe in Basel nachdrücklich hervorgehoben.

Die Messeleitung selbst ist erfreut über diese allseitige Krönung ihrer vielfältigen Anstrengungen und würdigt diesen weithin sichtbaren Erfolg als ein Zutrauensvotum des eigenen Landes wie des Auslandes zum schweizerischen Schaffen und als verpflichtende Wegleitung für die kommenden Messen.»

Automatischer Telephon-Fernverkehr. Seit dem 1. Juni 1946 können die Abonnenten des Telephon-Netzes Lugano die Teilnehmer der Netze St. Gallen, Chur, St. Moritz, Scuol (Schuls), Sargans, Ilanz und Faido (und umgekehrt) selbst wählen. Der vollautomatische Verkehr zwischen Lugano einerseits und Luzern und Zürich andererseits wird auf Ende 1946 eingeführt.

Elektrischer Betrieb Bulle—Romont. Am 6. Mai 1946 wurde der elektrische Betrieb auf der Strecke Bulle—Romont der GFM (Chemin de fer fribourgeois) aufgenommen.

STV, Schweizerischer Techniker-Verband. In Heft Nr. 16 der Schweiz. technischen Zeitschrift vom 18. April 1946 veröffentlichte der STV den Bericht über seine Tätigkeit im Jahre 1945. Einleitend wird ein Ueberblick über die politische und wirtschaftliche Lage unseres Landes, die soziale Entwicklung und die technische Arbeit gegeben. Dem Wesen und den Zielen des STV entsprechend, werden im Tätigkeitsbericht des Verbandes besonders folgende Gebiete behandelt: Arbeitsbeschaffung, Auswanderung und Wiederaufbau, technische Stellenvermittlung, Standespolitik und Tietelschutz, Berufsberatung und Entwicklung der technischen Schulen in der Schweiz. Am 31. Januar 1946 gehörten dem STV 5933 Mitglieder an. Der Zuwachs im Jahre 1945 betrug 276 Mitglieder.

Literatur — Bibliographie

621.3

Nr. 2684.

Initiation à l'emploi de l'électricité. Von H. Marty. Toulouse, Edition de la S. A. pour la diffusion et la vulgarisation des emplois de l'électricité «Propelec», o. J.; 13 × 21,5 cm, 64 S., Fig. Preis: ffrs. 15.—.

Der Verfasser unternimmt den originellen Versuch, das Wesen der Elektrizität, ihre Grundgesetze und Wirkungen populär darzustellen, um dem Laien den Begriff einer Energieform näher zu bringen, die ihm im täglichen Leben auf Schritt und Tritt begegnet. Zu diesem Zweck werden Vergleiche mit bekannten Erscheinungen der Umwelt gemacht, wobei Zeichnungen das geschriebene Wort unterstützen und erläutern sollen. Es mag sein, dass dem Laien, der bisher von Elektrizität nichts verstand, mit solchen Darstellungen ein Dienst erwiesen wird. Dem Fachmann jedoch kann nicht entgehen, dass — besonders weil jeder noch so gut gemeinte Vergleich hinkt — damit gewisse vereinfachende Vorstellungen ins Volk getragen werden, die einem nicht ungefährlichen Dilettantismus Vorschub leisten können. In der Schweiz dürfte man doch etwas höhere Forderungen an die durchschnittliche Bildung stellen. Die gute Absicht des Verfassers, der seine Arbeit auf die Verhältnisse in Frankreich zuschnitt, soll trotzdem nicht verkannt werden. *Mt.*

9 : 54

Nr. 2645.

Die Entwicklungsgeschichte der Chemie. Eine Studie. Von H. E. Fierz-David. Basel, E. Birkhäuser & Cie. A.-G., 1945; 15 × 22,5 cm, XVI + 428 S., 106 Fig., Tab. Preis: Ln. Fr. 21.50.

Geschichtsbücher erwecken leicht unangenehme Erinnerungen an die Schulzeit; man sieht, gleich dem Streifen einer Registrierkasse, Zahlen und Tatsachen vorbeiröllen und erwartet ungeduldig das Ende mit dem Total, welches an die Wirklichkeit anknüpft. Das vorliegende Werk ist einmal etwas ganz anderes. Der Autor wählt nicht den üblichen mühevollen Weg der lückenlosen chronologischen Aufzählung und Beschreibung der Tatsachen, um es dann der Phantasie des Lesers zu überlassen, die grundlegenden Wendepunkte in der Entwicklung selbst zu erkennen. Als Technologe, dessen allgemeines Wissen mindestens so umfassend ist, wie seine Fachkenntnis, ist Prof. Fierz in der Lage, die Entwicklung der Chemie in Wissenschaft und Technik als Ganzes zu überblicken und eine kulturgeschichtliche Darstellung zu schaffen,

die nicht nur den Chemiker interessiert, sondern auch denjenigen fesselt, der keine näheren Beziehungen zur Chemie hat. Beginnend mit den Anschauungen des Altertums über die Natur der Materie wird der Leser in die mystischen Gedankengänge der mittelalterlichen Alchemie geführt, deren Wege und Irrwege durch die beginnende Experimentierkunst entwirrt werden. Nun entwickelt sich der Elementbegriff und es entstehen die heute üblichen Formeln und Strukturformeln, welche die Grundlage für die exakte physikalische Chemie bilden, aus welcher die heutigen Anschauungen über den Bau des Atoms hervorgehen. Im letzten Kapitel kommt der Technologe zum Wort und schildert die Entstehung und Zusammenhänge der heutigen chemischen Industrie. Die vielen Hinweise auf die oft schwer zugänglichen Quellen, sowie die sorgfältig ausgesuchten Abbildungen, zeigen, mit welcher Gründlichkeit der Autor, unterstützt von seiner Gattin, sich in die Materie vertieft hat, und dabei ein Werk entstehen liess, das auf der ganzen Linie den persönlichen Stempel des Verfassers trägt. Es ist zu wünschen, dass dieses Buch, welches nicht nur fachwissenschaftliche, sondern auch allgemein kulturelle Bedeutung hat, einen würdigen Leserkreis finden möge, der sich auch über die speziellen Fachgelehrten hinaus erstreckt. *Zü.*

662.62

Technical data on fuel. Hg. vom British National Committee, World Power Conference. Bearbeitet von H. M. Spiers. London, 1945; 358 S., 66 Fig., 256 Tab. (4. ed.). Preis: geb. 12s. 6d.

Das Britische Nationalkomitee der Weltkraftkonferenz, 36 Kingsway, London W. C. 2, veröffentlichte Ende 1945 den fünften Neudruck der 4. Auflage des Handbuchs, betitelt «Technische Daten über Brennstoffe». Ursprünglich als Bericht des Britischen Nationalkomitees an die Tagung der W. P. C., London 1928, über Brennstoffe zusammengestellt, erschien «Technical data on fuel» in 4 weiteren Auflagen, wobei der Umfang gegenüber dem ursprünglichen Bericht mehr als verdoppelt wurde.

Der Inhalt umfasst alle technischen Daten über die Technologie der Brennstoffe, soweit sie den in der Praxis stehenden Ingenieur und Chemiker interessieren. Die an der Zusammenstellung dieses Handbuchs beteiligten Körperschaften, wie die British Standard Institution, British Coal Utilisation Research Association, National Physical Laboratory, Institute of Fuel, Fuel Research Station, Department of Scien-

tific and Industrial Research, Imperial College of Science and Technology usw. bürge für die Zuverlässigkeit der in den Tabellen aufgeführten Angaben.

Besondere Aufmerksamkeit wurde den Masseinheiten gewidmet, so dass das Handbuch allen Bedürfnissen sowohl in CGS, als auch in FPS-Einheiten entspricht.

Die Angaben über Atomgewichte, spezifische Wärme von Gasen usw. entsprechen den neuesten Forschungsergebnissen. Die neue Auflage umfasst auch Angaben über die thermodynamischen Eigenschaften der Gase und Flüssigkeiten.

Alle Angaben sind neuesten Datums und dürften in dieser Vollständigkeit kaum in anderen Veröffentlichungen vorhanden sein.

Bestellungen sind beim Sekretariat des Schweiz. Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz, Bollwerk 27, in Bern aufzugeben.

Helvetica physica acta. Der bisherige Redaktor dieser wissenschaftlichen Zeitschrift, Prof. Dr. P. Gruner, tritt nach 15jähriger Tätigkeit von seinem Amt zurück. Als Nachfolger wurde Prof. Dr. M. Fierz, Physikalische Anstalt der Universität Basel, bestimmt.

Philips' Technische Rundschau. Das Erscheinen dieser Zeitschrift musste der kriegerischen Ereignisse wegen im Mai 1942 eingestellt werden. Die regelmässige monatliche Veröffentlichung begann wieder im Januar 1946 in derselben Weise und mit der gleichen Zielsetzung wie früher. Die «Philips' Technische Rundschau» behandelt technische Fra-

gen, die mit den Erzeugnissen, Arbeitsverfahren und Forschungen der N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken Eindhoven (Holland) zusammenhängen. Als ausgesprochenes Publikationsorgan für rein wissenschaftliche Forschungsarbeiten geben die Philips' Laboratorien noch eine zweite Zeitschrift, die «Philips' Research Reports», jedoch nur in englischer Sprache, heraus.

Micafil-Nachrichten. Nach 6jährigem Unterbruch erscheinen nun wieder die Micafil-Nachrichten. Sie unterrichten in zwingender Folge über die Arbeiten der Micafil-Laboratorien in Zürich-Altstetten, welche besonders Fragen der Hochspannungstechnik und der Isoliermaterialien behandeln. Die Zeitschrift erscheint vorerst noch unregelmässig, sich dem jeweiligen Bedarf anpassend. Vor dem Krieg erschien sie jährlich einmal.

L'Elettrotecnica. Giornale ed atti dell'Associazione Elettrotecnica Italiana. Hg. vom Ufficio Centrale dell'AEI, Milano.

Nachdem nach der Kapitulation Italiens im September 1943 und mit dem langsamen Vorrücken der alliierten Truppen durch Italien die Postverbindungen immer unzuverlässiger wurden, verzichtete die AEI auf einen weiteren Versand ihrer Zeitschrift. Mit dem Eintreten normaler Verhältnisse sind vor kurzer Zeit die ersten vier Nummern des Jahres 1946 der vorerst noch monatlich erscheinenden, nun im 33. Jahrgang stehenden Zeitschrift eingetroffen.

Estampilles d'essai et procès-verbaux d'essai de l'ASE

IV. Procès-verbaux d'essai

[Voir Bull. ASE t. 29 (1938), no. 16, p. 449.]

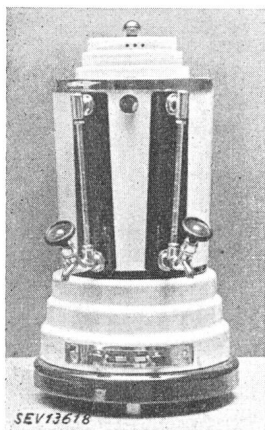
P. No. 546.

Objet: **Percolateur**

Procès-verbal d'essai ASE: O. No. 20086a, du 3 juin 1946.
Commettant: E. Oeschger, Bâle.

Inscriptions:

E. Oeschger & Cie., Basel
Fabrik elektr. Apparate
No. 1052 Watt 1250
Typ 1 Volt ~ 220
Patente im In- und Ausland angemeldet.



Description: Percolateur selon figure, avec corps de chauffe — placé à la partie inférieure du réservoir — isolé de l'eau. Lorsque le chauffage est terminé, une partie de l'eau est chassée par la pression de la vapeur, au travers du filtre, dans le réservoir à café placé dans le réservoir principal. Le remplissage du réservoir se fait à la main. La puissance de chauffe est réglable au moyen de deux interrupteurs. Le percolateur comprend un indicateur de niveau d'eau, des robinets pour le réservoir d'eau et le réservoir à café ainsi qu'une fiche d'appareil en-

castrée pour le raccordement du cordon d'alimentation.

Ce percolateur a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Les perturbations radioélectriques causées par cet appareil doivent être éliminées par des mesures appropriées.

P. No. 547.

Objet: **Cuisinière**

Procès-verbal d'essai ASE: O. No. 20245/II, du 29 mai 1946.
Commettant: Usines Sursee S. A., Sursee.

Inscriptions:

SURSEE

Volt 3 × 380 Watt 6300 Jahr 1946
C. Nr. 0461211



Description: Cuisinière de ménage à trois plaques et four dans le socle, selon figure. Les corps de chauffe du four sont montés à l'extérieur de celui-ci. Cette cuisinière possède des prises de courant pour plaques de cuisson normales et des bornes permettant divers couplages.

Cette cuisinière est conforme aux «Conditions techniques pour plaques de cuisson à chauffage électrique et cuisinières électriques de ménage» (publ. No. 126 f). Utilisation: avec

des plaques de cuisson conformes aux conditions techniques indiquées ci-dessus. Les perturbations radioélectriques causées par les corps de chauffe du four doivent être éliminées par des mesures appropriées.


P. No. 548.

Objet: **Trois plaques de cuisson**

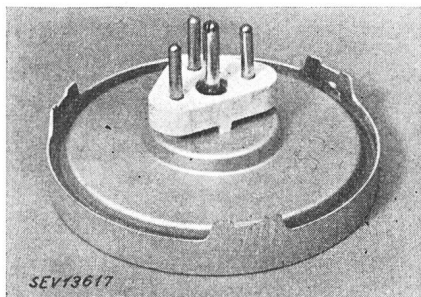
Procès-verbal d'essai ASE: O. No. 19179b, du 16 mai 1946.

Commettant: Accum S. A., Gossau (Zch.).

Inscriptions:

ACCUM
380 V 1500 W 
Plaque No. 1 2 3
No. de fabrique 104335 104336 104337

Description: Plaques de cuisson en fonte, de 180 mm de diamètre, selon figure, pour fixation sur des cuisinières normales. Poids: plaque No. 1: 1,78 kg; plaque No. 2: 1,79 kg; plaque No. 3: 1,59 kg.



Ces plaques de cuisson sont conformes aux «Conditions techniques pour plaques de cuisson et cuisinières électriques de ménage» (publ. No. 126 f).

P. No. 549.

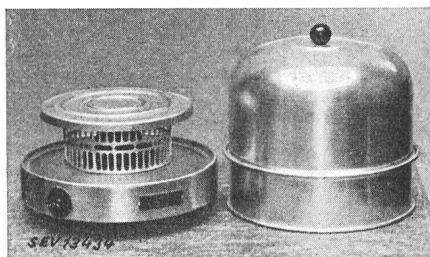
Objet: **Four**

Procès-verbal d'essai ASE: O. No. 19991a, du 14 juin 1946.
Committant: *Alpha S. A., Nidau.*

Inscriptions:

Alpha A-G.

Werkstätte für elektrische und mechanische Konstruktionen
NIDAU
V 220 W 900



Description: Four selon figure. Le corps de chauffe, monté dans la partie inférieure, se compose de fil résistant enroulé en boudin et bobiné sur une pièce en matière céramique, de forme conique. Une plaque en tôle de fer ajourée, placée au-dessus du corps de chauffe, sert de protection contre les contacts fortuits. Le four est muni d'un interrupteur de réglage et d'une fiche d'appareil encastrés. L'anneau intermédiaire et le couvercle sont en tôle d'aluminium.

Ce four a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité.

P. No. 550.

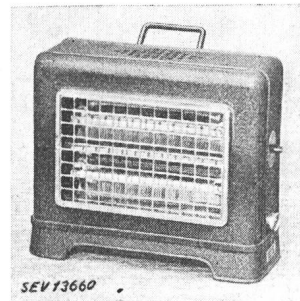
Objet: **Radiateur à feu vif**

Procès-verbal d'essai ASE: O. No. 19408a/II, du 6 juin 1946.
Committant: *AEG, Société Anonyme d'Electricité, Zurich.*

Inscriptions:

AEG

Pl. Nr. 245110 Z 220 V 1000 W



Description: Radiateur à feu vif, selon figure, comprenant deux corps de chauffe superposés, composés de fil résistant enroulé en boudin et bobiné sur des pièces en matière céramique. Un réflecteur en tôle est placé derrière chacun des corps de chauffe. Un interrupteur est inséré dans le circuit du corps de chauffe supérieur. Le déclenchement total du radiateur s'effectue

en retirant la fiche du cordon d'alimentation; celui-ci est raccordé au radiateur par une fiche d'appareil. La poignée est isolée.

Ce radiateur a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Les perturbations radioélectriques causées par cet appareil doivent être éliminées par des mesures appropriées.

P. No. 551.

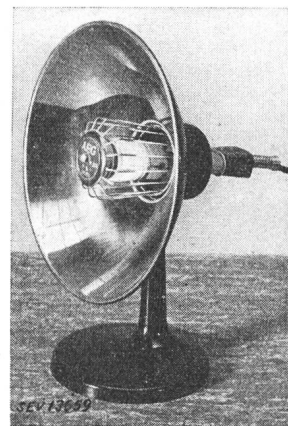
Objet: **Radiateur à feu vif**

Procès-verbal d'essai ASE: O. No. 19408a/I, du 6 juin 1946.
Committant: *AEG, Société Anonyme d'Electricité, Zurich.*

Inscriptions:

AEG

V 220 W 500 Pl. Nr. 245325



Description: Radiateur à feu vif, selon figure, avec réflecteur en tôle de 270 mm de diamètre. Le fil résistant est bobiné sur une pièce cylindrique en matière céramique; le corps de chauffe est protégé contre les contacts fortuits. Le radiateur est muni d'un pied en matière isolante moulée, l'inclinaison est réglable. Le raccordement du cordon d'alimentation s'effectue par une fiche d'appareil.

Ce radiateur a subi avec succès les essais relatifs à la sécurité. Les perturbations radioélectriques causées par cet appareil doivent être éliminées par des mesures appropriées.

Communications des organes des Associations

Les articles paraissant sous cette rubrique sont, sauf indication contraire, des communiqués officiels des organes de l'ASE et de l'UCS

Comité de l'ASE

Le Comité de l'ASE a tenu sa 107^e séance le 24 juin 1946, à Zurich, sous la présidence de M. le professeur P. Joye, président de l'ASE.

Il a pris une décision concernant l'achat d'une propriété plantée de vastes immeubles, attenante au terrain de l'ASE, d'une superficie de 2000 m², au prix de fr. 268 000.— Il s'agit là d'un placement de capitaux pour les réserves des Institutions de contrôle.

Le Comité a pris connaissance d'un projet de loi fédérale sur les entreprises de trolleybus, élaboré par l'Office fédéral des transports.

Il a approuvé ensuite le projet des dispositions d'exécution concernant le contrat passé le 23 janvier 1903 entre le Département fédéral des postes et des chemins de fer au sujet de l'Inspectorat des installations à courant fort.

