

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 30 (1939)
Heft: 26

Artikel: L'usine thermique de réserve à l'abri des bombardements aériens de la Ville de Berne
Autor: Baumann, M.E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1058429>

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>

L'usine thermique de réserve à l'abri des bombardements aériens de la Ville de Berne.

Conférence de M. E. Baumann aux assemblées générales de l'ASE et de l'UCS du 25 novembre 1939, à Berne.

621.311.22: 699.85

M. le Directeur Baumann a présenté aux participants des Assemblées générales de 1939 de l'ASE et de l'UCS un bref, mais très intéressant exposé sur l'usine thermique de réserve à l'abri des bombardements aériens de la Ville de Berne, usine que les participants ont pu ensuite visiter. Cette usine, entièrement aménagée dans le rocher, répond à toutes les exigences d'une protection efficace contre les bombes. Elle comporte un générateur de vapeur Velox d'une puissance de 42 t/h et un groupe turbo-alternateur d'une puissance de 9000 kW aux bornes de l'alternateur en régime permanent. Les frais de construction se sont élevés à 150 fr./kW. Cette installation n'occupe pas plus de place que la chaufferie de la Ville de Berne construite il y a 35 ans pour une turbine à vapeur de 2500 kW.

Herr Direktor Baumann erfreute die Teilnehmer an den Jahresversammlungen 1939 des SEV und VSE mit einem kurzen Vortrag über das luftangriffssichere Reservedampfkraftwerk der Stadt Bern, das anschliessend besichtigt werden konnte. Das Werk ist ganz in den Fels eingesprengt und genügt allen Forderungen, die in bezug auf Bombersicherheit gestellt werden müssen. Es ist ausgerüstet mit einem Velox-Dampferzeuger von 42 t/h Leistung und einer Dampfturbinengruppe von 9000 kW Dauerleistung an den Klemmen des Generators. Die Baukosten betragen 150 Fr. kW. Die ganze Anlage beansprucht nicht mehr Raum als das vor 35 Jahren für eine Dampfturbinenleistung von 2500 kW erstellte Kesselhaus der Stadt Bern.

(Traduction.)

Le Secrétariat général de l'ASE et de l'UCS désirait offrir aux participants de nos Assemblées générales l'occasion de visiter une installation technique adaptée à l'époque si troublée que nous vivons. Il a donc demandé au Service de l'Electricité de la Ville de Berne d'autoriser la visite de notre usine thermique de réserve à l'abri des bombardements aériens, dont l'aménagement a été terminé peu avant l'ouverture des hostilités. Nous avons très volontiers accédé à ce désir. L'emplacement restreint et le fait que l'usine fonctionnera lors de la visite, ne permettent pas de fournir les explications nécessaires dans l'usine elle-même. J'aimerais donc vous renseigner brièvement, à l'aide de quelques clichés, sur cette installation. Vous trouverez en outre de plus amples renseignements à ce sujet dans la Revue Brown, Boveri 1939, No. 8.

La production annuelle d'énergie nécessaire au réseau de la Ville de Berne s'élève actuellement à 92 millions de kWh en chiffres ronds, dont 90 millions de kWh d'énergie contractuelle et 2 millions de kWh d'énergie supplémentaire fournie pendant le semestre d'hiver à des chaudières électriques.

Cette production est assurée pour 55 millions de kWh par les usines hydroélectriques aménagées sur le territoire de la Ville et pour 37 millions de kWh par la participation de la Ville de Berne à la production de l'Usine de Handeck dans l'Oberhasli.

La puissance des usines de la Ville atteint 9000 kW quand le régime des eaux est favorable et 5000 kW quand ce régime est défavorable.

La puissance fournie à la Ville de Berne par l'usine de Handeck est fixée à 13 500 kW au maximum.

Actuellement, la charge maximum du réseau est de 18 500 kW, sans compter les chaudières électriques.

Avant la participation aux usines de l'Oberhasli, les réserves étaient constituées par une installation de turbine à vapeur de 2000 kW et une installation de moteur Diesel de 4200 kW.

