Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 40 (1949)
Heft: 26

Artikel: L'énergie dans les villes modernes : Lausanne, son service d'électricité
Autor: Meystre, P.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056440

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: 22.08.2025

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

40e année | No 26 | Samedi, le 24 Décembre 1949

BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

L'énergie dans les villes modernes: Lausanne, son service d'électricité

Conférence donnée à l'Assemblée générale de l'UCS, le 1er octobre 1949, à Lausanne

par *P. Meystre*, Lausanne

621.311 (494.45)

Après avoir rappelé l'importance de l'électricité dans la vie moderne, l'auteur fait l'historique du ravitaillement de la Ville de Lausanne en énergie électrique, en commençant par mentionner l'usine privée de 1882, et terminant par la nouvelle usine de Lavey. L'auteur décrit brièvement en outre les installations de chauffage à distance, qui appartiennent également au Service de l'électricité de Lausanne. Actuellement, la population desservie atteint 140 000 personnes et consomme plus de 200 millions de kWh par an.

Nach einer Würdigung der Bedeutung, welche die Elektrizität im modernen Leben hat, wird die Entwicklung der Elektrizitätsversorgung von Lausanne in verschiedenen Perioden beschrieben, beginnend mit dem privaten Werk von 1882 und endend beim neuen Kraftwerk Lavey, das in diesem Winter in Betrieb kommen wird. Dabei wird auch das Lausanner Fernheizwerk, das dem EW gehört, gestreift. Heute beliefert das EW Lausanne eine Bevölkerung von fast 140 000 Köpfen, die über 200 Millionen kWh braucht.

1° Electricité et civilisation

L'asservissement de l'énergie aux besoins de l'homme est une évolution dont l'histoire se perd dans la nuit des temps. Successivement, l'homme est arrivé à maîtriser les différentes formes d'énergie, et chaque pas a été la résultante de longs efforts et a marqué une étape du progrès.

La dernière forme d'énergie asservie par l'homme est l'énergie électrique, mais il s'agit ici de différences telles avec les formes précédemment connues qu'il vaut la peine de les souligner.

«L'énergie électrique, dont l'utilisation pratique ne remonte qu'aux dernières années du siècle passé, ne limite pas son intervention à certaines natures de l'activité humaine. Puissante, souple, immatérielle, elle s'est introduite partout et est progressivement devenue indispensable à l'homme, réalisant silencieusement une véritable révolution dans la façon de vivre et de travailler de ce dernier» [1]).

Le terme de révolution peut paraître excessif et il a déjà tellement été utilisé; mais il faut reconnaître que les précédentes découvertes touchaient un domaine plus ou moins limité et n'avaient pas un caractère de généralité et d'universalité.

«Avec l'énergie électrique, au contraire, il s'agit d'une découverte qui possède précisément un rayonnement général et universel et dont les applications ne cessent de s'étendre en surface et en profondeur. D'ores et déjà, la majorité des habitants des pays civilisés en connaissent les bienfaits. Mais ces derniers même ne cessent de se développer. Que ce soit à la maison, à l'atelier ou à la ferme, la nouvelle forme d'énergie intervient pour des usages de plus en plus nombreux et importants dont les effets ont transformé profondément nos conditions et habitudes d'existence.

Non seulement la force, l'habileté et la capacité de travail de l'homme se sont trouvées plus que décuplées, mais de nouveaux horizons ont été ouverts par de nombreuses inventions, à l'origine desquelles on retrouve toujours l'énergie électrique, source inépuisable, de laquelle jaillissent sans cesse des possibilités surprenantes: hier le télégraphe et le téléphone, aujourd'hui le cinéma et la radio, demain la télévision.

En ce sens, on peut dire que l'énergie électrique est un facteur essentiel de civilisation, car aussi bien sur le plan matériel que sur le plan intellectuel, son action s'exerce dans tous les domaines de l'activité humaine ou plus exactement de la vie» [2]).

L'Electricité reine des énergies

Ainsi les caractères particuliers de l'énergie électrique lui confèrent de tels avantages qu'elle supplante les énergies rivales dans des domaines de plus en plus vastes.

«L'homme, en effet, recherche toujours, entre les différents moyens mis à sa disposition, celui qui lui rendra les services les meilleurs aux conditions les plus avantageuses. Il existe ainsi, entre les énergies, une véritable hiérarchie dans laquelle l'électricité peut, à bon droit, revendiquer la première place» [3]).

Bornons-nous à constater que cet asservissement par l'homme des différentes formes de l'énergie a été lente, très lente même. A la fin du siècle dernier la dernière forme connue, l'électricité, n'en est encore qu'à son début, à peine sort-elle du stade expérimental.

Cependant, le 19e siècle a déjà été l'époque d'une grande évolution dans le caractère des agglomérations, en Suisse tout particulièrement. L'utilisation de l'énergie de l'eau a pris un essor déjà extraordinaire en lui-même. Il est possible de transporter la force motrice par des moyens mécaniques, à faible distance il est vrai. Des ateliers, des fabriques se créent; l'homme, avec des moyens encore bien imparfaits, amorce l'industrialisation qui sera la caractéristique du 20e siècle.

A la fin du 19e, l'électricité est née, les agglomérations vont, l'une après l'autre, organiser la livraison de cette forme d'énergie si nouvelle, forme dont on n'a pas encore saisi toute l'importance et qui, au début, est limitée à un éclairage parcimonieux et rare, le pétrole étant remplacé purement et simplement, sans changement marqué, par l'électricité. Mais ces débuts prennent très rapidement un autre

[1]), [2]) et [3]) Roux, Energie électrique et Civilisation.

caractère; très vite les qualités intrinsèques du nouveau «produit» sont reconnues et vont être mises à contribution par une suite d'utilisations de plus en plus poussées. Bientôt, l'éclairage présentera des caractéristiques complètement nouvelles. La force motrice mise à contribution pour les ateliers et les usines sera améliorée, perfectionnée et complétée par des outils tels que l'homme moderne a de la peine à s'imaginer les conditions de vie sans elle.

En définitive, la transformation fondamentale de la vie moderne est le fait de l'électricité. Mais cette évolution si importante n'a pas été sans heurts et sans difficultés. Les cités se sont trouvées devant des problèmes ardus et compliqués, d'importance primordiale bien souvent, et exigeant des dispositions non pas administratives mais industrielles. Des entreprises, soit privées, soit publiques, sont apparues qu'il a fallu modeler pour faire face aux tâches toujours accrues, et les solutions plus ou moins heureuses qui ont jalonné les années, ont été un des facteurs essentiels de toute l'évolution.

2° Lausanne

Lausanne, comme les autres villes suisses, a dû s'adapter. Faisons-en un rapide historique.

Vers 1882, la lampe d'Edison est connue du public: Cette même année une société se fonde à Lausanne pour livrer le courant électrique, principalement pour l'éclairage des magasins. C'est la Société Suisse d'Electricité. Son usine est à la rue Centrale; les eaux du lac de Bret fournissent l'énergie hydraulique nécessaire. La puissance totale est réduite.

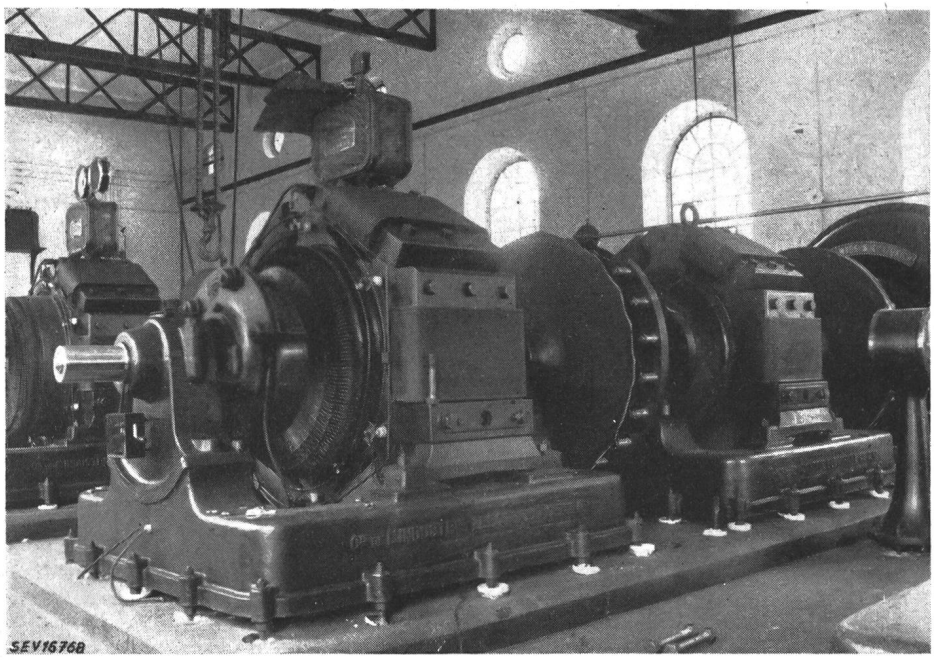


Fig. 1
L'usine du Bois-Noir
Machines Thury

Le créateur en est l'ingénieur Raoux, qui installe trois turbines à haute chute branchées sur le réseau d'alimentation en eau potable du lac de Bret. Les générateurs sont des machines Gramme à courant continu, à excitation série. Mais, en 1883 déjà, celles-ci sont remplacées par des machines shunt à vitesse constante. Il est intéressant de souligner que, déjà à ce moment-là, les Tramways Lausannois produisent l'énergie qui leur est nécessaire au moyen de génératrices entraînées par des moteurs à gaz. On voit donc que la production de l'usine de l'ingénieur Raoux est, de ce fait, très limitée.