Comité Suisse de l'Eclairage (CSE)

Le CSE a tenu sa 32^e séance le 19 juin 1946, à Genève, sous la présidence de M. le professeur H. König. Le rapport annuel et les comptes pour 1945 furent approuvés et le budget pour 1946 a été établi. Le CSE a pris note avec satisfaction que l'Office fédéral de l'industrie, des arts et métiers et du

travail est devenu membre du CSE, au sein duquel il sera représenté par M. E. Bitterli, ing. dipl., adjoint de l'Inspecteur fédéral des fabriques du 3^e arrondissement, à Zurich. Avec l'admission de l'OIAMT, dont la cotisation annuelle a été fixée à fr. 100.—, le nombre de 13 membres prévu par les statuts du CSE est ainsi atteint. En raison de l'importance de l'éclairage pour la navigation aérienne, un nouvel expert dans ce domaine devra être bientôt nommé, en remplacement de M. Gsell, décédé. Il y aura lieu de se mettre en rapport à ce sujet avec l'Office fédéral aérien. La liste des invités devra être complétée, tandis que la question de la nomination d'autres collaborateurs du CSE sera momentanément laissée de côté. Les sous-commissions et groupes d'études s'occupant des projecteurs d'automobiles, de l'éclairage pour la navigation aérienne, du papillotage, des Recommandations et de l'éclairage des routes à grand trafic furent confirmés pour une nouvelle année. Le CSE a pris connaissance de l'état actuel des relations internationales. Une Journée de l'éclairage de l'ASE est prévue pour janvier 1947. Le rapport du comité d'études du papillotage sur «le papillotage et les phénomènes stroboscopiques causés par des oscillations de la lumière à la fréquence du réseau» a été approuvé. Ce rapport sera publié dans le Bulletin de l'ASE. Des directives ont été établies au sujet de la publication de travaux entrepris par le CSE. M. Wuhmann, architecte, a présenté au CSE un rapport sur les travaux de la CIE dans le domaine de l'éclairage naturel du jour. Les études dans ce domaine seront poursuivies, en vue d'établir des Recommandations pour cet éclairage. Le CSE a pris des décisions visant à modifier et à compléter certaines données numériques des Recommandations générales pour l'éclairage électrique en Suisse. Il a également discuté de questions pratiques concernant la mesure des éclairages, sur la base de mesures entreprises par le Bureau fédéral des poids et mesures. L'Office suisse d'éclairagisme envisage une action en faveur des nouveaux luxmètres. Le président de la sous-commission des projecteurs d'automobiles, M. Ch. Savoie, fit un rapport sur les essais de nouveaux projecteurs d'automobiles entrepris par le Bureau fédéral des poids et mesures, pour le compte du Département fédéral de justice et police et du comité des experts cantonaux des automobiles, essais qui furent approuvés par la sous-commission. Enfin, le CSE a pris note du nouveau tarif d'électricité appliqué à Genève, qui est un tarif binôme destiné à donner une nouvelle impulsion à l'éclairage électrique.

Prescriptions sur les installations intérieures

Modifications et compléments aux prescriptions sur les installations intérieures

Le Comité de l'ASE publie ci-après un projet de modifications et de compléments des prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures, établi par la Commission de l'ASE et de l'UCS pour les installations intérieures. Le Comité invite les membres de l'ASE à étudier ce projet et à adresser leurs observations, en double exemplaire, au Secrétariat de l'ASE, jusqu'au 31 juillet 1946. Si aucune objection n'est formulée d'ici-là, le Comité admettra que les membres sont d'accord avec ce projet.

Projet

Modifications et compléments aux Prescriptions de l'ASE sur les installations intérieures

La teneur des §§ 53, 111, 152 et 217 doit être modifiée ou complétée comme suit, conformément à la décision prise par la Commission pour les installations intérieures (les modifications sont indiquées en *italique*):

§ 53, Coupe-circuit à fusibles et disjoncteurs à maximum d'intensité

1. Toute ligne (inchangé) pour leur entourage.
2. Les disjoncteurs (inchangé) d'une installation.
3. Tout disjoncteur (inchangé) selon le tableau suivant:

Comité Technique 8 du CES

Tension et courants normaux, isolateurs

Le CT 8 a tenu sa 31^e séance le 18 juin 1946, à Zurich, sous la présidence de M. A. Roth, Aarau. Il a examiné les deux nouveaux projets de Règles pour les isolateurs de traversée et de Règles pour les isolateurs-support destinés aux installations à haute tension, dont la rédaction avait été mise au net depuis la dernière séance. Le président proposa une définition des tensions dans les Règles pour les isolateurs de traversée. Cette question sera traitée par correspondance. En ce qui concerne la normalisation des tensions de lignes triphasées dépassant 220 kV, aucune décision n'a encore pu être prise. Il fut décidé de soumettre tout d'abord cette question aux entreprises électriques intéressées. La discussion à ce sujet sera poursuivie.

Projet de loi fédérale sur les entreprises de trolleybus

L'Office fédéral des transports a remis à l'ASE un projet de loi fédérale sur les entreprises de trolleybus, en l'invitant à donner son opinion à ce sujet.

Nous prions ceux de nos membres que cela intéresse, de demander un exemplaire de ce projet au Secrétariat de l'ASE, 301, Seefeldstrasse, Zurich 8, auquel ils voudront bien adresser leurs observations éventuelles.

Vorort

de l'Union suisse du commerce et de l'industrie

Consulat de Managua (Nicaragua).

Yougoslavie.

Echange des marchandises et règlement des paiements avec l'Allemagne du Sud.

Echange des marchandises et règlement des paiements avec l'Espagne: négociations.

Echange des marchandises et règlement des paiements avec la Finlande: 1^{er} juin 1946 jusqu'au 31 mai 1947.

Création d'une représentation consulaire à Addis Abeba.

Transformation du consulat honoraire de Léopoldville (Congo Belge) en consulat de carrière.

Commentaire:

La disposition ... (inchangé) ... du § 103.

La disposition du chiffre 2 doit absolument être observée pour les coupe-circuit principaux des installations intérieures alimentées par des réseaux publics. Par contre, dans les installations industrielles ayant leurs propres postes de transformation dans le même groupe de bâtiments, il n'est pas nécessaire de prévoir de coupe-circuit principaux précédant les tableaux de distribution principaux, lorsque les arrivées en basse tension sont protégées par des disjoncteurs à maximum d'intensité dans les postes de transformation.

Le rôle ... (inchangé) ... de l'installation.

Le tronçon ... (inchangé) ... (§ 60, chiffre 2).

Pour le choix ... (inchangé) ... du § 109.

§ 111, Disjoncteurs de protection de moteurs

(Les modifications par rapport au texte publié dans le Bulletin de l'ASE 1945, No. 11, p. 357, contesté par quelques membres, sont indiquées en *italique*.)

Pour les moteurs d'une puissance de 0,8 kW (1 ch) et plus, à l'exception des moteurs transportables à commande manuelle, il y a lieu d'utiliser des interrupteurs à déclenchement omnipolaire à maximum d'intensité (disjoncteurs de protection de moteurs). Les déclencheurs à maximum d'intensité doivent être choisis et réglés selon l'intensité nominale du moteur.

Commentaire:

Les moteurs ... (inchangé) ... sous charge.

§ 152, Coupe-circuit principaux

1. Toute installation (inchangé) à proximité de l'introduction.
2. S'ils sont montés (inchangé) très robuste.
3. Les fusibles (inchangé) du § 129.

Commentaire:

Le tronçon de ligne en amont des coupe-circuit principaux doit répondre aux dispositions du § 147. *En ce qui concerne les coupe-circuit principaux dans les installations industrielles ayant leur propre poste de transformation, voir le commentaire du § 52.* Lors d'une transformation ... (inchangé) ... conducteur neutre (220 V).

§ 217, Montage sous tubes

1. Les tubes armés d'acier ne sont autorisés dans les locaux mouillés qu'en montage apparent. *Dans les locaux d'habitation mouillés qui ne servent pas à un but professionnel, ils peuvent aussi être montés sous crépi, tant qu'il s'agit*

d'amenées de courant individuelles à des appareils. Ces tubes doivent être vissés d'une manière étanche aux appareils. Dans les traversées de parois, ils seront scellés et ne devront pas se trouver en contact avec des matériaux combustibles.

2. (inchangé)
3. (inchangé)

Commentaire:

Dans les locaux mouillés ... (inchangé) ... de préférence aux conducteurs sous tubes. *Pour l'emploi des équerres et des tés, voir les dispositions du § 169, chiffre 4.* La distance ... (inchangé) ... plombage, etc.

Règles pour les turbines hydrauliques

Au cours de ces dernières années, le Comité Technique 4 du CES a élaboré un projet de Règles pour les turbines hydrauliques, qui a été approuvé par le CES. Ce projet est basé sur les principales règles nationales, ainsi que sur les études et recherches scientifiques entreprises dans plusieurs installations hydroélectriques par le président du CT 4, M. le professeur R. Dubs, et d'autres membres de ce CT.

Le Comité de l'ASE publie ci-après ce projet et invite les membres à adresser leurs observations éventuelles, en double exemplaire, au secrétariat de l'ASE, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, *jusqu'au 20 août 1946.* Si aucune observation n'est formulée d'ici-là, le Comité admettra que les membres de l'ASE sont d'accord avec ce projet, qui sera alors soumis à la prochaine Assemblée générale pour homologation.

Projet

Première partie: Règles générales

A. Généralités

1. Domaine d'application

Les présentes Règles s'appliquent aux turbines hydrauliques en chambre ouverte et en bêche, de tous les types actuellement en usage, notamment:

- a) aux turbines à réaction: Francis, à hélice, Kaplan,
- b) aux turbines à action: Pelton.

Ces Règles sont également applicables, par analogie, aux turbines d'anciens types (Jonval et Girard, par exemple).

2. But

Ces Règles ont pour but de définir d'une façon uniforme les données d'exploitation et les garanties qui doivent être précisées lors de la commande de turbines hydrauliques, ainsi que les grandeurs nécessaires au contrôle de ces garanties et d'en fixer le mode de calcul et de mesure.

Ces Règles ne s'appliquent ni à la conception ni à l'exécution des turbines.

B. Grandeurs et symboles

3. Table des grandeurs à mesurer

Symbole de la grandeur	Désignation et remarques	Symbole de l'unité
γ	Poids spécifique de l'eau (à $+4^{\circ}\text{C}$ et p abs. $= 1 \text{ kg/cm}^3$; $\gamma = 1000 \text{ kg/m}^3$)	kg/m^3
g	Accélération due à la pesanteur ($9,81 \text{ m/s}^2$)	m/s^2
v	Vitesse de l'eau	m/s
H	Chute	m
p	Pression	kg/cm^2
Q	Quotient du volume d'eau écoulé par le temps correspondant, ou brièvement, débit	m^3/s ; lit./s
P	Puissance ($1 \text{ kW} = 102 \text{ kgm/s} = 1,36 \text{ ch}$) ($1 \text{ ch} = 75 \text{ kgm/s} = 0,736 \text{ kW}$)	kW (ch)
n	Vitesse de rotation	t min
η	Rendement	$\%$

C. Définitions

I. Généralités

4. Aménagements hydrauliques

Les aménagements hydrauliques d'une usine hydroélectrique comprennent essentiellement:

- a) Ouvrages de prise d'eau, barrage fixe ou mobile, bassin de retenue;
- b) Ouvrages d'amenée à la turbine (canal ou galerie de dérivation, chambre de mise en charge, conduite forcée, obturateurs);
- c) Chambre ouverte ou fermée, spirale ou demi-spirale en béton;
- d) Aspirateur en béton, canal de fuite.

5. Turbine

La turbine comprend, selon le type, les éléments suivants:

- a) Bâche-spirale, bâti;
- b) Distributeur, injecteur à pointeau, orifice compensateur, déflecteur;
- c) Roue mobile, arbre, paliers;
- d) Tube d'aspiration;
- e) Dispositif de réglage.

II. Régime normal

6. Définition

Le régime normal d'une turbine est caractérisé par les grandeurs d'exploitation indiquées par le fournisseur: valeurs nominales de la chute, du débit, de la puissance, de la vitesse de rotation, etc., conformément aux indications de la plaque signalétique (voir au chiffre 24).

III. Chute

7. Définitions générales

- a) La chute totale disponible d'une installation hydraulique est la différence de niveau entre le plan d'eau d'amont et le plan d'eau d'aval du parcours concessionné.
- b) La chute brute de l'usine est la différence de niveau entre le plan d'eau d'amont après les grilles et le plan d'eau dans le canal de fuite à l'usine.
- c) La chute nette H est la différence de niveau des lignes d'énergie à l'amont et à l'aval de la turbine.
- d) La chute nominale H_n est la chute nette pour laquelle la turbine est calculée.

8. Généralités concernant la notion de chute nette

- a) La chute nette est celle sous laquelle fonctionne réellement la turbine proprement dite.

Fig. 1 à 11

Croquis illustrant les définitions mentionnées au chiffre 9

M_e Section de mesure à l'arrivée de l'eau
 M_a Section de mesure à la sortie de l'eau

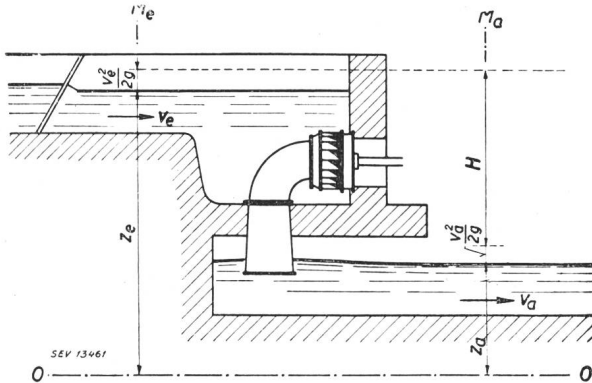


Fig. 1.

Turbine à réaction (Francis, à hélice, Kaplan)
 Chambre d'eau ouverte. Arbre horizontal.
 Tube d'aspiration en tôle.

$$\text{Chute nette } H = z_e - z_a + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

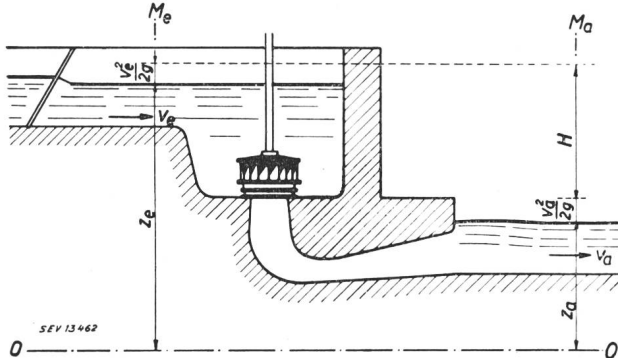


Fig. 2.

Turbine à réaction
 Chambre d'eau ouverte. Arbre vertical.
 Tube d'aspiration en béton.

$$\text{Chute nette } H = z_e - z_a + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

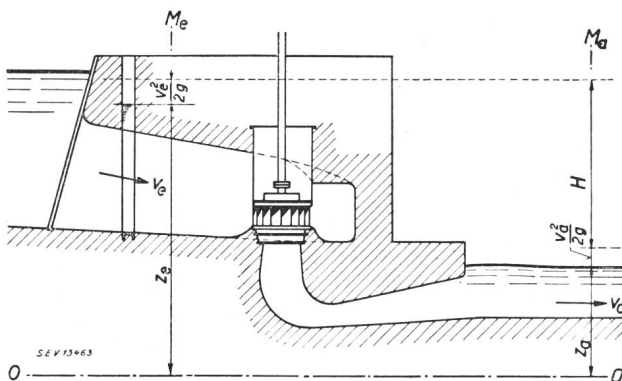


Fig. 3.

Turbine à réaction
 Bâche-spirale en béton. Arbre vertical.
 Tube d'aspiration en béton.

$$\text{Chute nette } H = z_e - z_a + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

b) Pour établir la chute nette, on déterminera la cote de la ligne d'énergie à l'amont et à l'aval de la turbine.

La cote de la ligne d'énergie, à l'amont de la turbine, sera déterminée aux emplacements suivants:

- pour les turbines en chambre d'eau ouverte, après la grille;
- pour les turbines à bâche fermée, après la vanne d'arrêt à l'entrée de la bâche ou de l'injecteur.

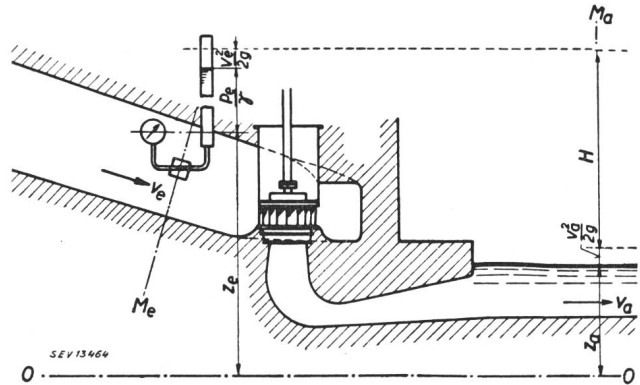


Fig. 4.

Turbine à réaction
 Bâche-spirale en béton. Arbre vertical
 Tube d'aspiration en béton.

$$\text{Chute nette } H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

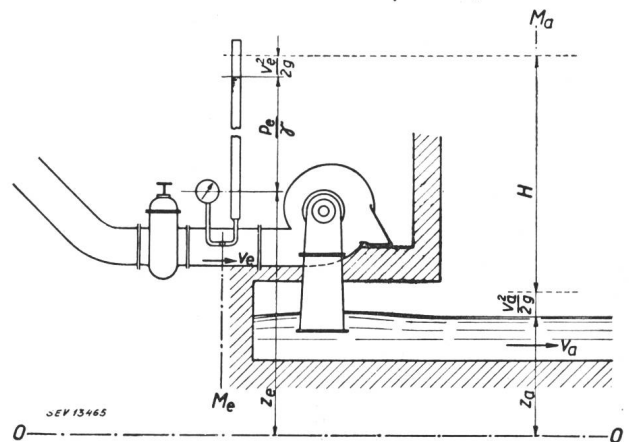


Fig. 5.

Turbine à réaction
 Bâche-spirale métallique. Arbre horizontal.
 Tube d'aspiration en tôle.

$$\text{Chute nette } H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

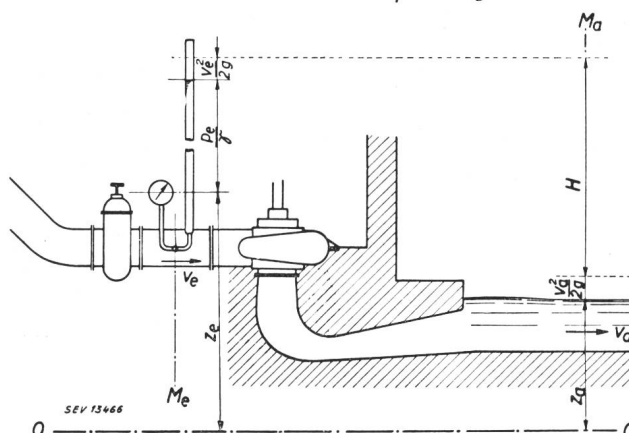


Fig. 6.

Turbine à réaction
 Bâche-spirale métallique. Arbre vertical.
 Tube d'aspiration en béton.

$$\text{Chute nette } H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2 - v_a^2}{2g}$$

c) La hauteur représentative de la vitesse sera calculée pour la même section que celle dans laquelle la chute est mesurée.

9. Définitions particulières

Les figures 1 à 11 indiquent, pour tous les types et toutes les dispositions de turbines actuellement en usage, les données nécessaires à la mesure et au calcul de la chute nette H .

La différence dans la position des prises de mesure des

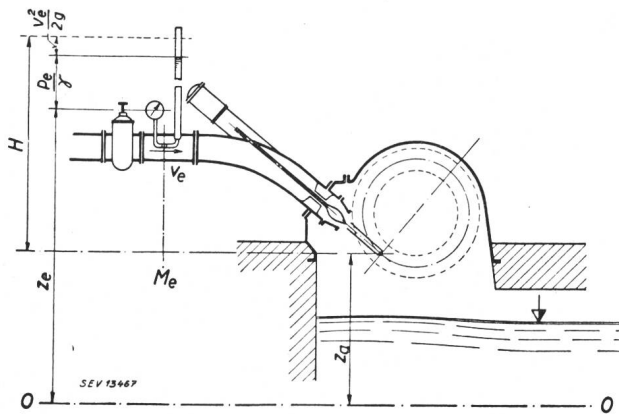


Fig. 7.

Turbine à action (Pelton)

A un injecteur. Arbre horizontal.

$$\text{Chute nette } H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g}$$

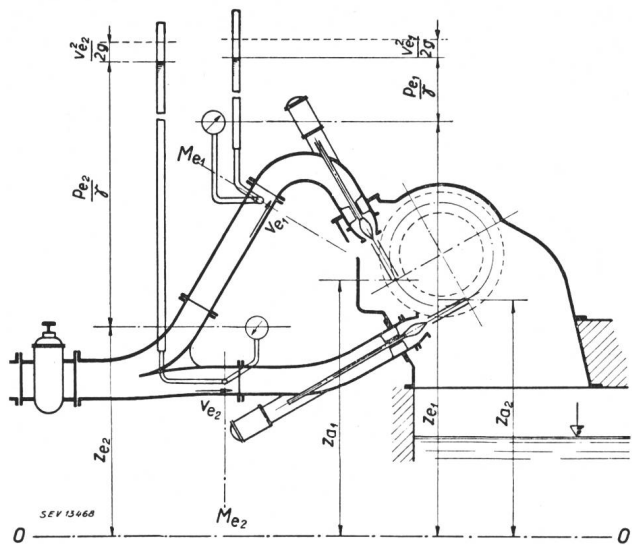


Fig. 8.

