

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 47 (1956)
Heft: 15

Rubrik: Production et distribution d'énergie : les pages de l'UCS

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.01.2025

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

L'interconnexion des réseaux des entreprises suisses d'électricité

par W. Schaertlin, Berne

621.311.161(494)

Au cours de son passage en Suisse du 18 au 22 avril dernier, la «Mission intra-européenne sur la production et la distribution de l'électricité», organisée par l'Agence Européenne de Productivité (AEP), a entendu quatre conférences consacrées à l'économie électrique suisse. Nous avons publié récemment¹⁾ la première de ces conférences, qui traite de l'«Organisation de l'économie hydraulique et électrique en Suisse». La conférence de M. W. Schaertlin, dont nous donnons ci-dessous la version française, a été uniquement conçue pour donner à nos hôtes étrangers un bref aperçu général sur la situation actuelle en Suisse du point de vue de l'exploitation en interconnexion des réseaux des entreprises d'électricité.

Während ihres Aufenthaltes in der Schweiz vom 18. bis zum 22. April 1956 wurde die von der «Agence Européenne de Productivité (AEP)» organisierte «Mission intra-européenne sur la production et la distribution de l'électricité» in vier Referaten über Fragen der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft orientiert. Wir haben kürzlich an dieser Stelle¹⁾ das erste dieser Referate veröffentlicht, das die «Organisation der Wasser- und Elektrizitätswirtschaft in der Schweiz» behandelt. Nachstehend publizieren wir in deutscher Fassung ein zweites Referat, gehalten von W. Schaertlin; dessen einziges Ziel war, unseren ausländischen Gästen in wenigen Worten einen allgemeinen Überblick über den heutigen Stand des Verbundbetriebes der Netze der schweizerischen Elektrizitätswerke zu bieten.

Introduction

Pour comprendre la situation actuelle de l'industrie suisse de l'électricité, notamment du point de vue de l'exploitation interconnectée, il est nécessaire de tenir compte du cadre *historique, politique et économique* dans lequel elle s'est développée.

La Suisse est une démocratie dont l'organisation politique rappelle celle des Etats-Unis. Vingt-deux Etats indépendants, les cantons, sont réunis en une *Confédération*. En principe, la souveraineté appartient aux cantons, et les pouvoirs de la Confédération sont limités par la Constitution. A l'intérieur des cantons, les diverses *communes* jouissent d'une large indépendance. En particulier, elles ont la possibilité de *monopoliser* la distribution d'énergie sur leur territoire.

Rappelons d'autre part que le 99 % de la production d'énergie électrique de la Suisse est d'origine hydraulique. Les premières installations de production furent construites vers 1880 grâce à des initiatives privées; elles servaient à l'éclairage de bâtiments isolés ou à l'entraînement de moulins et de machines textiles. La première centrale destinée à l'éclairage électrique de tout un quartier fut mise en service à Lausanne en 1882. En 1890 existaient déjà 250 installations analogues. Le nombre et la puissance des centrales augmenta rapidement: nous renvoyons aux statistiques pour ce qui concerne les détails de cette évolution.

Pour des raisons bien compréhensibles, les communes et les cantons montrèrent tout d'abord une grande réserve dans ce domaine. Les pouvoirs publics reconnurent cependant très tôt l'importance économique des entreprises d'électricité et y participèrent de plus en plus. Nous ne pouvons qu'admirer le courage et l'initiative que montrèrent souvent les autorités comme les citoyens. C'est en 1907, il y a donc près de cinquante ans, que la ville de *Bâle* décida la construction de la centrale

de *Augst*, d'une capacité de production de $150 \cdot 10^6$ kWh; les besoins de Bâle en énergie électrique atteignaient alors à peine 10 % de cette production. La ville de *Zurich* construisit à la même époque, et dans des conditions analogues, la *centrale de l'Albula*, dont l'énergie dut être transportée sous une tension de 50 kV à 140 km de distance. Quant à l'initiative privée, ses réalisations ne le cèdent en rien à celles des villes.

La démocratie se fonde sur la *diversité* et la *tolérance*. Aujourd'hui, l'industrie suisse de l'électricité offre une image bigarrée du point de vue de la forme d'organisation des diverses entreprises qui la constituent et dont les réseaux sont exploités en *interconnexion*. Une unification ou une «intégration» sont hors de question: c'est par une collaboration librement consentie que les tâches communes doivent être remplies.

Mise en œuvre de l'interconnexion des réseaux

L'interconnexion des réseaux permet une exploitation plus rationnelle des installations de production et de transport d'énergie; d'autre part, elle offre l'avantage d'augmenter la sécurité de l'approvisionnement par la mise en commun des réserves.

Les premiers efforts entrepris dans ce domaine en Suisse eurent pour but de coordonner la production des centrales à accumulation situées dans les Alpes, d'une part, et des centrales au fil de l'eau du Plateau Suisse, d'autre part. Une première interconnexion de ce type, devenu classique, fut réalisée en 1909 par la *Motor S. A.*, de Baden, sous la direction de *A. Nizzola*.

Entre les deux guerres mondiales, de 1918 à 1939, l'interconnexion fit des progrès décisifs grâce à la construction de *centrales communes*. La *S. A. des Forces Motrices de l'Oberhasli (FMO)* en est un exemple. Ce groupe de centrales exploite les forces hydrauliques de l'Aar naissante et de ses affluents entre les fronts de glaciers situés à 1900

¹⁾ Bull. ASE t. 47(1956), n° 13, p. 593...600.

et 2300 m d'altitude et Innertkirchen, à une altitude de 600 m, soit sur un parcours de 20 km environ. L'aménagement de l'Oberhasli comprend quatre grands bassins d'accumulation d'une capacité utile en eau de $200 \cdot 10^6$ m³ environ, soit en énergie de $615 \cdot 10^6$ kWh. Les usines, disposées en trois paliers, produisent en moyenne annuellement $1300 \cdot 10^6$ kWh, la puissance maximum possible s'élevant à 370 MW.

Le projet de l'aménagement de l'Oberhasli est issu des études réalisées par les *Forces Motrices Bernoises S. A. (FMB)*, société qui approvisionne en énergie électrique la plus grande partie du canton de Berne. Lorsque la décision fut prise de commencer les travaux, en 1924, le mouvement d'énergie dans le réseau des FMB s'élevait à $300 \cdot 10^6$ kWh; la société n'était pas en mesure de financer la construction de l'Oberhasli ni d'utiliser l'énergie produite. C'est ainsi que fut fondée une société indépendante, au capital-actions de laquelle participent les partenaires suivants:

Forces Motrices Bernoises S. A.	3/6
Ville de Bâle	1/6
Ville de Berne	1/6
Ville de Zurich	1/6

Les trois villes en question sont approvisionnées en énergie électrique par des *services communaux d'électricité*.

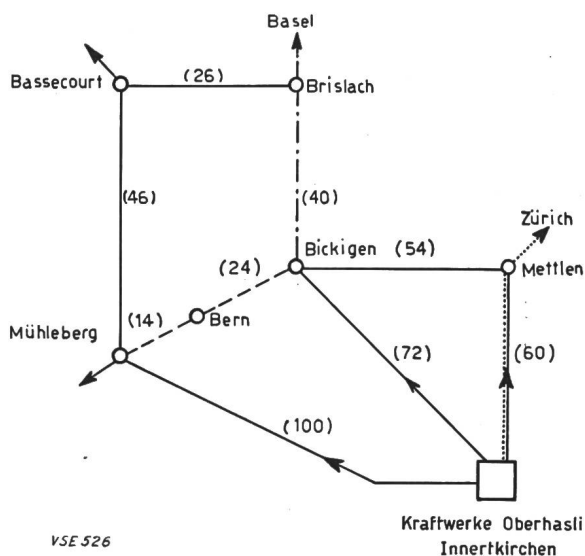


Fig. 1

Les conditions de propriété dans le réseau à 150 kV reliant les centrales des Forces Motrices de l'Oberhasli aux réseaux de ses divers partenaires

- propriété des Forces Motrices Bernoises S. A.
- propriété du Service de l'électricité de la ville de Bâle
- propriété du Service de l'électricité de la ville de Berne
- propriété du Service de l'électricité de la ville de Zurich

Les chiffres entre parenthèses donnent la longueur en km des diverses lignes.