Ce n'est que lorsqu'il fut possible de trouver des lampes à incandescence présentant des caractéristiques d'utilisation suffisantes que le développement réel put s'amorcer. Les autorités de la Ville sont, au début, réticentes, et comme à l'origine le prix des lampes était exorbitant, on considéra l'éclairage par lampes à incandescence comme un luxe inouï.

Mais, très rapidement, le transport de l'énergie électrique s'améliore et la fabrication des lampes évolue, entraînant une diminution de la consommation et une meilleure qualité de l'éclairage. Ce mode d'éclairage a la faveur du public devant le pétrole et les lampes à gaz. Cette évolution, très rapide, ne passe pas inaperçue aux yeux des autorités et celles-ci se rendent compte que, pour faire face aux besoins naissants dans ce nouveau domaine, des moyens beaucoup plus importants que ceux qui furent employés par l'ingénieur Raoux et sa société seront nécessaires. La Ville décide d'intervenir directement dans ce domaine et des décisions de principe sont prises dans ce sens. Nous sommes en 1898.

Constatons, en passant, combien à cette époque nos édiles d'alors surent voir grand et avaient une haute idée des obligations de leur capitale. Et c'est ainsi qu'ils décident l'achat de la concession du Rhône, à St-Maurice, la création de l'usine du Bois-Noir, la construction de l'usine thermique de Pierre-de-Plan à Lausanne, la fourniture aux Tramways Lausannois et la distribution dans toute la ville.

La première période

A l'usine du *Bois-Noir*, il s'agira de dériver au Rhône l'eau nécessaire à alimenter une puissance totale de 11 000 kW, soit 40 m³/s sous 32...38 m de chute. 5 turbines Francis à axe horizontal, tournant à 300 t/min, de 736 kW (1000 ch) chacune, constituent la première étape. Les génératrices, directement accouplées, sont à courant continu, système Thury [4]). Disons simplement que les génératrices

[4]) voir *J. Pronier* et *E. Juillard:* Oeuvres et souvenirs de René Thury. Bull. ASE t. 40(1949), n° 23, p. 887...894, et *R. Thury:* Transmission de force motrice à grande distance par courant continu à haute tension. Bull. ASE t. 21(1930), n° 5, p. 157...177.

étaient couplées en séries; la tension de service atteignait ainsi 23 000 V environ avec un courant de 150 A.

Le transport Bois-Noir–Lausanne se fait donc à courant continu 23 000 V en pleine charge, par une ligne aérienne à 2 conducteurs de cuivre de 150 mm², sur poteaux de bois. Elle aboutit à l'*usine de Pierre-de-Plan,* où 5 moteurs continu série de 300 kW entraînent des alternateurs triphasés à 3100 V qui alimentent le réseau de distribution souterrain, établi en câbles sous plomb.

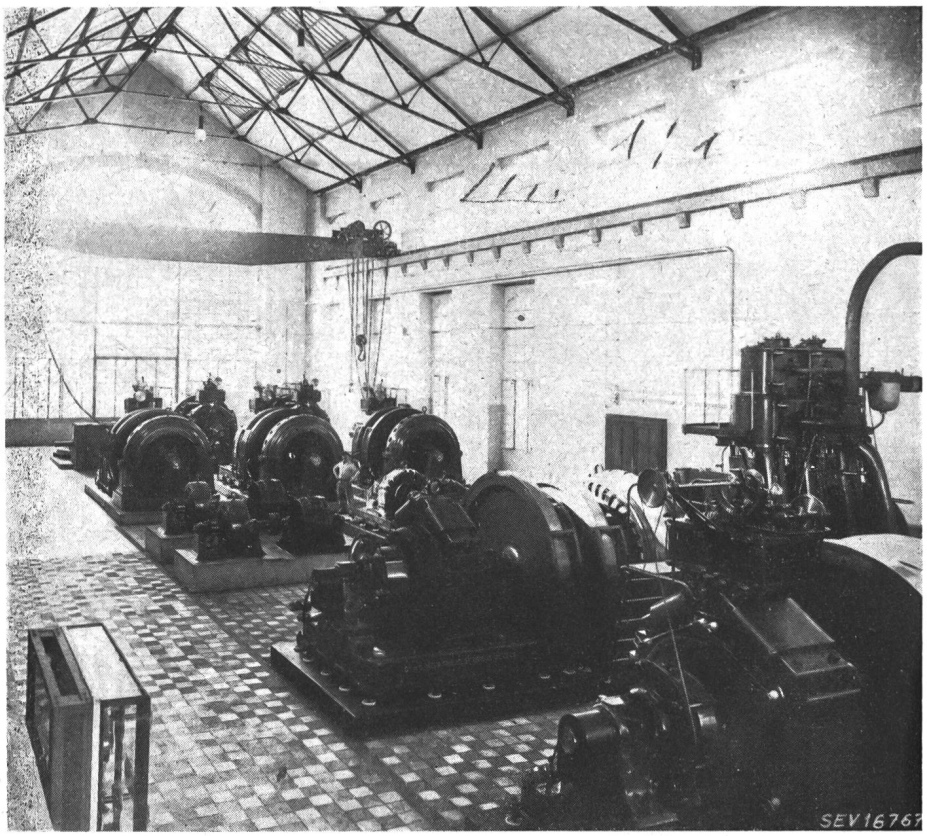


Fig. 2
L'usine de Pierre-de-Plan
Groupes convertisseurs continu-triphasé
(Thury, env. 1910)

A Pierre-de-Plan encore, 2 génératrices à courant continu à 675 V sont destinées à l'alimentation des Tramways Lausannois.

L'équipement total est complexe: batterie d'accumulateurs, réserve thermique, machines à vapeur, chaudières, etc., existent déjà à cette première étape. Les travaux ont commencé en 1899. Le courant peut être distribué pour la première fois en ville en 1901. Cet événement est souligné par l'illumination, le 1er août 1901, du quai d'Ouchy. L'énergie est fournie à ce moment par Pierre-de-Plan. Le 15 mai 1902, l'usine du Bois-Noir prend son service.

Cette date va marquer le début d'un développement extrêmement important de l'électricité dans toute l'agglomération lausannoise et dans toute la banlieue qui fait partie du réseau. A pas de géant, la technique fait des progrès. L'industrie et l'artisanat ne manquent pas d'en saisir toute l'importance et un développement extrêmement réjouissant va s'ensuivre. L'alimentation des lampes qu'on trouvait dans le début se complète par l'importance de plus en plus grande que prend l'utilisation de la «force motrice». Cette disposition vient faciliter le développement industriel et artisanal, à Lausanne comme dans les autres villes.

Le résultat ne tarde pas à se faire sentir: augmentation de la charge et de la consommation. Il s'ensuit assez rapidement que l'énergie disponible au Bois-Noir n'est plus suffisante pour l'hiver. Soulignons, en passant, que ce développement très heureux de la consommation est dû en partie aussi à une simplification des conditions d'abonnement et à des tarifs favorables. En particulier, les compteurs à tarif «multiple», à addition automatique, font très vite leur apparition. Ces compteurs rendent possible les tarifs différentiels selon les heures de la journée et notent directement les kWh consommés et leur valeur en francs. L'insuffisance des possibilités de production du Bois-Noir doit être compensée en pointe par la réserve thermique de Pierre-de-Plan, réserve qui a été portée à la puissance de 4200 kW.

Cette réserve est obtenue par l'installation successive, en 1907 et 1913, de 2 turbines à vapeur de 1000 et 2000 kW. Ce mode de faire va permettre de couvrir les pointes du soir des mois d'hiver de façon systématique; mais relevons que les chaudières à vapeur alimentant ces turbines sont chargées à main et nécessitent une main-d'œuvre importante. Dès 1913, il est nécessaire de trouver un autre moyen de production complémentaire.

