

**Zeitschrift:** Bulletin de l'Association suisse des électriciens  
**Herausgeber:** Association suisse des électriciens  
**Band:** 47 (1956)  
**Heft:** 21 [i.e. 23]  
  
**Rubrik:** Production et distribution d'énergie : les pages de l'UCS

### **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:** 18.01.2026

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

## Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

### Quelques réflexions sur la construction des usines de la Maggia

par A. Kaech, Locarno

621.311.21(494.55)

*Lors de l'inauguration des usines de la Maggia, le 29 septembre 1956, l'ingénieur en chef, M. A. Kaech, D<sup>r</sup> h. c., a fait quelques communications sur le projet et son exécution. Nous les reproduisons ci-après sous une forme légèrement raccourcie.*

*Les données principales de l'aménagement sont connues. On peut donc se dispenser de les répéter et les remplacer par quelques considérations sur l'importance de ces chiffres. L'ingénieur chargé de l'étude du projet et de la direction des travaux le fait ici en citant quelques-uns des problèmes qui se sont posés et en indiquant comment ils furent résolus. L'auteur termine par une brève comparaison avec d'autres aménagements semblables qui permet de juger dans un cadre plus large de la valeur technique et économique des installations de la Maggia.*

*Anlässlich der Kollaudation der Maggia-Kraftwerke am 29. September 1956 machte der Oberbauleiter, Herr Dr. h. c. A. Kaech, einige Mitteilungen über das Projekt und die Ausführung dieses Bauwerkes, die wir hier mit einigen wenigen Kürzungen wiedergeben.*

*Die Hauptdaten des Werkes sind aus der Fachliteratur bekannt. Es wird deshalb hier auf die Bedeutung eingegangen, welche diesen Zahlen zukommt. Diese geschieht, indem der Ingenieur, der mit den Projektstudien und der Bauleitung beauftragt war, Aufschluss gibt über einige Probleme, die sich dabei stellen, und wie sie gelöst wurden. Ein kurzer vergleichender Hinweis auf andere, ähnliche Anlagen erlaubt, die technische und wirtschaftliche Bedeutung des Maggiawerkes in einem weiteren Rahmen zu beurteilen.*

#### 1.

Il y a huit ans, au mois d'août, le chef du Département des constructions du Canton du Tessin nous demandait d'examiner dans un *avant-projet* s'il était possible d'aménager les forces hydrauliques du bassin de la Maggia et de ses affluents de manière telle que leur *exploitation présente un réel intérêt pour l'économie électrique suisse, tant au point de vue de la production d'énergie qu'à celui de la sécurité d'exploitation.*

A l'époque on savait déjà que, par rapport à d'autres contrées de Suisse, les *précipitations* étaient extraordinairement fortes dans le bassin de la Maggia; celles-ci n'atteignent pas seulement en montagne une hauteur de 2 m environ par an, mais aussi dans le bas; à Brissago, par exemple, ce chiffre dépasse 2 m. On savait également que les pluies étaient souvent très concentrées (20 cm et, par endroits, jusqu'à 30 cm en 24 heures) et que la Maggia et ses affluents peuvent se transformer en torrents impétueux qui charrient d'énormes quantités de graviers. Cette nature sauvage s'est manifestée tout particulièrement lors de la destruction du pont de chemin de fer sur la Maggia, en amont du cañon de *Ponte Brolla*, en août 1951; le pont

métallique, dont les poutrelles inférieures sont pourtant à 15 m au-dessus du niveau normal de la rivière, a été soulevé et emporté par les flots. Le projet devait donc tenir compte de cette nature impétueuse tant au point de vue des ouvrages de génie civil que de la sécurité d'exploitation; il fallut imaginer de nouvelles méthodes et créer des constructions spéciales pour les prises d'eau.

Le régime hydraulique étant extrêmement variable, il aurait été impossible d'obtenir une production d'énergie suffisamment constante sans accumulation à haute altitude. Des études antérieures avaient déjà fait ressortir quelques possibilités d'accumulation, mais les conditions géologiques de ces bassins n'étaient pas suffisamment éclaircies. Les reconnaissances effectuées par les ingénieurs et les géologues montrèrent rapidement qu'il existait sur l'*alpe de Sambuco*, à 1400 m d'altitude environ, un emplacement favorable pour l'aménagement d'une grande retenue et, qu'à l'ouest, d'autres emplacements situés entre le Cristallina et le Basodino se prêtaient également à la construction de barrages (bassins d'accumulation de *Naret* et de *Cavagnoli*, de 100 GWh de capacité chacun; bassin de compensation de *Robiei*).

Les vallées latérales abruptes qui font suite à ces bassins jusqu'aux environs de Bignasco, au confluent des vallées principales de Lavizzara et de Bavona (chutes de 1000 m entre Sambuco et Bignasco, et de 1800 m entre Naret-Cavagnoli et Bignasco), offraient des possibilités relativement simples de concentrer les chutes en quelques paliers, en appliquant les méthodes modernes de construction avec usines souterraines mises en œuvre pour la première fois à Innertkirchen. Toutefois, l'adaptation à la nature, c'est-à-dire la recherche de roches favorables pour les galeries et d'emplacements à l'abri des chutes de pierres et des avalanches pour les chantiers, exigèrent un grand nombre de reconnaissances. De même, des calculs laborieux furent nécessaires pour trouver la solution la plus économique; il fallut comparer entre elles quatorze variantes.

Dans la partie inférieure de la vallée, longue de 30 km, entre Bignasco et le Lac Majeur, la pente moyenne est de 0,9 ‰, soit le huitième ou le douzième de ce qu'elle mesure dans les vallées en amont de Bignasco. C'est peut-être la principale raison pour laquelle les projets antérieurs d'aménagement de la Maggia n'ont pas pu être réalisés. Amener l'eau sur une telle distance par des galeries sous pression était une solution par trop onéreuse. Toutefois, le débit provenant des usines des paliers supérieurs, augmenté des débits des affluents de la rive droite de la Maggia, était susceptible de fournir une quantité d'énergie égale à 500 millions de kWh sous une chute de 270 m. Il fallait seulement trouver une solution économique. Nous n'y parvîmes qu'après avoir examiné s'il était possible de créer dans cette contrée, en un endroit approprié, un bassin intermédiaire de quelques millions de m<sup>3</sup> de capacité utile. De nombreuses reconnaissances aboutirent au choix d'un emplacement dans la gorge rocheuse creusée par la Melezza. L'endroit n'était pas idéal à tous les points de vue, mais il se prêtait à la construction d'un barrage avec une retenue de 4,8 millions de m<sup>3</sup> dont le remous atteignait juste la frontière suisse. Cet heureux hasard a permis d'obtenir une disposition favorable pour l'aménagement de la partie inférieure de la vallée en un seul palier, l'usine étant située près de Verbano, au bord du Lac Majeur. Sur 80 % du parcours, l'eau peut être amenée presque en ligne droite par une *galerie à écoulement libre*, dans laquelle il est facile de détourner les affluents de la rive droite de la Maggia captés à l'aide de prises d'eau de construction simple et robuste. Le bassin de Palagnedra a une capacité suffisante pour la décantation fine et pour l'exploitation en écluées. L'adduction d'eau du bassin de Palagnedra à la centrale de Verbano nécessite une galerie sous pression de 7450 m seulement. Restait à raccorder ce système sans perte de chute à la restitution du palier moyen. Grâce à la construction de centrales souterraines, il fut possible d'adapter le niveau de res-

titution du palier moyen à la cote maximum du lac de Palagnedra. Peu en dessus du village de Caveragno, on trouva un endroit favorable pour traverser avec la galerie d'adduction la vallée sauvage de la Bavona.