Turbine à action

A deux injecteurs. Arbre horizontal.

Chute nette

$$H = \frac{Q_1 \left[z_{e1} - z_{a1} + \frac{p_{e1}}{\gamma} + \frac{v_{e1}^2}{2g} \right] + Q_2 \left[z_{e2} - z_{a2} + \frac{p_{e2}}{\gamma} + \frac{v_{e2}^2}{2g} \right]}{Q_1 + Q_2}$$

Moyenne pondérée pour les deux injecteurs.

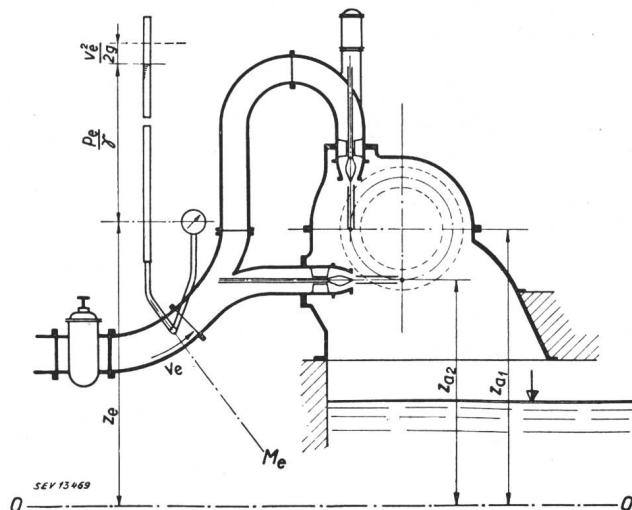


Fig. 9.

Turbine à action

A deux injecteurs. Arbre horizontal.

$$\text{Chute nette } H = z_e - \frac{z_{a1} + z_{a2}}{2} + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g}$$

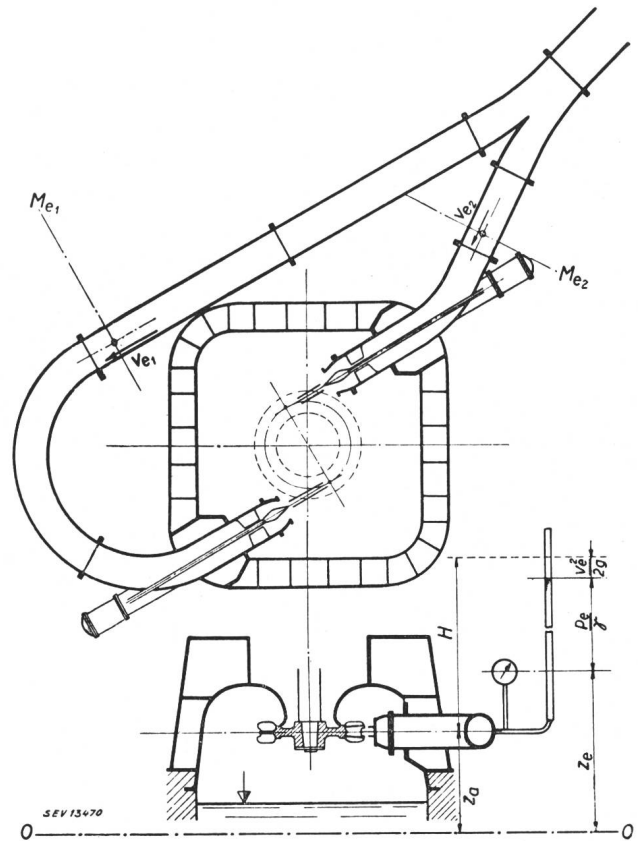


Fig. 10.

Turbine à action

A deux injecteurs. Arbre vertical.

$$\text{Chute nette } H = z_e - z_a + \frac{Q_1 \left[\frac{p_{e1}}{\gamma} + \frac{v_{e1}^2}{2g} \right] + Q_2 \left[\frac{p_{e2}}{\gamma} + \frac{v_{e2}^2}{2g} \right]}{Q_1 + Q_2}$$

Moyenne pondérée pour les deux injecteurs.

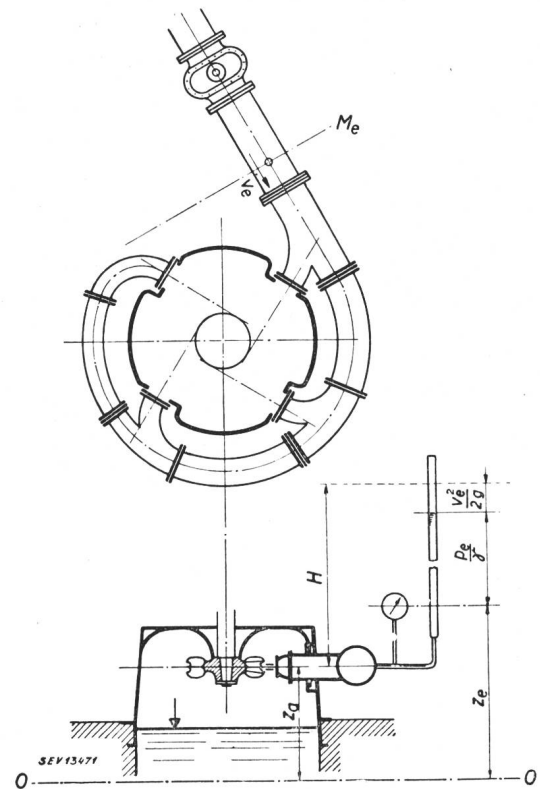


Fig. 11.

Turbine à action

A quatre injecteurs. Arbre vertical.

$$\text{Chute nette } H = z_e - z_a + \frac{p_e}{\gamma} + \frac{v_e^2}{2g}$$

fig. 8 et 9 s'explique par le fait que, dans les deux cas, la pression doit être mesurée immédiatement avant la traversée des injecteurs par la tige du pointeau.

10. Dispositions particulières d'installation

a) Lors de la détermination de la chute nette, il y a lieu de tenir compte des conditions souvent défavorables des aménagements hydrauliques (surtout lorsqu'il s'agit de transformations) et de préciser, si possible à la commande, le mode de mesure de la chute.

b) S'il s'agit d'anciens types de turbines (turbines à libre déviation hydropneumatisées, par exemple), la détermination de la chute nette devra se faire en tenant compte des conditions particulières de l'installation.

IV. Débit

11. Définition

Le débit de la turbine est la quantité d'eau totale nécessaire au fonctionnement de celle-ci, compte tenu des pertes indiquées sous chiffre 12.

Le débit nominal Q_n est le débit pour lequel la turbine est calculée.

12. Pertes de débit

a) Les fuites aux joints de la roue mobile, celles des labyrinthes et des presse-étoupe sont à la charge de la turbine.

b) Le débit d'eau nécessaire au refroidissement des paliers de la turbine n'est à la charge de celle-ci que s'il est prélevé sur celui alimentant la turbine. Pour les paliers communs à la turbine et à la génératrice, la répartition aura lieu d'une manière analogue à celle prévue pour les pertes de puissance (chiffre 14 a, b, c).

c) Le débit d'eau nécessaire au refroidissement du régulateur et à son fonctionnement n'est pas à la charge de la turbine.

d) Le débit d'eau de refroidissement de la génératrice n'est pas à la charge de la turbine.

e) Pour autant qu'il s'agisse d'eau provenant d'une source indépendante, le débit nécessaire au refroidissement doit être spécifié et garanti à la commande.

V. Puissance de la turbine

13. Définition

La puissance de la turbine P_T est la puissance mécanique effectivement disponible sur l'arbre.

La puissance nominale P_{Tn} est la puissance pour laquelle la turbine est calculée et selon laquelle elle est désignée.

14. Pertes de puissance mécaniques

a) Les pertes par frottement dans les paliers de la turbine sont à la charge de celle-ci. Les pertes dans les paliers communs à la turbine et à la génératrice, comme aussi celles des pivots des groupes à axe vertical, seront attribuées à chacune des machines au prorata de leur participation à la charge totale.

b) Les pertes dans les pivots des groupes à axe vertical seront, si possible, mesurées sur la plateforme d'essai de la génératrice, avec le pivot prévu pour l'installation.

c) La puissance d'entraînement des pompes de refroidissement des paliers de la turbine est à la charge de celle-ci. Si la pompe sert également à la génératrice, la puissance d'entraînement sera répartie au prorata des charges.

d) La puissance d'entraînement du régulateur n'est pas à la charge de la turbine; elle doit toutefois être spécifiée et garantie lors de la commande.

e) Les pertes dues au volant, par ventilation et frottement dans les paliers, ne sont pas à la charge de la turbine.

f) Les pertes mécaniques résultant de la transmission de la puissance utile, par courroie, engrenages, etc., ne sont pas à la charge de la turbine.

VI. Variations de pression

15. Généralités

a) La variation momentanée de la pression s'entend pour la même section, à l'amont de la turbine, pour laquelle on aura déterminé la cote de la ligne d'énergie (chiffre 8, litt. b).

b) Les garanties ne s'appliquent qu'à une seule turbine, branchée sur le système hydraulique à définir lors de la

commande, le reste de l'installation étant arrêté. A titre d'information, on indiquera également l'augmentation de pression consécutive à un déclenchement complet de toute l'usine, l'attention du commettant devant en outre être attirée sur le fait que des conditions encore plus défavorables peuvent éventuellement se présenter lors de décharges partielles.

c) Des garanties concernant la valeur des variations de pression, lors de modifications de la charge, ne doivent être fournies que pour des décharges aboutissant à zéro.

d) Les variations de pression provoquées par des prises de charge ne seront données qu'à titre d'information.

16. Définition

L'augmentation relative de pression δ_H qui se produit à la turbine lors d'une décharge est définie par:

$$\delta_H = 100 \frac{H_{max} - H_{stat}}{H_{stat}} \text{ en } \%$$

où

H_{max} est la chute maximum qui s'établit momentanément lors d'une décharge,

H_{stat} la chute statique (hauteur de chute nette pour $Q = 0$) existant au moment de l'essai.

17. Durées de réglage

Les indications relatives aux temps de manœuvre des organes de réglage et des orifices compensateurs ne sont données qu'à titre d'information.

VII. Vitesse de rotation

18. Définitions

a) La vitesse nominale de rotation n_n est la vitesse pour laquelle la turbine est calculée.

b) La vitesse d'emballlement est la vitesse maximum de rotation pouvant être atteinte par la turbine fonctionnant sous la chute nette maximum, lorsque la turbine n'est soumise qu'au couple résistant dû à ses propres pertes. La vitesse d'emballlement à indiquer ne tiendra donc pas compte des puissances absorbées par des organes accouplés à la turbine, tels que: génératrice, pompes, régulateurs, etc.

Dans le cas des turbines Kaplan, la vitesse d'emballlement à indiquer est celle correspondant à la position réciproque des aubes du distributeur et des aubes de la roue mobile qui donne lieu à la vitesse de rotation la plus élevée, l'asservissement entre distributeur et roue étant supposé hors service.

c) S'il a été convenu qu'un essai d'emballlement de la roue mobile sera effectué, cet essai aura lieu, pendant 2 minutes, à la vitesse d'emballlement.

19. Sens de rotation

a) Le sens de rotation «à droite» est, conformément à la pratique courante, celui des aiguilles d'une montre.

b) Le sens de rotation d'une turbine est celui que constate l'observateur qui regarde de l'accouplement vers la turbine. Cette même règle s'applique à la machine entraînée, par exemple à la génératrice. Lorsque le sens de rotation de la turbine est à droite, celui de la génératrice est donc à gauche, et vice versa.

c) Dans le cas de turbines pourvues de deux accouplements, le sens de rotation sera fixé par un croquis.

d) Cette règle, destinée à fixer le sens de rotation du groupe, n'est valable que dans les rapports entre les fournisseurs, ainsi qu'entre ceux-ci et les commettants.

e) Les dispositifs de réglage à main des turbines et des régulateurs, ainsi que les volants à main des organes de fermeture doivent toujours fermer «à droite», c'est-à-dire dans le sens des aiguilles d'une montre.

VIII. Variations de vitesse

20. Définitions

a) La différence relative permanente de vitesse (statisme) est définie par:

$$\delta_n = 100 \frac{n_0 - n}{n_n} \text{ en } \%$$

où

n_0 est la vitesse de rotation de la génératrice excitée, mais non chargée,

n la vitesse de rotation de la génératrice sous charge,

n_n la vitesse nominale de rotation.

Eu égard à son importance, pour les systèmes modernes d'interconnexion des réseaux et les réglages à distance de la charge, la loi de variation de δ_n en fonction de la puissance absorbée, pourra être exigée à titre d'information.

b) La différence relative permanente de vitesse à pleine charge est définie par:

$$\delta_{n\text{ pl}} = 100 \frac{n_0 - n_{pl}}{n_n} \text{ en } \%$$

où

n_0 est la vitesse de rotation de la génératrice excitée, mais non chargée,

n_{pl} la vitesse de rotation de la génératrice sous pleine charge,

n_n la vitesse nominale de rotation.

c) L'augmentation relative momentanée de vitesse δ_{nt} qui se produit lors d'une diminution de la charge, est définie par:

$$\delta_{nt} = 100 \frac{n_{\max} - n_{\text{avant}}}{n_n} \text{ en } \%$$

où

n_{\max} est la vitesse maximum atteinte momentanément lors d'une diminution de la charge,

n_{avant} la vitesse de régime avant la diminution de la charge,

n_n la vitesse nominale de rotation.

21. Dispositions concernant la garantie

a) Les valeurs garanties pour l'augmentation relative momentanée de vitesse δ_{nt} ne s'appliquent qu'à une seule turbine, branchée sur le système hydraulique à définir lors de la commande, le reste de l'installation étant arrêté.

b) Ces valeurs garanties seront accompagnées de l'indication de la chute nette pour laquelle elles sont données.

c) Ces garanties ne seront données que pour des diminutions partielles ou complètes de la charge aboutissant à zéro.

d) Les données concernant les prises de charge n'auront qu'un caractère d'information.

e) On tiendra compte, lors de l'appréciation du fonctionnement du régulateur de la turbine, des variations périodiques de la vitesse dues à des variations de pression résultant d'une chambre d'équilibre insuffisante ou au fonctionnement d'un régulateur de tension.

f) Le fournisseur de la turbine n'est pas responsable des variations de vitesse imputables au réseau et il n'a pas à y parer.

IX. Rendement

22. Définition

Le rendement η_T est défini par le rapport entre la puissance de la turbine P_T et la puissance disponible P_d fournie à la turbine:

$$\eta_T = 100 \frac{P_T}{P_d}, \text{ en } \%$$

La puissance disponible P_d se calcule à l'aide de l'expression suivante, qui tient compte du débit de la turbine et de la chute nette:

$$P_d = \frac{\gamma Q H}{102} \text{ en kW,}$$

où Q est exprimé en m^3/s et H en m.

23. Rendement moyen

a) Pour déterminer le rendement moyen, il y a lieu de dessiner la courbe des rendements mesurés (selon le chiffre 56) en fonction de la puissance P_T de la turbine. Le rendement moyen est la moyenne arithmétique des valeurs de cette courbe, qui correspondent aux différentes puissances garanties.

b) Le rendement moyen pondéré sera calculé, arithmétiquement, de la même façon.

X. Plaque signalétique

24. Inscriptions

a) Chaque turbine doit porter une plaque signalétique.

b) Sur cette plaque figureront, d'une manière lisible et durable, les indications suivantes:

Valeurs nominale de:

Nom du fournisseur

Chute

Année de construction

Débit

Numéro de fabrication

Puissance

Vitesse de rotation

c) Exemple d'une plaque signalétique:

NOM DU FOURNISSEUR	
Année	No. de fabr.
Chute	m
Débit	m^3/s
Puissance	kW
Vitesse	t./min

D. Dispositions contractuelles

I. Généralités

25. Egalité de droit des deux parties contractantes

Les relations entre le commettant et le fournisseur seront basées sur le principe de l'égalité de droit des deux parties contractantes.

26. Responsabilité

Le fournisseur n'est en aucun cas responsable des valeurs nominales de la chute et du débit servant de base aux garanties, même s'il a procédé lui-même aux relevés nécessaires à l'établissement du projet.

27. Primes et pénalités de rendement

Si des pénalités sont stipulées dans la commande, des primes de même ampleur devront être également prévues. Le calcul des primes et des pénalités se fera d'après la courbe de rendement établie conformément aux chiffres 23a et 56, en tenant compte de la tolérance admise, et par tranches de 0,1 %.

28. Rendement de la génératrice

a) Le fournisseur de la turbine a le droit d'assister à tous les essais de la génératrice, dont les résultats interviennent dans le calcul de la puissance absorbée par la génératrice. Il sera invité en temps utile à ces essais.

b) Si les essais de la génératrice sont effectués à la demande du fournisseur de la turbine, ce dernier n'aura à en payer les frais que si les rendements garantis de la génératrice sont atteints ou dépassés.

II. Tolérances

29. Puissance

a) Le fournisseur est libre de désigner comme puissance maximum une puissance réellement atteinte, qui dépasse la valeur nominale, et de l'utiliser pour le calcul du rendement moyen, à la condition que cette puissance ne soit pas de plus de 10 % supérieure à la valeur nominale. Le fournisseur peut choisir cette puissance maximum de manière à réduire les pénalités au minimum. Si les rendements mesurés conduisent à des primes, la puissance maximum sera choisie de manière à réduire ces primes au minimum.

b) Si la puissance nominale n'est pas atteinte, la tolérance sera de - 2 % de la valeur nominale.

30. Rendement

La tolérance est de $\pm 2 \%$ (pourcents absolus ou «points»).

31. Augmentation de vitesse

Pour l'augmentation relative momentanée de vitesse δ_{nt} , la tolérance est de

1 % (absolu) pour diminution de charge jusqu'à 50 %,
2 % (absolu) pour diminution de charge de 100 %, avec interpolation linéaire entre 50 et 100 %.

32. Augmentation de pression

La tolérance pour la mesure de l'augmentation garantie de pression δ_H lors de diminution de charge est de + 20 % de la valeur garantie.

33. Refus

Si le rendement moyen mesuré est inférieur de plus de 3 % à la valeur moyenne garantie, après déduction de la tolérance de 2 %, le commettant a le droit de refuser la livraison. La limite de refus est donc fixée à — 5 % (absolus).

La livraison peut également être refusée si la puissance maximum mesurée est inférieure de plus de 5 % à la valeur de la puissance nominale.

III. Garanties particulières

34. Durée

La durée de garantie *D* est d'au moins 6 mois pour les petites installations et d'au plus 24 mois pour les grandes installations. Elle doit faire l'objet d'une entente lors de la commande.

35. Début

La période de garantie *D* commence à partir de la fin de la période d'exploitation d'essai, qui peut durer 1 à 2 jours pour les petites installations et jusqu'à 3 semaines pour les grandes.

36. Retard

Si, pour des motifs qui ne sont pas imputables au fournisseur de la turbine, l'expédition des machines, le montage, la mise en service ou l'exploitation d'essai ne peuvent pas avoir lieu dans les délais prévus, le début de la période de garantie sera reculé en conséquence. Toutefois, toute garantie cessera à l'expiration d'un délai maximum égal à 2 *D*, compté à partir de la mise à disposition de la fourniture dans les ateliers du fournisseur. A l'expiration de ce délai 2 *D*, les obligations commerciales sont automatiquement exigibles. Cependant, avant l'expiration de ce délai 2 *D*, un nouvel accord pourra intervenir au sujet des garanties techniques, le fournisseur ayant droit à une indemnité équitable pour les dépenses supplémentaires qu'il aurait à effectuer.