La tâche des FMO se limite à la production d'énergie et à son transport jusqu'à Innertkirchen, d'où elle est livrée aux actionnaires nommés ci-des-

sus, et exclusivement à ceux-ci. Chaque actionnaire a droit à une quote-part de l'énergie produite et de la puissance des machines correspondant à sa participation au capital social; les frais annuels des FMO sont répartis entre les partenaires dans les mêmes proportions.

Ainsi donc, tout se passe comme si chaque partenaire possédait une centrale à accumulation qu'elle exploiterait conformément à ses propres besoins. Les FMO tiennent jour par jour une comptabilité des débits, de la production et du contenu des réservoirs. Dans le cadre de cette comptabilité, les partenaires peuvent conclure entre eux n'importe quelle transaction; l'un d'eux peut, par exemple, céder à l'autre de l'énergie sous forme d'eau accumulée, ou bien une partie de la puissance dont il dispose.

En vue du transport de l'énergie produite d'Innertkirchen jusqu'aux centres de consommation, il a fallu construire trois lignes de 150 kV à deux ternes. La fig. 1 donne les longueurs et les conditions de propriété de ces lignes. En principe, tous les partenaires, en tant que propriétaires de certains tronçons, participent à la construction et à l'exploitation de ces installations.

Appartiennent

aux Forces Motrices Bernoises S. A. (FMB)
les lignes:

- a) Innertkirchen-Mühleberg
Mühleberg-Bassecourt
Bassecourt-Brislach
- b) Innertkirchen-Bickigen
- c) Innertkirchen-Mettlen (un terna)
Mettlen-Bickigen

les stations de couplage:
Mühleberg
Bickigen
Mettlen (une partie)

au Service de l'électricité de la Ville de Bâle
la ligne:

Bickigen-Brislach

la station de couplage et de transformation:
Brislach

au Service de l'électricité de la Ville de Berne
les lignes:

Mühleberg-Berne
Bickigen-Berne

au Service de l'électricité de la Ville de Zurich (EWZ)
un terna de la ligne Innertkirchen-Mettlen
une partie de la sous-station de Mettlen

Comment les frais de construction et d'exploitation sont-ils répartis entre les FMB et les villes, par exemple Bâle? Les FMB et Bâle construisent leurs propres installations à leurs frais. Bâle verse aux FMB une contribution à fonds perdu pour

les lignes:

Innertkirchen-Mühleberg-Bassecourt-Brislach
Innertkirchen-Bickigen

la station de couplage:

Bickigen

contribution s'élevant à $\frac{1}{4}$ des frais de construction effectifs.

De plus, Bâle paye annuellement aux FMB — à titre de participation aux frais d'exploitation, d'entretien et de renouvellement — 2,3 % des con-

tributions à fonds perdu pour les lignes, et 3,4 % pour la station de couplage. Bâle s'assure ainsi un quart de la section de ces lignes, ainsi que le droit d'utiliser la station de couplage.

Les FMB, de leur côté, versent à Bâle des contributions à fonds perdu et prennent à leur charge une part des frais d'exploitation, d'entretien et de renouvellement pour la ligne Bickigen—Brislach et la station de transformation 150/50 kV de Brislach, qu'ils utilisent.

Ces dispositions sont valables pour la durée de la concession des FMO, soit 80 ans. Elles ont pour effet de charger chaque partenaire du financement, de l'amortissement, des intérêts et des autres frais annuels relatifs aux installations qu'il utilise.

L'énergie et la puissance absorbées par Bâle sont mesurées à Brislach du côté 50 kV. Les pertes d'énergie entre Innertkirchen et Brislach sont également déterminées par la mesure. Les pertes par effet Joule en chaque instant sont proportionnelles à la résistance de la part de la section des lignes et des transformateurs attribuée à Bâle ainsi qu'au carré de l'intensité du courant livré à Bâle en cet instant: elles sont mesurées par un compteur d'A²h. Pour déterminer les pertes dans le fer des transformateurs, on utilise des compteurs d'heures de service.

L'énergie livrée à Bâle au départ d'Innertkirchen est la somme de l'énergie mesurée à Brislach, des pertes par effet Joule et des pertes dans le fer.

Les quantités d'énergie livrée aux villes de *Berne* et *Zurich* au départ d'Innertkirchen sont calculées de la même façon et comptabilisées par les FMO. L'énergie livrée aux FMB est la différence entre l'énergie produite totale et la somme des livraisons aux 3 villes partenaires des FMO.

Cette réglementation n'est certes pas la seule possible ou la seule juste.

Dans d'autres cas, par exemple, c'est le partenaire le mieux placé du point de vue géographique qui se charge de la production d'énergie; il transporte celle-ci par ses propres installations et la livre aux autres partenaires là où s'arrête sa propriété; ces fournitures se font selon un programme et l'énergie est mesurée aux points de livraison. Pour simplifier, les pertes d'énergie et de puissance sont prises en charge par la société assurant le transport. La dite société reçoit une indemnité allant de 0,2 à 0,3 ct par kWh et 100 km pour l'utilisation des installations et la couverture des pertes d'énergie.

Il arrive aussi que d'importantes lignes de transport soient construites et exploitées en commun sous le régime de la copropriété. C'est notamment lorsque les centrales sont très éloignées des centres de consommation que les partenaires ont un intérêt majeur à s'assurer définitivement des possibilités de transport, ce qui est réalisé grâce à la copropriété.

Durant la dernière guerre mondiale, la situation de la Suisse a complètement changé du point de vue de l'approvisionnement en énergie électrique. Alors qu'autrefois on pouvait parler d'un excédent d'énergie en été et d'une large couverture des besoins en hiver, la situation est caractérisée depuis la fin de

la guerre — par suite de l'accroissement rapide de la consommation — par une *couverture suffisante des besoins en été, et une pénurie d'énergie en hiver.*

Cet état de choses nous a conduit en Suisse à construire autant que possible de grandes centrales à *accumulation* assurant une importante production d'énergie d'hiver. Par suite des besoins pressants en énergie, chaque projet intéresse le plus souvent plusieurs entreprises; si la construction est décidée, celles-ci y participent comme partenaires, les quote-parts allant de 5 à 50 %.

Il est évident que ces installations communes supposent et rendent possible une *étroite collaboration* entre les entreprises; elles conduisent d'autre part à la construction d'un *réseau de transport* perfectionné.

A l'heure actuelle, la Suisse possède un vaste réseau à 150 kV (en Suisse romande en partie 130 kV) et 225 kV, auquel sont reliées toutes les centrales du pays, et qui permet d'atteindre tous les centres de distribution. A la *sous-station de Mettlen*, non loin de Lucerne, se croisent ou aboutissent d'importantes lignes de transport. Cette station de couplage et de transformation est aussi une *installation commune*. C'est là que sont connectées entre elles

la ligne à 225 kV Nord-Sud de l'Aar et Tessin S. A. d'Electricité (ATEL)

3 ternes à 150 kV des FMB

2 ternes à 150 kV des «Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G. (NOK)»

3 ternes à 150 kV de l'EWZ

2 ternes à 150 kV de l'ATEL.

D'autre part, la sous-station à 150/50 kV des «Centralschweizerische Kraftwerke (CKW)» voisine y est reliée.

Les échanges d'énergie à Mettlen s'effectuent surtout entre les trois groupes:

1. FMB/EWZ avec les centrales de réglage des FMO

2. NOK avec la centrale de réglage du Löntsch

3. ATEL/CKW avec la centrale de réglage de Piottino

Chacun de ces groupes a un mouvement d'énergie annuel de 2 à 3 milliards de kWh et dispose d'une puissance maximum de 0,5 à 0,7 millions de kW. Normalement, la Suisse entière est interconnectée, et les réseaux sont tous en parallèle.