Par suite du changement de la fréquence de 40 à 50 Hz nécessité par la participation aux Usines de l'Oberhasli, la turbine à vapeur de réserve

n'entrait pratiquement plus en ligne de compte. Son remplacement n'était d'ailleurs pas urgent. Il ne devint nécessaire qu'à la suite du développement de la courbe de charge en relation avec la participation aux usines de l'Oberhasli. La marge de sécurité a dû être augmentée à cause d'une réduction de la transmission de l'énergie sur un tronçon de la ligne de l'Oberhasli en cas de givrage. Le projet d'un remplacement de l'installation de turbine à vapeur ne devait pas être uniquement basé sur les conditions du moment. La puissance de la nouvelle installation de réserve devait en effet tenir compte des modifications de charge qui pourraient survenir à l'achèvement des usines de l'Oberhasli, c'est-à-dire après la mise en service de l'usine d'Innertkirchen.

Notre intention était d'augmenter la puissance de réserve par l'installation de nouveaux groupes de moteurs Diesel dans l'usine thermique. Cependant, le danger d'une guerre devenant de plus en plus menaçant, le gouvernement fédéral s'est vu dans l'obligation d'organiser des mesures de protection contre les bombardements aériens éventuels. Dans ces conditions, nous avons estimé que l'alimentation en énergie de la Ville de Berne devait être également assurée dans une éventualité de ce genre. Si le développement de l'aviation n'avait pas fait des progrès aussi considérables, l'alimentation de notre pays en énergie électrique n'aurait pas été mise aussi directement en danger que ce n'est malheureusement le cas de nos jours avec les avions modernes de bombardement et les nouveaux engins de destruction.

Ce point de vue nous a fait abandonner notre projet primitif d'extension. La protection de l'usine thermique existante contre les bombardements aériens aurait coûté des sommes très considérables et aurait d'ailleurs été presque irréalisable. En outre, cette usine se trouve à proximité de l'usine à gaz. Nous avons donc examiné la possibilité d'aménager une usine de réserve souterraine, une guerre menaçant d'éclater d'un moment à l'autre.

Les conditions topographiques de la Ville de Berne sont particulièrement favorables à l'établissement d'une installation de ce genre. L'Aar est en effet très encaissée et il était facile de trouver une

falaise de mollasse à proximité immédiate de la rivière. Cette proximité permettait l'installation d'une turbine à vapeur comportant les plus récents perfectionnements apportés au cours de ces dernières années dans le domaine de la construction des chaudières, c'est-à-dire une installation de tur-

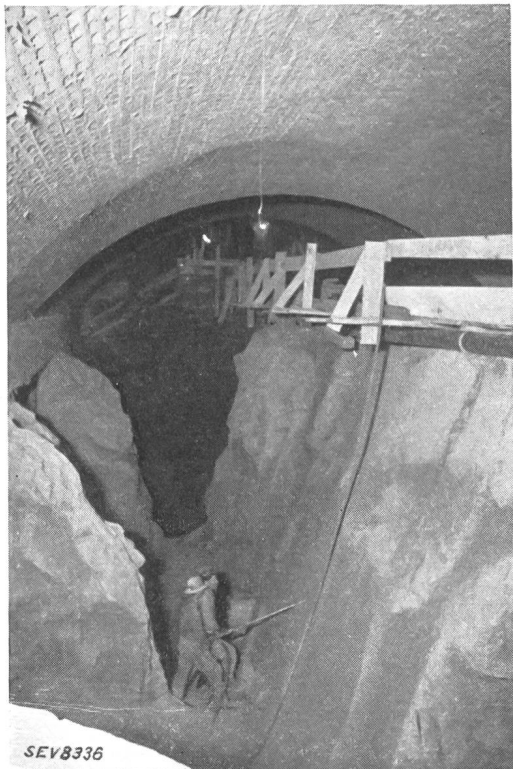


Fig. 1.

Démontage de l'échafaudage après l'achèvement de la voûte.

bine à vapeur avec générateur de vapeur Velox. L'emplacement choisi n'est pas très éloigné de l'usine de Felsenau et du point de raccordement de la ligne de transmission de l'Oberhasli. Les connexions aux feeders de notre réseau sous câbles à haute tension pouvaient donc se faire sans grands frais.