Le fournisseur n'aura droit qu'au paiement des termes échus qui correspondent à des prestations réellement effectuées.

37. Pièces de rechange et de réserve

Si, durant la période de garantie, une partie essentielle de la machine doit être réparée, modifiée ou remplacée afin de satisfaire aux obligations contractuelles, on renouvellera, pour cette partie seulement, la période de garantie, qui partira de la date de la nouvelle mise en service. Les pièces de réserve comprises dans la fourniture principale sont traitées comme les parties installées de la fourniture, c'est-à-dire qu'elles cessent d'être garanties à l'expiration de la période de garantie de la fourniture principale, même si elles ne sont utilisées que plus tard.

38. Constructions mobiles et fixes

On entend par parties démontables, c'est-à-dire mobiles, qui ne tombent pas sous la notion de «défauts cachés» au sens du Code des Obligations, toutes les parties de la fourniture pouvant être enlevées après démontage d'une liaison purement mécanique. Les parties adhérentes au béton sont considérées comme étant des constructions fixes.

E. Essais de réception

I. Généralités

39. Direction

Sauf indications contraires stipulées dans la commande, les essais sont entrepris par le fournisseur, après accord avec le commettant. Si aucune entente ne peut intervenir, les deux parties s'adresseront à un expert neutre.

L'exécution des essais de réception ne devra être confiée qu'à un personnel compétent.

40. Programme

a) Les essais de réception doivent avoir lieu pendant la période de garantie. La date exacte en sera fixée à la commande ou selon entente ultérieure.

b) L'ampleur des essais sera arrêtée en commun, si possible à la commande ou ultérieurement en temps utile, de façon à permettre de juger avec sécurité du matériel livré et à assurer un contrôle exact des valeurs garanties.

c) Lorsque la fourniture comporte plusieurs machines

identiques, on pourra convenir, à la commande déjà, que l'une seule de ces machines (à désigner d'un commun accord) sera soumise aux essais et que les résultats obtenus seront valables pour le reste de la fourniture.

d) Les mesures dureront au moins 15 minutes pour chaque point de charge, dès l'établissement du régime stable. Le degré d'ouverture de la turbine restant inchangé, on répètera les mesures, sans interruption, un nombre de fois égal à celui du coefficient de pondération attribué au point de garantie considéré.

e) Dans le cas des turbines Kaplan, il est recommandé de procéder aux essais pour différentes positions fixes de la roue mobile (en hélice bloquée) et plusieurs ouvertures correspondantes du distributeur.

L'enveloppe des familles de courbes en hélice bloquée ainsi relevées donne la courbe du rendement et permet de déterminer la loi définitive d'asservissement de la roue au distributeur.

II. Instruments

41. Mise à disposition

Pour l'exécution des mesures, le fournisseur mettra gratuitement à disposition les instruments hydrauliques qu'il possède, ainsi que le personnel nécessaire au service de ces instruments.

42. Etalonnage

a) Les courbes d'étalonnage doivent être produites. Le commettant, ainsi que le fournisseur, ont le droit d'exiger de nouveaux étalonnages avant ou après les essais (ou les deux).

b) La station d'étalonnage décide si les écarts inévitables, constatés par rapport aux courbes d'étalonnage, peuvent être considérés ou non comme normaux. Le domaine d'utilisation de l'instrument doit être indiqué à la station d'étalonnage.

c) Pour la Suisse, les stations d'étalonnage reconnues sont:

Pour les instruments de mesures hydrauliques:

Service fédéral des eaux,

Bureau fédéral des poids et mesures.

Pour les appareils de mesures électriques:

Association Suisse des Electriciens,

Bureau fédéral des poids et mesures.

d) La station d'étalonnage décide si l'étalonnage qui a précédé les essais et celui qui les a suivis correspondent d'une manière satisfaisante. Dans l'affirmative, on tiendra compte de la moyenne arithmétique des deux étalonnages, lors de l'interprétation des résultats définitifs. Dans le cas contraire, et si la cause des écarts ne peut pas être décelée avec sécurité, surtout en ce qui concerne le moment de son apparition, une entente devra intervenir.

III. Frais

43. Généralités

a) Le fournisseur n'aura à supporter que les frais résultant de la mise à disposition de son propre personnel pour les essais.

b) La répartition des frais pour l'interprétation des résultats des essais et pour l'établissement du rapport final doit être fixée à la commande.

44. Dispositifs spéciaux

Les frais pour dispositifs spéciaux, notamment pour la mesure du débit, sont à la charge du commettant.

45. Etalonnage

a) Si, lors du réétalonnage d'instruments mis à disposition par le fournisseur, la station d'étalonnage estime que les écarts inévitables sont normaux, les frais encourus seront à la charge de celui qui aura demandé le réétalonnage; dans le cas contraire, une entente devra intervenir.

b) S'il est fait usage d'instruments fournis par des tiers, une entente devra intervenir au sujet de la répartition des frais d'étalonnage.

46. Répétition des essais

Si les résultats des essais de réception sont contestés par l'une des parties, les frais d'une répétition éventuelle des essais seront à la charge de la partie en faute.

IV. Travaux préparatoires

47. Plans

Si un expert neutre est consulté, il sera mis en possession de tous les plans et indications nécessaires, ainsi que des conditions d'exploitation.

48. Installations hydrauliques

Le fournisseur de la turbine a le droit d'examiner l'état de tous les éléments de la partie hydraulique de l'installation qui peuvent avoir une influence sur le fonctionnement de sa fourniture.

49. Revisions

a) Le fournisseur a le droit de vérifier l'état de sa fourniture avant et après les essais.

b) En cas d'usure de pièces importantes, notamment par du sable entraîné par l'eau, le fournisseur doit avoir la possibilité de procéder aux travaux nécessaires de remise en état avant les essais. Il ne lui est par contre pas permis de supprimer les défauts de cavitation avant l'exécution des essais de réception, si les conditions et la conduite de l'exploitation ont été normales.

50. Relevé des ouvertures

Le relevé des ouvertures des turbines, par exemple des distributeurs, des injecteurs, etc., doit avoir lieu avant les essais.

V. Mesures

51. Technique des mesures

Les dispositifs et les méthodes à appliquer pour la mesure des diverses grandeurs sont fixés et décrits en détail par les «Règles spéciales relatives à la technique des mesures», qui constituent la deuxième partie des présentes Règles.

VI. Exécution des mesures

52. Installations provisoires

Les installations nécessaires pour les mesures à effectuer doivent être autant que possible prévues et arrêtées lors de la commande.

Ces installations devront gêner le moins possible le fonctionnement normal de la machine.

53. Essais préliminaires

Il devra être accordé au fournisseur un laps de temps suffisant pour lui permettre d'exécuter des essais préliminaires et d'en interpréter les résultats.

Ces essais préliminaires ont aussi pour but d'instruire et d'exercer le personnel qui sera chargé des essais de réception.

A la suite de ces essais préliminaires, il sera au besoin accordé au fournisseur un laps de temps suffisant pour lui permettre de procéder aux améliorations qu'il jugerait nécessaires.

En cas d'accord entre les parties, les essais préliminaires pourront être considérés comme essais de réception proprement dits.

54. Résultats provisoires

L'interprétation provisoire des résultats des essais devra se faire aussi rapidement que possible, et être poussée assez d'essai.

55. Procès-verbal

loin pour qu'une répétition des mesures, si elle se révélait nécessaire, puisse avoir lieu avant enlèvement des installations

Tous les procès-verbaux, tous les relevés effectués au cours des essais, devront être signés par les deux parties.

56. Résultats définitifs

a) Sauf entente contraire entre les parties, l'interprétation de tous les résultats des essais, ainsi que l'élaboration du rapport final, sont à la charge du fournisseur.

b) Toutes les grandeurs mesurées: chutes, débits et puissances, seront portées en fonction de l'ouverture de la turbine, ce qui facilitera le tracé de la courbe moyenne du rendement.

c) Il ne sera pas tenu compte des valeurs mesurées du rendement qui s'écarteraient de la courbe moyenne, d'une quantité supérieure à la tolérance admise pour la mesure.

d) Si plus d'un tiers des points devaient être éliminés de ce fait, les mesures seraient réputées inutilisables pour les

essais de réception. Si les parties en conviennent, les résultats pourront cependant être admis à titre d'information.

e) Les rendements calculés seront portés en fonction des puissances P_T rapportées à une chute constante.

57. Rapport final

a) Les résultats définitifs des mesures devront être acceptés par les deux parties, avant la rédaction du rapport final.

b) Ce rapport comprendra une description générale de l'installation, ainsi que les renseignements nécessaires concernant les fournisseurs, les personnes ayant participé aux essais, les instruments et appareils utilisés. Il comprendra également des croquis des dispositifs de mesure avec référence aux cotes utilisées, quelques considérations critiques sur la précision des mesures et, au besoin, une comparaison des résultats d'essais avec ceux obtenus sur modèle réduit.

VII. Conditions d'essai particulières aux mesures de la puissance et du rendement

58. Chute

a) Les essais doivent avoir lieu, autant que possible, sous les chutes nominales H_n .

b) Si, au cours d'un essai, la chute nette H_E ne diffère pas de la chute nominale H_n de plus de $\pm 3\%$, les mesures pourront se faire à la vitesse nominale de rotation n_n .

c) Si, au cours d'un essai, H_E diffère de la chute nominale H_n d'une valeur comprise entre $\pm 3\%$ et $\pm 10\%$, la vitesse de rotation n_E , lors de l'essai, devra être réglée de façon à satisfaire à l'équation:

$$n_E = n_n \sqrt{\frac{H_E}{H_n}}$$

S'il n'est pas possible de réaliser cette vitesse n_E , les résultats des mesures éventuelles ne pourront avoir qu'un caractère d'information.

d) Si H_E diffère de H_n de plus de $\pm 10\%$ et si les garanties n'ont été données que pour une seule chute H_n , on renoncera aux essais.

e) Si, lors de la commande, on peut prévoir que H_E pourra s'écarter de H_n de plus de $\pm 10\%$ ou que, l'écart de H_E étant compris entre $\pm 3\%$ et $\pm 10\%$, la vitesse de rotation ne pourra pas être réglée à la valeur n_E définie sous lettre c), on fixera, dans le contrat, des garanties de puissance et de rendement, pour la vitesse nominale n_n , qui embrasseront toute l'étendue des chutes d'essai H_E pouvant intervenir.

f) Les résultats des mesures seront ramenés à une hauteur de chute H_{Em} moyenne, constante, et comparés aux valeurs garanties pour cette chute moyenne (obtenues cas échéant par interpolation).

g) La chute d'essai H_E ne devra pas varier, au cours de la mesure d'un point de charge déterminé, de plus de $\pm 2\%$ de H_{Em} .

h) La répartition de la chute d'essai H_E entre l'amont et l'aval de la roue, ne devra pas provoquer des conditions de cavitation plus défavorables que celles prévues à la commande.

59. Vitesse de rotation

Pendant la mesure d'un point de charge déterminé, la vitesse de rotation ne devra pas s'écarter de plus de $\pm 1\%$ de la valeur n_E définie sous chiffre 58, lettre c).

60. Puissance

Pendant la mesure d'un point de charge déterminé, la puissance ne devra pas s'écarter de plus de $\pm 3\%$ de sa moyenne arithmétique pendant l'essai.

Deuxième partie: Règles spéciales relatives à la technique des mesures

A. Généralités

61. But

Ces «Règles spéciales» sont destinées à préciser les méthodes et leur mode d'utilisation, applicables aux essais des turbines hydrauliques, ainsi qu'au contrôle des garanties données conformément aux «Règles générales» qui précèdent.

62. Domaine d'application

Ces «Règles spéciales» s'appliquent aux turbines hydrauliques de tous genres actuellement usage.

Elles peuvent également s'appliquer, par analogie, aux anciens types de turbines (Henschel, Jonval, Girard, etc.).

63. Exécution

L'exécution des mesures décrites ci-après ne doit être confiée qu'à un personnel compétent.

B. Grandeurs à mesurer

64. Généralités

Pour le contrôle des garanties, on mesurera les grandeurs suivantes:

- Débit
- Chute nette
- Puissance de la turbine
- Vitesse de rotation
- Variations de vitesse
- Variations de pression

C. Règles concernant les mesures

I. Débit

a) Généralités

65. Dispositions générales concernant les essais

Pendant l'exécution d'une mesure de débit, les ouvertures de la turbine et les niveaux de l'eau doivent être maintenus aussi constants que possible.

66. Méthode

Les expériences faites en Europe avec différentes méthodes de mesure du débit permettent de grouper celles-ci en quatre catégories:

- a) *Méthodes de mesure normales*: Moulinets
Déversoir
- b) *Autres méthodes de mesure*: Réservoir étalonné
(Appropriées surtout aux mesures en laboratoires) Méthode des pesées
Tuyères de turbines
Ecran mobile
- c) *Méthodes de mesure incertaines*: Compteur Venturi
Tuyères et diaphragmes normalisés
Sondes
- d) *Méthode de mesure n'ayant pas encore fait suffisamment leurs preuves*: Titration
Méthode d'Allen
Méthode de Gibson
Méthode thermométrique

Seules, les cinq méthodes suivantes entrent donc *pratiquement* en ligne de compte, selon la grandeur du débit à mesurer et les conditions locales:

- Moulinets
- Déversoir
- Réservoir étalonné
- Méthode des pesées
- Tuyères de turbines

67. Application

La méthode à appliquer lors des essais de réception doit être arrêtée autant que possible à la commande, afin que les dispositions nécessaires puissent être prises en temps utile. Sinon, elle sera fixée d'un commun accord avant les essais, en tenant compte des conditions locales.

En cas de doute, sur les résultats des essais, ceux-ci pourront être répétés selon une deuxième méthode, dont les résultats seront alors considérés comme définitifs. Cette seconde méthode devra, pour les cas en question, être qualitativement au moins équivalente à la première.

68. Emplacement de mesure

Le fournisseur devra faire assez tôt ses propositions au sujet de l'emplacement à prévoir pour les jaugeages; cet emplacement sera toujours choisi, si cela est possible, dans un parcours rectiligne du canal où se font les jaugeages.

Si l'emplacement de mesure se trouve dans le canal de fuite, il faudra prendre des précautions spéciales, eu égard à

la possibilité d'un dégagement d'air et d'une formation de tourbillons.

Le relevé des sections de jaugeage et le montage éventuel des dispositifs de mesure auront lieu, si possible, pendant la construction, c'est-à-dire à sec.

69. Apports et fuites d'eau

Il ne devra pas y avoir d'apports, ni de fuites d'eau, entre l'emplacement du jaugeage et la turbine, ce qui devra être soigneusement contrôlé avant et après les essais.

Il faudra également tenir compte de l'élévation ou de l'abaissement des niveaux libres entre l'emplacement du jaugeage et la turbine.

70. Débits de fuite

Si l'eau de fuite d'autres turbines est mélangée au débit jaugé, il faudra en déterminer séparément la valeur, par exemple en mesurant la baisse d'un niveau libre, à l'amont, alors que la turbine d'essai et l'amenée d'eau sont fermées.

b) Moulinets

71. Généralités

Le jaugeage aux moulinets, qui dure toujours un certain temps, ne doit être pratiqué qu'en régime d'écoulement stable, assuré pendant toute la durée d'un jaugeage. Si une perturbation survient au cours de l'essai, celui-ci devra être recommencé.

72. Emplacement de la section de jaugeage dans un canal

Les parois du canal doivent être rectilignes et parallèles et le fond sera aussi horizontal que possible sur une longueur d'au moins 2 m en amont de la section de jaugeage.

La section de jaugeage doit être, autant que possible, perpendiculaire au sens du courant et l'axe des moulinets parallèle à celui-ci.

On établira de préférence les sections de jaugeage dans le canal d'amenée; si elles doivent être placées dans le canal de fuite, on prendra des précautions spéciales, eu égard à la présence possible de bulles d'air dans l'eau et à la formation de tourbillons.

73. Répartition des vitesses

On mettra tout en œuvre pour que l'écoulement soit aussi régulier que possible. Dans ce but, la répartition des vitesses

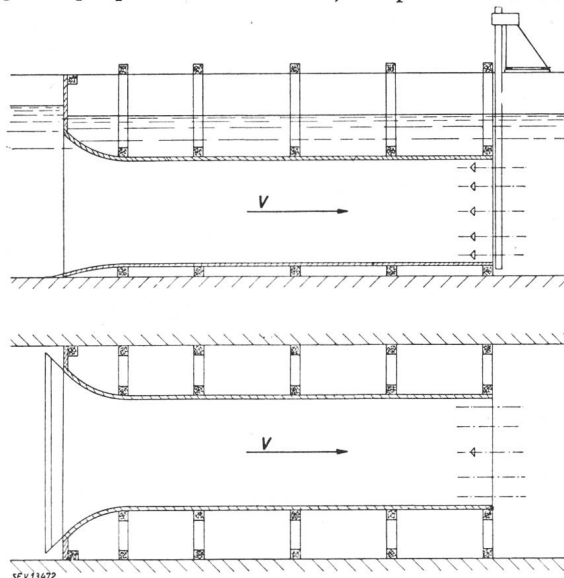


Fig. 12.

Tuyère provisoire en bois, de section carrée ou rectangulaire dans la section de jaugeage sera relevée avant les essais principaux.

Si cette répartition se révélait très irrégulière, on l'améliorera en utilisant judicieusement des parois de guidage, des plafonds noyés, des grilles de tranquillisation, des radeaux, etc. (fig. 12).

On renoncera à jauger dans une section où l'on constaterait la présence de contre-courants et ce, même avec des moulinets à contact de retour.

74. Installations

Les dispositifs destinés à régulariser l'écoulement, tels que grilles, radeaux, etc., doivent être disposés à plusieurs mètres en amont de la section de jaugeage; ils ne servent pas

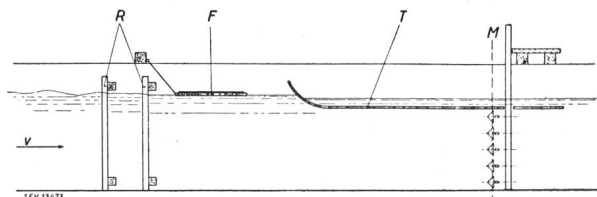


Fig. 13.

Dispositifs de régularisation dans un canal ouvert destinés à améliorer les conditions d'écoulement pour les jaugeages aux moulinets (s'appliquent également aux déversoirs) R Grilles. F Radeau. T Plafond noyé. M Section de jaugeage

seulement à améliorer la répartition des vitesses dans cette section, mais aussi à réaliser des conditions favorables à une mesure précise de la hauteur de l'eau en ce point (fig. 13).

75. Dimensions minima

Les sections de jaugeage rectangulaires ou trapézoïdales doivent avoir au moins les dimensions suivantes:

Largeur minimum du canal $B = 0,8$ m
Hauteur d'eau minimum $T = 0,8$ m

Les jaugeages aux moulinets dans une conduite forcée ne doivent être utilisés que si le diamètre intérieur de la conduite atteint au moins 1,2 m.

76. Limites de vitesse

L'emploi des moulinets pour de grandes vitesses d'écoulement n'est limité que par les possibilités d'étalonnage et, cas échéant, par les difficultés de fixation des moulinets.

La vitesse moyenne Q/A dans la section de jaugeage (A) ne devra pas être inférieure à 0,2 m/s.

77. Types de moulinets

On n'utilisera que des moulinets à écoulement axial et à signalisation électrique. Le guidage de l'axe du moulinet dans ses paliers a une très grande importance (fig. 14).