Une grande partie de l'énergie est produite dans les Alpes; par contre, la consommation est surtout importante dans la région du Plateau. De grandes quantités d'énergie sont donc transportées des régions Sud et Sud-Ouest de la Suisse vers le Nord et l'Est. Des échanges d'énergie très intenses ont lieu entre les entreprises d'électricité sur la base de *contrats à long terme* ou d'*accords de courte durée*; ces échanges ont pour but une utilisation complète de l'énergie disponible et une couverture des besoins dans les conditions les plus rationnelles.

Tous les transports d'énergie via Mettlen sont effectués par l'entremise d'un des trois groupes nommés, et la sous-station de Mettlen peut être considérée en Suisse comme «*place de clearing*» pour l'exploitation interconnectée. Le flux d'énergie est mesuré aux points de liaison entre les groupes FMB, ATEL et NOK, et les valeurs constatées sont transmises par haute fréquence aux centrales de réglage respectives; elles y actionnent les régleurs des tur-

bines de telle sorte que la puissance mesurée aux points de liaison soit toujours conforme aux programmes, indépendamment des variations de la charge à l'intérieur des deux systèmes interconnectés. En cas d'exploitation sans interconnexion avec l'étranger, deux partenaires règlent la puissance échangée à Mettlen, le troisième la fréquence.

La puissance échangée à Mettlen — par exemple entre les FMB d'une part et le groupe ATEL/NOK d'autre part — est la somme de 10 à 20 programmes, qui peuvent changer d'heure en heure. Ces programmes sont normalement établis le matin du jour précédent pour la période de 0 à 24 h; ils sont ensuite rassemblés, contrôlés et communiqués téléphoniquement aux centrales de réglage.

Le décompte se fait sur la base des programmes, les différences de réglage étant déterminées par lecture des compteurs et portées sur un compte de compensation.

Le réseau des *Chemins de Fer Fédéraux (CFF)* participe aussi à l'interconnexion. Il est alimenté en énergie monophasée à $16\frac{2}{3}$ Hz sous une tension de 16 kV; il consomme annuellement 1 milliard de kWh environ. Des points d'échange existent entre le réseau des chemins de fer et ceux des entreprises livrant à des tiers. Dans les centrales communes à accumulation et au fil de l'eau équipées de groupes générateurs triphasés et monophasés, la production peut être dirigée vers l'un ou l'autre côté. D'autre

part, quelques centrales comprennent des groupes convertisseurs asynchrones, permettant de faire passer l'énergie d'un réseau dans l'autre, indépendamment des fluctuations de fréquence.

Il est possible en Suisse de cette façon de réunir les moyens de production et de transport, tout en laissant aux diverses entreprises le pouvoir de décider de l'emploi et de la mise à contribution de leurs propres installations.

J'espère avoir pu vous donner un aperçu de la diversité qui règne dans notre économie électrique. De nombreuses forces créatrices y sont actives et ont, souvent sur un petit espace, l'occasion de se manifester.

La Suisse n'a pas de richesses dans son sous-sol; de grandes parties de son sol sont improductives. Des 5 millions d'habitants qu'elle compte, $3\frac{1}{2}$ vivent des revenus tirés de l'exportation et des services dans le commerce international, le tourisme, les banques et les assurances. Les seules richesses naturelles de la Suisse sont ses forces hydrauliques et la beauté de ses sites. Nous sommes obligés de nous accommoder de ces circonstances. Malgré cette situation de départ défavorable, ou peut-être à cause d'elle, nous avons réussi à atteindre un niveau de vie relativement élevé.

Fr. : Sa

Adresse de l'auteur:

W. Schaertlin, ing., Forces Motrices Bernoises S. A., Berne.

Le transport d'énergie électrique en Suisse

par P. Geiser, Berne

621.315.051.027.8(494)

Cette conférence, qui a été prononcée en anglais devant les membres de la Mission de l'AEP lors du passage en Suisse de celle-ci¹⁾ donne une courte analyse des problèmes que pose en Suisse le transport d'énergie électrique.

Nachstehender Vortrag, der vor den Mitgliedern der Mission AEP¹⁾ anlässlich ihres Aufenthaltes in der Schweiz in englischer Sprache gehalten wurde, vermittelt eine knappe Darstellung der Probleme der Übertragung elektrischer Energie in unserem Land.

Généralités

La conférence sur l'«*Organisation de l'économie hydraulique et électrique en Suisse*»²⁾ ainsi que votre visite en Valais — où l'on construit actuellement de grandes centrales à haute chute — vous ont montré que nous faisons en Suisse tous nos efforts en vue d'aménager complètement les forces hydrauliques économiquement exploitables.

Par suite des conditions topographiques régnant en Suisse, les principaux centres de production d'énergie ne coïncident pas avec les principaux centres de consommation. C'est pourquoi les entreprises suisses d'électricité furent très tôt obligées de construire un puissant *réseau de transport d'énergie*.

Durant la période allant de 1900 à 1920 environ, les tensions employées furent de 16, 28, 45 et — dans des cas peu nombreux — 80 kV. C'est en 1920 que l'on entreprit la construction de la première ligne à 150 kV; entre 1920 et 1950, enfin, s'édifia un réseau à 130 et 150 kV puissant, quoique de structure pas uniforme.

Deux systèmes furent en effet appliqués en ce qui concerne la *mise à terre du point neutre*: dans l'Est du pays, le point neutre des installations à 150 kV fut dès le début mis à la terre par l'intermédiaire de bobines d'extinction, alors que dans l'Ouest on préférait la mise à la terre directe. L'existence de ces deux systèmes rendait difficile l'exploitation en interconnexion des différentes parties de réseau. Les bonnes expériences faites avec la mise à la terre directe dans le réseau à 150 kV et les grands progrès réalisés dans le domaine du réenclenchement rapide ont conduit à un abandon complet de la mise à la terre inductive. Dans nos principaux réseaux de transport à 130, 150 et 225 kV, on emploie aujourd'hui uniformément le même système de mise à la terre, ce qui a les grands avantages suivants:

- exploitation en interconnexion économique
- grande souplesse en cas de dérangements
- possibilité d'employer des autotransformateurs à isolation graduelle pour la transformation de 225 kV à 150 kV
- possibilité de réduire le niveau d'isolation par rapport à la terre

Le *développement futur des réseaux à haute tension* à 150, 225 et plus tard 380 kV fait l'objet d'un plan d'ensemble établi en collaboration par

¹⁾ Voir Bull. ASE t. 47(1956), n° 13, p. 593...600, et ci-dessus, p. 677...680.

²⁾ Bull. ASE t. 47(1956), n° 13, p. 593...600.

les entreprises d'électricité et l'Office fédéral de l'économie électrique.

Par suite de l'accroissement constant des besoins en énergie électrique et de la charge maximum, nous sommes obligés de construire des centrales à haute chute alimentées par de puissants bassins d'accumulation. Ces centrales sont naturellement situées dans les *régions alpines*. Lorsque nos forces hydrauliques seront complètement aménagées, la

ment le nombre de tracés possibles pour les lignes de transport. C'est ainsi que les vallées alpines présentent souvent des étranglements à leurs débouchés en plaine (par exemple le coude du Rhône près de Martigny).