Avant d'entrer dans les détails, j'aimerais faire la remarque suivante :

Il n'est pas possible de répondre d'une façon générale à la question de savoir si les entreprises d'électricité peuvent prendre sur elles de renoncer à l'aménagement de telles installations protégées contre les bombardements aériens ou si elles sont obligées, vis-à-vis de leurs abonnés, de prendre des mesures de sécurité de ce genre. Il faut savoir en particulier si ces mesures sont réalisables et si elles sont économiquement supportables. Chaque entreprise d'électricité doit examiner ce problème dans son cas particulier, car les conditions varient d'un endroit à l'autre. A Berne, les conditions étaient telles que nous nous sommes estimés obligés de prévoir une installation souterraine pour l'extension de notre usine de réserve. Notre point de vue a été approuvé par les autorités et sanctionné par la

votation communale. Le service de la défense aérienne passive du département militaire fédéral et la direction militaire cantonale ont également appuyé notre projet par l'octroi de subventions.

Les travaux ont commencé au début de 1938. Aucune difficulté imprévue n'est venue entraver la marche des travaux, dont l'avancement rapide et régulier a été très favorisé par l'absence de nappes d'eau.

L'entreprise Rothpletz & Lienhard a été chargée des plans et de la régie des constructions. Les travaux de construction ont été effectués par les entreprises Bürgi & Cie et Losinger & Cie. La livraison de l'installation de production de vapeur et du groupe turbo-alternateur, ainsi que des installations du poste de commande, a été confiée à la S.A. Brown, Boveri & Cie, celle de l'installation de couplage et des disjoncteurs pneumatiques aux Ateliers de Construction Oerlikon. Sulzer Frères à Winterthour ont livré le moteur Diesel auxiliaire et la Fonderie Berne a fourni les installations de levage. La direction générale de ces travaux était assumée par la direction du Service de l'Electricité de la Ville de Berne.

Les figures 1 et 2 donnent un aperçu de la construction. La figure 1 montre le démontage de



Fig. 2.

Vue de la partie arrière de la salle des machines.

Les deux galeries visibles dans le mur du fond sont les deux citernes à combustible de 3 m de diamètre et de 22,5 m de longueur chacune.

l'échafaudage après l'achèvement de la voûte. La figure 2 donne une vue de la partie arrière du local des machines avec le mur du fond. Derrière

celui-ci se trouvent les 2 citernes à combustible d'un diamètre de 3 m et d'une longueur de 22,5 m chacune.

La figure 3 représente l'ensemble de l'installation en plan et en coupe, tandis que la figure 4 montre la partie supérieure du local des machines terminé.

des bombes auraient détruit le barrage. Le débit d'eau nécessaire pour le refroidissement à pleine charge est de 0,5 m³/s.

Les gaz d'échappement sont évacués à l'air libre par un puits tout d'abord vertical, puis oblique. Ce