Je tiens à rappeler ici qu'une solution aussi favorable n'aurait pas été possible sans la conception moderne des centrales souterraines. Non seulement le grand public, mais aussi la plupart des spécialistes croient encore aujourd'hui que l'on loge les centrales dans des cavernes à cause du coût de la construction, ou pour les protéger de la rudesse du climat, des avalanches ou des chutes de pierres, ou encore par manque de place. Toute cela peut jouer en certain rôle, mais ce qui compte en dernier lieu, c'est que cette technique nouvelle offre une plus grande liberté dans la *disposition d'ensemble dans l'espace* et permet de réaliser des économies dont l'importance peut dépasser de beaucoup les différences de coût des centrales seules. La disposition du palier de Verbano, son raccordement au palier de Caveragno et la liaison entre ce dernier et celui de Peccia sont un exemple classique de ce que la technique moderne permet d'obtenir dans l'aménagement de forces hydrauliques, au point de vue de l'économie et de la sécurité d'exploitation.

Ces expériences, et le fait que, par nos études antérieures sur les forces hydrauliques du Tessin — parmi lesquelles se trouvent aussi des études sur l'aménagement du Brenno —, nous disposions d'une équipe homogène et bien entraînée d'ingénieurs et de géologues, nous ont permis de pousser les études sur les forces de la Maggia à tel point que, déjà au début de *décembre 1948*, nous pûmes remettre au Département des Constructions du Canton du Tessin un *avant-projet* accompagné d'un rapport comprenant également un devis de construction ainsi qu'une estimation des frais d'exploitation et du coût de l'énergie.

L'avant-projet a démontré qu'il était possible d'obtenir, par l'aménagement du bassin de la Maggia en deux ou trois étapes, une production annuelle d'énergie de plus d'un milliard de kWh et que par une première étape, celle de la zone Est (Sambuco, Peccia, Caveragno et Verbano) on pouvait déjà arriver au chiffre de 800 millions de kWh environ.

Cette étude montrait également comment *écouler vers les centres de consommation au nord des Alpes* les quantités d'énergie qui ne pourraient pas être absorbées au Tessin dans le proche avenir.

Sur l'initiative du Canton du Tessin, une *société d'études* fut fondée le *17 février 1949* par les entreprises qui sont aujourd'hui actionnaires de la Société des Forces Motrices de la Maggia. Le même jour, ladite société déposa sur la base de l'avant-projet une demande de concession pour l'utilisation de la Maggia et de ses affluents jusqu'au Lac Majeur. Les autorités tessinoises se saisirent immédiatement de cette demande et la concession fut accordée déjà le *10 mars 1949*.

L'acte de concession obligeait la société de réaliser d'un trait la première étape comprenant le bassin d'accumulation de Sambuco et les trois centrales de Peccia, de Caveragno et de Verbano, et de commencer les travaux sans tarder.

A la demande de la société d'études, nous avons dressé au cours des six premiers mois de 1949 le *projet définitif de la première étape* et présenté celui-ci en juin, avec un devis et un programme de construction détaillés. Après examen par les organes de la société, le projet fut jugé apte à servir de base pour la fondation d'une société par actions et pour l'exécution des travaux. Au début, des doutes furent exprimés quant au programme fixé. On se demandait s'il pourrait être respecté, surtout à cause de la longueur inusitée des galeries à percer. Celles-ci s'allongent en effet sur 88 km, avec un volume à déblayer de 1,1 million de m<sup>3</sup>, soit à peu près le volume des deux galeries du Simplon réunies. Ces doutes auraient été justifiés si l'on s'en était tenu aux méthodes primitives appliquées en Suisse jusqu'en 1945 pour le percement des galeries, avec les perforatrices manuelles permettant une avance de 80 à 130 m par mois dans la roche dure. Nous avions cependant déjà utilisé, lors de la construction de l'usine d'Innertkirchen en 1940, des perforatrices à avance automatique d'origine suédoise montées sur un bouclier, ainsi que l'injection par pompes du béton servant au revêtement de la galerie. En outre, lors du percement de la galerie Handeck-Gauli, l'entrepreneur Losinger avait essayé, à notre instigation, des chariots américains comportant plusieurs perforatrices à avance automatique sur berceaux. L'utilisation d'engins de ce genre permet non seulement de doubler au moins l'avance journalière mais aussi d'éliminer les conditions de travail presque inhumaines qui étaient de règle avec les perforatrices manuelles. De cette manière on peut aussi combattre les maladies qui frappent fréquemment les mineurs, en particulier la perfide silicose, la goutte, etc. bien plus efficacement que par des mesures administratives. De même, ces méthodes modernes facilitèrent grandement l'engagement des nombreux mineurs nécessaires pour le percement de longues galeries.

Les relevés géologiques détaillés, dont il fut amplement tenu compte pour l'établissement des tracés, la mécanisation poussée des travaux de forage et quelques autres mesures telles que par exemple l'utilisation de voûtes métalliques pour franchir rapidement les couches rocheuses instables et, finalement, le degré de perfection remarquable atteint ces dernières années par nos entreprises de constructions civiles offraient une garantie suffisante pour le maintien des délais très courts imposés par le programme.

Aujourd'hui nous pouvons constater avec satisfaction que notre optimisme n'a pas été trompé. Toutes les galeries furent percées dans les délais prévus, malgré les couches friables et les éboulis qu'il fallut traverser. Heureusement que des rencontres de ce genre furent relativement peu fré-

quentes et les distances à surmonter généralement assez courtes. En Suisse, et surtout au Tessin, il y a aujourd'hui nombre d'entreprises qui, grâce aux méthodes nouvelles, sont en mesure de percer de petites et même de très grandes galeries d'adduction d'eau à des prix tels qu'ils étaient pratiqués il y a 20 à 30 ans, et ceci malgré que les salaires aient plus que doublé depuis lors.

Les préparatifs pour la fondation de la société par actions occupèrent la seconde moitié de l'année 1949. Les autorités en cause ratifièrent le mode de financement et la participation à la société par actions si promptement que la *S. A. des Forces Motrices de la Maggia* put être fondée le 10 décembre 1949. Son domicile légal fut fixé à Locarno.

Avant cette date, les membres de la société d'études avaient accordé des crédits préliminaires pour l'exécution de quelques travaux d'approche. En été 1949 déjà, on entreprit d'améliorer les voies d'accès, on construisit des chemins et des téléphériques, et posa les premières lignes électriques pour l'alimentation des futurs chantiers. En outre, on passa commande pour les machines de la centrale de Verbano, afin que les constructeurs puissent les livrer à temps.

Fin avril 1950, on put adjuger aux entrepreneurs les premiers grands travaux: les galeries pour le palier de Verbano. Depuis ce moment, les adjudications se firent conformément au programme et les commandes pour l'équipement électromécanique furent passées au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Le 23 mars 1953, un peu moins de 3 ans après la mise en chantier, la centrale de Verbano était prête à fonctionner. La production d'énergie débuta avec deux groupes; les deux autres groupes suivirent en août. Pour les paliers de Caveragno et de Peccia, les premières galeries furent adjudgées en juillet 1952, les cavernes des centrales, les prises d'eau et les galeries d'adduction en juin 1953. La production d'énergie débuta le 13 juin 1955 à Caveragno et le 12 septembre de la même année à Peccia.