Comme la direction principale qu'est obligé de prendre le flux d'énergie est la direction nord-sud, la *chaîne des Alpes*, qui s'étend d'ouest en est, constitue une véritable barrière entre les centres de

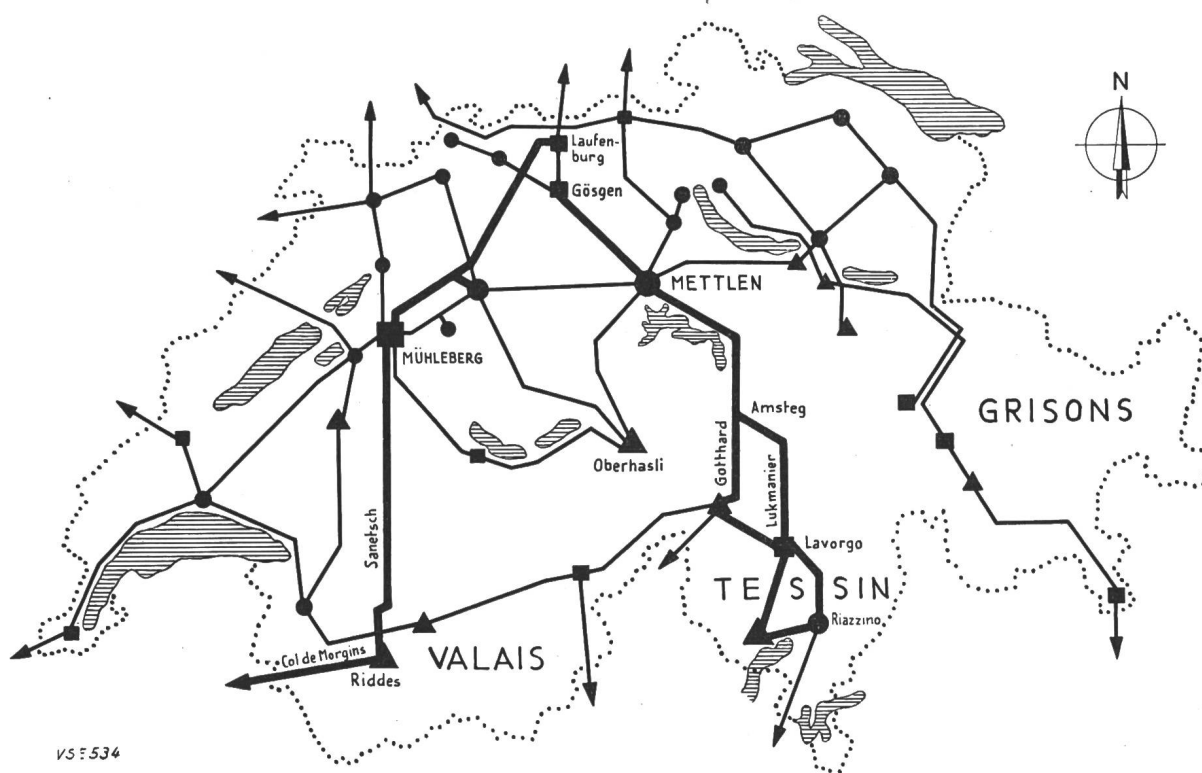


Fig. 1
Le réseau suisse de transport d'énergie électrique

— lignes à 225 kV
— lignes à 130 et 150 kV

puissance maximum possible des centrales sera probablement la suivante dans les quatre principales régions de production:

Oberland bernois	environ 1000 MW
Valais	environ 2700 MW
Tessin	environ 1000 MW
Grisons	environ 2500 MW

Les lignes à 150 kV transportent normalement de 80 à 100 MW par terne à des distances de 100 km environ. Les lignes à 225 kV peuvent transporter jusqu'à 200 MW par terne à 200 km environ. En comparant ces capacités de transport avec les puissances produites dans les régions où les centrales se trouvent concentrées, on voit aussitôt qu'un grand nombre de lignes à haute tension sont nécessaires si l'on veut transporter économiquement l'énergie dans les régions de consommation. Le choix de la tension n'est pas déterminé en Suisse par la longueur des distances à parcourir, mais par l'extrême concentration de la puissance produite dans des régions relativement peu étendues. D'autre part, les conditions topographiques limitent forte-

ment la production et de consommation. Nos lignes de transport doivent franchir les Alpes, et ceci à des altitudes allant jusqu'à 2700 m. Il n'y a que peu de cols alpins qui permettent le passage d'une ligne à haute tension dans des conditions de sécurité suffisantes. Il ne faut jamais oublier que ces lignes alpines doivent être autant que possible accessibles également en hiver de façon à permettre la réparation de dégâts éventuels. Dans les régions très peuplées du Plateau Suisse, il est également de plus en plus difficile d'acquiescer les droits de passage pour des nouvelles lignes à haute tension.

Avec les progrès de l'aménagement des forces hydrauliques et tout spécialement avec l'approche de l'aménagement complet, il sera nécessaire — vu les conditions décrites — de compléter le réseau à 225 kV actuellement en développement par quelques *lignes de transport à 380 kV*. En vue de pouvoir aménager le réseau de transport par étapes et aussi économiquement que possible, il faudra construire quelques-unes des lignes à 225 kV prévues de telle sorte qu'un passage futur à 380 kV soit

possible. Les pylônes devront donc être calculés pour la tension supérieure, de façon à ce que le moment venu l'isolation puisse être accrue par la pose d'isolateurs supplémentaires et qu'un nouveau câble puisse être ajouté pour former une conduite jumelée.

Etat actuel du réseau suisse à haute tension

Le schéma simplifié de la fig. 1 représente nos réseaux à 130/150 kV et 225 kV. Nous possédons aujourd'hui trois lignes traversant les Alpes; ces lignes — dessinées en trait épais — franchissent respectivement les cols du Gothard, du Lucmanier et du Sanetsch et transportent vers le Nord sous une tension de 225 kV l'énergie produite au Tessin et en Valais.

De *Riazzino à Mettlen* s'étend une ligne double, qui entre *Lavorgo* et *Amsteg* — c'est-à-dire dans la région des Alpes — se divise en deux, chaque terne suivant un tracé différent. La sécurité de l'exploitation s'en trouve sensiblement accrue: il est impossible qu'une seule avalanche, par exemple, mette hors service les deux ternes à la fois.

La *ligne du Gothard* a été construite en 1932 déjà, et fut tout d'abord mise en service sous une tension de 150 kV. Les pylônes avaient toutefois été calculés dès le début pour 380 kV, à une époque où il n'existait encore aucune ligne exploitée sous une telle tension.

La *ligne du Lucmanier* elle aussi, qui a été construite en 1949, est pourvue de pylônes à 380 kV. Aussitôt après la mise en service de cette deuxième ligne alpine, la ligne du Gothard put être transformée pour une tension de 225 kV. Le tracé *Riazzino—Mettlen* tout entier est aujourd'hui équipé de pylônes à 380 kV. Sur le tronçon franchissant le *Lucmanier* — c'est-à-dire le tracé de *Lavorgo* à *Amsteg* — ainsi que sur celui allant de *Amsteg* à *Mettlen* furent employés pour la première fois les pylônes en tubes d'acier remplis de béton développés par la *Motor-Columbus S. A.*

La troisième ligne franchissant les Alpes va de *Riddes* à *Mühleberg* en passant par le *Col du Sanetsch*. Cette ligne à deux ternes est en service depuis décembre 1955 sous 225 kV. On construit actuellement le tronçon de *Mühleberg* à *Laufenbourg*, si bien qu'il existera bientôt une liaison directe entre les centrales à accumulation du Valais et les centrales au fil de l'eau sur le Rhin. Une partie de l'énergie passe à *Mühleberg* dans le réseau à 150 kV.

Depuis fin 1955 existe aussi une liaison à 225 kV entre *Riddes* et la centrale de *Génissiat* de l'Electricité de France par le *Col de Morgins*. Cette ligne internationale a joué durant l'hiver dernier un rôle important dans l'approvisionnement de la Suisse en énergie électrique. Dans l'espace de trois mois, $100 \cdot 10^6$ kWh ont été importés de France, la charge moyenne atteignant 110 MW.

Dans le canton des *Grisons*, l'aménagement des forces hydrauliques n'en est encore qu'à ses débuts. Actuellement, l'énergie produite dans cette région est transportée vers le Nord par des lignes à 150 kV. La réalisation de nouvelles centrales rendra néces-

saire la construction de lignes à 225 kV, qui devront sans doute être complétées plus tard par une ligne à 380 kV à deux ternes.

A l'intersection des liaisons Ouest-Est et Nord-Sud se trouve la station de transformation et de couplage de *Mettlen*. On vous a donné une description détaillée de ce centre de répartition des charges au cours de la conférence sur «*L'interconnexion des réseaux des entreprises suisses d'électricité*»³⁾.

Le réseau à haute tension sur lequel nous venons de donner un court aperçu sert aussi bien au transport d'énergie proprement dit qu'à l'exploitation en interconnexion des réseaux des diverses entreprises suisses d'électricité.