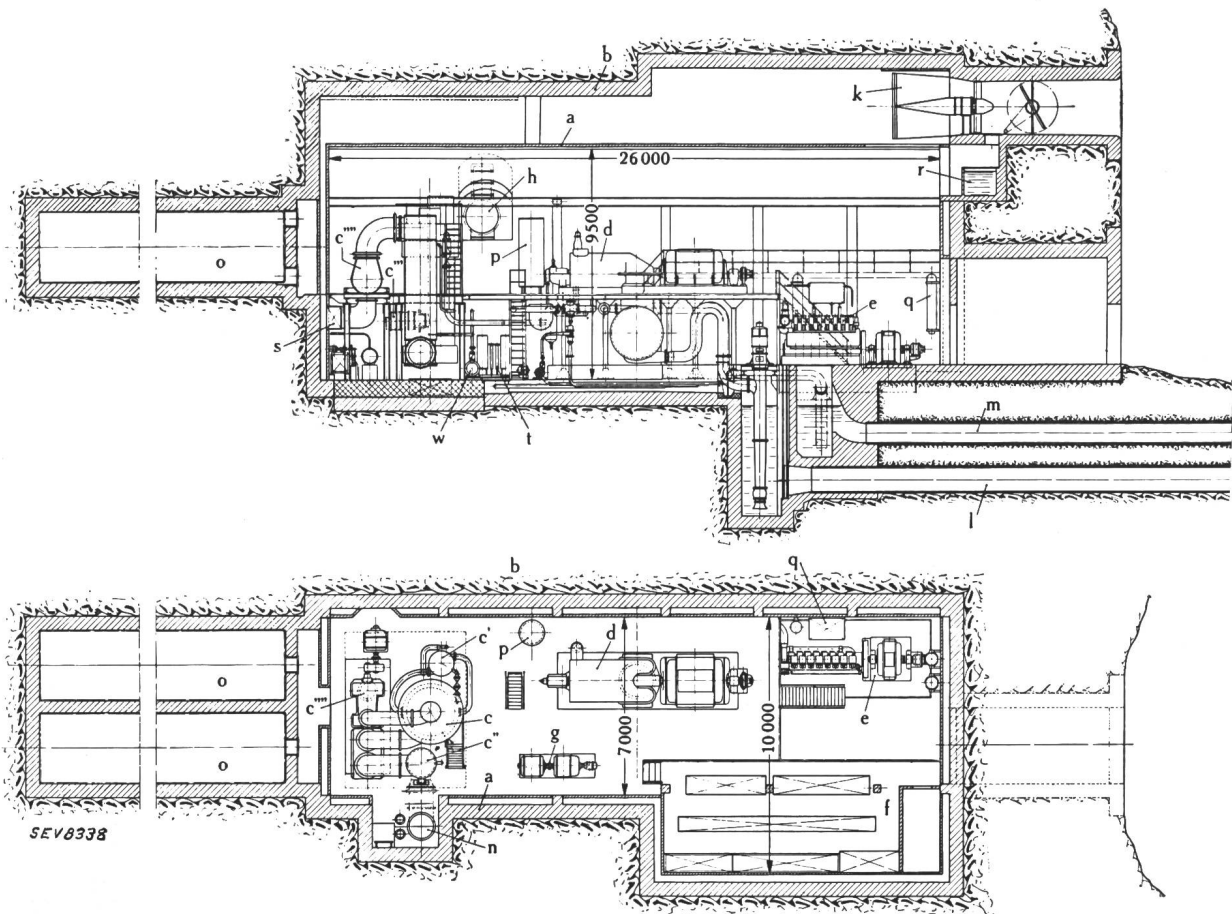


Fig. 3.

Plan et coupe de l'installation.

- | | |
|--|---|
| a Revêtement intérieur de la galerie. | f Tableau de distribution. |
| b Maçonnerie de la galerie. | g Groupe Leonhard du générateur Velox. |
| c Générateur de vapeur Velox avec séparateur d'eau (c'), réchauffeur d'eau d'alimentation à gaz d'échappement (c''), pompe de circulation (c''') et groupe de charge (c'''). | h Réservoir d'eau d'alimentation. |
| d Groupe turbo-alternateur avec installation de condenseur. | k Ventilateur d'aération. |
| e Groupe Diesel de démarrage. | l Canal d'amenée de l'eau de refroidissement. |
| o Citerne principale à mazout. | m Canal de trop-plein et canal de fuite. |
| p Réservoir auxiliaire à mazout. | n Tuyau d'échappement. |
| q Réservoir à gaz oil pour le moteur Diesel. | |
| r Réservoir d'eau de refroidissement pour le moteur Diesel. | |
| s Air comburant pour le générateur Velox. | |
| t Réchauffeur de combustible et installation de filtre. | |
| u Pompe d'alimentation. | |

Le local des machines a une longueur de 26 m, une largeur maximum de 10 m et une hauteur maximum de 12 m. La couche de rochers au-dessus de la clé de la voûte varie entre 15 et 30 m. Le mur extérieur est constitué par un mur double armé de 1,2 m d'épaisseur; il comporte, en bas, la porte d'accès blindée à double paroi et, en haut, l'orifice de ventilation. La salle des machines se trouve à 7,5 m en retrait de ce mur. Au-dessus du portail est aménagé un ventilateur pour l'air frais, d'un débit maximum de 50 m³/s.