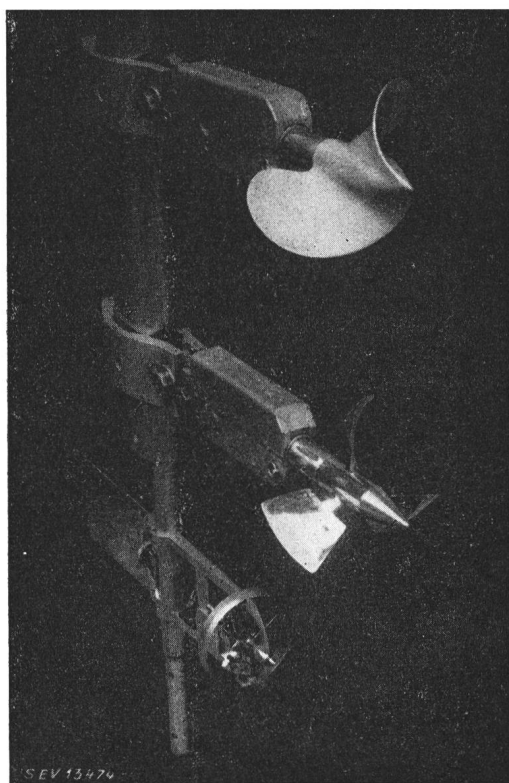


Fig. 14.

Moulinets utilisés en Europe, avec écoulement axial

- a) Moulinet à hélice, à arête biale, 120 mm \varnothing
- b) Moulinet à ailettes, 120 mm \varnothing
- c) Moulinet à anneau de protection et aileron, 80 mm \varnothing

Les moulinets à ailettes et surtout ceux à anneau de protection s'encrassent plus facilement par les corps flottants que les hélices à arêtes biaises.

Le diamètre des ailettes ou de l'hélice doit être d'au moins 100 mm.

Si l'on craint la présence de contre-courants, on procédera à un contrôle de l'écoulement au moyen d'un moulinet à contact de retour; il n'est donc pas nécessaire que tous les moulinets soient équipés d'un tel dispositif.

78. Fixation des moulinets

Les moulinets doivent être fixés sur leur tige de telle sorte qu'ils ne soient soumis à aucune vibration ni torsion et qu'ils soient exactement maintenus parallèlement à l'axe du canal ou de la conduite.

79. Ecoulement oblique

Si les conditions locales ne permettent pas de placer les moulinets dans la direction du courant, le jaugeage pourra tout de même avoir lieu, à la condition que l'angle d'inci-

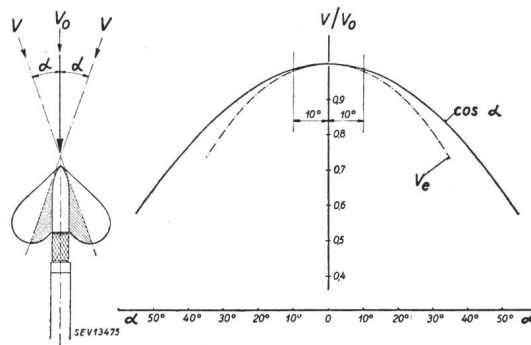


Fig. 15.

Ecart de la courbe d'étalonnage d'un moulinet, par rapport à la loi du cosinus, en cas d'incidence oblique des filets liquides sur le moulinet

v Direction des filets liquides. v_0 Vitesse de l'eau lors d'un écoulement axial. v_e Vitesse effectivement mesurée lors d'une incidence sous l'angle α

dence du courant sur l'axe du moulinet ne dépasse pas $\pm 10^\circ$. Dans ces limites, les indications des moulinets modernes, munis ou non d'un anneau de protection s'écartent généralement de moins de 1 % de la loi du cosinus (fig. 15).

80. Disposition échelonnée

Si la section de jaugeage ne peut pas être disposée perpendiculairement au courant, les moulinets pourront être échelonnés; la section de jaugeage sera donc oblique par rapport à l'axe du canal ou de la conduite forcée, mais l'axe des moulinets devra néanmoins demeurer parallèle à cet axe (fig. 16).

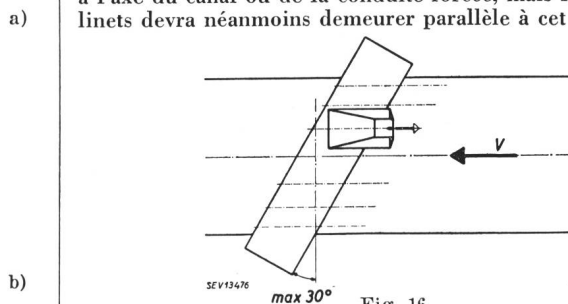


Fig. 16.

Disposition échelonnée: Section de jaugeage non perpendiculaire à la direction des filets

Des essais comparatifs n'ont révélé aucune différence appréciable par rapport au jaugeage dans la section perpendiculaire à l'axe du canal, pour autant que l'angle du profil oblique sur la perpendiculaire au canal ne dépasse pas 30° .

81. Etalonnage

Les moulinets devront être étalonnés avec le même système de fixation que celui utilisé lors des essais. Le contrôle des déformations éventuelles des ailettes ou de l'hélice, pourra se faire avantageusement par l'emploi de moules en plâtre (fig. 17).

82. Nombre des moulinets

Pour les grandes sections de jaugeage et afin de réduire la durée de l'essai, on utilisera plusieurs moulinets, ce qui, selon les conditions locales, permettra de relever simultanément

ment, soit des verticales, soit des horizontales entières (fig. 18/19).

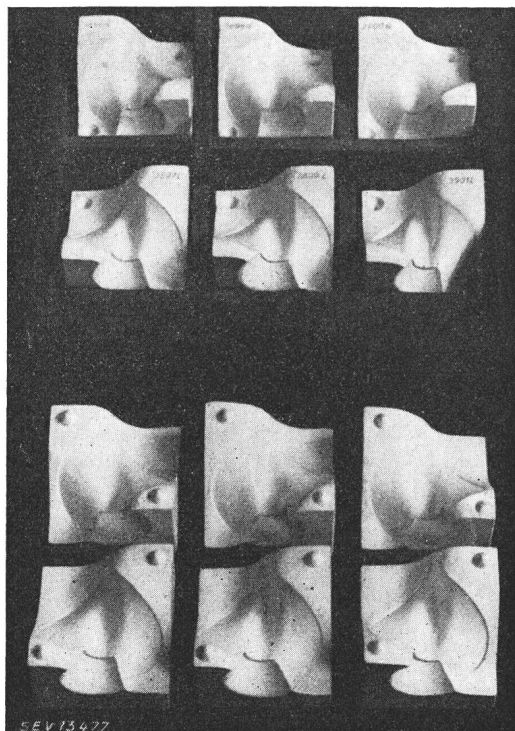


Fig. 17.

Moules en plâtre pour le contrôle des moulinets

83. Nombre des points de mesure

Le nombre (z) des points de mesure dans une section donnée (A), se calcule à l'aide de la relation

$$14 \sqrt{A} < z < 25 \sqrt{A} \quad [\text{Lit. 1}]^1)$$

où A doit être introduit en m².

¹⁾ Lit. 1. Cf. bibliographie à l'appendice I

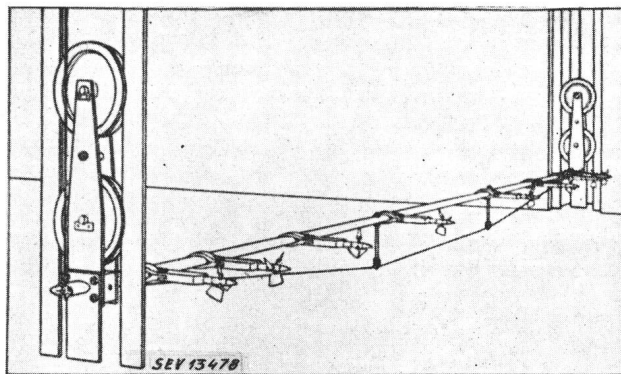


Fig. 18.

Cadre porte-moulinets horizontal, de construction simple, modèle Ott

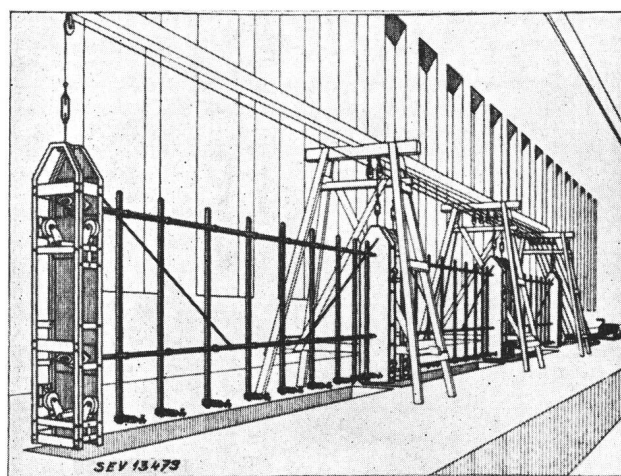


Fig. 19.

Cadre porte-moulinets horizontal pour le jaugeage des débits d'usines hydroélectriques importantes, modèle Bitterli

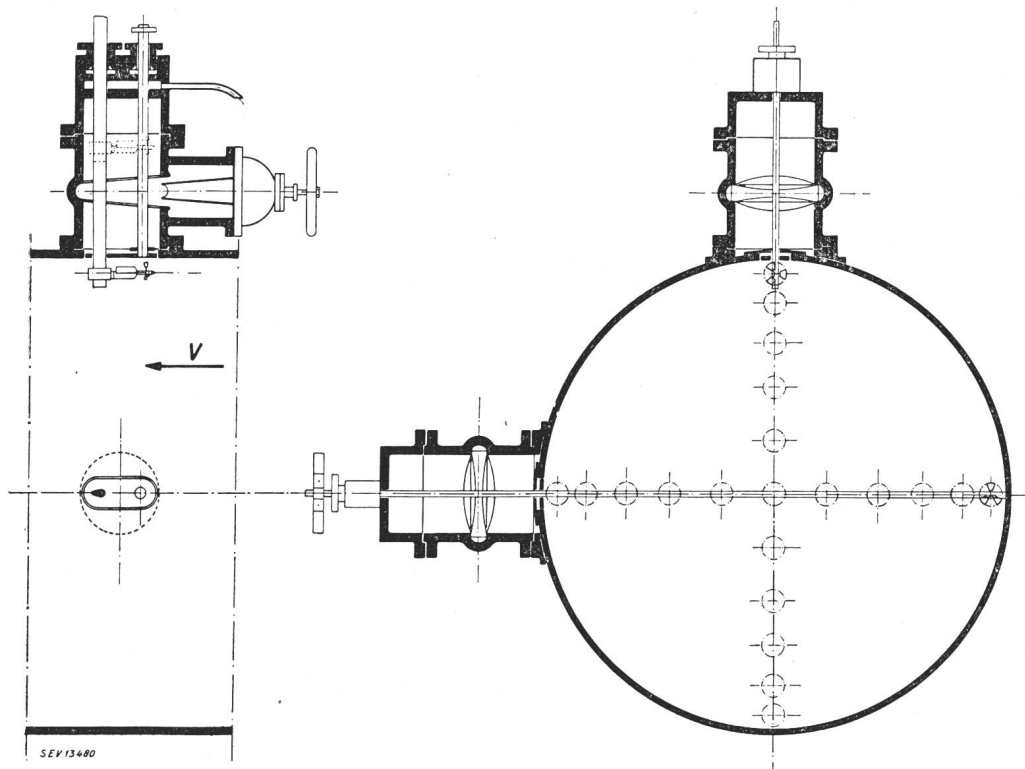


Fig. 20.

Jaugeage aux moulinets en conduite forcée, selon la méthode Dufour

Un moulinet déplaçable, avec vannes et sas permettant de passer d'un diamètre à un autre au cours de l'essai

84. Jaugeage en conduite forcée

La section de jaugeage doit être située dans un tronçon rectiligne, sa distance au coude amont le plus rapproché ne devant pas être inférieure à 20 fois le diamètre de la conduite, et sa distance au coude aval, à 5 fois ce diamètre.

Dans les conduites forcées, les vitesses seront mesurées au moins sur deux diamètres perpendiculaires l'un à l'autre.

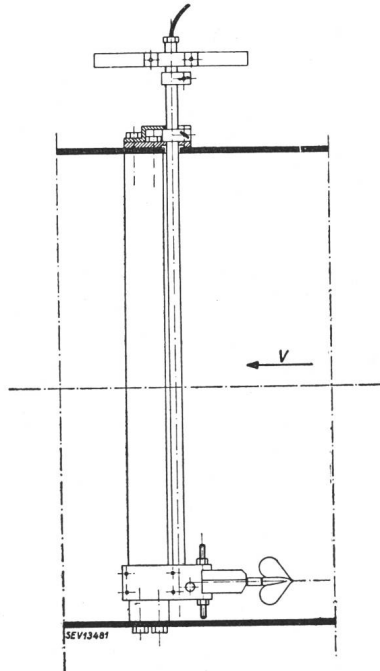


Fig. 21.

Jaugeage aux moulinets en conduite forcée de grand diamètre, ou pour de grandes vitesses de l'eau

Un moulinet coulissant sur une tige installée à demeure

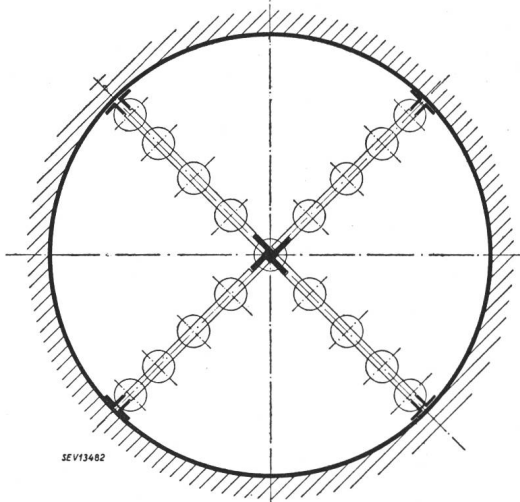


Fig. 22.

Jaugeage aux moulinets en conduite forcée de grand diamètre
Cadre en croisillon supportant plusieurs moulinets installés à demeure

On prendra comme diamètre moyen de la conduite la moyenne de 6 diamètres. Si l'on jauge sur deux diamètres seulement, le résultat ne sera réputé admissible que si les débits obtenus séparément, pour ces deux diamètres, ne diffèrent pas de plus de $\pm 2\%$ de leur moyenne arithmétique.

On utilisera l'un ou l'autre des procédés suivants:

Jaugeage au moyen d'un seul moulinet, avec vanne à sas (méthode Dufour, fig. 20).

Jaugeage au moyen d'un ou de plusieurs moulinets coulissant sur une tige fixe (fig. 21).

Jaugeage au moyen de plusieurs moulinets fixés à demeure dans la conduite (fig. 22).

Si les conditions locales ne permettent pas d'utiliser l'une des méthodes ci-dessus, le jaugeage pourra se faire tout de même, après accord entre les parties, à l'aide d'un moulinet fixé sur une tige, susceptible de se déplacer axialement et

angulairement, dans tout le plan de la section de jaugeage (fig. 23).

85. Répartition des points de mesure

Dans la zone des plus grandes variations de vitesse, c'est-à-dire à proximité des parois, du fond du canal et de la surface de l'eau, les points de mesure doivent être plus rapprochés.

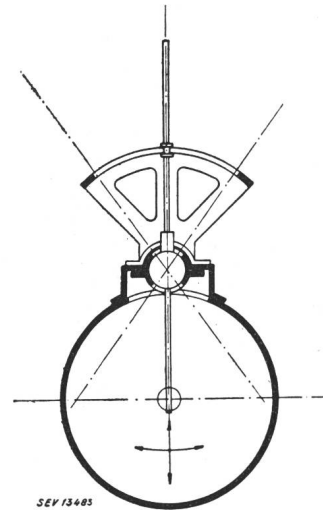


Fig. 23.

Jaugeage aux moulinets en conduite forcée de petit diamètre dont l'accès n'est possible que d'un seul endroit

Un moulinet sur tige déplaçable et oscillante

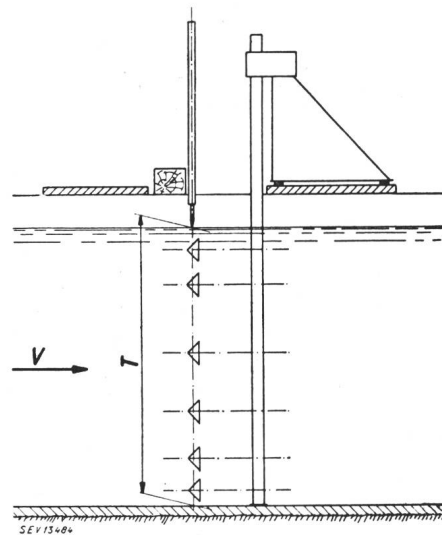


Fig. 24.

Mesure de la hauteur d'eau dans la section de jaugeage à l'aide d'un limnimètre à pointe

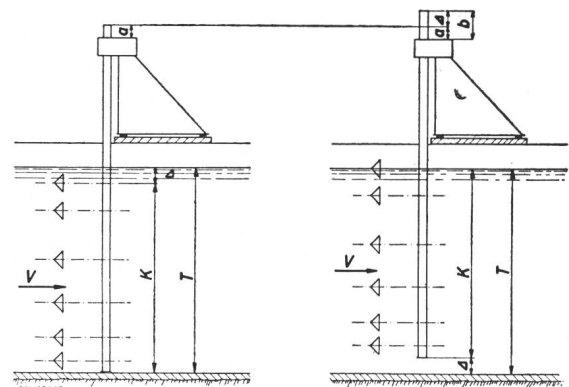


Fig. 25.

Mesure de la hauteur d'eau dans la section de jaugeage par relevage de la tige des moulinets

86. Distance entre l'axe des moulinets, les parois et le niveau libre

La distance de l'axe du moulinet le plus rapproché d'une paroi ou du fond du canal, doit demeurer dans les limites suivantes:

minimum: $0,75 \times$ diamètre du moulinet,
maximum: 0,2 m.

Le moulinet supérieur doit être entièrement noyé, mais placé aussi près que possible du niveau libre.

87. Mesure du temps

Si l'on utilise simultanément plusieurs moulinets, leurs indications seront enregistrées au moyen d'un chronographe électrique; si l'on se sert d'un seul moulinet, on pourra se servir d'un chronomètre à délie.

88. Durée de la mesure

La durée de la mesure pour chaque point sera d'au moins une minute.

Si la vitesse de l'eau est sujette à des pulsations périodiques, on prolongera la durée de la mesure, de manière à disposer, pour l'interprétation des résultats, d'au moins deux périodes de pulsation.

89. Hauteur d'eau

Le niveau de l'eau dans la section de mesure devant servir à déterminer la profondeur de l'eau, sera relevé pendant toute la durée du jaugeage. On s'efforcera de réaliser un régime stable, sans tendance marquée ni à une élévation, ni à un abaissement du niveau. La variation de la profondeur de l'eau, pendant un jaugeage, ne doit pas dépasser $\pm 1\%$ de la profondeur moyenne.

Le relevé de la hauteur d'eau se fera soit à l'aide d'un limnimètre à pointe (fig. 24), soit au moyen de la tige de fixation des moulinets, l'axe du moulinet supérieur étant amené à la surface de l'eau (fig. 25).

90. Exécution

Les mesures doivent s'étendre sur toute la section de jaugeage.

Il n'est donc pas admissible de calculer la vitesse moyenne et, par suite, le débit, en partant de la vitesse mesurée en un seul point de la section.

91. Pulsations

Afin de déceler des pulsations éventuelles de la vitesse de l'eau, on utilisera des moulinets qui donnent un contact tous les 20 tours, ou, mieux encore, tous les 10 tours.

91. Interprétation des résultats

L'interprétation des mesures aux moulinets se fera graphiquement par planimétrie; un contrôle arithmétique est cependant recommandable.

L'emploi de papiers millimétriques n'est pas recommandable à cause de l'imprécision et de l'irrégularité de l'impression. On tiendra compte, d'autre part, du retrait du papier, surtout lors de contrôles ultérieurs d'après héliographies.

Le planimètre utilisé sera contrôlé; on se servira de préférence d'un planimètre linéaire, à galets et guidages.

Les échelles seront choisies de telle sorte que le degré de précision de l'intégration graphique soit au moins aussi élevé que celui de la mesure des temps, longueurs, profondeurs et vitesses.