Le délai d'achèvement de l'ouvrage dans son entier dépendait de la durée de construction du barrage de Sambuco, avec ses 260 000 m<sup>3</sup> de déblais et son volume de 775 000 m<sup>3</sup>. L'adjudication des travaux eut lieu vers la mi-juillet 1951; l'achèvement et le premier remplissage complet étaient prévus pour l'automne 1957. Grâce aux installations de chantiers bien adaptées, aux conditions météorologiques très favorables de l'année 1954 et surtout à l'évacuation rapide de la chaleur de prise du béton par circulation d'eau dans un système de canalisation réparties dans le corps du barrage, celui-ci put être achevé une année avant le terme fixé et la cote maximum de la retenue atteinte au cours de l'été 1956.

Ce système de refroidissement appliqué ici pour la première fois en Suisse a permis d'obturer plus rapidement les joints de dilatation par des injec-



tions de ciment et d'élever le niveau de la retenue sans délai, au fur et à mesure de l'avancement du bétonnage.

Le barrage est extraordinairement étanche et son comportement statique, contrôlé à l'aide de trois pendules, est très satisfaisant. Les flèches mesurées sont conformes aux calculs; elles ne se sont plus modifiées depuis le moment où la cote maximum a été atteinte. Les déformations du corps du barrage et de son assise rocheuse ont donc déjà atteint leur valeur limite, ce qui est la meilleure garantie pour la sécurité à long terme de l'ouvrage.

Nous avons déjà dit, à propos des *excavations nécessaires pour les galeries, puits et cavernes*, qu'elles ont pu être menées à bonne fin dans les délais fixés ou, en partie, même en moins de temps, grâce à une préparation très soignée. Une expérience que nous avons faite lors du percement des galeries peut être d'un certain intérêt pour les ingénieurs spécialisés. Les températures de la roche constatées dans les galeries traversant des massifs élevés n'ont de loin pas atteint les valeurs maximum données par les calculs habituels. Elles n'ont pas dépassé 30 °C alors que selon les calculs on aurait dû s'attendre à des valeurs maximum comprises entre 40 et 44 °C. On a bien mesuré une fois une température de 32 °C, mais ce n'était pas dans une galerie profonde. C'était, contre toute attente, dans la galerie de déversement de la centrale de Caveragno, à une profondeur horizontale de 150 m et sous une épaisseur verticale de rocher de 250 m. Cet échauffement, localisé sur une longueur de 100 m environ, est vraisemblablement dû à une source chaude coulant à faible distance dans le rocher.

Des pronostics sur la température de la roche dans les grands tunnels de base, tels qu'on les pratiquait jusqu'à présent, c'est-à-dire à partir de la morphologie du massif à traverser et de quelques gradients de température dérivés de l'expérience, ont une valeur certaine; ils ne peuvent toutefois fournir que des chiffres approximatifs s'écartant parfois fortement de la réalité.

Quant aux *prises d'eau*, j'ai déjà signalé dans l'introduction que les conditions climatiques et les variations de débit extraordinaires nécessitaient des exécutions particulièrement étudiées pour obtenir effectivement les débits admis dans les calculs de la productibilité et surtout pour prévenir les destructions dues à l'impétuosité de ces torrents sauvages. Des barrages «mobiles» n'auraient pas rempli ces conditions.

Il fallait obtenir, par le choix d'emplacements favorables et par la correction du lit du torrent à l'aide d'éperons, en l'occurrence par des seuils appropriés, que l'eau du ruisseau soit captée entièrement jusqu'à un certain débit et en partie seulement lors de crues, et ceci avec si peu de sable que celui-ci puisse se déposer dans des désableurs de faibles dimensions d'où il soit facile de l'expulser. Il fallut tout d'abord étayer ce nouveau système par la théorie. Par une disposition appropriée du lit, on

réussit à éviter tout dépôt de gravier ou de sable à l'entrée de la prise d'eau. On procéda ensuite à de nombreux essais sur modèles hydrauliques pour rechercher dans chaque cas la meilleure disposition. Plusieurs de ces prises sont déjà en service depuis quelques années; elles ont fourni les débits attendus et ont fait leur preuve lors de fortes crues.

Malgré l'ampleur de ces travaux préliminaires de recherche, toutes les prises d'eau purent être terminées à temps. Cela permit de *produire une quantité appréciable d'énergie déjà au cours de la première étape des travaux, soit au total 1713 millions de kWh jusqu'à fin septembre 1956.*

Les *galeries sous pression* et les *centrales* n'ont pas dépassé, quant à leurs dimensions et leur exécution, ce qui a déjà été fait lors de la construction de la première centrale souterraine de Suisse, à Innertkirchen, de 1939 à 1942. Comme il fallait donc s'y attendre, ces installations furent exécutées dans les délais prévus au programme.

La seule innovation à mentionner est que la *tension pour le transport de l'énergie à longue distance a été portée à 220 kV* alors que jusqu'à présent elle ne dépassait pas 150 kV dans notre pays. Nos constructeurs de machines, de câbles et de disjoncteurs purent faire face sans autre à cette extrapolation relativement faible, d'autant plus qu'ils avaient déjà acquis une certaine expérience par leurs fournitures à l'étranger, pour cette tension et des tensions encore plus élevées.

La Société de la Maggia avait confié l'étude de détail de l'équipement électromécanique des centrales et des lignes à 220 kV, ainsi que la direction des travaux y relatifs à la S. A. Motor-Columbus à Baden. La ligne à 220 kV allant de Verbano au poste de couplage d'Avegno et au poste de l'ATEL à Riazino, ainsi que la ligne d'Avegno à Caveragno et Peccia, et de là par le col de Campolungo au poste de l'ATEL à Lavorgo étaient toutes prêtes au moment de la mise en service des centrales respectives.

Aujourd'hui, la centrale de Verbano est en service depuis plus de trois ans, celles de Peccia et de Caveragno depuis un an. Elles ont marché sans accroc sérieux, ce qui prouve qu'elles *répondent aux exigences de l'exploitation*. Les quelque 1750 GWh produits pendant la construction ont fourni un apport important à l'approvisionnement de notre pays en énergie.

Un point cardinal manquerait à notre exposé sur l'exécution des travaux si nous passions sous silence *quel a été le coût réel par rapport au devis*. Le *décompte final* de toutes les constructions et de la partie électromécanique est déjà terminé, grâce aux excellentes prestations des fournisseurs et des entrepreneurs. Au moment de l'inauguration, nous pouvons constater avec satisfaction que le *devis n'a pas été dépassé*, compte tenu des modifications inter-

venues pendant la construction par décision du conseil d'administration: augmentation de la puissance installée, adduction de la Bavona de San Carlo à Peccia déjà dans la première étape, installation de pompage en cours d'exécution à Peccia et augmentation de la retenue de Sambuco.