L'eau nécessaire au refroidissement est tirée de l'Aar. La prise d'eau a été aménagée de façon que l'amenée d'eau reste suffisante, même au cas où

puits est pourvu de crampons et peut servir au besoin de sortie pour le personnel de l'usine.

Parties principales de l'usine.

1° Générateur de vapeur.

Pression de vapeur à la sortie de la chaudière 24 kg/cm², température 415° C, production maximum de vapeur 42 t/h, rendement 92 %. Compression de l'air comburant à 2,5 kg/cm² abs. par un compresseur entraîné par une turbine à gaz d'échappement. La mise en route de l'installation est assurée par un moteur auxiliaire alimenté et commandé par un groupe Leonard, qui sert égale-

ment à seconder la turbine à gaz d'échappement. Le service de cette installation comporte le réglage automatique (en fonction de la charge momentanée de la chaudière) de l'eau d'alimenta-

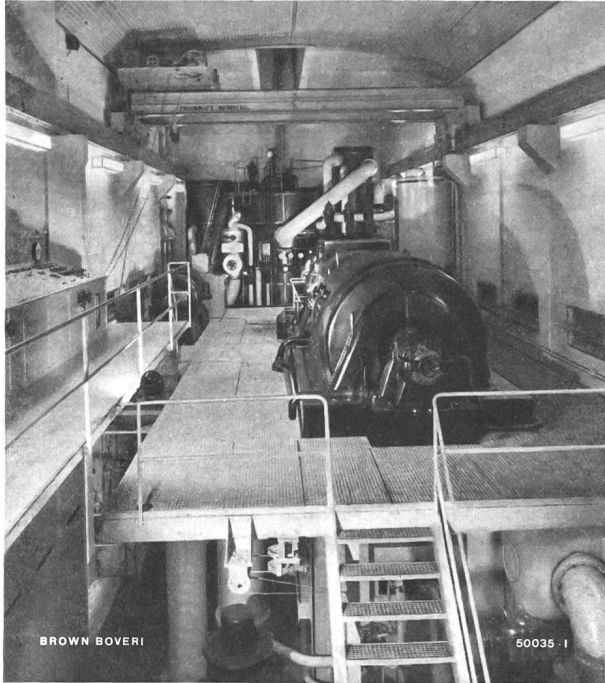


Fig. 4.
Partie supérieure du local des machines.

tion, du combustible et de l'air comburant. L'admission de l'eau d'alimentation est réglée en fonction d'un niveau déterminé dans le séparateur d'eau. Le combustible et l'air comburant sont rég-

santé de 550 m². Tension de l'alternateur 6,6 kV. Puissance de l'alternateur 9000 kW.

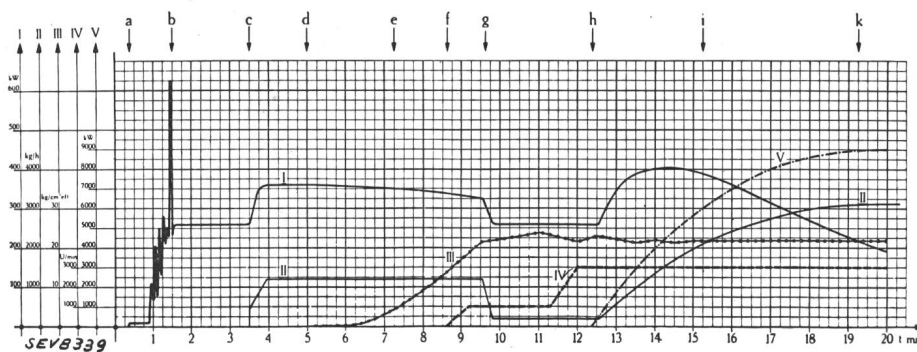
3° Groupe auxiliaire à moteur Diesel.

Moteur à 8 cylindres, vitesse de rotation 600 t/min, puissance de l'alternateur 400 kW.