Voici quelques-unes des *principales caractéristiques des trois lignes alpines*:

Ligne du Gothard

Liaison entre *Riazzino* et *Mettlen* (ligne à un terne sur le tronçon montagneux de *Lavorgo* à *Amsteg*, long de 56 km)
longueur du tracé: 150 km
point culminant: 2200 m
portée maximum: 1200 m
nature et dimensions des conducteurs: Aldrey, section totale 550 mm²; diamètre 30 mm environ
isolateurs: à fût massif dit «isolateurs Motor»
pylônes: en cornières, de *Lavorgo* à *Amsteg*.
La ligne a été mise en service en 1932 sous une tension de 150 kV; la tension a été élevée à 225 kV en 1955.

Ligne du Lucmanier

Liaison entre *Riazzino* et *Mettlen* (ligne à un terne sur le tronçon montagneux de *Lavorgo* à *Amsteg*, long de 52 km).
longueur du tracé: 150 km
point culminant: 2700 m
portée maximum: 900 m
nature et dimensions des conducteurs: Aldrey, section totale 550 mm², diamètre 30 mm environ
isolateurs: à fût massif
pylônes: en tubes d'acier remplis de béton.
La ligne a été mise en service en 1949 sous une tension de 150 kV; la tension a été élevée à 225 kV en 1954.

Ligne du Sanetsch

Liaison entre *Riddes* (*Vallée du Rhône*) et *Laufenbourg* par *Mühleberg*; ligne à deux ternes, construite pour 225 kV
longueur du tracé: 100 + 100 km
point culminant: 2270 m
portée maximum: 600 m
nature et section des conducteurs: Aluminium-acier, section totale 550 mm², diamètre 30 mm environ
isolateurs: à capot et tige, à fût massif et de grande longueur
pylônes: en cornières.
La ligne a été mise en service en décembre 1955 sous une tension de 225 kV.

Protection des lignes

Comme les lignes alpines servent principalement au transport de grandes quantités d'énergie et sont exposées au cours de leur traversée de la chaîne des Alpes aux conditions atmosphériques les plus rudes, la continuité des fournitures d'énergie exige les *mesures de sécurité les plus sévères*. La protection des lignes revêt donc une très grande importance.

En vue de la protection contre les coups de foudre directs, les lignes sont pourvues sur toute leur longueur d'un *câble de terre*. Ce câble a aussi pour but de réduire à un niveau acceptable les tensions induites dans les lignes téléphoniques en cas de défauts asymétriques.

³⁾ Voir ci-dessus, p. 677...680.

Les chaînes d'isolateurs sont munies de cornes ou d'anneaux de garde. Pour les lignes à 225 kV, il faut employer uniquement des anneaux, qui permettent non seulement d'accroître la tension d'amorage d'arc, mais aussi de maintenir le niveau des perturbations radiophoniques en dessous des valeurs prescrites.

Les dépôts de givre, leur annonce par télécommunication et le dégivrage des conducteurs

Tant que les lignes ne sont pas exploitées à pleine charge, il existe, spécialement dans les Alpes, un grand danger de formation de dépôts de givre sur les conducteurs. En vue d'attirer en temps utile l'attention du personnel d'exploitation sur la formation de ces dépôts, on a installé en Suisse des dispositifs de mesure de la surcharge de givre sur les tronçons de lignes spécialement exposées à ce danger. On sait que cette surcharge se traduit par un accroissement de la tension des conducteurs, et qu'elle peut donc se mesurer facilement au moyen de dynamomètres à ressorts placés sur les pylônes d'arrêt. En reliant ces dynamomètres au contact mobile d'un potentiomètre, on obtient un dispositif de mesure robuste qui est capable d'alarmer les gardiens de ligne par l'intermédiaire d'un câble téléphonique. A la réception de ces signaux d'alarme, le personnel peut préparer la mise en service du dispositif de dégivrage et effectuer les manœuvres nécessaires.

Le tronçon à dégivrer doit être mis hors service et connecté à un jeu de barres spécial; celui-ci est alimenté sous une tension réduite, soit par un groupe générateur distinct, soit par un transformateur de dégivrage. La ligne doit être court-circuitée et mise à terre dans une sous-station ou au niveau d'un pylône situé en dehors de la zone de givrage.

Protection par relais de distance et réenclenchement rapide

Les lignes à 130, 150 et 225 kV sont toutes protégées par des relais de distance à fonctionnement rapide système Brown, Boveri & C^{ie}. Les trois lignes alpines à 255 kV citées ci-dessus sont, de plus, équipées d'un dispositif de réenclenchement rapide avec transmission par haute fréquence, qui permet d'éviter qu'un dérangement de courte durée cause une interruption des fournitures d'énergie. Cet équipement est prévu pour un réenclenchement automatique monophasé et triphasé.

Effet de couronne et perturbations radiophoniques

L'extension du réseau à 225 kV nous a obligés à procéder à des essais en laboratoire approfondis non seulement avec des conducteurs d'exécutions diverses mais aussi avec les isolateurs et tout le matériel de fixation pouvant être la source de perturbations radiophoniques.

Enfin, le transport de grandes quantités d'énergie et l'exploitation moderne en interconnexion supposent l'existence de nombreuses installations auxiliaires importantes, en vue par exemple du réglage automatique des échanges de puissance et du réglage de la tension. Ces fonctions sont assurées dans la plupart des cas par des canaux à haute fréquence suivant les lignes elles-mêmes. Ces liaisons à haute fréquence servent aussi bien à la téléphonie qu'à la télémessure, à la télécommande et à la protection des lignes.

Nous espérons que ce court exposé vous aura donné un aperçu sur les problèmes que pose en Suisse le transport de l'énergie électrique.

Fr. : Sa

Adresse de l'auteur:

P. Geiser, ingénieur en chef aux Forces Motrices Bernoises S. A., Berne.

A propos d'un nouvel engin

par L. Carlo, Genève

621.87 : 621.316.1

Une entreprise de distribution d'électricité comme celle de Genève comporte de nombreuses installations aériennes. Qu'il s'agisse de ses réseaux aériens haute et basse tension, de ses postes de transformation et surtout de son réseau d'éclairage public, il y a quantité de travaux que l'on ne peut accomplir sans le secours d'échelles ou d'échafaudages.

L'entretien des installations d'éclairage public en particulier ne peut être assuré sans l'emploi de plusieurs échelles de montage et d'échelles automobiles. A Genève, ce travail d'entretien nécessite l'utilisation de trois échelles automobiles, les échelles de montage étant réservées en principe aux travaux neufs ou aux travaux d'entretien d'une certaine importance. Mais la fréquence des interventions sur un tel réseau rend de plus en plus nécessaire l'emploi d'engins motorisés; il suffit, pour s'en bien persuader, de rappeler que le remplacement des quelque 5200 lampes d'éclairage public de la Ville de Genève demande à lui seul 7000 interventions par an. A ces dernières, il faut ajouter

celles entraînées par les remplacements sur les réseaux de l'Etat de Genève et des communes, qui comportent environ 5150 luminaires, par les illuminations, par les réparations, les déplacements de lampes et les travaux neufs. Tout cela représente encore des milliers d'interventions supplémentaires par an. Ajoutons que la densité du trafic, en constante progression, exige des interventions rapides et que cet accroissement de la circulation rend l'utilisation de l'échelle de montage (échelle montée sur un châssis à trois roues) toujours plus incommode et dangereuse. Les échelles doivent en outre être mises à la disposition des équipes s'occupant du réseau aérien et des stations transformatrices pour divers travaux de montage et d'entretien, ce qui signifie que les échelles, et singulièrement celles montées sur des châssis automobiles, sont utilisées intensivement et que l'arrêt prolongé pour réparation d'un de ces engins motorisés ne va pas sans amener une gêne sensible dans le service d'exploitation et un retard évident dans les délais d'exécution de certains travaux.



Fig. 1

Emploi du «sky-lift» lors du montage des installations d'éclairage des «Fêtes de Genève»

C'est en se basant sur de pareilles considérations que le *Service de l'électricité de Genève* a fait l'acquisition d'un nouvel engin, dénommé «Sky-lift» ou «Sky-worker» dans son pays d'origine.