## 2.

Pour éviter que la mise en vedette de quelques performances réalisées au cours de l'aménagement de la Maggia ne prête à des malentendus, il paraît indiqué de placer cette œuvre dans un cadre plus général. Comparons-la tout d'abord à deux installations analogues actuellement en construction dans le Canton du Valais. Les barrages de Mauvoisin et de la Grande Dixence dépassent de beaucoup celui de Sambuco quant à la hauteur, au volume de béton, aux installations de chantier et à leur capacité. Alors qu'il y a 30 ou 40 ans on estimait qu'un barrage-poids ne pouvait pas dépasser 100 m et un barrage-voute 90 m de hauteur, le barrage-poids de la Grande Dixence atteindra 284 m et le barrage-voute de Mauvoisin 237 m. Le volume du barrage s'élèvera à 5,8 millions de m<sup>3</sup> à la Grande Dixence et à 2 millions de m<sup>3</sup> à Mauvoisin.

Ces chiffres font bien ressortir les progrès réalisés au cours des dernières décades dans le calcul théorique et l'art du bétonnage. Ils montrent également, comme certains ouvrages de la Maggia, quelles sommes de travail exige l'aménagement des forces hydrauliques de nos Alpes suisses.

Le désir de libérer dans la mesure du possible notre pays des importations de charbon nous a conduit, déjà très tôt par rapport à d'autres pays, à construire des usines hydro-électriques relativement puissantes avant que la technique se soit suffisamment développée, et à pousser ces constructions de telle sorte que la productivité annuelle totale, qui était de 600 millions de kWh au début du siècle, s'approche aujourd'hui de 15 milliards de kWh.

Vers 1900, on était généralement d'avis que la Suisse était particulièrement riche en forces hydrauliques et cette croyance subsiste encore aujourd'hui dans une grande partie de la population. Mais on découvrit bientôt que, dans d'autres pays, des conditions naturelles plus favorables permettaient de *construire de manière plus simple de très grandes installations*. Cela reste encore vrai si l'on fait abstraction des gigantesques installations au Canada ou aux Etats-Unis, ou encore des projets monstres en Asie et en Afrique, pour ne considérer que ce qui se fait en Europe, par exemple dans les pays scandinaves. La plus grande usine hydraulique d'Europe se construit actuellement en Espagne; sur un espace relativement restreint, la production en une seule centrale atteindra la production des usines de la Maggia et du Blenio réunies. Il est clair que dans de pareilles conditions, la production

d'énergie exige beaucoup moins de puissance créatrice, de travail et de capitaux.

Je ne voudrais cependant pas que ces constatations incitent au pessimisme au sujet de l'aménagement si nécessaire des quelques forces hydrauliques qui nous restent encore à utiliser dans des limites économiques. Il nous faut, au contraire, continuer nos efforts en vue de mettre à profit la seule source d'énergie que nous possédons à côté du bois de nos forêts, avec la même énergie que développeront les pionniers de notre économie électrique. Nous ne pouvons lutter contre la pauvreté de notre sol, en économie électrique comme en agriculture, que par notre *énergie* et notre *joie au travail*.

## 3.

Depuis 13 ans j'ai le plaisir de collaborer à une grande œuvre du Canton du Tessin, au développement de son économie électrique par l'aménagement de ses forces hydrauliques. S'il n'a pas été possible de réaliser entièrement ce que nous croyions pouvoir envisager au début, à savoir l'aménagement systématique des cours d'eau des Alpes du Sud-Est suisse de façon à obtenir la plus forte production d'énergie, le Canton du Tessin a, lui au moins, fait un grand pas en aménageant le bassin de la Maggia. Un nouveau pas, l'aménagement des forces du Val Blenio, est en voie de réalisation et je ne doute pas que dans quelques années ces installations seront menées à bien, car la Société du Blenio a pu disposer dès le début d'une organisation et d'une équipe d'ingénieurs riches des expériences de la Maggia. Pour la suite de l'aménagement de la Maggia, les prospections et travaux préliminaires sont déjà avancés au point que la mise en chantier de cette seconde étape pourra être déclenchée dès que le besoin s'en fera sentir.

Ce qui reste à faire pour l'aménagement systématique des autres cours d'eau du Tessin, du Val Verzasca et du Tessin proprement dit, n'est plus du même ordre de grandeur que la Maggia et le Blenio, tant au point de vue technique qu'à celui des finances. Ce faisant, il faudra reconstruire certaines usines vétustes datant des premiers temps de l'âge de l'électricité. Il se peut que ces transformations exigent une procédure administrative relativement longue. Cependant, rien ne presse et, comme la situation de droit à l'échéance des concessions est clairement définie par les législations fédérales et cantonales en la matière, les autorités tessinoises seront en mesure de réaliser également ce dernier pas vers l'aménagement systématique des forces hydrauliques du canton, dans l'intérêt bien compris de la communauté.

Fr. : Mo

Adresse de l'auteur:

A. Kaech, D<sup>r</sup> h. c., ingénieur en chef des travaux des Forces Motrices de la Maggia S. A., Locarno.

## Quelques remarques sur la production et la distribution d'énergie électrique en Grande-Bretagne

par Chr. Oester, Berne

621.311 (42)

*Au cours d'un récent séjour d'études en Grande-Bretagne auprès du «Nord Eastern Electricity Board, Sub Area York», l'auteur a pu voir de près l'exploitation d'un service de l'électricité anglais. Il a réuni ses impressions dans le court exposé qui suit.*

*Anlässlich eines kürzlichen Studienaufenthaltes in Grossbritannien beim «Nord Eastern Electricity Board, Sub Area York» erhielt der Autor einen guten Einblick in den englischen Elektrizitätswerkbetrieb. Im vorliegenden kurzen Beitrag hat er seine Eindrücke zusammengefasst.*

### Introduction

Comme on le sait, en Grande-Bretagne la production et la distribution d'électricité sont nationalisées. L'autorité supérieure est la «*Central Electricity Authority (CEA)*», dont le siège est à Londres et qui est rattachée au Ministère des combustibles et de l'énergie. Les usines génératrices et le réseau de transport appartiennent à la CEA, et celle-ci vend l'énergie électrique à 14 «*Area Boards*» répartis dans l'ensemble du pays. Les «*Area Boards*» à leur tour sont chargés de la distribution d'énergie aux consommateurs.

La CEA possède environ 300 usines génératrices, dont la puissance installée va de 1000 à près de 700 000 kW; la plupart sont des usines thermiques alimentées au charbon.

L'exploitation du réseau national, dont le 90 % est constitué de lignes de transport à 132 kV, est centralisée à Londres. A côté de ce réseau, il existe un «*super-réseau*» à 275 kV, servant au transport

Grâce à ces normes, les possibilités sont aujourd'hui très réduites en ce qui concerne le choix du matériel et l'agencement des installations de production et de distribution.

### L'usine de York

La puissance installée de l'usine thermique de York est de 46 MW. Les moteurs des pompes principales peuvent être alimentés en courant alternatif aussi bien qu'en courant continu, si bien qu'une interruption de service est impossible, même en cas de panne dans le réseau. Comme l'eau de la rivière ne suffit pas, l'usine dispose d'une grande tour de refroidissement. Toutes les machines sont peintes en vert clair. L'exploitation est assurée par deux «*charge engineers*» — que nous appellerions en Suisse chefs d'équipe. L'un est responsable pour la partie thermique, l'autre pour la partie électrique de l'usine; tous deux sont habillés de blanc, de façon qu'on puisse facilement les distinguer du reste du personnel.