La chaudière Velox est mise en route en actionnant le compresseur d'air entraîné par le moteur auxiliaire. Ce moteur est raccordé au réseau de la Ville de Berne par le groupe Leonard. Afin de parer à toutes éventualités, l'alimentation du groupe Leonard peut se faire par le groupe auxiliaire à moteur Diesel, en cas d'interruption dans le réseau. Pour rendre son emploi plus général, ce groupe a été prévu de façon à pouvoir être branché en parallèle sur le réseau après le démarrage de la chaudière. Cette combinaison permet d'élever à 9400 kW la puissance en régime permanent de l'usine. La puissance de pointe de cette installation atteint 10 500 kW, grâce au facteur de puissance favorable de notre réseau.

4° Installation de couplage.

Cette installation est aménagée sur deux étages. A l'étage inférieur se trouvent 4 disjoncteurs pneumatiques de grande puissance, ainsi que tout l'appareillage de couplage et de mesure à haute tension. L'étage supérieur est aménagé en simple poste de commande. Les instruments nécessaires à la mise en route et à la surveillance de l'usine sont groupés dans un pupitre. Deux hommes suffisent pour brancher, en 13 minutes, cette usine en parallèle à partir de l'état froid et pour l'amener, en 20 minutes, à pleine charge. La mise en marche s'effectue selon le plan indiqué sur la figure 5.



e Ouverture de la vanne principale de vapeur.
f Démarrage de la turbine.

g Le régulateur de pression commence à fonctionner.
h Alternateur branché sur le réseau.

i L'usine fournit sa puissance normale, 6000 kW.
k L'usine fournit la pleine charge, 9000 kW.

Fig. 5.

Mise en marche de l'installation. (Résultats des essais.)

- I Puissances auxiliaires en kW.
- II Consommation de combustible en kg/h.
- III Pression efficace dans la chaudière en kg/cm².
- IV Vitesse de la turbine en t/min.
- V Puissance de l'alternateur en kW.

- a Mise en service du moteur Diesel.
- b Mise en service des moteurs auxiliaires.
- c Allumage de la chaudière.
- d Commencement de la vaporisation.

lés par un régulateur de pression en fonction du soutirage de vapeur.

2° Groupe turbo-alternateur.

Turbine monocylindrique à 4 vannes d'admission permettant de répartir la charge. Vitesse de rotation 3000 t/min. Consommation horaire à pleine charge 3,2 t de mazout d'un pouvoir calorifique de 9800 kcal/kg. Condensateur d'une surface refroidis-

Les frais de construction se sont élevés à environ 430 000.— fr. pour la salle des machines, la prise d'eau, le puits d'évacuation des gaz, les citernes à combustible et les travaux d'aménagement extérieurs. Les dispositifs mécaniques et électriques ont coûté 1 070 000.— fr. Les dépenses totales ont donc atteint 1,5 million de francs, soit en chiffres ronds,

fr. 150.— par kW.

Environ 6700 m³ de roche ont été enlevés et 1800 m³ bétonnés. Cette construction a contribué dans une large mesure à réduire le chômage. Sans compter la grande somme de travail fourni dans les fabriques de machines, pour la confection des matériaux de construction, etc., les travaux de chantier ont exigé 11 000 journées de travail, soit fr. 140 000.— de salaires, outre l'établissement des plans, les travaux de bureau et ceux de direction.

Pour terminer, voici une constatation qui illustre bien les magnifiques progrès réalisés par la technique :

Cette usine thermique de réserve de 10 000 kW à l'abri des bombardements aériens n'occupe pas plus de place que notre chaufferie construite il y a 35 ans pour l'alimentation d'une turbine de 2500 kW.

Problèmes d'économie électrique à base de "houille blanche".

Par E. H. Etienne, Berne.

621.311.21.003

Partant de l'évolution d'entreprises canadiennes d'électricité, l'auteur brosse un tableau des problèmes d'ordre économique qui se posent d'une façon générale à l'industrie de la production et de la distribution de l'énergie électrique à base de «houille blanche».

Cet article contient en outre le texte de la conférence qui, faute de temps, n'a pas pu être tenue à l'assemblée annuelle de l'ASE à Fribourg. Si, depuis la conflagration, les conclusions ont passé en partie au second plan, il est très probable qu'elles regagneront de l'actualité dès le passage de l'économie de guerre à l'économie en temps de paix.