L'expérience a démontré que les échelles les mieux appropriées sont celles qui donnent des diagrammes de surface voisine du carré et d'environ 150 à 200 mm de côté.

93. Zone périphérique

L'allure de la vitesse dans la zone périphérique s'obtient en traçant un arc de cercle tangent à la paroi et à la courbe des vitesses au dernier point de mesure (fig. 26).

Il s'agit d'une simplification admissible par rapport à la loi de la puissance $1/7$.

94. Succession des intégrations

La première intégration se fera sur la droite (verticale ou horizontale) le long de laquelle les vitesses auront été relevées. S'il s'agit d'un relevé selon la verticale, le débit se calculera en conséquence d'après la formule (figure 27):

$$Q = \int_0^B dB \int_0^T v dt,$$

où B désigne la plus grande largeur de la section et T la profondeur de l'eau.

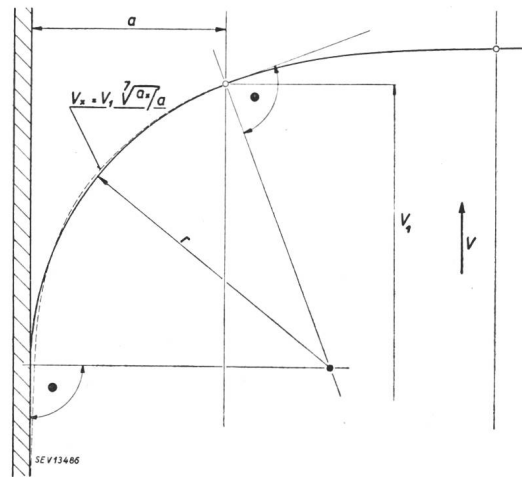


Fig. 26.

Allure de la vitesse dans la zone périphérique

- a Distance entre la paroi et l'axe du moulinet le plus rapproché
- v_1 Vitesse au point de mesure le plus rapproché de la paroi
- r Rayon de courbure de la courbe des vitesses

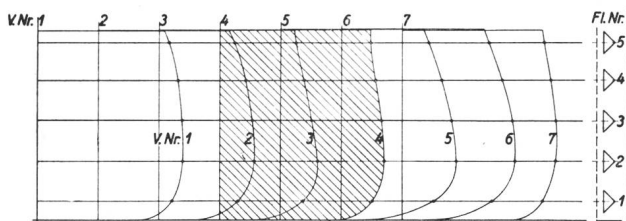


Fig. 27.

Exemple d'un jaugeage aux moulinets dans un canal de section légèrement trapézoïdale

5 moulinets par tige verticale. Mesure sur 7 verticales

95. Conduite forcée

L'interprétation des mesures se fera selon l'une ou l'autre des deux méthodes suivantes, c'est-à-dire en portant soit v en fonction de r^2 , soit $r \cdot v$ en fonction de r .

Les débits obtenus par ces deux méthodes ne doivent pas différer l'un de l'autre de plus de 1%. On admettra comme débit mesuré la moyenne des résultats des deux méthodes.

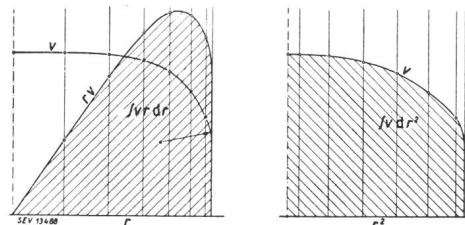


Fig. 28.

Jaugeage en conduite forcée

- A gauche: Interprétation avec rv en fonction de r
- A droite: Interprétation avec v en fonction de r^2

Dans le voisinage de la paroi, la vitesse v en fonction de r^2 a l'allure d'une ellipse, ce qui correspond à un cercle, si l'on porte v en fonction de r (fig. 28).

96. Jaugeage par intégration directe

La méthode d'intégration directe, c'est-à-dire celle qui consiste à déplacer les moulinets à vitesse constante de façon qu'ils balayent toute la section de jaugeage, se heurte à certaines difficultés et exige des dispositifs très coûteux; elle n'offre pas d'avantages par rapport à un jaugeage aux mou-

linets selon les procédés courants et n'est donc pas recommandable.

c) Déversoir

97. Application

Le déversoir convient pour la mesure de débits faibles et moyens.

98. Déversement parfait

Le déversoir doit être aménagé de telle sorte que, même aux plus grandes charges sur la crête, le déversement soit parfait. La hauteur de retombée s_1 doit donc être suffisante pour que la lame déversante soit complètement dénoyée à l'aval du déversoir, c'est-à-dire pour qu'il existe entre elle et la paroi du déversoir un espace d'air, dans lequel règne une pression à peu près égale à la pression atmosphérique [Lit. 1].

99. Limites d'application

Les limites suivantes concernant les dimensions du déversoir devront être respectées:

$$\left. \begin{array}{l} \text{Largeur du déversoir } b \geq 0,25 \text{ m} \\ \text{Hauteur de la paroi du déversoir } s \geq 0,30 \text{ m} \end{array} \right\} \text{ [Lit. 1]}$$

Les valeurs limites se rapportant à d'autres grandeurs, par ex. à la charge h sur la crête du déversoir, figurent au chapitre relatif aux coefficients de déversoir.

En respectant ces limites on reste dans le domaine d'utilisation des déversoirs tel qu'il a été exploré par les expérimentateurs.

100. Déversoir rectangulaire sans contraction latérale

On utilisera ce type de déversoir de préférence à tous les autres; c'est celui qui possède les bases expérimentales les plus solides et qui donne les résultats les plus sûrs.

101. Déversoir rectangulaire avec contraction latérale

S'il n'est pas possible d'utiliser un déversoir sans contraction latérale, on se servira du déversoir rectangulaire avec contraction latérale.

Ce sera notamment le cas lorsque l'aménagement d'un dispositif d'aération suffisant est malaisé ou lorsque les parois du canal de fuite ne sont pas lisses, ce qui se présente assez fréquemment dans les installations à haute chute.

L'emploi d'un déversoir avec contraction latérale peut se justifier aussi lorsqu'il permet d'augmenter la charge sur la crête, ce qui favorise la précision des mesures.

102. Formes spéciales du déversoir

Les déversoirs de forme spéciale,

en V, circulaire, ou autres,

ne s'emploient que dans des cas particuliers; ils devront toujours être étalonnés dans les conditions d'exploitation de l'usine.

103. Emplacement du déversoir

Le déversoir sera disposé de préférence dans le canal d'amenée. Si cela n'est pas possible et qu'on l'installe dans le canal de fuite, il faudra qu'il soit suffisamment éloigné de la sortie de la turbine, pour que l'eau ait pu se débarrasser des bulles d'air avant d'atteindre le déversoir.

104. Canal de mesure, à l'amont du déversoir

Le canal, à l'amont du déversoir, et sur une longueur d'au moins 20 fois la charge maximum sur la crête, doit être rectiligne, de section constante, à parois lisses, verticales et parallèles, le radier étant horizontal.

105. Canal de fuite, à l'aval du déversoir

Le niveau de l'eau, à l'aval du déversoir, devra être situé au moins à 0,3 m ou à 0,5 h_{max} en dessous de l'arête du déversoir (déversement parfait, voir chiffre 98)

$$s_1 \geq 0,5 h_{max} \geq 0,3 \text{ m} \quad (\text{fig. 29})$$

106. Installation

Le déversoir à contraction latérale doit être disposé symétriquement, le milieu de l'échancrure coïncidant avec l'axe du canal (fig. 30).

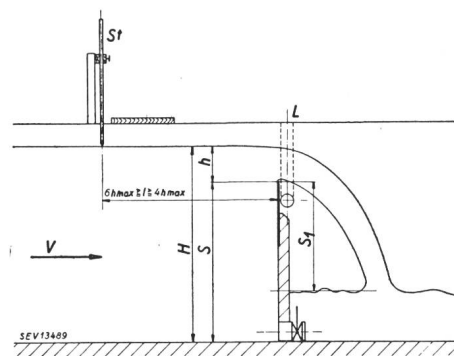


Fig. 29.

Déversoir sans contraction latérale

s Hauteur du déversoir, h Charge sur la crête, H Hauteur d'eau à l'amont du déversoir, s_1 Hauteur de retombée, à l'aval du déversoir, St Limnimètre à pointe, L Conduite d'aération

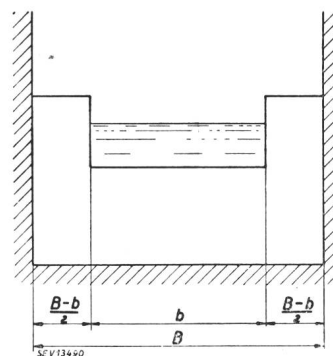


Fig. 30.

Déversoir avec contraction latérale

Echancrure de largeur b disposée symétriquement par rapport à la largeur B du canal

107. Paroi du déversoir

La paroi du déversoir sera disposée perpendiculairement au fond et aux parois du canal; son parement amont devra être absolument lisse et uni, et ne présenter aucune aspérité quelconque (fig. 29).

Il est recommandé de prévoir à la base du déversoir une ouverture de vidange.

108. Crête du déversoir

La partie supérieure du déversoir doit être métallique; elle sera exécutée exactement comme l'indique la figure 31 [Lit. 1].

L'arête déversante doit être vive; il en sera de même des arêtes latérales des déversoirs à contraction latérale qui seront exécutées conformément à la figure 31.

Afin d'éviter tout danger de rouille, il est recommandé d'exécuter les arêtes en métal inoxydable, en acier inoxydable ou, en laiton, par exemple.

109. Aération du déversoir

L'aération doit être suffisante pour que règne, en dessous de la nappe déversante, une pression voisine de la pression atmosphérique.

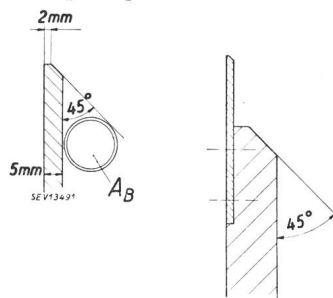


Fig. 31.

Croquis de la partie supérieure du déversoir

Aménagement de l'arête du déversoir et position de la section d'aération A_B

La section des orifices d'aération de la nappe devra être d'au moins $\frac{1}{2} \%$ du produit $B \cdot s_1$ (fig. 29 et 31).

110. Régularisation de l'écoulement

L'écoulement de l'eau, en amont du déversoir, devra être aussi tranquille et régulier que possible. On prévoira au besoin des dispositifs de régularisation appropriés, tels que grilles, filtres, radeaux, etc. (voir également fig. 13).

111. Répartition des vitesses

La répartition des vitesses en amont du déversoir doit être régulière sur toute la section (fig. 32).

Des courants de fond ou de surface nettement caractérisés ou une arrivée d'eau asymétrique sont inadmissibles et doivent être corrigés par l'emploi des dispositifs prévus sous chiffre 110.

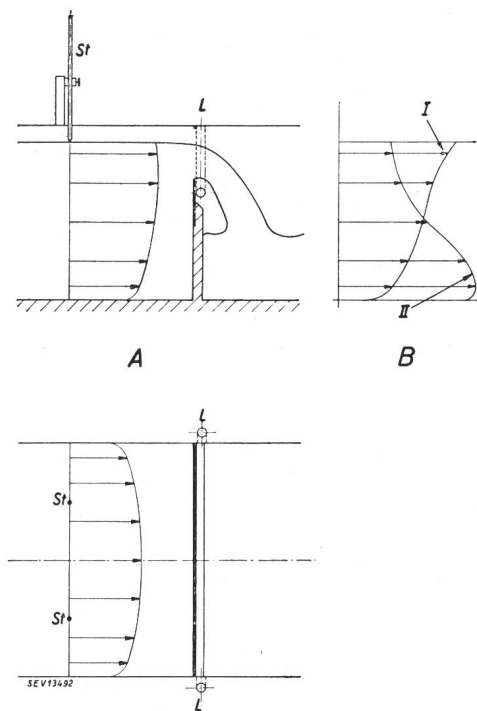


Fig. 32.

Répartition des vitesses en amont du déversoir

- A Répartition convenable des vitesses
 B Répartition défavorable des vitesses
 I Ecoulement de surface
 II Ecoulement de fond
 St Limnimètre à pointe. L Conduite d'aération

La répartition des vitesses, à l'amont du déversoir, sera contrôlée à l'aide d'un moulinet, avant les essais.

112. Charge sur la crête

La mesure de la charge h sur la crête doit se faire à une distance du déversoir égale au moins à $4 h_{max}$ et au plus à $6 h_{max}$.

Le nombre des points de mesure de h , sera choisi comme suit:

pour $B < 1$ m	1 point de mesure
pour $1 \text{ m} < B < 2$ m	2 points de mesure
pour $2 \text{ m} < B < 6$ m	3 points de mesure
pour $B > 6$ m, au moins	4 points de mesure

Les points de mesure seront répartis régulièrement sur toute la largeur du canal. Pour le calcul du débit on prendra la moyenne arithmétique de toutes les mesures.

113. Dispositif de mesure

Pour la mesure de la charge sur la crête, on se servira de préférence de limnimètres à pointe (fig. 29). Si l'on se sert de tubes piézométriques ou de flotteurs dans un puits séparé, la liaison de ces dispositifs avec le canal devra être particulièrement soignée (fig. 33). Les échelles limnimétriques fixes ne sont pas admises, en raison de l'imprécision des lectures.

114. Repérage du zéro du limnimètre

Le zéro du limnimètre doit être repéré avec le plus grand soin et contrôlé avant et après les essais.

On pourra procéder comme suit:

- A sec, au moyen d'un niveau à lunette ou d'une latte et d'un niveau à bulle (fig. 34);
- En eau morte, en partant du niveau de l'eau en amont du déversoir et en déterminant l'influence du ménisque au moyen d'une équerre et d'une jauge à lames (fig. 35).

115. Calcul du débit

Si les prescriptions ci-dessus concernant le déversoir, le canal et la répartition des vitesses ont été observées, le débit pourra être calculé à l'aide de l'une des formules de déversoir ci-dessous indiquées, dont le choix devra, si possible, être arrêté déjà à la commande.

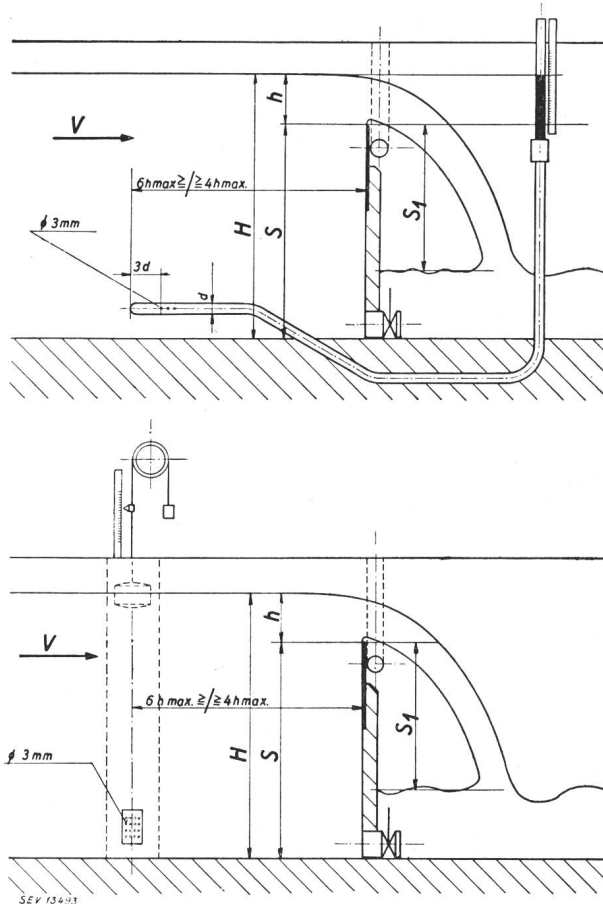


Fig. 33.

Dispositifs de mesure de la charge h sur l'arête déversante
 en haut: piézomètre avec tubulure horizontale de mesure de la pression
 en bas: puits latéral à flotteur, avec crépine en tôle perforée

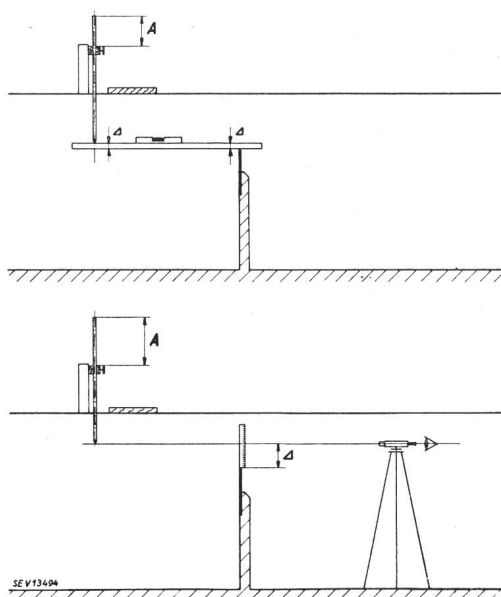


Fig. 34.

Relevé du déversoir

Repérage du zéro du limnimètre à pointe à l'aide d'un niveau à bulle d'air (en haut) ou d'un niveau à lunette (en bas)

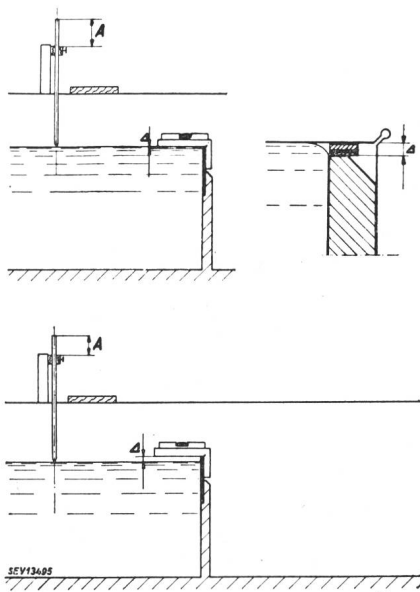


Fig. 35.

Relevé du déversoir

Repérage du zéro du limnimètre à pointe, en eaux mortes, à l'aide du niveau de l'eau
 en haut: mesure du ménisque
 en bas: mesure du niveau abaissé

116. Formule générale pour le calcul du débit

La formule générale pour le calcul du débit d'un déversoir est, selon Du Buat-Poleni:

$$Q = \frac{2}{3} \mu b h \sqrt{2gh}$$

117. Coefficient de débit selon la SIA pour déversoir sans contraction latérale [Lit. 1]

Pour les déversoirs sans contraction latérale, le coefficient de débit, μ , doit être calculé selon la formule suivante, établi par la Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes (SIA):

$$\mu = 0,615 \left(1 + \frac{1}{h + 1,6} \right) \left[1 + 0,5 \left(\frac{h}{h + s} \right)^2 \right]$$

Dans cette formule, la charge h sur la crête et la hauteur s de la paroi du déversoir doivent être introduites en mm. Les valeurs de h et de s devront être comprises dans les limites suivantes:

$$\begin{aligned} \text{Charge sur la crête} & 25 \leq h \leq 800 \text{ mm} \\ \text{Hauteur de la paroi du déversoir} & s \geq 300 \text{ mm} \\ & h/s \leq 1 \end{aligned}$$

118. Formule de Rehbock (1929) pour déversoir sans contraction latérale [Lit. 2]

La formule simplifiée de Rehbock conduit pratiquement aux mêmes résultats:

$$Q = \left(1,782 + 0,24 \frac{h_e}{s} \right) b h_e \sqrt{h_e}$$

où h_e est la charge fictive sur la crête donnée par:
 $h_e = h + 0,0011 \text{ m.}$

Ces valeurs correspondent à un coefficient μ , à introduire dans la formule générale sous chiffre 116, donné par:

$$\mu = \left(0,6035 + 0,0813 \frac{h_e}{s} \right) \frac{h_e}{h} \sqrt{\frac{h_e}{h}}$$

119. Coefficient de débit selon la SIA pour déversoir avec contraction latérale [Lit. 1]

Pour le déversoir avec contraction latérale, le coefficient de débit doit être calculé selon la formule suivante, établie par la Société Suisse des Ingénieurs et des Architectes:

Dans cette formule, la charge h sur la crête et la hauteur s de la paroi du déversoir doivent être introduites en mm. Les

$$\mu = \left[0,578 + 0,037 \left(\frac{b}{B} \right)^2 + \frac{3,615 - 3 \left(\frac{b}{B} \right)^2}{h + 1,6} \right] \cdot \left[1 + 0,5 \left(\frac{b}{B} \right)^4 \left(\frac{h}{h + s} \right)^2 \right] \quad (\text{fig. 30})$$

valeurs de h et s devront être comprises dans les limites suivantes:

$$\text{Charge sur la crête} \quad \frac{25}{\left(\frac{b}{B} \right)} \leq h \leq 800 \text{ mm}$$

$$\text{Hauteur de la paroi du déversoir} \quad s \geq 300 \text{ mm}$$

$$h/s \leq 1$$

$$0,3 \leq \left(\frac{b}{B} \right) \leq 0,8$$

Si, dans ces équations, on fait $b = B$, on retrouve les formules applicables au déversoir sans contraction latérale.

d) Réservoir étalonné**120. Généralités**

La mesure du débit à l'aide d'un réservoir étalonné est rarement applicable aux essais de réception des turbines, ces réservoirs n'étant généralement utilisables que pour des débits relativement faibles.