### Sous-stations

L'agencement des postes en plein air anglais n'est pas très différent de celui des postes suisses. En Grande-Bretagne, on évite toutefois les grands

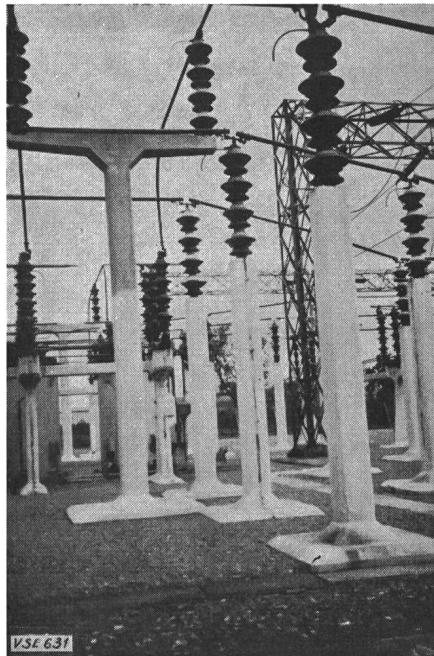


Fig. 1

Supports en béton dans un poste en plein air

de l'énergie à grandes distances. On prévoit la pose d'un câble sous-marin à remplissage de gaz reliant les réseaux anglais et français à travers la Manche.

La nationalisation a fortement favorisé la normalisation du matériel et des installations conformément aux «*British Standard Specifications*».

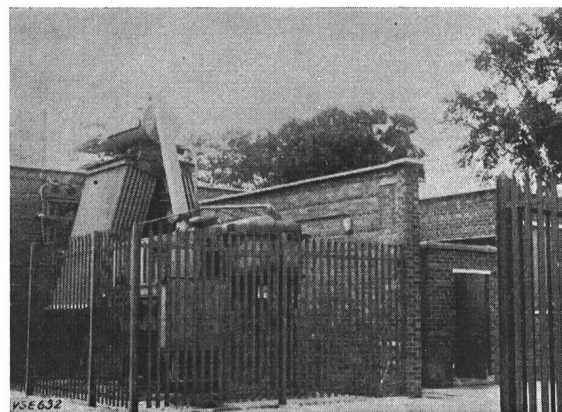


Fig. 2

Transformateur de grande puissance protégé de deux côtés par un muret, dans une sous-station moderne

soutiens métalliques: les sectionneurs, les transformateurs de courant et de tension sont montés sur des supports en béton (fig. 1).

Les disjoncteurs des départs de lignes peuvent être pontés par un «*bypass*», ce qui présente certains avantages en cas de défaut aux disjoncteurs ou de travaux de revision. Les Anglais accordent un



soin tout particulier à la coordination de l'isolement; ils emploient à cet effet des éclateurs placés en des endroits déterminés de l'installation.

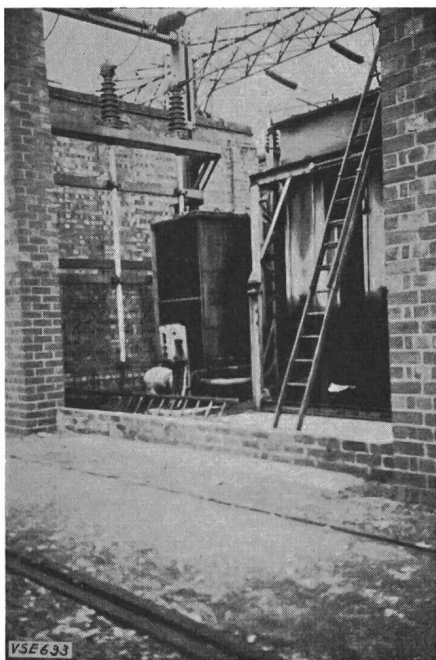


Fig. 3

Transformateur protégé de trois côtés par un muret et alimenté par câbles souterrains isolés à l'asbeste, dans une sous-station



Fig. 4

Transformateur alimentant les services auxiliaires d'une sous-station, protégé de tous côtés par un muret

L'agencement des postes de transformation dans les sous-stations est intéressant. Les transformateurs de puissance sont protégés contre les dangers d'incendie par des murets (fig. 2, 3 et 4); tous les câbles situés à l'intérieur de l'enceinte ainsi délimitée sont garnis d'une couche protectrice d'asbeste. Les trans-

formateurs ont une tension de court-circuit de 20 %; ils appartiennent aux groupes de couplage  $Yd_1$  ou  $Yd_{11}$ ; la tension est réglée automatiquement du côté secondaire.

En règle générale, les disjoncteurs protégeant les transformateurs ne se trouvent pas dans la même sous-station, mais à l'autre extrémité des lignes qui alimentent les transformateurs. Lorsqu'un défaut quelconque apparaît dans un transformateur ou sur

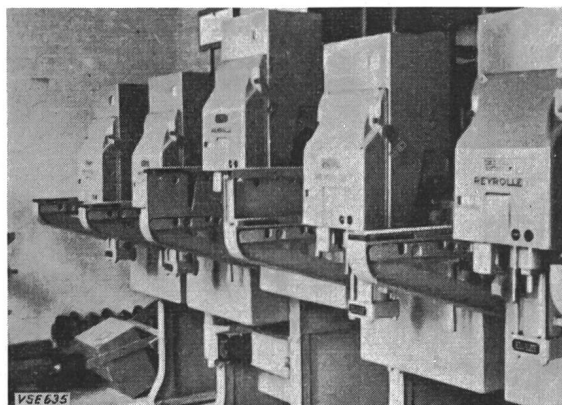


Fig. 5

Blocs de couplage du type «Reyrolle», dont la partie amovible s'enlève horizontalement

les barres collectrices secondaires, un relais provoque l'ouverture du disjoncteur correspondant à la sous-station voisine. Les ordres donnés par les relais sont transmis par un câble de commande reliant les sous-stations entre elles.

Les sous-stations sont en général très compartimentées. Les fenêtres des bâtiments des postes à 11 kV sont pour la plupart munies de vitres «sécurité».

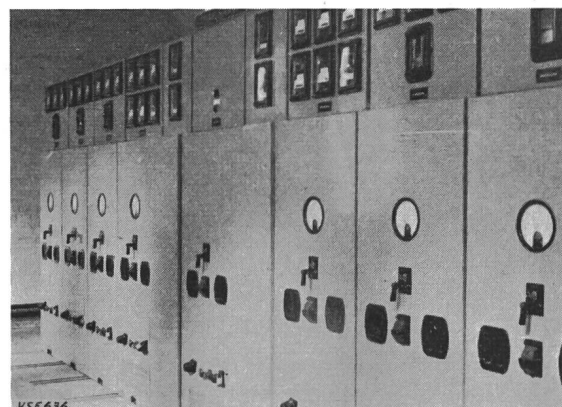


Fig. 6

Blocs de couplage dont la partie amovible s'enlève horizontalement

#### Installations de distribution à 6 et 11 kV

C'est dans le domaine des installations à moyenne tension que les différences sont les plus grandes par rapport aux autres pays d'Europe. Barres collectrices, disjoncteur, transformateurs de mesure et boîtes à câbles sont réunis sous forme de «blocs de couplage». Ces blocs comprennent une partie fixe — barres collectrices et boîtes à câbles — ainsi qu'une partie amovible — disjoncteur et transformateurs de mesure. Il n'y a dans toute l'installation à

haute tension aucune pièce sous tension avec laquelle on puisse entrer en contact. Les avantages de ce type de cellule de couplage sont nombreux: danger réduit au minimum, faible volume, entretien et revision simplifiés, coût d'installation réduit.