Il s'agit d'un élévateur fabriqué aux Etats-Unis et dont le premier exemplaire fonctionnant en Europe a été utilisé lors du montage des installations des Fêtes de Genève en 1954 (voir fig. 1...3). Les Services industriels de Genève se trouvent donc être, en quelque sorte, les parrains de cet engin, nouveau venu sur le continent européen.

Disons d'emblée que les essais faits avec le «Sky-lift», ou élévateur pour lui donner un nom français, furent, malgré sa conception d'apparence révolutionnaire, absolument concluants; à part quelques inévitables critiques d'esprits chagrins, la quasi-totalité des personnes assistant aux essais manifesta son enthousiasme.

La grande supériorité de l'élévateur sur les échelles automobiles et à plus forte raison sur les échelles de montage réside avant tout dans le fait qu'il permet à deux, voire à trois ouvriers de travailler ensemble et en parfaite sécurité jusqu'à 11 mètres au-dessus du sol, dans deux nacelles isolées pour une tension de plusieurs milliers de volt, rendant ainsi le contact avec une ligne basse tension (jusqu'à 1000 V) absolument inoffensif. Puis, second avantage jamais obtenu avec d'autres engins, les monteurs se trouvant dans les nacelles commandent eux-mêmes les mouvements de l'élévateur;

ils peuvent se déplacer, par exemple, au-dessus de la chaussée pendant que le châssis porteur est stationné réglementairement au bord du trottoir, ce qui constitue indiscutablement un troisième avantage très important. Les figures illustrant le présent article montrent mieux, du reste, que les longs commentaires la supériorité technique du nouvel engin.

Après avoir énuméré ses avantages dominants, disons que cet élévateur se compose essentiellement de deux bras articulés, dont l'un — le bras inférieur — est articulé sur une tourelle; il peut décrire un arc de circonférence de 90° environ dans un plan vertical et tourner, grâce à la tourelle, de 360° autour de son point d'articulation. Le bras supérieur peut décrire indépendamment, mais dans le même plan que le premier bras, un arc de cercle de 270°. La combinaison de ces différents mouvements permet aux monteurs placés dans les nacelles d'atteindre facilement tous les points d'un hémisphère de 8 m 50 de rayon et dont le centre se trouverait à l'articulation du bras inférieur sur la tourelle. La hauteur de travail à la verticale, avec le montage qui a été réalisé sur un châssis de camion de 4 tonnes, est de 11 mètres environ; on pourrait certainement atteindre 12 mètres en modifiant le montage actuel et en utilisant certains accessoires. Mais sans ces modifications, on peut déjà atteindre la presque totalité des armatures d'éclairage public. La charge admissible totale dans les nacelles étant de 250 kg, on voit d'autre part que deux hommes peuvent emporter avec eux un matériel et un outillage déjà considérables.

Les bras sont construits en duraluminium étiré, et le bras supérieur est entouré de bandes en thermoplaste lui assurant une isolation égale à celle des nacelles. Les moteurs actionnant la tourelle et les bras sont constitués par des pistons actionnés par de l'huile sous pression fournie par une pompe à huile entraînée par le moteur du camion. Les pistons sont exécutés en acier chromé dur, ce qui évite pratiquement toute fuite d'huile bien que celle-ci travaille à une pression de 120 kg/cm².

Les organes intermédiaires transmettant le mouvement des moteurs aux bras sont constitués par des roues dentées et des chaînes du type Reynolds, et ceux actionnant la tourelle par des câbles d'acier s'enroulant sur des poulies.

La pompe injectant l'huile sous pression dans les pistons moteurs est actionnée par le moteur du véhicule par le moyen d'une prise de force placée sur la boîte à vitesses du camion. Il convient de signaler encore que l'élévateur comporte deux béquilles latérales articulées constituées également par des pistons à commande hydraulique terminés par des plaques d'appui permettant de stabiliser le châssis et d'augmenter le cas échéant le polygone de sustentation. La mise en place de ce dispositif offre une sécurité absolue, car il empêche complètement les oscillations éventuelles de l'élévateur sur les ressorts du châssis, la stabilité proprement dite de l'engin étant déjà assurée sans le secours des béquilles. Les essais statiques auxquels nous avons procédé le montrent du reste fort bien. Si, en effet, on charge les nacelles de 260 kg et si les bras sont



Fig. 2

Un des avantages du «sky-lift»: il n'entrave pas la circulation

placés horizontalement, parallèlement au sol, dans le prolongement l'un de l'autre et formant en plan un angle de 90° avec l'axe du camion, c'est-à-dire dans la position la plus défavorable, on mesure encore une pression totale de 1295 kg sous les deux roues du véhicule situées du côté opposé aux nacelles, ce qui signifie que l'on est loin encore du renversement. Avec les béquilles repliées, cette réaction atteint encore 750 kg avec une charge de 90 kg. Cette dernière charge n'a pas été dépassée lors des essais pour éviter une distorsion dangereuse des jumelles des ressorts. Signalons que le poids total du véhicule en ordre de marche est de 5750 kg, se décomposant comme suit: châssis 2230 kg, élévateur 1360 kg, accessoires, lest et ferrures 2160 kg. On voit que le châssis est chargé de 3500 kg environ, y compris le lest placé pour accroître encore la sécurité en abaissant le centre de gravité de l'ensemble. Il va sans dire que ce nouvel engin a été soumis aux organes de contrôle de la *Caisse nationale suisse d'assurances en cas d'accidents* à Lucerne avant d'être mis en service.

Ces appareils peuvent être utilement complétés par l'adjonction d'un *compresseur d'air* entraîné par un moteur auxiliaire qui, dans ce cas, peut commander également la pompe à huile, ce qui a pour effet de ménager le moteur du châssis. Du compresseur d'air part une conduite souple amenant à travers les bras l'air comprimé à la hauteur des nacelles, où il peut être utilisé par des marteaux pneumatiques, des pistolets ou des outils d'élagageurs.

Il est intéressant de signaler à cet égard que les entreprises américaines utilisent pour les *travaux*

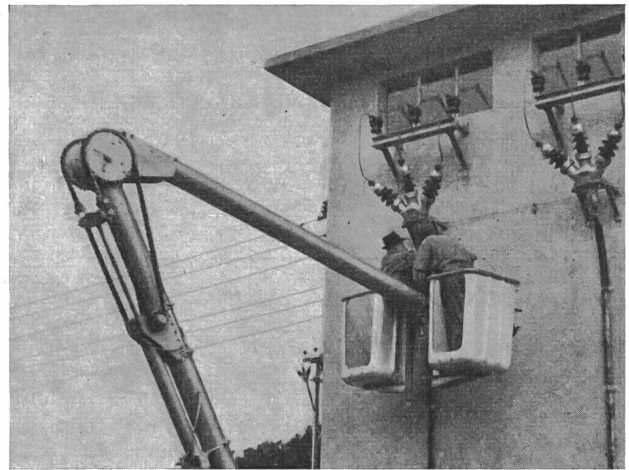


Fig. 3

Un autre avantage du «sky-lift»: l'isolation des nacelles permet aux ouvriers de travailler en toute sécurité

d'élagage des appareils mus par l'air comprimé. Nous avons assisté à des essais pratiqués sur notre réseau avec de tels outils (cisailles, échenilloirs et scies) montés sur de longs manches isolés permettant le travail autour de lignes à haute tension et mettant l'ouvrier à l'abri de tout accident électrique ou mécanique. Leurs résultats, des points de vue sécurité et rendement, en sont absolument surprenants.

Nous dirons pour conclure que les appareils du genre de l'élévateur et de ses accessoires sont des auxiliaires très précieux d'une entreprise de distribution et que leur prix relativement élevé est amorti très rapidement dans une administration de l'envergure des Services industriels de Genève; les contrôles auxquels nous nous sommes livrés montrent que l'engin complet (y compris le camion) peut être payé avec les économies de main-d'œuvre réalisées pendant trois ans. Puis, ce qui à nos yeux du moins revêt une grande valeur, le personnel utilisant l'élévateur s'est déclaré enchanté de son service.