Lorsque la première guerre mondiale éclate, on est encore au début des études et les besoins de la consommation augmentent de nouveau. En 1915, les difficultés de ravitaillement en charbon obligent à rechercher d'autres solutions. Celles-ci sont obtenues par l'interconnexion avec les réseaux voisins: la Cie vaudoise des Forces motrices des lacs de Joux et de l'Orbe, avec laquelle une liaison est établie, en septembre 1917, à Bussigny-Crissier, capable de transporter une puissance de 600 kW, et avec la Sté Romande d'Electricité, à Vouvry, reliant à Roche le réseau du Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne, par une ligne établie en novembre 1918.

La deuxième période

Les extensions de la production, étudiées au Bois-Noir dès 1913, et qui sont poursuivies, aboutissent en 1918. La solution est l'abandon du courant continu au profit du triphasé. Cela rendra possible une liaison plus facile avec les réseaux voisins. Les nouvelles caractéristiques de la ligne de transport Bois-Noir–Lausanne sont donc fixées à 50 000 V, 50 pér./s. Au Bois-Noir, l'usine est agrandie pour abriter le nouvel appareillage électrique. Le matériel de la première période va disparaître et être remplacé par des éléments nouveaux. Seuls les travaux hydrauliques (barrage, canal d'amenée supérieur et inférieur, dépotoir) ne seront pas changés. Une nouvelle conduite forcée, en béton armé, est établie pour doubler le débit utilisable. L'énergie est produite par 3 groupes turbines-alternateurs Francis, à axe horizontal, de 2500 kW, à 375 t./min. Les alternateurs, directement accouplés, sont construits pour une tension nominale de 6500 V.

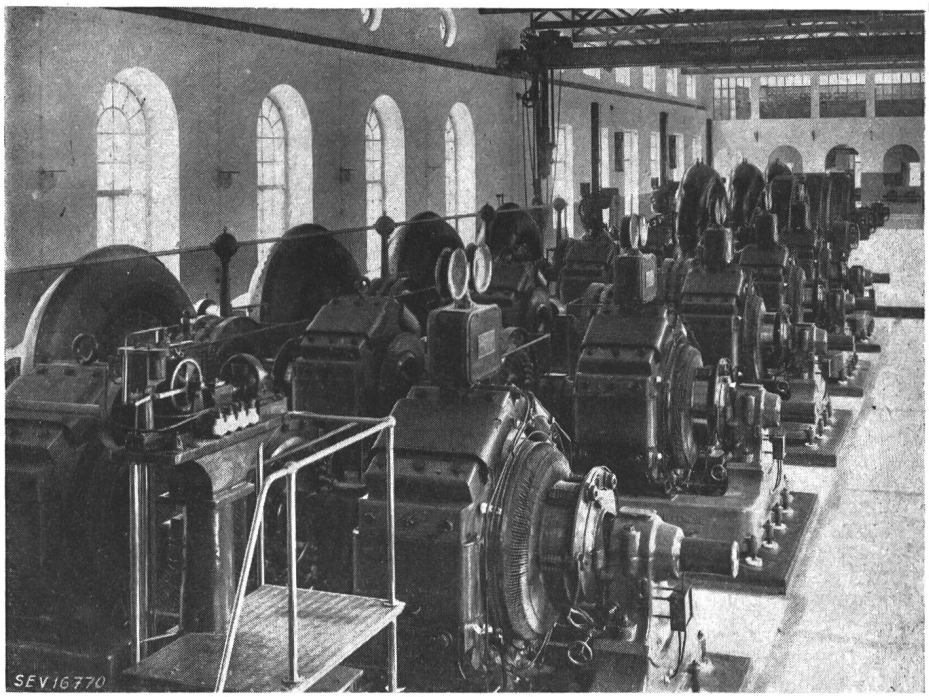


Fig. 3
L'usine du Bois-Noir
Au premier plan: machines à courant continu système Thury
Au fond: groupes triphasés (1920)

La ligne de transport qui relie le Bois-Noir à Lausanne est également complètement nouvelle. Elle est constituée par des pylônes métalliques supportant 3 câbles Cu 50 mm² plus un fil de terre en acier. Le tracé de la nouvelle ligne a une longueur dépassant 54 km. Le tracé Roche–Lausanne est établi en 1918 déjà pour permettre le transport de l'énergie fournie par la Sté Romande d'Electricité.

A Pierre-de-Plan, des modifications fondamentales doivent également être apportées aux installations existantes. Un nouveau bâtiment, avec tour de décuvage, appareillage électrique, tableau, etc., viendra se superposer aux installations existantes et à la centrale thermique qui continuent à conserver leur importance comme réserve en cas de panne.

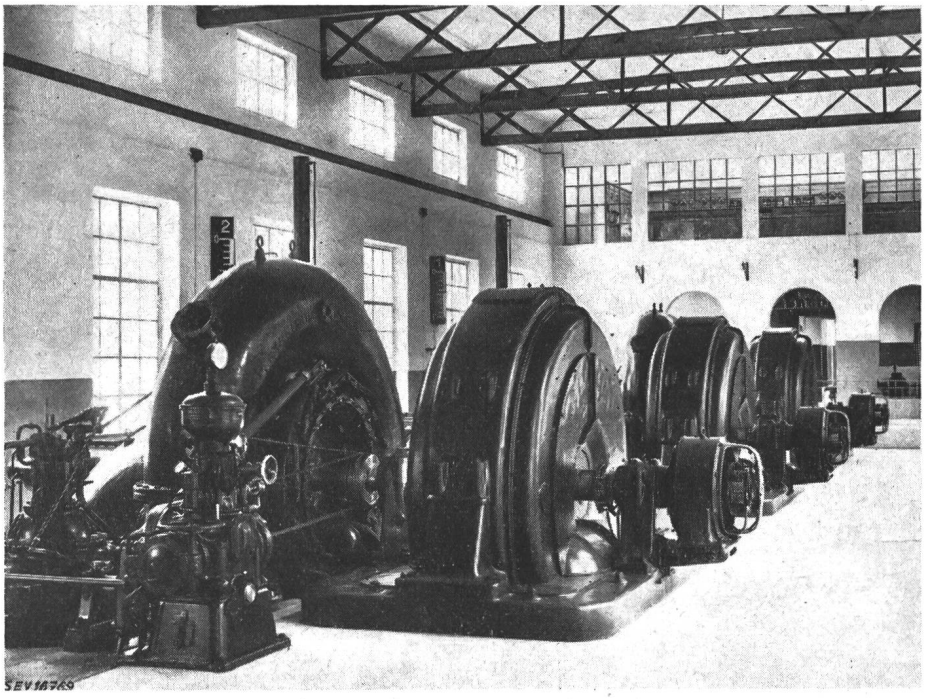


Fig. 4
L'usine du Bois-Noir
Salle des machines, nouveaux groupes triphasés, 1920

Toutes ces installations établies en deuxième étape sont mises en service le 13 septembre 1920. Elles vont permettre de faire face aux besoins de l'agglomération lausannoise pendant une période prolongée.

J'ai eu l'occasion de relever plus haut que les difficultés provoquées par la guerre avaient pu être parées grâce à l'entente des réseaux voisins (Forces de Joux et SRE). Il s'agit là, en fait, à une échelle réduite, d'une première interconnexion et les expériences heureuses qui auront été faites n'auront pas été perdues. C'est ainsi qu'en 1918, grâce à l'initiative de quatre pionniers: MM. Landry, professeur, qui fut président de l'ASE; Dubochet, Directeur de la SRE; de Montmollin, Chef du SEL; et Filliol, Directeur du SE de Genève, fut constituée la société EOS. Cette société va grouper les principales entreprises de la Suisse romande et créer un réseau d'interconnexion à haute tension, qui les reliera et permettra une coordination entre la production et la consommation de ces différents réseaux. C'est ainsi que, dès 1921, le SEL participe, avec la SRE, à une fourniture importante d'énergie pour la Ville de Genève.