Il est intéressant de constater qu'autrefois les barres collectrices, sectionneurs et disjoncteurs dans l'huile étaient placés dans des cellules ouvertes; c'est pour des raisons de sécurité que l'on fut amené plus tard à supprimer les parois de séparation, puis à réunir tout l'appareillage sous le même blindage. On distingue entre les blocs de couplage où l'on peut enlever le disjoncteur horizontalement et ceux où cette opération se fait verticalement. Les blindages sont en tôle ou en fonte (fig. 5 et 6). Les disjoncteurs employés sont à air comprimé ou à huile.

Voici encore quelques détails sur ces blocs de couplage:

Les *barres collectrices* sont tout d'abord enveloppées de bandes huilées, puis placées dans leur logement, qui est ensuite rempli d'une masse isolante; dans les derniers modèles, cette masse est de l'araldite. Ce montage est très efficace contre les forces de court-circuit.

La partie amovible, comprenant le disjoncteur et les transformateurs de mesure, est reliée à la partie fixe comprenant les barres collectrices et les boîtes à câbles par l'intermédiaire de *contacts à fiches*. En cas de barres collectrices doubles, on emploie des contacts à fiches mobiles ou un commutateur dans l'huile.

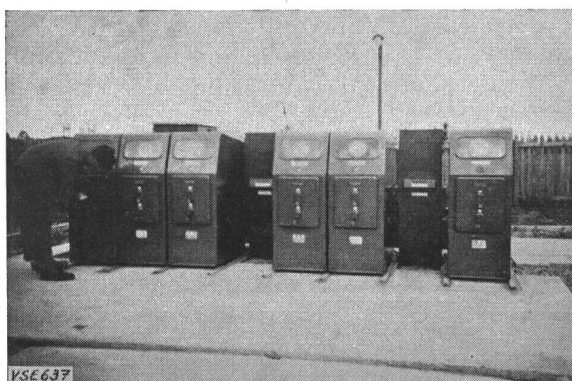


Fig. 7

Blocs de couplage à 11 kV pour montage en plein air, dont la partie amovible s'enlève verticalement

Les *disjoncteurs* sont des appareils dans l'huile équipés d'un dispositif de soufflage magnétique de l'arc, ou des appareils à air comprimé.

Les *transformateurs* de tension sont isolés à l'huile, tandis que les *transformateurs de courant* sont du type à traversée.

Les *relais* sont, suivant le type choisi, montés au dessus ou au dessous du disjoncteur, ou encore derrière celui-ci.

Les nouveaux *postes de distribution à 11 kV* sont également dignes d'attention (fig. 7). Pour des raisons de protection des sites, le raccordement au réseau aérien se fait par canalisations souterraines.

La revision d'un bloc de couplage comprenant un disjoncteur dans l'huile se déroule de la façon suivante:

- Après avoir interrompu la connexion avec le réseau, on soulève avec un treuil la partie mobile du bloc; celle-ci se trouve ainsi séparée de la partie fixe, comprenant les barres collectrices et les boîtes à câbles. Dès que les deux parties sont séparées l'une de l'autre, un couvercle recouvre automatiquement les contacts à fiches des barres collectrices et des câbles.
- La partie comprenant le disjoncteur, qui est montée sur roues, peut alors être tirée vers l'avant et posée à terre; c'est seulement à ce moment-là que l'on peut enlever le blindage en tôle (verrouillage).
- On ouvre alors la cuve à huile et soulève une deuxième fois le disjoncteur avec le treuil, afin de permettre les travaux de revision aux contacts principaux.

Pour la mise en place, une fois la revision terminée, on procède dans l'ordre inverse. La fig. 8 montre un disjoncteur en «position de revision».

Ces blocs de couplage ont été construits pour supporter les conditions climatiques suivantes:

Changement de température de  $-10^{\circ}\text{C}$  à  $+50^{\circ}\text{C}$ , avec 90 à 100 % d'humidité relative de l'air.

Changement de température jusqu'à  $30^{\circ}\text{C}$  en moins d'une heure.

Exposition directe au soleil jusqu'à  $70^{\circ}\text{C}$ .

Température tropicale, brouillard, inondation et insectes nuisibles.

### Tableaux

Dans les petites sous-stations, on emploie en règle générale des armoires normalisées, au lieu des tableaux pour instruments et relais habituels chez nous.

Dans les tableaux normalisés, toutes les rangées de bornes sont disposées verticalement; lorsqu'on ouvre la porte d'une armoire, une lampe éclaire automatiquement l'intérieur. En ce qui concerne la filerie, les Anglais font en général un compromis entre la filerie à plat, qui est relativement chère, et la filerie en paquets, qui manque de clarté: ils disposent les conducteurs, isolés au Polyvinylchloride (PVC), en plusieurs couches séparées par des cales en bakélite. La désignation des fils et des

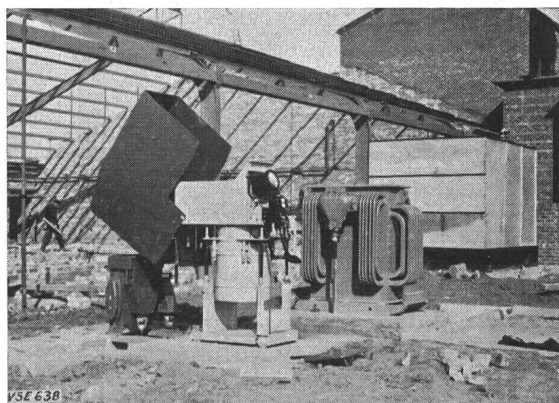


Fig. 8

Poste de transformation alimentant un nouveau bâtiment locatif, comprenant un bloc de couplage à haute tension et un transformateur

divers conducteurs d'un câble est choisie de telle sorte que pour une ligne quelconque le courant de la phase R, par exemple, reçoit un numéro déterminé, numéro qui reste le même dans toute la filerie, du transformateur de mesure jusqu'au relais correspondant; ces numéros sont indiqués sur des manchons placés à l'extrémité des conducteurs.



### Postes de transformation

Un poste de distribution à basse tension comprend en principe trois parties:

interrupteur à haute tension,  
transformateur,  
filerie et appareillage à basse tension.

L'interruption à haute tension est assurée soit par un disjoncteur dans l'huile, soit par des coupe-circuits à fusibles.

Le transformateur est conçu de façon à exclure tout danger d'accident: arrivée et départ sont en câbles souterrains, si bien qu'il n'est même pas nécessaire d'entourer le poste d'une palissade (fig. 8). Les transformateurs appartiennent au groupe de couplage  $Dy_{11}$  (soit  $D_1$  selon les normes VDE) et leur tension de court-circuit est de 4 %. En règle générale, on prévoit trois prises secondaires correspondant à 95 %, 100 % et 105 % de la tension nominale. On surveille avec attention la température de l'huile, de façon à éviter toute augmentation de l'indice d'acidité.

La filerie et l'appareillage à basse tension sont contenus dans un boîtier en tôle. Les parties sous tension à découvert sont soigneusement isolées en vue de la protection contre les accidents. Chaque départ à basse tension est muni d'un ampèremètre avec indicateur de maximum; l'ampèremètre est alimenté par un petit transformateur de courant constitué par un enroulement qui est enfilé sur la traversée du support inférieur des fusibles. Chaque mois, on relève les indications de ces ampèremètres, tout en remettant en place les indicateurs de maximum; ces relevés donnent un très bon aperçu des conditions de charge des câbles et du degré d'utilisation du poste de transformation.