Personnellement, nous pensons que pour le travail exécuté à 11 mètres au-dessus du sol avec les possibilités actuelles, l'emploi d'une échelle automobile et à plus forte raison l'emploi d'une échelle de montage apparaîtront bientôt comme des méthodes désuètes ne correspondant plus aux exigences de notre temps.

Adresse de l'auteur:

L. Carlo, chef de la section des réseaux du Service de l'électricité de Genève, Genève.

Communications des organes de l'UCS

Examen de maîtrise pour installateurs-électriciens

Entre les mois d'octobre et de décembre de cette année aura lieu une session d'examen de maîtrise pour installateurs-électriciens. L'endroit et la date exacte seront fixés ultérieurement. Durée de l'examen: $3\frac{1}{2}$ jours. Les formules d'inscription peuvent être obtenues au secrétariat de l'USIE, Splügenstrasse 6, case postale Zurich 27 (téléphone 051/27 44 14); elles devront être envoyées dûment remplies, accompagnées

des attestations de travail, d'une biographie écrite à la main et d'un certificat de bonnes mœurs de date récente, jusqu'au 8 août 1956 au plus tard à l'adresse précitée. Pour tous les autres détails, nous renvoyons les intéressés aux dispositions du règlement relatives à l'admission et aux examens. Le règlement des examens de maîtrise, valable depuis le 15 décembre 1950, peut être obtenu auprès de l'Union Suisse des Installateurs-électriciens, Splügenstrasse 6, Case postale Zurich 27.

Commission d'examens de maîtrise USIE/UCS

Production et distribution d'énergie électrique par les entreprises suisses d'électricité livrant de l'énergie à des tiers

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

La présente statistique concerne uniquement les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers. Elle ne comprend donc pas la part de l'énergie produite par les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducteurs) qui est consommée directement par ces entreprises.

Mois	Production et achat d'énergie											Accumulation 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				
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56		1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	
	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	940	966	3	20	51	28	62	101	1056	1115	+ 5,6	1533	1553	— 6	— 197	135	107	
Novembre ..	829	865	14	26	26	21	120	197	989	1109	+12,1	1360	1206	—173	— 347	73	76	
Décembre ..	901	812	8	32	19	20	131	243	1059	1107	+ 4,5	1210	970	—150	— 236	86	81	
Janvier	924	801	3	14	25	22	99	249	1051	1086	+ 3,3	1049	793	—161	— 177	91	70	
Février	949	857	1	30	20	20	55	216	1025	1123	+ 9,6	766	376	—283	— 417	124	62	
Mars	1067	714	3	28	21	24	67	188	1158	954	—17,6	398	241	—368	— 135	144	45	
Avril	1019	858	1	15	28	21	10	98	1058	992	— 6,2	294	171	—104	— 70	151	52	
Mai	1141	1083	1	6	56	37	19	44	1217	1170	— 3,9	518	502	+224	+ 331	214	162	
Juin	1172		1		76		19		1268			1036		+518		235		
Juillet	1236		1		78		18		1333			1539		+503		283		
Août	1188		1		83		18		1290			1696		+157		263		
Septembre ..	1117		1		70		7		1195			1750 ⁴⁾		+ 54		210		
Année	12483		38		553		625		13699							2009		
Oct.-mars ...	5610	5015	32	150	162	135	534	1194	6338	6494	+ 2,5			—1141	—1509	653	441	
Avril-mai ..	2160	1941	2	21	84	58	29	142	2275	2162	— 5,0					365	214	

Mois	Distribution d'énergie dans le pays											Consommation en Suisse et pertes					
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Traction		Pertes et énergie de pompage ²⁾		sans les chaudières et le pompage		Différence % ³⁾	avec les chaudières et le pompage	
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56		1954/55	1955/56
	en millions de kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	413	457	168	190	118	146	30	26	55	57	137	132	881	978	+11,0	921	1008
Novembre ..	431	487	178	199	111	137	9	9	59	68	128	133	903	1020	+13,0	916	1033
Décembre ..	459	500	174	189	119	116	9	5	75	75	137	141	958	1011	+ 5,5	973	1026
Janvier	465	492	170	186	114	115	12	5	69	72	130	146	944	997	+ 5,6	960	1016
Février	417	534	162	193	111	115	26	5	66	73	119	141	874	1052	+20,4	901	1061
Mars	456	445	181	160	143	113	34	3	67	66	133	122	978	896	— 8,4	1014	909
Avril	396	426	158	170	138	159	46	7	48	62	121	116	853	926	+ 8,6	907	940
Mai	399	433	162	172	149	159	105	42	44	57	144	145	880	939	+ 6,7	1003	1008
Juin	378		163		138		146		49		159		863			1033	
Juillet	380		160		147		154		51		158		871			1050	
Août	396		164		146		121		51		149		888			1027	
Septembre ..	411		175		144		68		52		135		907			985	
Année	5001		2015		1578		760		686		1650		10800			11690	
Oct.-mars ...	2641	2915	1033	1117	716	742	120	53	391	411	784	815	5538	5954	+ 7,5	5685	6053
Avril-mai ..	795	859	320	342	287	318	151	49	92	119	265	261	1733	1865	+ 7,6	1910	1948

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: Sept. 1955 = 1931.10⁶ kWh.

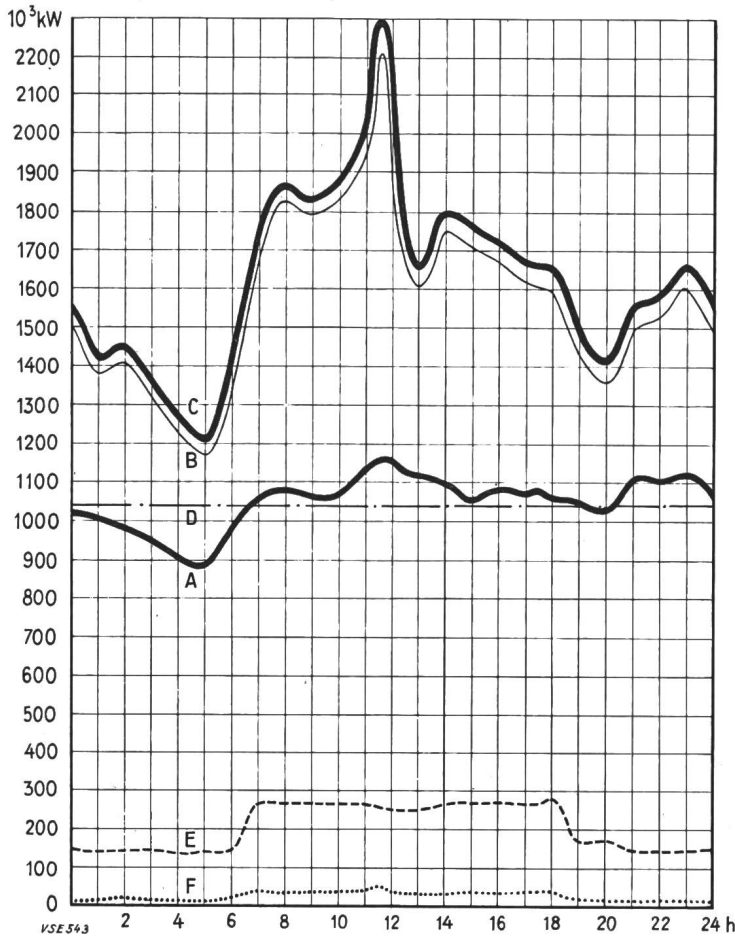


Diagramme de charge journalier du mercredi

(Entreprises livrant de l'énergie à des tiers)

Mercredi 16 mai 1956

Légende:

1. Puissances disponibles: 10³ kW

Usines au fil de l'eau, par débits naturels (0—D) 1036
 Usines à accumulation saisonnière (à bassins remplis) 1541
 Puissance totale des usines hydrauliques 2577
 Réserve dans les usines thermiques 155