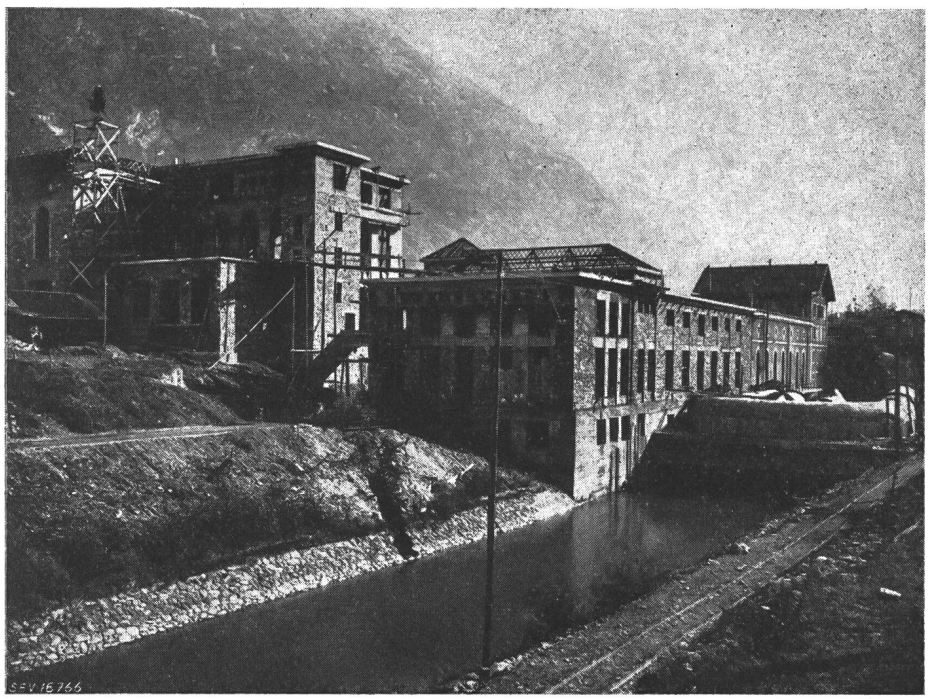


Fig. 5
L'ancienne usine du Bois-Noir
Reconstruction de 1920

La Ville de Lausanne est reliée à ce réseau d'interconnexion au Bois-Noir et à Pierre-de-Plan. La sécurité des lignes de transport est encore augmentée par l'existence des lignes EOS entre ces 2 usines. Il est ainsi possible d'abandonner la construction d'une deuxième ligne de transport entre le Bois-Noir et Pierre-de-Plan.

C'est à cette époque également (7 août 1925) qu'un accord intervient avec les Forces de Joux pour l'installation, en commun, d'une partie du tracé de la ligne directe qui relie le Bois-Noir à Lausanne. Il s'agit du tracé Gryonne–Glion, d'une longueur de 20 km environ.

Sur ce parcours, la ligne est construite immédiatement pour pouvoir supporter 2 lacets et, bien que la tension d'exploitation des 2 entreprises soit de l'ordre de 50 kV, la tension pourra être ultérieurement portée à 130 kV par l'adjonction de nouveaux isolateurs.

L'année 1925 marque également la fin d'une période: c'est celle de l'utilisation des génératrices à courant continu au Bois-Noir. La transformation est achevée et, dès ce moment-là, l'usine du Bois-Noir se trouve équipée uniquement par les groupes turbines et alternateurs triphasés (construction Charmilles / Brown Boveri) dont il a été fait mention déjà plus haut.

Le développement de la consommation continue à une allure telle que ces améliorations pourtant considérables deviennent bientôt insuffisantes. Elles sont complétées en 1929 par la mise en service d'un quatrième groupe turbine-alternateur semblable aux précédents, au Bois-Noir, et par l'augmentation de la réserve thermique de Pierre-de-Plan au moyen de 2 groupes Diesel, de 2000 kW chacun (construction Sulzer/Oerlikon).

Avec ces groupes, la puissance de la réserve thermique est augmentée et les anciennes chaudières à vapeur sont alors désaffectées. La durée d'intervention en cas de panne sur les lignes de transport est réduite à quelques minutes.

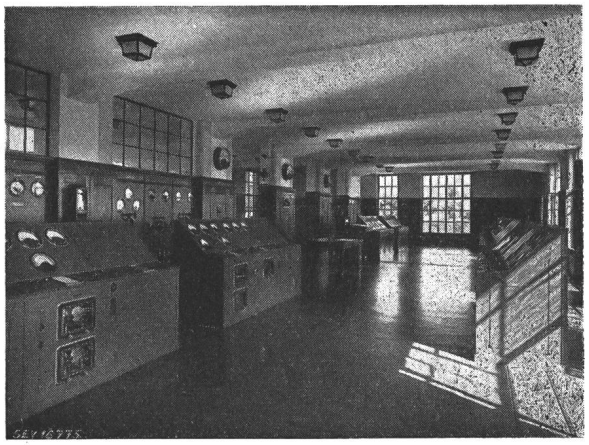


Fig. 6
Usine de Pierre-de-Plan
Salle du Tableau

Cette longue évolution dans le développement des installations ne s'est pas produite sans à-coups ni difficultés. C'est ainsi que, en 1926 et 1930, des

coulées de boue du torrent St-Barthélemy, d'une importance considérable, détruisirent les installations hydrauliques et entraînèrent l'arrêt de la production du Bois-Noir, pendant plusieurs mois. Dans tous ces cas, les perturbations ne purent être dominées que grâce à l'interconnexion qui montra là tous ses avantages.

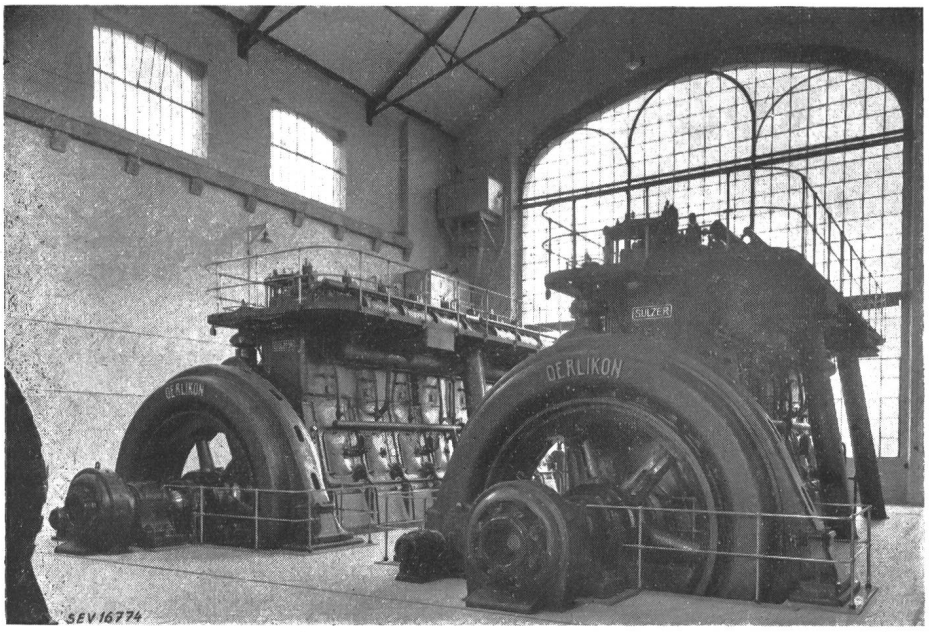


Fig. 7
L'usine de Pierre-de-Plan
Groupes Diesel 1930

Pendant cette longue période de 1900 à 1930, les Tramways Lausannois sont alimentés en courant continu par des groupes rotatifs doublés d'une batterie-tampon installée à Pierre-de-Plan, d'une importance très grande. Pendant ce temps-là, la technique des redresseurs à vapeurs de mercure s'est développée et, en 1932, la batterie accumulateurs-tampon et les génératrices tournantes sont remplacées par les stations de redresseurs à vapeurs de mercure de Pierre-de-Plan, de la Solitude et d'Epalinges. Ainsi se trouve avantageusement résolu le problème de l'alimentation des Tramways Lausannois, avec des possibilités de puissance fournie nettement accrues et une sécurité de service augmentée.

La troisième période

Le changement de tension. En 1933, le développement de la consommation est tel que de nouveaux problèmes se posent. Indépendamment de la production et du transport, le réseau de distribution à 3000 V, qui jusqu'ici s'est étendu au fur et à mesure des besoins, se trouve devant des tâches telles que le problème doit être revu à la base. Des études très poussées démontrent aisément que la tension de 3000 V est trop faible pour faire face aux charges souvent très importantes que constituent les besoins d'utilisation modernes, même uniquement ménagers. Il ne peut s'agir, d'autre part, de remplacer le réseau existant. Il est cependant possible, après des études et des expériences très poussées, de décider le changement de la tension du réseau existant en la portant à la tension de 6400 V, ce qui double sa capacité de transport. Le réseau basse tension lui-même qui est de 3 × 220/125 V, ne peut plus, lui aussi, faire face aux charges accrues de la clientèle. Le passage à la tension normalisée 3×380/220 V est décidé et les travaux extrêmement importants (la demande de crédit dépasse 4 millions de francs) sont immédiatement entrepris. Cette opération sera poussée à très grande allure et exécutée par un département spécial qui, à certains moments, comprendra un personnel dépassant 60 personnes, et pourra être achevé dans un temps record. En effet, en 1940, au début de la guerre, le changement de tension était achevé sur tout le réseau alimenté par Lausanne. Relevons que cette opération, extrêmement complexe, a été facilitée grâce à la hauteur de vue de mon prédécesseur. M. de Montmollin, en particulier grâce à la mesure, prise dès le début, en 1902 déjà, fixant l'*alimentation en triphasé* de tous les bâtiments.