La protection des transformateurs est assurée par des relais à maximum de courant et des relais de terre, qui lors de défauts dans le transformateur provoquent l'ouverture de l'interrupteur primaire. Tous les transformateurs sont posés sur une couche de ballast; le diamètre minimum des cailloux a été fixé à 3,8 cm; avec des cailloux de cette grosseur, l'espace libre est suffisant pour que l'huile soit complètement absorbée en cas de fuite à la cuve du transformateur.

Les postes de transformation sont raccordés au réseau téléphonique du service de l'électricité; ils sont équipés d'un extincteur à main et contiennent un schéma du poste, une liste des relais avec les indications nécessaires pour leur ajustement, ainsi qu'une feuille d'instructions pour les premiers secours en cas d'accident et l'adresse du médecin le plus voisin. Enfin, la porte d'entrée du poste est munie d'une affiche prévenant du danger de mort, et portant l'adresse et le numéro de téléphone du service de l'électricité.

### Postes de transformation ruraux

Dans les réseaux de distribution rurale, il s'agit la plupart du temps d'alimenter des fermes isolées; elles sont raccordées par l'intermédiaire d'un transformateur dit «de ferme» à la ligne à haute tension la plus voisine. Il ne serait pas rentable de protéger chaque transformateur séparément: un coupe-circuit à fusibles à haute tension, qui en cas de défaut

interrompt le circuit comme un sectionneur, protège tout un groupe de transformateurs.

Le coupe-circuit à fusibles à basse tension est monté à la mi-hauteur du poteau. Ce coupe-circuit ainsi que celui à haute tension sont desservis du

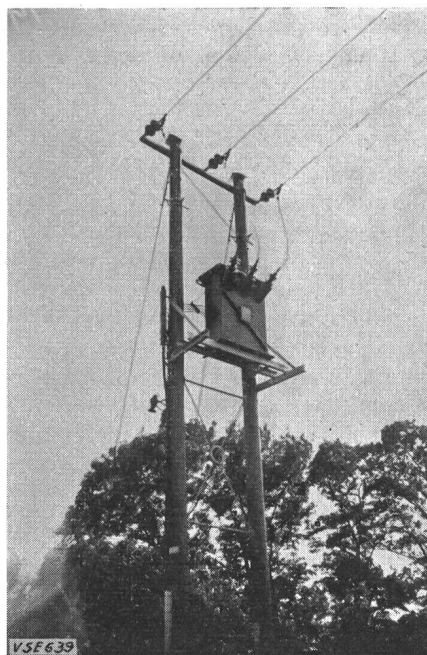


Fig. 9

Poste de transformation «de ferme» triphasé avec boîte d'extrémité et coupe-circuit à fusibles du côté à basse tension

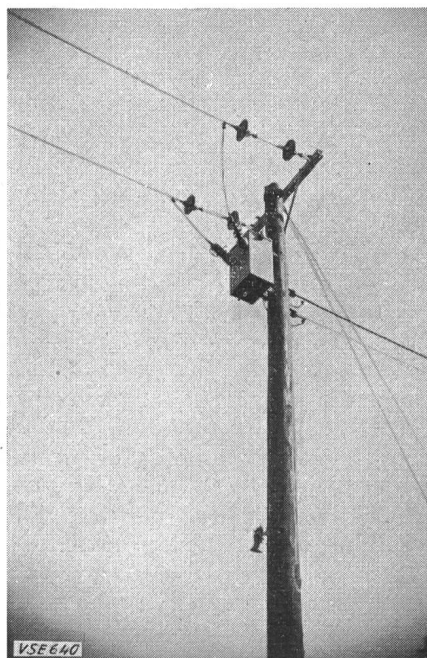


Fig. 10

Poste de transformation «de ferme» monophasé avec coupe-circuit à fusibles du côté à basse tension

sol par une tringle. Les isolateurs du côté haute tension du transformateur sont munis d'éclateurs de coordination de l'isolement. Afin d'éviter des dérangements causés par les oiseaux, on dispose deux éclateurs montés en série. Les fig. 9 et 10 re-



sente schématiquement une partie de réseau protégée selon cette méthode.

En cas de défaut au câble d'alimentation, entre *A* et *B*, le courant en *A* n'est plus le même que celui en *B*, et le relais différentiel fonctionne immédiatement, sans attendre les 2 secondes de temporisation du relais à maximum de courant. Ce système permet d'éliminer dans les sous-stations les longs temps de déclenchement, qui sont souvent très désagréables.

Lorsque des travaux doivent être effectués dans le voisinage de parties d'installations sous tension, l'ingénieur d'exploitation remplit un *carte de travail*, dans laquelle il fixe par écrit où et quand le travail en question doit être effectué; cette carte confirme de plus que les lignes ont été mises hors tension et mises à la terre. Lorsque le travail est achevé, le chef-monteur responsable signe la carte et la rend à l'ingénieur d'exploitation; ce n'est qu'à

ce moment-là que les mises à la terre peuvent être enlevées et les lignes remises sous tension.

La radiotéléphonie rend de grands services en cas de dérangements. Les voitures de dépannage sont en liaison continue avec le bureau d'exploitation. Ces voitures sont équipées de tout le matériel nécessaire à l'élimination d'un défaut quelconque. La radiotéléphonie est aussi utilisée pour communiquer sur les chantiers les instructions du bureau d'exploitation.

En résumé, on peut dire qu'en Angleterre aussi on obéit dans l'exploitation électrique au principe «*Safety first*». Les prescriptions et règles de sécurité sont réunies dans ce qu'on appelle les «*Safety rules*».

Fr. : Sa

Adresse de l'auteur:

Chr. Oester, techn. él. dipl., Schloßstrasse 112, Berne.

## Construction d'usines

### Mise en service du premier groupe générateur à l'usine de Rheinau

Le premier groupe générateur a été mis en service le 30 septembre 1956 à l'usine de Rheinau. On poursuit activement les travaux de montage du deuxième et dernier groupe. L'usine de Rheinau, d'une puissance maximum possible de 40 MW, aura une productibilité annuelle moyenne de 215 millions de kWh.

### Achèvement du barrage de Zervreila

Les travaux de bétonnage de l'important barrage de Zervreila se sont terminés récemment, un an plus tôt que ce qui avait été prévu dans le programme de construction. L'édification de ce barrage, dont la hauteur maximum est de 151 m, a nécessité la pose de 650 000 m<sup>3</sup> de béton. La capacité utile en eau du réservoir de Zervreila est de 100 millions de m<sup>3</sup>, sa capacité en énergie de 244 millions de kWh.

### Un nouveau barrage sur l'Aubonne

La Société électrique des forces de l'Aubonne construit actuellement sur l'Aubonne un barrage haut de 8,5 m en vue d'améliorer l'exploitation des forces hydrauliques de cette

rivière dans l'usine de Plan-Dessous. La capacité utile en eau du réservoir ainsi créé sera de 55 000 m<sup>3</sup>; un nouveau groupe générateur sera installé pour exploiter la chute entre le barrage et l'usine. Jusqu'ici, l'usine de Plan-Dessous ne disposait que d'un bassin de compensation journalier d'une capacité utile de 10 000 m<sup>3</sup>. Une fois les travaux en cours terminés, la puissance maximum possible de l'usine s'élèvera à 2565 kW et sa productibilité annuelle moyenne à 12,5 millions de kWh.