Nous publions cet article sans aucun engagement de notre part; il contient une foule de renseignements et de sujets de discussion intéressants. (— Réd.)

Ausgehend von der Entwicklung kanadischer Elektrizitätsunternehmen, gibt der Verfasser ein Bild elektrizitätswirtschaftlicher Probleme, die für die auf der «weissen Kohle» aufgebaute Elektrizitätserzeugung und Verteilung ganz allgemein gelten.

Der Artikel enthält auch den Text des Kurzvortrages, der infolge von Zeitmangel bei der Jahresversammlung des SEV in Freiburg nicht gehalten wurde. Wenn auch seit den kriegerischen Verwicklungen die Schlussfolgerungen zum Teil überholt sind, so ist zu erwarten, dass sie nach dem Uebergang von der Kriegs- zur Friedenswirtschaft besondere Geltung erlangen.

Wir veröffentlichen diesen Artikel, ohne dazu irgendwie Stellung zu beziehen; er enthält eine Fülle interessanten Materials und Diskussionsstoffes. (— Red.)

A. A propos de l'adaptation de la production disponible d'énergie hydroélectrique à la demande.

I.

L'adaptation de la production à la demande est un problème qui se pose pour toutes les industries. Dans le cas de la production d'énergie électrique ce problème est plus délicat, vu que cette énergie ne peut pas être accumulée massivement et doit donc être produite au fur et à mesure de sa consommation. Le producteur est ainsi tenu de livrer à n'importe quel moment les quantités d'énergie et les puissances très variables dont les consommateurs ont besoin. Ceux-ci se réservent la faculté d'absorber toute la puissance souscrite et l'énergie requise quand besoin en est.

Dans les pays de «houille blanche» l'adaptation de la production à la demande se heurte à des difficultés particulières. Ces difficultés proviennent surtout de l'incertitude due aux variations intempestives des débits provoquant, selon les cas, une diminution importante de l'énergie et des puissances disponibles. D'autre part, le fait que les projets d'aménagement et les travaux de construction des usines hydrauliques exigent plusieurs années de préparation et d'exécution oblige de baser les projets d'aménagements nouveaux sur une extrapolation des demandes.

Un exemple typique des difficultés sur lesquelles il y a lieu d'attirer l'attention est celui des récents événements qui se sont produits dans la province d'Ontario au Canada.

II.

L'Ontario a une superficie égale à celle de la France et de l'Allemagne sans l'Autriche et une po-

pulation d'env. 3 millions et demi¹). A l'exception de la ville fédérale d'Ottawa et de certains districts de la région minière, l'ensemble de la population est

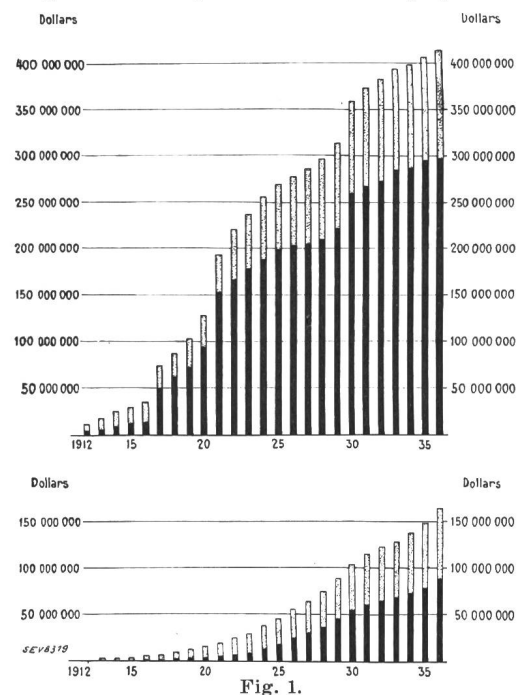


Fig. 1.
Hydro-Electric Power Commission of Ontario.
En haut: Développement des capitaux engagés dans l'ensemble des installations.
En bas: Développement des réserves.
■ Hydro.
▨ Gemeinden.

desservie par la «Hydro-Electric Power Commission of Ontario» appelée brièvement l'«Hydro». Cette

¹ La population d'Ontario augmentait, avant la crise, en moyenne de 2,8 % par an.