L'interconnexion. Les problèmes de l'extension, qui se posent pour toutes les entreprises de distribution d'électricité et que je viens d'esquisser ra-

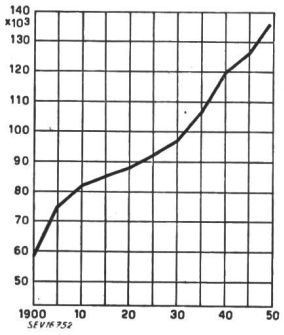


Fig. 8
Population desservie par le Service de l'électricité de la ville de Lausanne
en 1000 habitants, de 1900 à 1948

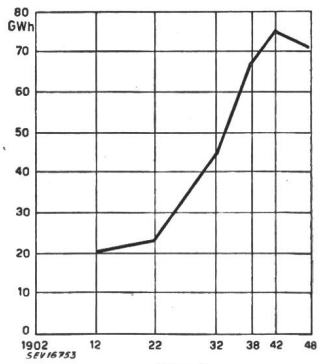


Fig. 9
Production de l'usine de Bois-Noir
en GWh

pidement, se retrouvent également dans l'interconnexion. C'est ainsi qu'en 1934 l'EOS élève à 125 kV son réseau d'interconnexion, précédemment à 65 kV. Cela entraîne pour le SEL, relié à l'EOS au Bois-Noir et à Pierre-de-Plan, des transformations importantes. Des postes extérieurs à très haute tension doivent être établis de toutes pièces: importante charpente métallique, transformateurs avec leur appareillage, etc., aussi bien à Pierre-de-Plan qu'au

Bois-Noir. La puissance de liaison est augmentée à Pierre-de-Plan par l'installation de 2 transformateurs de 9000 kVA à 3 enroulements 125 000/11 000/6500 V.

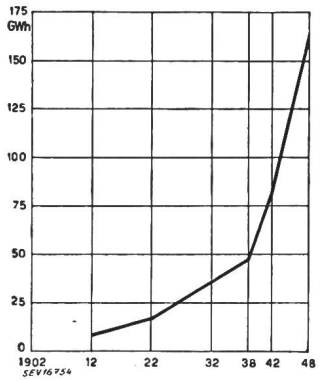


Fig. 10
Energie électrique triphasée, mesurée au départ de l'usine de Pierre-de-Plan
en GWh

L'amélioration de l'interconnexion a amélioré parallèlement de façon marquée la sécurité de service. Mais il faut cependant constater que la réserve thermique existante, si elle a une puissance non négligeable (7000 kW, dont 4000 en Diesel et 3000

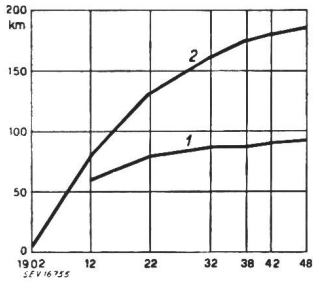


Fig. 11
Longueur des réseaux aériens
en km
1 réseau primaire
2 réseau secondaire

kW par les turbines à vapeur), n'entre en réalité en considération que pour la puissance Diesel, la seule rapidement disponible. En effet, les chaudières alimentant les turbines à vapeur datent du début du siècle. Leur mise en service est tellement

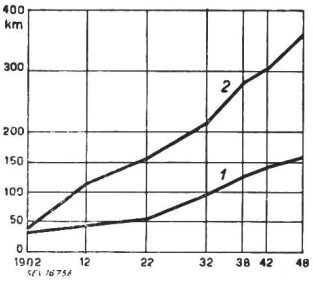


Fig. 12
Longueur des réseaux souterrains
en km
1 réseau primaire
2 réseau secondaire

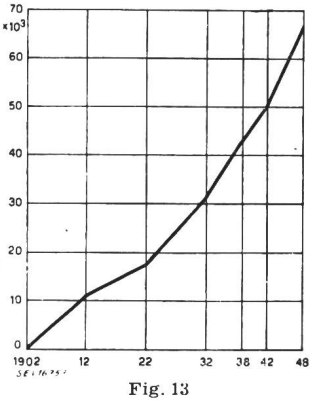


Fig. 13
Nombre de compteurs installés
en milliers

lente qu'elles ne peuvent entrer en considération en cas de panne. Pour améliorer la situation, il faudrait des chaudières modernes où toute la manutention est mécanisée et qui puissent, en définitive, être déjà en service au moment où l'on a besoin d'elles. Il s'agit là d'un problème à la fois technique et financier; technique concernant la marche et les caractéristiques de l'installation de chaudières et de tout le système de la production thermique, et financier par le coût élevé des frais de premier

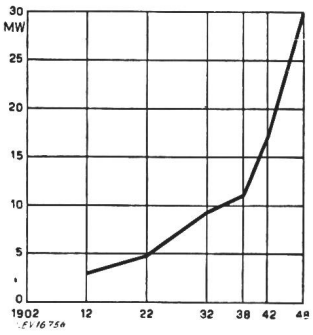


Fig. 14
Charge maximum annuelle du réseau de distribution
en MW

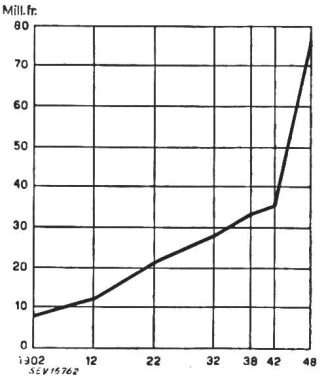


Fig. 15
Capital immobilisé dans le Service de l'électricité de Lausanne
en millions de francs

établissement d'installations qui ne fonctionnent pratiquement que quelques heures par année.

Et là nous trouvons posé le nouveau problème, d'un caractère très différent de ceux qui ont été du

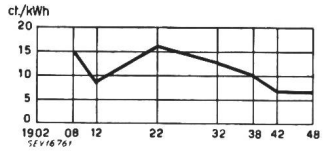


Fig. 16
Prix moyen de vente du kWh à Lausanne
en ct./kWh

domaine du Service de l'Electricité jusqu'à ce moment-là, un problème de fourniture d'énergie calorique: je veux parler du chauffage urbain.

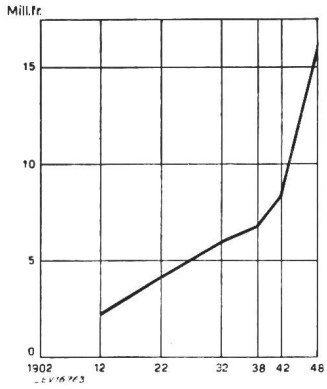


Fig. 17
Recettes brutes provenant de la vente d'énergie électrique
en millions de francs

3° Les installations de chauffage à distance de Pierre-de-Plan du service de l'électricité de Lausanne

A Lausanne, la création d'un chauffage urbain est dû, à l'origine, à des conditions particulières qui sont les suivantes.

En 1932, les établissements hospitaliers de l'Etat de Vaud, constitués en majeure partie de constructions se trouvant à proximité de l'usine de Pierre-de-Plan du SEL, sont obligés de revoir tout leur programme du chauffage par suite de la construction de l'Hôpital Nestlé.

A Pierre-de-Plan, la réserve thermique comprend 4000 kW de Diesel et 3000 kW de turbines à vapeur. Les chaudières qui alimentent les 2 turbines à vapeur sont fort anciennes; leur mise en service, extrêmement lente, ne répond plus aux exigences d'une centrale de secours. D'autre part, l'installation de

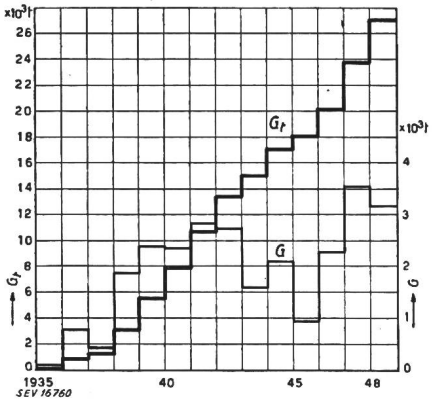


Fig. 18
Consommation de poussier de coke de l'usine de chauffage à distance

G consommation annuelle
G_t Consommation totale (addition des consommations annuelles)

nouvelles chaudières utilisées uniquement comme secours n'est pas rentable vu leur durée d'utilisation très courte.

Par l'installation d'une centrale de chauffage à Pierre-de-Plan, il est possible de renter une chaudière moderne alimentant le réseau de chauffage des hôpitaux et en même temps d'avoir à disposition la même chaudière pour alimenter, en cas de besoin, les turbines existantes.

Les facteurs suivants vont permettre d'aboutir:

Il sera possible d'utiliser annuellement 2000 t de poussier de coke, résidu de l'usine à gaz, dont l'écoulement est très difficile, ceci en exploitation d'hiver.

Le SEL peut, à cette époque (1934) produire à son usine du Bois-Noir, de 20 à 30 GWh [5]) d'énergie de déchet, qui n'ont pas preneur; énergie qui pourra ainsi être revalorisée par le chauffage à distance, ceci en exploitation d'été.