2. Puissances constatées:

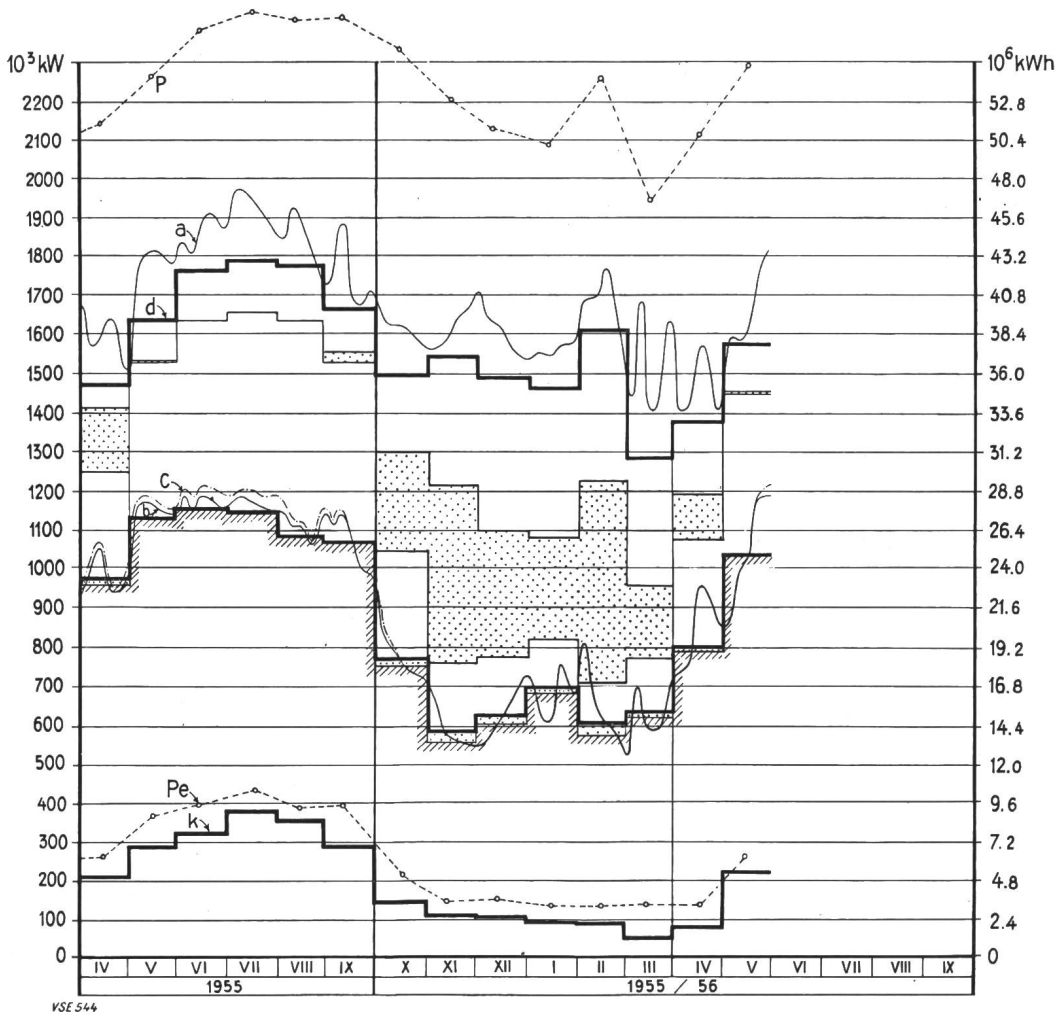
0—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à accumulation journalière et hebdomadaire).
 A—B Usines à accumulation saisonnière.
 B—C Usines thermiques + livraisons des usines des CFF, de l'industrie et importation.
 0—E Energie exportée.
 0—F Energie importée.

3. Production d'énergie 10⁶ kWh

Usines au fil de l'eau 24,7
 Usines à accumulation saisonnière 12,9
 Usines thermiques 0,1
 Livraisons des usines des CFF et de l'industrie 0,9
 Importation 0,6
 Total du mercredi 16 mai 1956 39,2
 Total du samedi 19 mai 1956 40,3
 Total du dimanche 20 mai 1956 30,7

4. Consommation d'énergie

Consommation dans le pays 34,3
 Energie exportée 4,9



Production du mercredi et production mensuelle des entreprises livrant de l'énergie à des tiers

Légende:

1. Puissances maxima: (chaque mercredi du milieu du mois)
 P de la production totale;
 P_e de l'exportation.

2. Production du mercredi (puissance moyenne ou quantité d'énergie)

a totale;
 b effective d. usines au fil de l'eau;
 c possible d. 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 s. les réserves accumul.;

i des usines thermiques, achats aux entreprises ferrov. et indust., import.;

k exportation;
 d—k consommation dans le pays.

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie électrique

Les chiffres ci-dessous concernent à la fois les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers et les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducteurs).

Mois	Production et importation d'énergie									Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie		Consommation totale du pays	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie importée		Total production et importation		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					
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56		%	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55
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	1202	1188	5	25	62	101	1269	1314	+ 3,5	1726	1746	- 3	-225	135	107	1134	1207
Novembre ..	1018	1019	17	33	120	197	1155	1249	+ 8,1	1537	1368	-189	-378	73	76	1082	1173
Décembre ..	1062	949	12	41	131	244	1205	1234	+ 2,4	1368	1101	-169	-267	86	81	1119	1153
Janvier	1091	928	6	22	99	250	1196	1200	+ 0,3	1186	897	-182	-204	91	70	1105	1130
Février	1097	974	5	38	55	217	1157	1229	+ 6,2	874	437	-312	-460	124	62	1033	1167
Mars	1225	841	7	39	67	188	1299	1068	-17,7	465	268	-409	-169	144	45	1155	1023
Avril	1242	1014	3	20	10	98	1255	1132	- 9,8	341	177	-124	- 91	151	52	1104	1080
Mai	1441	1353	3	8	19	44	1463	1405	- 4,0	597	545	+256	+368	214	175	1249	1230
Juin	1494		2		19		1515			1188		+591		235		1280	
Juillet	1563		2		18		1583			1746		+558		283		1300	
Août	1521		2		18		1541			1916		+170		263		1278	
Septembre ..	1425		3		7		1435			1971 ¹⁾		+ 55		210		1225	
Année	15381		67		625		16073							2009		14064	
Oct.-mars . . .	6695	5899	52	198	534	1197	7281	7294	+ 0,2			-1264	-1703	653	441	6628	6853
Avril-mai ..	2683	2367	6	28	29	142	2718	2537	- 6,7					365	227	2353	2310

Mois	Répartition de la consommation totale du pays														Consommation du pays sans les chaudières et le pompage		Différence par rapport à l'année précédente
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Traction		Pertes		Energie de pompage				
	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	1954/55	1955/56	%
en millions de kWh																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	421	467	188	209	232	247	37	30	100	105	146	144	10	5	1087	1172	+ 7,8
Novembre ..	439	497	196	215	192	196	14	11	98	105	138	144	5	5	1063	1157	+ 8,8
Décembre ..	467	514	194	209	183	159	13	7	109	109	146	145	7	10	1099	1136	+ 3,4
Janvier	473	502	189	207	171	152	17	7	108	103	142	145	5	14	1083	1109	+ 2,4
Février	426	544	180	210	160	140	31	6	101	110	133	152	2	5	1000	1156	+15,6
Mars	465	454	200	181	194	143	38	5	108	103	147	127	3	10	1114	1008	- 9,5
Avril	404	434	176	191	235	213	55	11	96	100	130	123	8	8	1041	1061	+ 1,9
Mai	407	442	180	193	287	284	115	49	95	98	146	134	19	30	1115	1151	+ 3,2
Juin	386		182		279		156		97		154		26		1098		
Juillet	388		178		290		163		101		153		27		1110		
Août	405		181		288		131		102		151		20		1127		
Septembre ..	420		194		279		77		100		144		11		1137		
Année	5101		2238		2790		847		1215		1730		143		13074		
Oct.-mars . . .	2691	2978	1147	1231	1132	1037	150	66	624	635	852	857	32	49	6446	6738	+ 4,5
Avril-mai ..	811	876	356	384	522	497	170	60	191	198	276	257	27	38	2156	2212	+ 2,6

¹⁾ Chaudières à électrodes.

²⁾ Energie accumulée à bassins remplis: Sept. 1955 = 2 174,10⁶ kWh

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.