121. Précision

A côté de la méthode des pesées, le jaugeage par réservoir étalonné demeure la méthode de mesure des débits la plus précise, à condition toutefois que le volume du réservoir soit adapté à l'importance du débit et que la capacité du réservoir puisse être déterminée avec exactitude.

122. Recommandations générales

On tiendra compte, lors des essais, des éléments suivants: Déformation des parois du réservoir et, notamment s'il s'agit de réservoirs à demeure, pluie, évaporation, vent, apports et fuites visibles ou non (sources, inéanchéité, rives fissurées).

123. Forme du réservoir

Les réservoirs étalonnés doivent répondre aux exigences suivantes (fig. 36):

a) Les parois des réservoirs transportables ne doivent pas être déformables; il est préférable de se servir de réservoirs cylindriques.

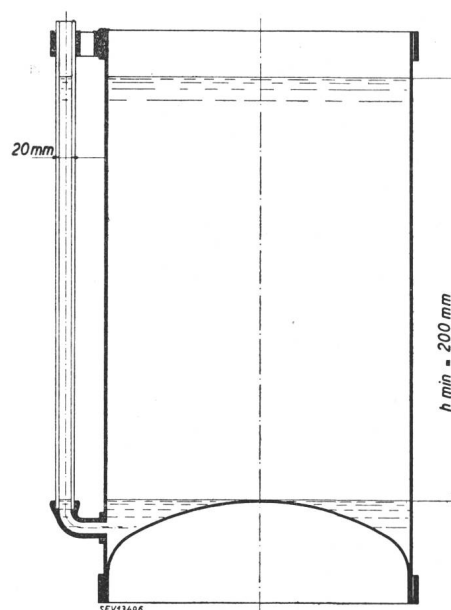


Fig. 36.

Relevé du réservoir étalonné

Forme normale d'un réservoir de mesure transportable et disposition du tube piézométrique

b) La forme des réservoirs fixes dépend des conditions locales; les dimensions de ces réservoirs seront relevées d'une manière très précise, de façon à établir exactement la loi de leur capacité en fonction de la cote du niveau de l'eau.

c) La détermination du volume est très simple quand il s'agit de réservoirs à section horizontale constante à tous les niveaux, surtout si cette section est circulaire.

124. Etalonnage

La capacité des réservoirs transportables doit être déterminée à la fois par pesée de l'eau et par relevé de leurs dimensions. On adoptera la moyenne obtenue par ces deux méthodes.

S'il s'agit de réservoirs fixes, on devra généralement se contenter d'en relever les dimensions; mais il faudra également tenir compte des apports et des fuites (inétanchéité).

125. Mesure

Le relevé du niveau, dans les réservoirs transportables, se fera à l'aide de piézomètres d'un diamètre intérieur d'au moins 20 mm (fig. 36).

Ce relevé, s'il s'agit de réservoirs fixes, pourra se faire aussi au moyen de flotteurs ou de limnimètres à pointe.

Si les réservoirs sont de grande section, le niveau de l'eau devra être relevé au moins en deux endroits.

126. Limites d'emploi

La différence de niveau h_{min} et la durée d'observation correspondante t_{min} doivent atteindre au moins les valeurs suivantes:

$$\begin{aligned} h_{min} &= 200 \text{ mm} \\ t_{min} &= 100 \text{ s.} \end{aligned}$$

Si, par suite des conditions locales, l'une de ces exigences ne peut pas être satisfaite, les essais seront renouvelés jusqu'à ce que l'erreur moyenne de la moyenne arithmétique de toutes les mesures individuelles ne dépasse pas $\pm 1\%$. (Voir chiffre 143.)

e) Méthode des pesées

127. Généralités

En pratique, cette méthode, qui consiste à peser l'eau utilisée est d'un emploi encore plus restreint que le jaugeage par réservoir étalonné.

128. Précision

La mesure du débit par la méthode des pesées donne les résultats les plus précis. La durée de la mesure t_{min} doit être d'au moins 100 s.

f) Tuyères de turbines

129. Généralités

[Lit. 3]

Les tuyères des turbines à action sont actuellement presque toutes normalisées; les constructeurs de turbines en ont généralement relevé les courbes d'étalonnage par de nombreux essais effectués dans leurs laboratoires (fig. 37).

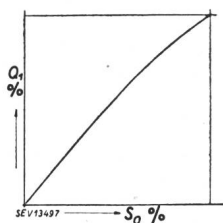


Fig. 37.

Courbe du débit Q_1 d'un injecteur de turbine Pelton en fonction de la course s_0 du pointeau

Q_1 débit par mètre de hauteur de chute

C'est pourquoi, et pour peu que l'on connaisse encore l'influence exercée par la valeur absolue de la chute sur le débit spécifique Q_1 de la tuyère et que le pointeau et la tuyère soient à l'état neuf, le débit pourra dans bien des cas être

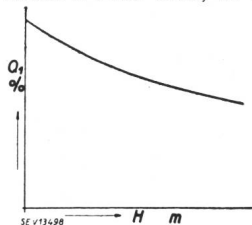


Fig. 38.

Influence de la chute nette H sur le débit Q_1 d'un injecteur de turbine Pelton, pour une position constante s_0 du pointeau

déduit avec une précision suffisante, de la simple mesure de la course du pointeau et de la pression (fig. 38).

Des essais comparatifs ont démontré que l'erreur est inférieure à $\pm 1\%$.

g) Ecran mobile

130. Généralités

La mesure du débit à l'aide d'un écran mobile n'est appliquée, sauf cas exceptionnels, que dans les laboratoires d'essai, car elle exige des dispositifs relativement coûteux.

131. Dispositif de mesure

L'écran mobile ne doit être utilisé que dans un canal rectiligne, long, de section constante, dans lequel il sera possible de réserver des parcours suffisants pour le démarrage et l'arrêt de l'écran.

Le chariot portant l'écran mobile doit être léger, bien suspendu et aisément mobile. L'interstice entre l'écran et les parois du canal ne devra pas dépasser 5 mm.

Les niveaux de l'eau au début et à la fin du tronçon de mesure doivent être maintenus constants et seront relevés avec la plus grande précision. La vitesse du chariot sera enregistrée, à l'aide d'un chronographe, par des contacts régulièrement espacés.

132. Précision

L'écran mobile permet des mesures simples et rapides et donne des résultats précis; cette méthode peut être comparée à celle de la mesure par réservoir étalonné.

h) Compteur Venturi

133. Généralités

Le compteur Venturi ne doit pas être utilisé pour les essais de réception, car l'exactitude de ses indications dépend de son mode d'installation et, de surcroît, se modifie avec le temps.

On peut cependant en recommander l'emploi comme appareil de contrôle (enregistrement des débits), mais à la condition de l'étalonner sur place.

i) Tuyères et diaphragmes normalisés

134. Généralités

Même normalisés, les tuyères et les diaphragmes, comme les compteurs Venturi, sont d'un emploi malaisé, parce que leurs indications se modifient à la longue et, surtout, dépendent du mode d'installation. Ces appareils provoquent en outre une perte de charge continue, souvent inadmissible et toujours indésirable.

Lorsqu'ils sont étalonnés sur place à l'aide d'une méthode précise, ils peuvent servir au contrôle du débit, mais non pas aux essais de réception.

k) Sondes

135. Généralités

Malgré les perfectionnements apportés à leur construction, les sondes ne conviennent guère qu'aux essais en laboratoire, et ne sont que rarement utilisées en pratique.

L'inconvénient de ces appareils réside dans le fait que leurs indications sont fonction du carré de la vitesse de l'eau, de sorte qu'aux charges partielles leur précision diminue sensiblement. Les sondes conviennent donc avant tout aux mesures qualitatives et sont utiles, par exemple, pour relever l'allure de la vitesse dans les zones périphériques au voisinage des parois, etc.

Parmi les exécutions spéciales, il y a lieu de signaler la sonde sphérique, le tube «Cole-Pitot» et le «photo-flow».

l) Méthode d'Allen

136. Procédé

Si l'on injecte dans une conduite forcée une solution concentrée d'un sel, on modifie la conductibilité de l'eau. Le passage de l'écran de solution saline entraîné par l'eau est enregistré par des électrodes montées le long de la conduite. La vitesse de cet écran entre deux électrodes permet, compte tenu du volume de la conduite entre ces électrodes, de déterminer le débit.

137. Généralités

Jusqu'ici la méthode d'Allen n'a pas été l'objet d'expériences suffisamment nombreuses en Europe; les résultats

connus ne sont pas satisfaisants, du fait de la trop grande dispersion qu'ils accusent. Cette méthode n'est donc pas recommandable pour les essais de réception.

Le relevé exact des dimensions de la conduite entre les électrodes exige un arrêt prolongé de l'exploitation et les installations à prévoir sont coûteuses. On atteindra une précision satisfaisante avec une dépense du même ordre, en utilisant des moulinets, méthode bien connue et très développée en Europe.

m) Méthode de Gibson

138. Procédé

La méthode de Gibson ou du coup de bélier est basée sur le relevé de l'augmentation de la pression qui se produit dans la conduite forcée lors de la fermeture de la turbine.

Elle s'applique sous forme simple ou différentielle et n'entre en ligne de compte que pour les turbines alimentées par des conduites ou des canaux sous pression.

139. Généralités

Comme le procédé d'Allen, la méthode de Gibson exige un appareillage coûteux, et son application est compliquée. Elle n'offre pas d'avantages marqués par rapport au jaugeage par moulinets et n'a été jusqu'ici que peu expérimentée en Europe, aussi n'est-elle pas recommandable pour les essais de réception.

n) Titration

140. Procédé

La méthode par titration, dite aussi méthode chimique, consiste à mélanger à l'eau de la turbine un débit constant et déterminé de solution salée, d'une concentration connue. Le degré de concentration de l'eau motrice, dans une section suffisamment éloignée de la première, permet de calculer le débit de la turbine.

La mesure du degré de concentration peut se faire par voie chimique, électrique ou optique.

141. Généralités

Cette méthode n'est pas applicable aux essais de réception, car l'homogénéité du mélange de l'eau motrice et de la solution salée n'est pas contrôlable. On l'utilisera cependant lorsque l'emploi d'autres méthodes éprouvées est impossible en raison des conditions locales (débit des torrents).

o) Méthode thermométrique

142. Généralités

Cette méthode (développée par Barbillon) consiste à mesurer la différence de température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la turbine. Elle ne permet de mesurer qu'une fraction du rendement hydraulique; elle ne tient pas compte des pertes de charge dans les turbines à réaction, ni des pertes par ventilation et par glissement du jet entre les aubes dans les turbines Pelton, ni des pertes mécaniques dans les paliers, ni de celles dues au rayonnement, à la conduction et à la convection.

La différence des températures est d'ailleurs si faible que cette mesure présente de grandes difficultés pratiques.

Cette méthode n'est pas applicable aux essais de réception.

p) Détermination de l'erreur

143. Méthode [Lit. 1]

Si, pour une même charge de la turbine, on exécute plusieurs jaugeages, la précision des mesures sera donnée par le calcul de l'erreur moyenne.

Si le même débit a été mesuré n fois par le même procédé, en régime de stabilité parfaite, la simple moyenne arithmétique \bar{Q} de toutes les valeurs mesurées Q_i pourra être admise comme valeur probable du débit.

Si $Q_1, Q_2, Q_3 \dots Q_n$

sont les débits mesurés et n le nombre de ces débits, le débit moyen \bar{Q} est donné par:

$$\bar{Q} = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots + Q_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{n}$$

Si l'on désigne par $\Delta Q_i = Q_i - \bar{Q}$ les différences algébriques entre les valeurs mesurées Q_i et la moyenne arithmé-

tique \bar{Q} l'erreur absolue moyenne d'une mesure s'exprime par

$$\overline{\Delta q} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta Q_i^2)}{n-1}}$$

et l'erreur absolue moyenne de la moyenne arithmétique \bar{Q} par

$$\overline{\Delta Q} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta Q_i^2)}{n(n-1)}}$$

Exprimée en pourcents, l'erreur relative moyenne d'une mesure sera alors:

$$\psi_m = \pm 100 \cdot \frac{\overline{\Delta q}}{\bar{Q}}$$

et l'erreur relative moyenne de la moyenne arithmétique de toutes les mesures:

$$\varphi_m = \pm 100 \cdot \frac{\overline{\Delta Q}}{\bar{Q}}$$

II. Chute nette

a) Généralités

144. Nivellement

Les points fixes ou ceux qui servent de contrôle et de référence seront repérés par un nivellement et il est recommandable de les raccorder à des repères du nivellement national.

145. Nombre des lectures

Les lectures nécessaires pour la détermination de la chute nette doivent avoir lieu au moins toutes les deux minutes et au moins 10 fois pour chaque point de charge; la fréquence des lectures dépendra de la période des oscillations.

146. Vide

Pour déterminer la chute nette dans les turbines à réaction, il est nécessaire de mesurer le niveau de l'eau dans le canal de fuite. On ne tiendra pas compte, pour cette détermination, des indications du vide qui serait mesuré à l'entrée du tube d'aspiration.

Si, pour quelque motif que ce soit, ces indications sont tout de même relevées, il faudra s'assurer que la tubulure reliant le vacuomètre au tuyau d'aspiration soit constamment et complètement pleine ou d'air ou d'eau.

b) Mesures manométriques

147. Généralités

Si l'on dispose de deux conduites forcées (fig. 39), l'une alimentant la turbine, l'autre en pression, mais sans débit, on déterminera la chute nette par la différence des pressions dans ces deux conduites.

148. Section de mesure

On choisira la section de mesure de la pression, dans les conduites forcées, en tenant compte des observations suivantes (figure 40):

a) On évitera les prises de pression dans les points hauts comme dans les points bas de la conduite. Dans le premier cas, on risque l'introduction d'air dans la tubulure de liaison; dans le second cas, cette tubulure peut s'obstruer.

b) La prise doit se faire autant que possible sur un tronçon rectiligne et de section constante de la conduite; il est recommandable de prévoir deux prises.

c) Les prises piézométriques devront se trouver à une distance du coude amont le plus voisin au moins égale à 10 fois le diamètre de la conduite. Si le plan de symétrie du coude est vertical, on prévoira quatre prises situées aux deux extrémités de deux diamètres faisant un angle de 45° avec la verticale; s'il existe un coude en aval de la section de mesure, les prises seront disposées dans le plan de symétrie de ce coude.

d) Si l'écoulement est perturbé (par exemple par un coude amont situé à une distance de la section de mesure inférieure à 10 fois le diamètre de la conduite, ou par un coude aval suivant immédiatement cette section, ou par une

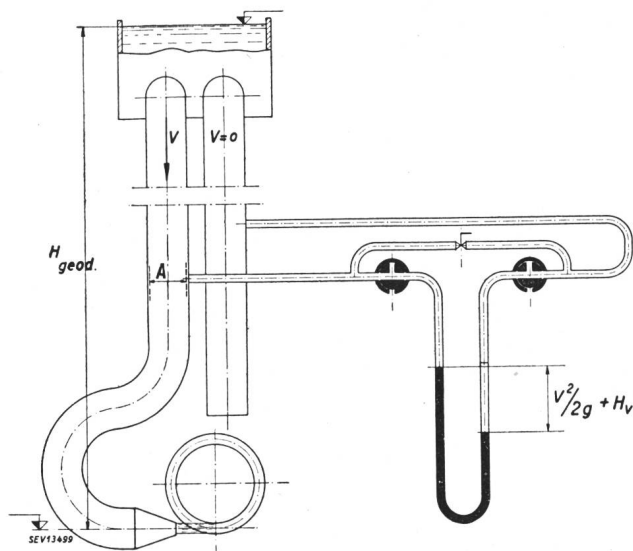


Fig. 39.

Mesure de la pression

Détermination de la pression effective en amont de la turbine, par comparaison avec la pression statique d'une conduite forcée à début nul

v Vitesse de l'eau dans la section de mesure A
 H_v Perte de charge dans la conduite forcée

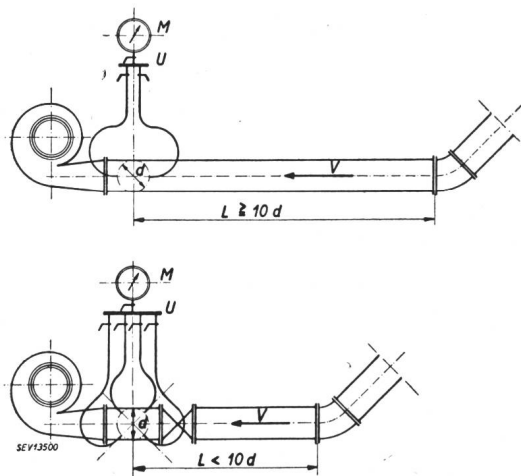


Fig. 40.

Mesure de la pression aux extrémités d'un ou de deux diamètres (suivant la disposition de la conduite forcée en amont de la section de mesure)

M Manomètre. U Collecteur reliant les tubulures de mesure
 d Diamètre intérieur de la conduite dans la section de mesure

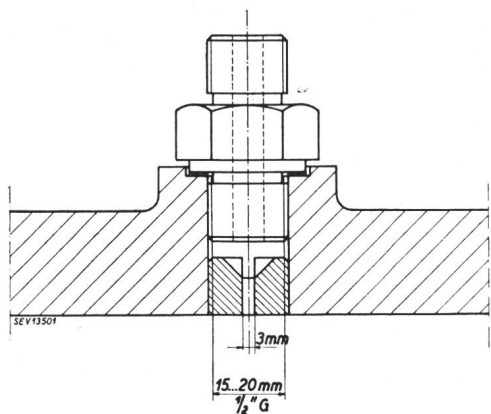


Fig. 41.

Mesure de la pression

Montage du diaphragme et raccordement de la tubulure de mesure

vanne-tiroir la précédant), il faudra prévoir quatre prises aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires l'un à l'autre.

149. Prises manométriques

Les prises manométriques seront exécutées comme suit (figure 41):

a) Le trou doit avoir son axe parfaitement normal à la paroi et déboucher sans bavure, ni chanfrein.

b) Ce trou aura 3 mm de diamètre. Les trous plus petits ont tendance à se boucher. Les trous plus grands donnent facilement lieu à des erreurs de mesure.

c) Pour le raccordement de la tubulure de liaison, il faut prévoir un filetage de 12 à 20 mm ou de $\frac{1}{2}$ " gaz.

150. Tubulures de liaison

On aura soin de veiller à ce que les tubulures de liaison, pendant l'essai, soient constamment remplies d'eau et exemptes de bulles d'air. On facilitera l'évacuation de l'air en donnant à la tubulure de liaison un tracé ascendant sur tout son parcours depuis la prise jusqu'au manomètre, dans le voisinage duquel se trouvera le robinet de purge. On évitera rigoureusement les points hauts.