[5]) 1 GWh = 10^9 Wh = 10^6 (1 million) kWh.
1 Gcal = 10^9 cal = 10^6 (1 million) kcal.

En résumé, il s'agira, à l'origine, d'une utilisation rationnelle des restes, aussi bien en hiver qu'en été. Je me bornerai à mentionner ici que ce chauffage urbain comporte une chaudière à haute pression (45 kg/cm²); une chaudière électrique de 5000 kW installée en 1935 (complétée en 1945 par une chau-

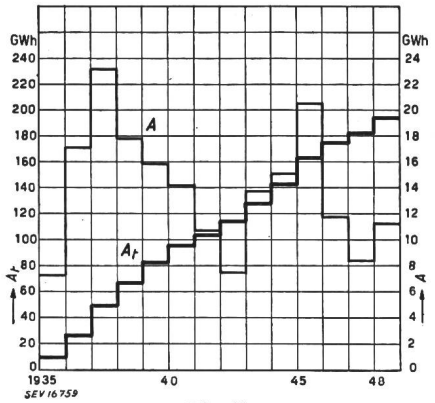


Fig. 19
Consommation d'énergie électrique de l'usine de chauffage à distance

A consommation annuelle
A_t consommation totale (addition des consommations annuelles)

dière de 10 000 kW); 2 transformateurs de chaleur; 2 accumulateurs de chaleur et toute une série d'installations annexes. Cette centrale alimente un réseau de distribution d'eau chaude sous pression, progressivement étendu, et qui atteint 2350 m. Y sont raccordés non seulement les hôpitaux de l'Etat de Vaud, mais des abonnés privés (bâtiments locatifs ou industriels).

La fourniture du chauffage urbain a été, en 1948, de 22 Gcal [5]) produisant une recette de 790 000 fr.

Ces installations arrivent actuellement à la puissance limite disponible; elles devront être doublées dans un avenir rapproché afin de faire face aux demandes de plus en plus nombreuses de la clientèle, et l'extension du réseau pourra être entreprise dès que les installations de production seront établies.

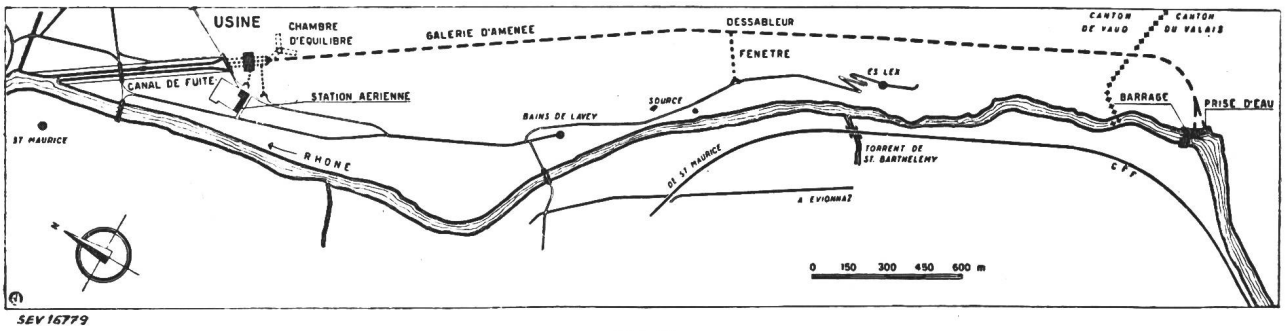


Fig. 20
Lavey
Plan de situation

4° Lavey

Le Bois-Noir, lors de la transformation en 1920, semble apte à faire face, pour une très longue période, aux besoins croissants du réseau de Lausanne.

De 1921 à 1930, la production de l'usine passe de 28 à 37 GWh.

De 1930 à 1940, la courbe de production change complètement d'allure. Avant la fin de cette période, les possibilités de production de l'usine du Bois-Noir sont complètement utilisées et les kWh produits plafonnent à 72 millions comme actuellement. Des achats massifs d'énergie de pointe sont faits auprès d'EOS. Cette évolution va s'accentuer au cours de la guerre et c'est ainsi que les 37 GWh consommés en 1930 ont passé à 86 millions en 1940, puis à 105 en 1942, 147 en 1944. En 1948, cette consommation dépasse 205 GWh.

Dès 1936, il est aisé de constater que les installations existantes ne pourront fournir longtemps encore l'énergie de base nécessaire et, en 1940, des études englobant l'ensemble du problème de la production sont entreprises. Un volumineux rapport est présenté à la Municipalité de Lausanne en juillet 1942. Les travaux préliminaires sont décidés, ainsi que de nouvelles études qui vont permettre d'établir le projet de 1945, base de l'exécution actuelle.