### Mise en service de l'usine de St-Léonard de l'Electricité de la Lienne S. A.

Le premier groupe générateur de l'usine de St-Léonard de l'Electricité de la Lienne S. A. a été mis en service le 16 août, le deuxième groupe le 10 octobre 1956. La puissance maximum possible de cette usine est de 28,6 MW et sa productibilité annuelle moyenne atteindra, une fois que les travaux de l'aménagement de la Lienne seront entièrement terminés, 65 millions de kWh, dont 53 millions durant le semestre d'hiver. Pour l'instant, l'usine de St-Léonard travaille uniquement au fil de l'eau; lorsque le palier supérieur aura été mis en service, c'est-à-dire probablement à partir de fin janvier 1957, elle bénéficiera toutefois d'une certaine accumulation. La production de l'usine atteindra vraisemblablement 14 millions de kWh pour le semestre d'hiver 1956/57.

## Congrès et sessions

### L'exposition internationale de Copenhague consacrée à l'énergie électrique et à l'énergie nucléaire

Une exposition internationale consacrée à l'énergie électrique et à l'énergie nucléaire aura lieu du 18 au 27 octobre 1957 à Copenhague; les exposants auront à leur disposition une surface totale de 4000 m<sup>2</sup> dans la halle d'exposition du «Forum». Cette exposition est organisée par l'office danois pour les applications de l'électricité (Foreningen Elektricitetens Rationelle Anvendelse, ELRA) et sera divisée en cinq groupes principaux:

1. Production et distribution d'énergie électrique;
2. Applications en courant fort dans l'industrie et l'artisanat;
3. Télécommunications et électronique;
4. Eclairage;
5. Electrification du ménage.

Un grand nombre de sociétés danoises et étrangères parmi les plus importantes de la branche de l'électricité ont déjà annoncé leur participation à l'exposition de Copenhague.

## Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons)

On peut s'abonner à des tirages à part de cette page

	Elektra Baselland Liestal		Industrielle Betriebe Interlaken Interlaken		Elektrizitätsversorgung Olten Olten		Elektrizitätswerk Horgen Horgen	
	1955	1954	1955	1954	1955	1954	1955	1954
1. Production d'énergie . kWh	1 114 000	94 000	5 804 100	5 684 400	—	—	1 130 110	613 240
2. Achat d'énergie . . . kWh	158 987 000	140 241 000	10 106 798	9 381 174	58 431 000	52 970 000	15 994 858	14 853 895
3. Energie distribuée . . kWh	150 104 000	134 385 000	15 910 898	15 065 574	55 674 000	50 142 000	16 104 357	14 630 715
4. Par rapp. à l'ex. préc. . %	+ 11	+ 11	+ 5,6	+ 6,1	+ 11,0	+ 6,6	+ 10,1	+ 3,9
5. Dont énergie à prix de déchet . . . . . kWh	4 566 100	4 967 000	21 700	17 300	1 054 000	552 000	—	—
11. Charge maximum . . kW	32 000	27 000	3 140	3 000	10 820	10 030	3 662	3 413
12. Puissance installée totale kW	191 830	181 379	21 480	19 940	75 000	70 500	29 000	27 300
13. Lampes . . . . . { nombre kW	? ?	? ?	73 900 2 300	73 200 2 240	124 000 7 600	119 000 7 300	44 710 2 603	44 500 2 590
14. Cuisinières . . . . . { nombre kW	10 363 66 835	9 962 62 036	870 5 980	780 5 360	3 235 18 650	3 075 17 580	929 5 590	859 5 128
15. Chauffe-eau . . . . . { nombre kW	7 508 13 961	7 084 14 290	1 335 2 990	1 220 2 770	4 095 9 210	3 840 8 330	1 169 1 577	1 119 1 517
16. Moteurs industriels . . { nombre kW	27 007 50 739	24 766 47 466	2 335 3 375	2 165 3 290	9 900 32 400	9 460 30 650	1 845 2 574	1 835 2 573
21. Nombre d'abonnements . .	16 016	15 280	3 851	3 793	9 625	9 530	3 150	2 945
22. Recette moyenne par kWh cts.	—	—	9,5	9,9	5,54	5,68	7,29	7,45
<i>Du bilan:</i>								
31. Capital social . . . . . fr.	—	—	—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
33. Fortune coopérative . . »	4 204 526	4 701 334	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation . . »	—	—	650 000	650 000	—	—	2 197 574	2 060 045
35. Valeur comptable des inst. »	2 560 002	1 900 002	2 383 110	1 865 580	1 150 007	1 360 011	1 728 005	1 539 005
36. Portefeuille et participat. »	3 400 004	1 970 004	16 050	11 100	—	—	—	—
37. Fonds de renouvellement »	570 000 <sup>1)</sup>	1 075 000 <sup>1)</sup>	642 050	555 000	1 054 537	945 919	7 000	7 000
<i>Du compte profits et pertes:</i>								
41. Recettes d'exploitation . fr.	2 125 004	2 148 889	1 399 500	1 325 000	3 439 963	3 313 171	1 341 909	1 245 080
42. Revue du portefeuille et des participations . . . »	33 250	67 450	—	—	—	—	—	—
43. Autres recettes . . . . »	116 833	153 071	57 300	38 400	2 924	2 904	—	—
44. Intérêts débiteurs . . . »	59 443	37 259	58 900	51 400	25 495	32 220	73 490	67 754
45. Charges fiscales . . . . »	205 658	178 656	8 600	8 200	596	596	804	804
46. Frais d'administration . »	357 990	294 188	140 600	128 900	410 944	416 665	62 983	61 668
47. Frais d'exploitation . . »	546 408	380 824	165 900	191 200	—	—	291 044	310 317
48. Achat d'énergie . . . . »	—	—	356 640	336 000	1 612 651	1 450 585	609 434	584 922
49. Amortissements et réserves »	972 745	1 363 496	508 330	435 900	558 812	433 884	208 376	161 709
50. Dividende . . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
51. En % . . . . . »	—	—	—	—	—	—	—	—
52. Versements aux caisses pu- bliques . . . . . »	—	—	220 000	212 000	363 749	356 650	89 401	42 253
<i>Investissements et amortissements:</i>								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . fr.	17 694 283	15 486 537	6 518 350	5 860 680	—	—	5 047 254	4 649 877
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice . . . . . »	15 134 281	13 586 535	4 135 239 <sup>2)</sup>	3 995 100 <sup>2)</sup>	—	—	3 149 840	2 950 077
63. Valeur comptable . . . . »	2 560 002	1 900 002	2 383 111	1 865 580	1 150 007	1 360 011	1 728 005	1 538 004
64. Soit en % des investisse- ments . . . . . »	14	12	36,5	31,8	—	—	34	33

<sup>1)</sup> compris dans la pos. 33.<sup>2)</sup> sans le fonds de réserve de fr. 60 000.—.

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, Seefeldstrasse 301, Zurich 8, téléphone (051) 34 12 12; compte de chèques postaux VIII 4355; adresse télégraphique: Electrunion Zurich.

Rédacteur: Ch. Morel, ingénieur.

Des tirés à part de ces pages sont en vente au secrétariat de l'UCS, au numéro ou à l'abonnement.