Si l'on dispose de plusieurs prises, la pression sera mesurée individuellement pour chacune d'elles, même si ces prises sont reliées au manomètre par une conduite circulaire.

On introduira dans les calculs la moyenne de toutes les pressions individuelles mesurées.

151. Instruments

Le choix de l'instrument destiné à la mesure de la pression dépend des considérations suivantes:

a) A cause de la capillarité le diamètre intérieur des tubes en verre des *piézomètres*, sera de 20 mm au moins.

b) Pour les *manomètres à mercure*, le diamètre du tube de verre sera d'au moins 8 à 10 mm. Le mercure sera périodiquement bouilli. S'il s'agit de mesurer de faibles différences de pression, le mercure pourra être remplacé par du tétrachlorure de carbone CCl_4 , dont le poids spécifique sera déterminé avant et après l'essai au moyen de la pression fournie par une colonne d'eau. (Le CCl_4 est sensible aux variations de température).

c) A la place d'un tube en U à branches égales, on utilisera avec avantage un *pot muni d'un tube vertical*, d'une

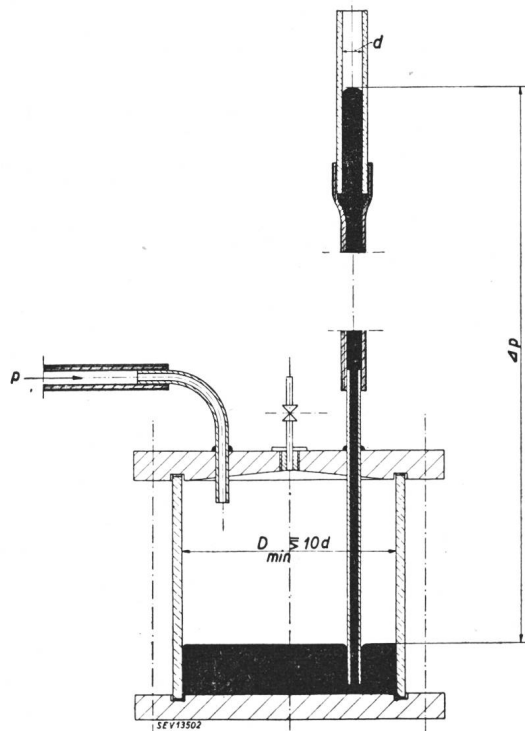


Fig. 42.

Mesure de la pression: pot à mercure avec tube vertical

p Tubulure d'arrivée de la pression

d Diamètre intérieur du tube en verre du piézomètre

Δp Différence de pression

construction analogue à celle d'un baromètre à mercure. Le diamètre intérieur du pot doit atteindre au moins dix fois le diamètre intérieur du tube vertical (fig. 42).

d) Pour les faibles pressions, on pourra faire usage d'un tube en U renversé, contenant du toluol, d'un poids spécifique γ de 0,867 kg/dm³ (fig. 43).

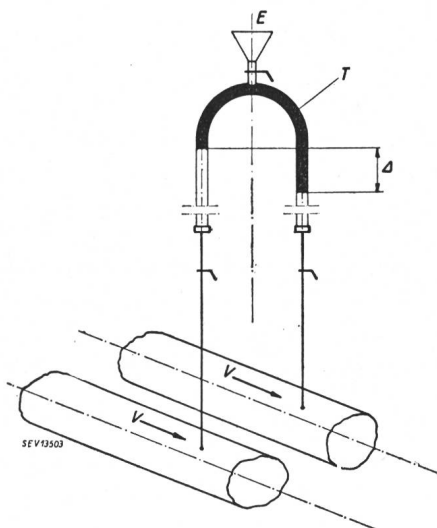


Fig. 43.

Mesure de faibles différences de pression

Tube en U renversé rempli d'un liquide de densité $\gamma < 1$
E Entonnoir de remplissage. T Toluol ($\gamma = 0,867$)

e) Les manomètres métalliques, par exemple du type Bourdon, devront obligatoirement être étalonnés avant et après les essais. Un manomètre métallique est dit de précision lorsque son aiguille, qui doit être de champ, prend constamment, pour la même pression, la même position de l'échelle. C'est entre 40 et 70 % de leur échelle que les manomètres métalliques donnent les indications les plus sûres.

152. Etalonnage

L'étalonnage des manomètres peut s'effectuer comme suit:

a) au moyen d'un manomètre étalon à poids, avant et après les essais,

b) par comparaison de ces indications avec la chute statique (chute géodésique pour $Q = 0$) avant et après les essais.

Ces deux méthodes d'étalonnage doivent être utilisées comme suit: la méthode a) fournit la caractéristique de l'instrument, la méthode b) donne la valeur absolue de ses indications.

153. Influence de la différence de pression barométrique et de la compressibilité de l'eau

Si la mesure de la pression se fait à l'aide d'un manomètre à poids, ou lorsque l'étalonnage des manomètres a été exécuté à l'aide d'un appareil à poids, la chute géodésique H_g doit être calculée comme suit, en partant de la pression H_g déterminée par le manomètre à poids:

$$H_w = H_g + \Delta B - \Delta G, \quad [\text{Lit. 4}]$$

où

$$\Delta B = k H_g \text{ en m,}$$

tient compte de l'influence de la différence des pressions barométriques entre le niveau d'amont et l'emplacement du manomètre,

$$\Delta G = \frac{1}{1000} \left(\frac{p}{2} \right)^2 \text{ en m,}$$

tient compte de l'influence de la compressibilité de l'eau (valable pour des températures de l'eau dans les limites usuelles),

H_w est exprimé en m,

$H_g = 10 p$ en m, où p , mesuré par le manomètre à poids, est exprimé en kg/cm².

Pour une altitude moyenne de l'emplacement du manomètre à poids, de 600 m au-dessus du niveau de la mer, le facteur k est égal à $\frac{1,1}{1000}$.

c) Niveaux libres

154. Emplacement de mesure

Les niveaux libres doivent être mesurés là où le courant est aussi tranquille que possible et exempt de perturbations locales; la mesure s'opère par des limnimètres à pointe.

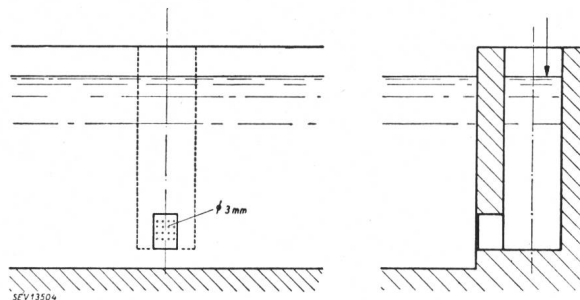


Fig. 44.

Mesure d'un niveau libre

Raccordement au puits de mesure, par crépine en tôle perforée

Si l'on est obligé d'avoir recours à des puits ou à des piézomètres, les prises seront aménagées d'une manière analogue à celles destinées aux mesures de la pression (fig. 44).

155. Niveau dans le canal de fuite

On mesurera, dans le canal de fuite, le niveau maximum général du plan d'eau, au besoin en plusieurs points de la largeur du canal.

Pour le calcul de la hauteur représentative de la vitesse, on tiendra compte, si plusieurs turbines débouchent dans le canal de fuite, de la largeur du canal attribuable à la turbine d'essai.

156. Dispositifs de mesure

Pour la mesure des niveaux libres, on évitera d'utiliser des échelles limnimétriques fixes.

On se servira de préférence, soit de limnimètres à pointe, soit d'un ruban métallique gradué terminé par un plateau suspendu (fig. 45).

III. Puissance de la turbine

a) Généralités

157. Méthode

Les méthodes suivantes sont applicables à la mesure de la puissance de la turbine.

Mesure directe:

Dynamomètre de torsion,

Frein (mécanique, hydraulique ou électrique).

Mesure indirecte:

Mesure de la puissance fournie par la génératrice.

Actuellement, la puissance de la turbine est presque toujours déterminée par la puissance utile fournie par la génératrice. La mesure par freinage direct ou par dynamomètre de torsion n'a lieu que dans des cas exceptionnels.

b) Rendement de la génératrice

158. Définition

La puissance utile est la puissance fournie aux bornes de la génératrice.

La puissance absorbée est la puissance à l'arbre de la génératrice.

Le rapport entre la puissance utile et la puissance absorbée donne le rendement de la génératrice.

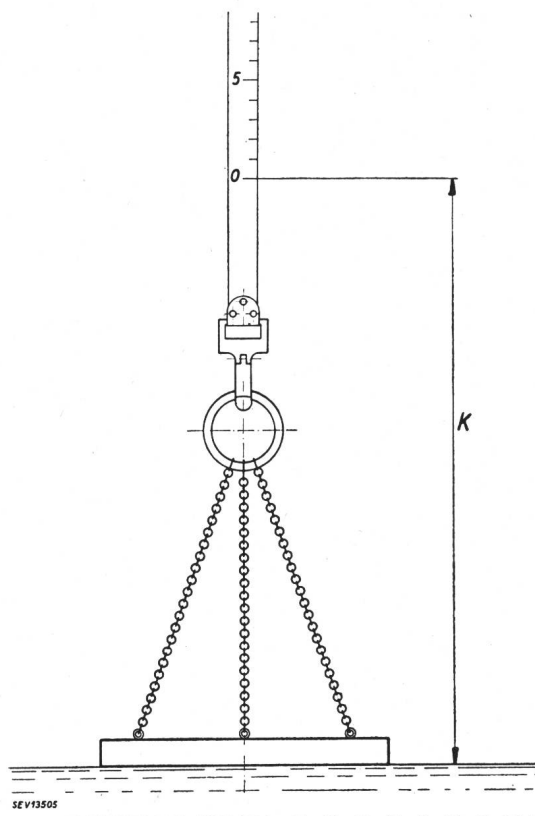


Fig. 45.

Mesure d'un niveau libre

Ruban d'acier gradué avec plateau suspendu

159. Pertes totales

Au sens des présentes Règles, on entend par pertes totales de la génératrice, la différence entre la puissance absorbée et la puissance utile.

160. Mesure des pertes

La mesure des rendements ou des pertes des alternateurs triphasés synchrones aura lieu conformément aux Règles de l'ASE pour les machines électriques (actuellement en élaboration; le chapitre VIII, §§ 42 à 52 du projet des Règles pour les machines synchrones, 2 (CT) 68, figurera dans un Appendice II aux présentes Règles).

c) Puissance aux bornes

161. Emplacement de mesure

La puissance utile sera mesurée directement aux bornes de la génératrice.

S'il n'est pas possible de procéder ainsi, la puissance mesurée devra être augmentée des pertes existant entre les bornes de la génératrice et l'emplacement de mesure.

162. Appareils de mesure

La puissance utile sera mesurée uniquement à l'aide d'un appareillage spécialement prévu dans ce but, qui ne comprendra que des appareils de précision, alimentés par des transformateurs de mesure de précision étalonnés. Cet appareillage devra être aménagé de manière à exclure toutes sources d'erreurs.

Si l'on dispose de quatre fils, la mesure du courant triphasé se fera par la méthode des trois wattmètres.

Les transformateurs de mesure devront servir exclusivement aux appareils prévus pour cette mesure.

Dans certains cas, on pourra utiliser des compteurs, qui, cependant, devront être étalonnés avec les transformateurs correspondants. En principe, les appareils à aiguille sont préférables aux compteurs.

La précision des shunts nécessaires à la mesure de courant continu d'intensité élevée étant d'environ $\pm 1\%$, il y a lieu dans ce cas d'élever de ± 2 à 3% la tolérance de mesure pour la turbine.

Les appareils de tableau et les transformateurs de mesure d'exploitation ne sont pas admissibles pour les essais de réception.

d) Freinage mécanique

163. Généralités

Pour le freinage mécanique d'une turbine, il s'agit essentiellement de déterminer avec précision les grandeurs suivantes:

Vitesse de rotation,
longueur du bras de levier du frein,
tare du frein.

164. Charge additionnelle

La charge additionnelle des paliers, causée par le poids et la charge du frein, ne sont imputables à la turbine.

Si la turbine est à axe vertical, le frein devra être suspendu sans que la suspension provoque une torsion.

On tiendra compte également de l'impulsion exercée par l'eau de refroidissement du frein.

165. Arbre secondaire

Le freinage mécanique sur un arbre secondaire entraîné par courroie ou par câble est dangereux et doit être par conséquent pros crit.

e) Puissances perdues

166. Régulateur

Si le régulateur est directement entraîné par la turbine, la puissance qu'il absorbe et qui intervient dans le calcul de la puissance de la turbine sera celle que le constructeur a garantie.

Pour juger du régulateur à ce point de vue, on pourra cependant mesurer cette puissance.

167. Volant

La perte par ventilation des volants nus peut se calculer approximativement à l'aide de la formule:

$$P_v = \frac{2}{10^6} D_a^2 v_a^3 \gamma_L \left(1 + 1,8 \frac{B}{D_a} \right)$$

où

P_v	est la perte par ventilation	en kW
D_a	le diamètre extérieur du volant	en m
v_a	la vitesse périphérique	en m/s
B	la largeur de la couronne	en m
γ_L	= env. 1,20, le poids spécifique de l'air	en kg/m ³

168. Pertes de transmission

La perte de puissance dans les organes de transmission sera au besoin déterminée, par une mesure séparée, dans les conditions de service existant lors des essais de la turbine.

On pourra déterminer les pertes dans les engrenages, etc., par la mesure de la quantité de chaleur évacuée par l'huile de graissage. Si cette méthode directe n'est pas applicable, on utilisera la méthode indirecte qui consiste à mesurer des différences de température dues à des puissances additionnelles connues et on extrapolera à la puissance additionnelle nulle [Lit. 5].

169. Divers

Afin de simplifier les essais et d'éviter toutes sources d'erreurs superflues, on débrayera si possible toutes les machines auxiliaires entraînées par l'arbre de la turbine, en les remplaçant si nécessaire.

Si cela n'est pas possible, la puissance absorbée par ces machines devra être déterminée soit séparément soit en bloc.

IV. Vitesse de rotation

170. Mesure électrique de la puissance (mesure indirecte)

Dans tous les cas où la vitesse de rotation ne sert pas directement au calcul de la puissance de la turbine, c'est-à-dire lorsque la puissance est mesurée électriquement aux bornes de la génératrice, on se contentera de relever la vitesse de rotation du groupe à l'aide d'un fréquencesmètre; il est cependant recommandé de procéder à un contrôle du fonctionnement du fréquencesmètre au moyen d'un tachymètre à main étalonné ou d'un tachygraphe.

171. Freinage (mesure directe de la puissance)

Si la puissance de la turbine est déterminée par freinage ou par un dynamomètre de torsion, on utilisera des tachymètres de précision.

La vitesse de rotation devra être mesurée aussi directement et simplement que possible. Si le régime stable est bien établi, on pourra se servir dans ce but d'un compteur combiné avec un chronomètre.

V. Variations de vitesse

172. Généralités

Les variations de vitesse lors des essais de réglage doivent être mesurées à l'aide d'un tachygraphe étalonné. On observera simultanément, si possible, le déplacement de l'organe de réglage.

VI. Variations de pression

173. Généralités

Les variations de pression lors des essais de réglage doivent être relevées à l'aide d'un manomètre enregistreur étalonné.

Si le manomètre ne peut pas être raccordé directement à la conduite forcée, la tuyauterie de raccordement devra être aussi courte que possible.

174. Instruments

Pour l'enregistrement de ces variations de pression, qui sont généralement rapides, il est préférable de se servir d'indicateurs à ressort; s'il s'agit de pressions élevées, le ressort aura une tension préalable.

Les manomètres métalliques ordinaires ne sont utilisables que pour des oscillations de pression à fréquence relativement faible.

La fréquence propre de l'instrument devra être au moins trois à quatre fois supérieure à la fréquence des oscillations de pression à mesurer.

S'il est fait usage de manomètres à aiguille à maximum, celle-ci devra être freinée de telle sorte que son élancement coïncide pratiquement avec l'indication de l'aiguille principale.

Appendice I

Liste des ouvrages et articles cités

- [Lit. 1] Die SIA-Normen für Wassermessungen bei Durchführung von Abnahmeversuchen an Wasserkraftmaschinen. Etablis par la Société suisse des ingénieurs et des architectes, Zurich, 1924.
- [Lit. 2] Rehbock, Th.: Wassermessung mit scharfkantigen Ueberfallwehren. Z. VDI t. 73 (1929), p. 817ff.
- [Lit. 3] Gerber, H.: Wassermessung in Freistrahlturbinenanlagen. Schweiz. Bauztg. t. 117 (1941), no. 14, p. 149...151.
- [Lit. 4] Dubs, R.: Die Bestimmung der geodätischen Höhen-differenz H durch Messung der Pressung p mit Gewichtsmannometer und Beobachtung des atmosphärischen Druckes p_a . Bull. ASE t. 35 (1944), no. 18, p. 499...505.
- [Lit. 5] Tobler, H.: Zur Inbetriebsetzung und Abnahme von Kraftmaschinen. Escher Wyss Mitt. t. 15/16 (1942/43), p. 170...172.

Autre bibliographie

- Allen, G. M., et Taylor, E. A.: The salt velocity method of water measurement. Trans. Amer. Soc. Mech. Engrs. t. 14 (1923).
- Braun, W.: Messung strömender Wassermengen auf chemischem Wege. Dissert. Techn. Hochschule München, 1924.
- Dietrich, W.: Wassermessungen mit Ueberfall in der Zentrale Handeck der Kraftwerke Oberhasli. Schweiz. Bauztg. t. 99 (1932), no. 1, p. 1...4, no. 2, p. 20...22, no. 3, p. 39.
- Gibson, N. R.: The Gibson method and apparatus etc. Conférence présentée à l'Assemblée annuelle de l'Amer. Soc. Mech. Engrs., du 3 au 6 décembre 1932.
- Hailer, R.: Fehlerquellen bei der Ueberfallmessung. Mitt. Hydr. Inst. Techn. Hochschule München, livraison 2, p. 65 ff., livraison 3, p. 1 ff.
- Henn, W.: Grundlagen der Wassermessung mit dem hydro-metrischen Flügel. VDI-Forschungsheft 389, édition B, t. 8 (1937), juillet/août.
- Kirschmer, O.: Vergleichs-Wassermessungen am Walchenseewerk. Z. VDI t. 74 (1930), p. 521...528, 740ff.
- Kirschmer, O., et Esterer, B.: Die Genauigkeit einiger Wassermessverfahren. Z. VDI t. 74 (1930), p. 1499ff.
- Kirschmer, O.: Das Salzverdünnungsverfahren für Wassermessungen. Wasserkraft u. Wasserwirtsch. t. 26 (1931), no. 18, p. 213...221.
- Lütschg, O.: Ueber unsere letzten Erfahrungen mit dem Titrationsverfahren für Wassermessungen. Wasserkraft u. Wasserwirtsch. t. 23 (1928), no. 7, p. 97...104.
- Müller, K. E.: Die Salzgeschwindigkeits-Methode von Allen zur Wassermessung in Rohrleitungen. Schweiz. Bauztg. t. 87 (1926), no. 3, p. 41...44.
- Ott, L. A.: Wassermessung bei Wasserkraftanlagen (Flügel usw.). Tirage à part du Wasserkraftjahrbuch, année 1924. München, R. Pflaum, 1924.
- Ott, L. A.: Theorie und Konstantenbestimmung des hydro-metrischen Flügels. Berlin, J. Springer, 1925.
- Schoder, E. W., et Turner, K. B.: Precise weir measurements. Amer. Soc. Civil Engrs., Paper 1711.
- Stauss, A.: Der Genauigkeitsgrad von Flügelmessungen bei Wasserkraftanlagen. Berlin, J. Springer, 1926.
- Thoma, D.: Die Auswertung der Druckdiagramme von Gibson. Wassermessungen beim Auftreten von Nachschwingungen in der Rohrleitung. Mitt. Hydr. Inst. Techn. Hochschule München, livraison 6.