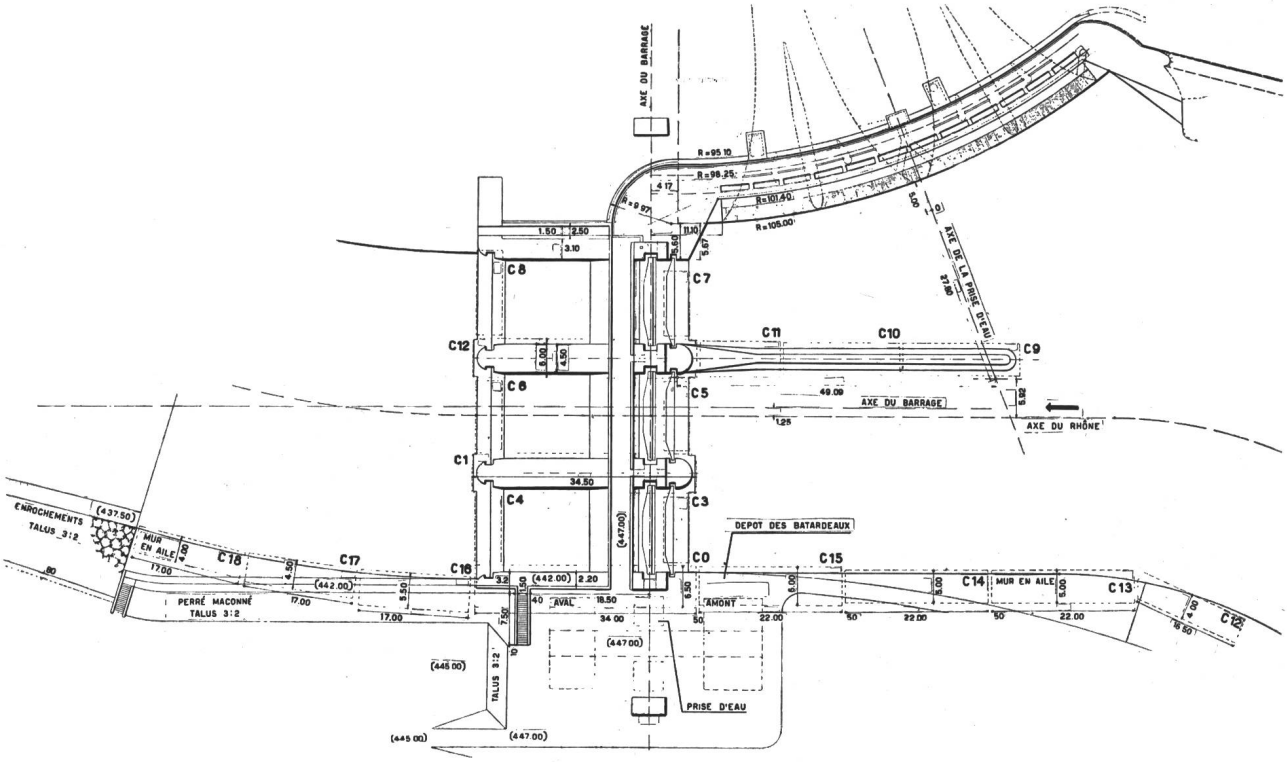


Fig. 21
Lavey
Plan de situation du barrage et de la prise d'eau

Fig. 22
Lavey
Barrage et prise d'eau en construction

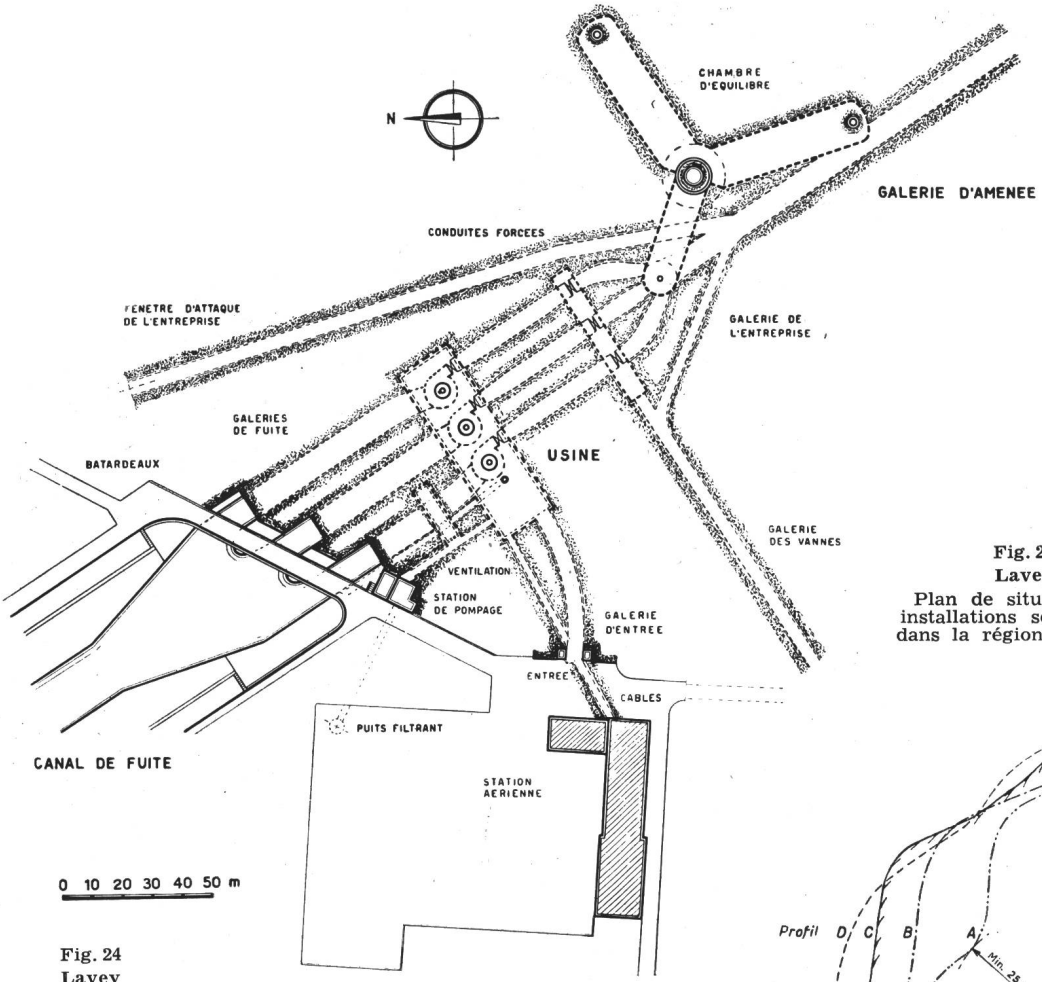
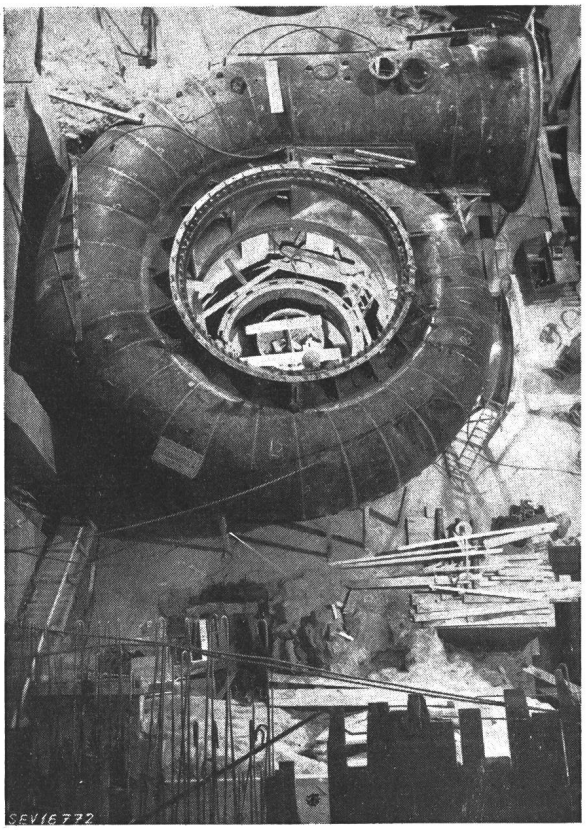


Fig. 23
Lavey
Plan de situation des installations souterraines dans la région de l'usine

Fig. 24
Lavey
Construction d'une bâche de turbine



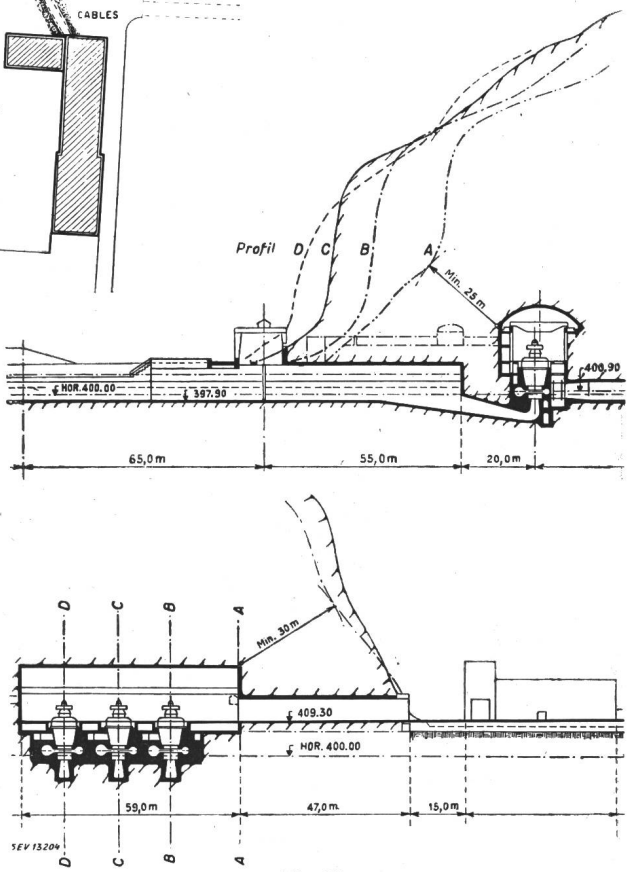


Fig. 25
Lavey
Usine souterraine, coupes

Je ne veux pas vous faire la description de l'usine de Lavey [6]). Je me borne à en donner les caractéristiques essentielles. Etablie sur le Rhône, la chute

[6]) voir *P. Meystre:* La nouvelle usine de Lavey sur le Rhône du Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne. Bull. ASE t. 36(1945), n° 23, p. 769...774, et: Besuch im Kraftwerk Lavey des Elektrizitätswerkes der Stadt Lausanne. Bull. ASE t. 40(1949), n° 10, p. 315...316.

brute est de 42 m, retenue sur une longueur de 5 km environ, dont la pente moyenne est de 7,8 ‰. Le Rhône a un débit très variable, passant d'une moyenne, prise sur 22 ans, de 50 m³/s à 1200 m³/s et plus. Le débit maximum utilisé est fixé à 200 m³/s, disponible pendant 120 jours par année. La puissance installée qui en résulte est de 73 000

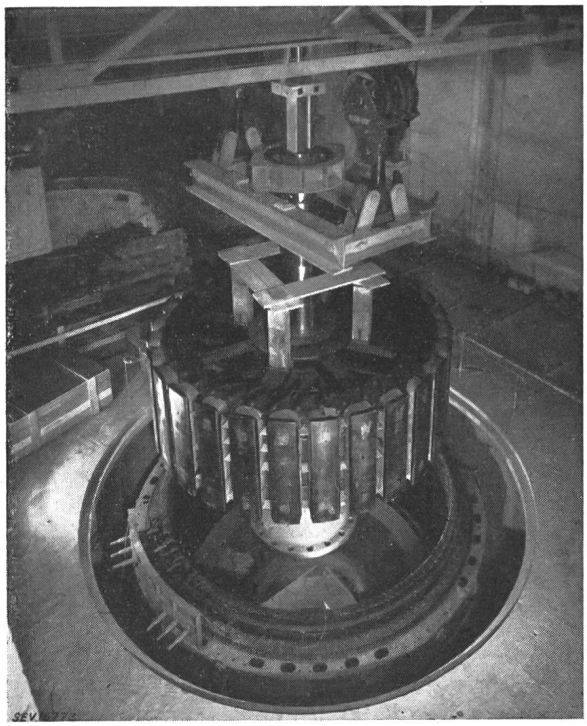


Fig. 26
Lavey
Roue polaire en montage

montant qui sera dépassé par suite de l'évolution des prix durant cette période. Les travaux sont dans un état avancé et l'on peut espérer, s'il ne survient pas d'aléas d'ici là, que le premier groupe pourra fonctionner à la fin de 1949.

5° Aujourd'hui

Je pense que cette énumération hâtive, peut-être un peu fastidieuse, vous permet tout de même de vous rendre compte que le SEL est un ensemble important et complexe dont le service aux abonnés joue un rôle qu'on peut qualifier, sans exagération,

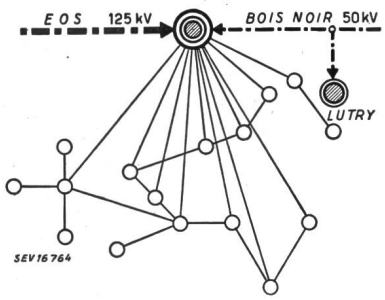


Fig. 28
Distribution actuelle
à 6000 V

de capital dans la vie économique de l'agglomération. Il suffit — et nous ne sommes pas les seuls à les connaître, hélas! — de rappeler les perturbations causées par les restrictions de ces derniers hivers (bien minimes en % cependant) pour se rendre immédiatement compte du rôle que joue l'électricité dans la vie actuelle.

6° Demain

Les besoins de la vie moderne évoluent sans cesse. Il n'est pas besoin d'insister sur la multiplicité des applications de l'électricité: chaque jour apporte

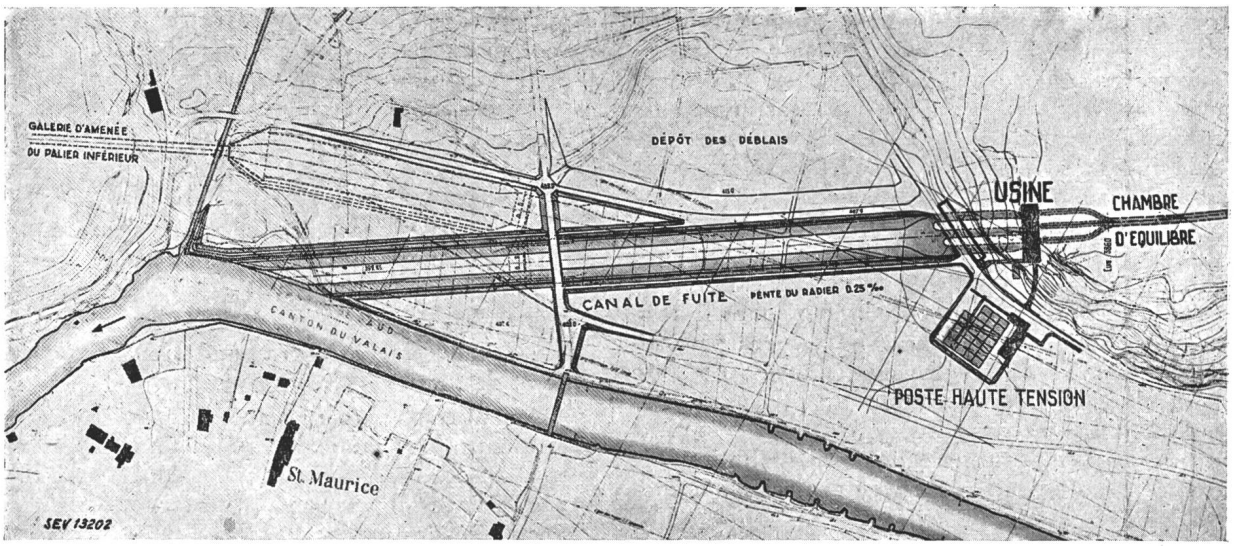


Fig. 27
Lavey
Plan de situation de la région de l'usine

kW (100 000 ch) sur l'axe des turbines, et la production annuelle, dans l'état définitif, dépassera, en année moyenne, 326 GWh. Le coût de ces travaux a été devisé à 65 millions de francs en 1945,

des possibilités accrues; l'homme cherche à se libérer de toutes les tâches où son effort peut être remplacé par la machine. Chaque fois, il appartient à l'électricité d'y suppléer.

Je viens de vous dire que Lausanne va, avec l'usine de Lavey, être dotée d'un instrument de production de grande valeur. Cependant, il s'agit d'une usine au fil de l'eau et Lausanne continuera, grâce au réseau d'interconnexion EOS, d'avoir des relations avec les réseaux voisins. Elle aura besoin à certaines périodes, en hiver particulièrement, d'énergie complémentaire pour des besoins dont nous avons d'ailleurs supputé le développement pour les prochaines décades. Mais l'effort que nous avons fait pour améliorer notre équipement dans le domaine

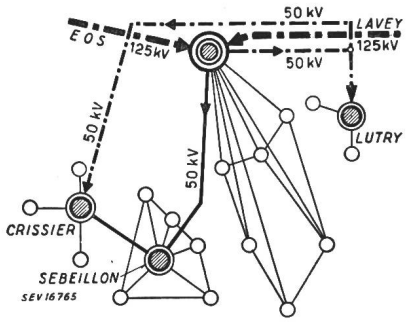


Fig. 29
Distribution future
à 50 000 et 6000 V

de la production ne peut s'arrêter là. Notre ligne de transport existante, entre le Bois-Noir et Lausanne, est par trop insuffisante pour la puissance produite à Lavey. C'est la raison pour laquelle son remplacement est prévu par une ligne de transport à 130/150 kV, capable de transporter toute l'énergie produite à Lavey. Nous aurons ainsi, dans le rayon des transports, une sécurité accrue puisque nous posséderons également 2 liaisons à Lavey avec le réseau d'interconnexion d'EOS. Ces travaux sont commencés.

A Lausanne, l'usine de Pierre-de-Plan, malgré son équipement constamment augmenté, arrive à saturation. Il n'est plus possible d'alimenter le réseau uniquement de ce point. Le réseau à 6 kV lui-même, malgré son développement constant, devient insuffisant. Une réforme de structure s'impose de nouveau. Elle a fait l'objet d'études poussées depuis la fin de la guerre et la solution adoptée est l'établissement d'un super-réseau de distribution à 50 kV avec des stations satellites. Une demande de crédit, de 9,5 millions de francs, a été présentée à l'autorité en date du 23 août 1948 et accordé. Les travaux sont actuellement en cours et, dans le courant de ces années prochaines, s'effectuera progressivement la mise en service des éléments de cette nouvelle boucle. Lausanne se trouvera de nouveau au début d'une période lui permettant, soit pour la production, le transport ou la distribution, de faire face aux exigences accrues qui ne manqueront pas de se présenter.

Je ne fais que mentionner en passant que le SEL n'a pu faire face à la demande d'énergie que par une transformation organique continue de ses éléments internes et ceci en utilisant les méthodes industrielles les plus modernes.

7° Conclusion

Je pense que l'exposé, à la fois trop long et trop court que je viens de vous présenter, me permet de revenir aux prémisses hâtives du début et j'espère que vous constaterez avec moi que l'électricité, avec ses caractéristiques particulières d'universalité et de diversité, a pris dans le monde moderne une place prépondérante.

Cette importance, loin de se stabiliser à un palier, continue son ascension, et il est logique de compter avec un accroissement encore marqué dans les futures décades.

Cela impose aux entreprises d'électricité, tant publiques que privées, des tâches souvent lourdes et difficiles qui doivent être intégralement remplies si l'on veut rendre au public les services sur lesquels il compte et qu'il est en droit d'exiger.

Il faut, pour cela:

que des moyens financiers suffisants soient mis à disposition pour pouvoir faire à temps et avec l'importance voulue les extensions qui sont nécessaires;

que l'arsenal bureaucratique et législatif soit allégé dans toute la mesure compatible avec une administration moderne et non paperassière;

que les entreprises elles-mêmes veillent à conserver les qualités de souplesse d'évolution nécessaires pour s'adapter à des besoins toujours nouveaux et différents; que leur personnel présente lui-même les conditions voulues, intelligence, compétence, esprit d'initiative, amour du métier, esprit d'équipe qui, en l'absence de réglements qui seront toujours en retard sur la réalité, leur permettront de résoudre des tâches toujours nouvelles, avec le sens de «service public» dont ils doivent être pénétrés;

qu'il existe enfin, entre les entreprises, un esprit de collaboration et d'entr'aide volontaire, matérialisée par les interconnexions, les échanges d'énergie, esprit qui s'est manifesté déjà dans les périodes difficiles des restrictions d'électricité, et qui doit encore être développé.

—

Lausanne, dès son origine, s'est efforcée d'inscrire son développement dans les principes généraux qui découlent de la suprématie de l'électricité, reine des énergies.

Ce développement correspond aux intérêts de la ville et du pays.

On peut espérer que les autorités, qui ont montré leur compréhension maintes fois dans le passé en accordant les crédits nécessaires, continueront, par des décisions opportunes, à doter le Service de l'Electricité des moyens voulus pour continuer son développement, ceci dans l'intérêt majeur du public et de la ville elle-même.

Adresse de l'auteur:
P. Meystre, Ingénieur, Chef du Service de l'Electricité de la Ville de Lausanne.