Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 39 (1948)

Heft: 11

Artikel: Session spéciale de la Conférence Mondiale de l'Energie sur l'économie des combustibles et de l'énergie

Autor: Etienne, E.H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057951

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

93e année | N° 11 | Samedi, le 29 Mai 1948

BULLETIN

DE L'ASSOCIATION SUISSE DES ELECTRICIENS

Session spéciale de la Conférence Mondiale de l'Energie sur l'Economie des combustibles et de l'énergie

Par *E. H. Etienne*, Berne

061.3 : 620.9

Il est donné un aperçu succint sur la Session spéciale de la Conférence Mondiale de l'Energie sur l'Economie des Combustibles et de l'Energie tout en traitant d'une façon plus détaillée les questions d'économie électrique et en récapitulant un choix de rapports y relatifs.

Es wird zusammenfassend über die Teiltagung der Weltkraftkonferenz über Brennstoff- und Energiewirtschaft berichtet, wobei die die Elektrizitätswirtschaft betreffenden Fragen näher erörtert werden, und eine Auslese der diesbezüglichen Berichte wiedergegeben wird.

La Conférence Mondiale de l'Energie a tenu à la Haye, du 2 au 9 septembre 1947, sa première session d'après-guerre. Elle réunit 700 participants de 33 pays, dont 13 suisses.

Le programme technique de la session qui eut lieu au Kurhaus à Scheveningen, comportait:

A. L'extraction de combustibles solides, liquides et gazeux, la production d'énergie électrique et d'énergie atomique.

B. Le transport et la distribution de combustibles solides, liquides et gazeux et de chaleur.

C. L'utilisation des diverses formes d'énergie dans l'industrie et l'agriculture, les ménages et l'artisanat, les entreprises de transport et pour le chauffage de locaux.

Pour faire le pont entre les publications dans les revues techniques de l'avant- et de l'après-guerre, les divers comités nationaux ont rédigé 19 rapports sur l'évolution de l'économie des combustibles depuis 1939. Ceux-ci contiennent des renseignements sur les mesures prises dans les divers pays pour lutter contre la pénurie de combustibles ainsi que des statistiques, entre autres sur la production d'énergie électrique.

En outre, 75 rapports ont été présentés à la session, dont les suivants sont susceptibles d'intéresser les lecteurs du Bulletin [1]).

A. Extraction de combustibles et Production d'énergie

1° *Energie atomique*

Le problème de l'utilisation de l'énergie atomique pour la production de chaleur et d'énergie qui, pour la première fois, figurait à l'ordre du jour de la Conférence Mondiale de l'Energie, suscita un intérêt tout particulier [2]).

M. *Cockcroft* (GB) relève qu'une pile produisant une quantité de chaleur correspondant à 1000 kW pendant 24 heures ne consomme qu'un gramme d'uranium par jour. En 1939 la production annuelle d'uranium était de l'ordre de 1000 t. En supposant que cette production puisse être maintenue, il serait possible de produire environ 40 milliards de kWh par année. Depuis 1939, la production d'uranium n'est pas connue et il est probable qu'elle diminue. Avant la guerre, la tonne d'uranium coûtait £ 2000. Il s'agissait alors de minerais à haute teneur qui — comme il est à craindre — seront rapidement épuisés. L'extraction de minerais de qualité inférieure provoquera une hausse sensible de prix. D'ailleurs, le problème de l'extraction de l'uranium du minerais n'est pas résolu. Il n'est donc guère possible de faire des évaluations de prix de revient de l'énergie électrique produite dans les centrales atomiques.

M. *Davidson* (EU) cite des chiffres comparables du coût d'établissement de centrales atomiques et à vapeur ainsi que du prix de revient de l'énergie électrique produite. Ces données sont tirées du rapport de la Commission pour l'énergie atomique de l'ONU (UNEAC) daté du 30 septembre 1946. Le coût d'établissement de centrales atomiques serait 2,5 fois plus élevé que celui de centrales à vapeur. Le prix de revient du kWh serait de 0,008 $ en ce qui concerne l'énergie atomique et 0,0065 $ en ce qui concerne l'énergie thermique. Ces chiffres qui se rapportent aux conditions américaines ont provoqué une violente controverse. Les principaux arguments cités contre les conclusions dites «spé-

[1]) Le Compte-rendu complet de la Session paraîtra en été 1948. Les commandes peuvent être adressées au Secrétariat du Comité National Suisse de la Conférence Mondiale de l'Energie, Berne, Länggaßstrasse 37. Prix: £ 10.0.0, frais de port en plus.

[2]) cf. *Winiger, A.:* Energie atomique et économie électrique. Bull. ASE t. 38(1947), n° 21, p. 647...654.

culatives» du rapport de l'UNEAC sont entre autres le taux d'intérêts de 3 pour-cent — beaucoup trop bas — admis pour financer la construction de centrales atomiques, la durée d'utilisation annuelle de 8760 h — beaucoup trop élevée — sur laquelle sont basés les calculs (les producteurs d'énergie électrique comptent avec une utilisation de 3500...4500 h), l'absence de données exactes sur les frais d'exploitation, le rendement thermique des centrales à vapeur de 25 pour-cent — trop bas — (Consolidated Edison Co. New York base ses calculs sur un rendement de 32 pour-cent pour des groupes de 80 000 kW). En admettant qu'il soit possible d'obtenir, dans les centrales à vapeur, un rendement thermique de 36 pour-cent, le prix de revient du kWh thermique-vapeur serait égal à la moitié de celui du kWh-atomique.

En résumé il y a lieu de retenir ce qui suit:

Les réserves mondiales d'uranium sont restreintes; c'est pourquoi les perspectives de pouvoir remplacer, d'une façon durable, les combustibles et les forces hydrauliques par l'uranium, sont encore très problématiques. La construction et le fonctionnement des réacteurs secondaires ne sont pas du tout éclaircis; c'est pourquoi l'utilisation de l'énergie atomique pour la production d'énergie électrique ne saurait actuellement être envisagée. *Il n'y a donc pas lieu de modifier la politijque de l'énergie adoptée jusqu'ici dans les divers pays à cause de l'énergie atomique.* Il est par contre probable que les sous-produits radioactifs de l'énergie atomique seront utilisés dans la médecine et la biologie, en particulier en thérapeutique.

2° *Charbon*

En général, on s'attend à une pénurie de charbon de longue durée qui, selon les estimations serait de 4 à 20 ans, notamment en ce qui concerne les charbons de haute qualité. Ni l'amplification des utilisations de combustibles liquides ou gazeux, ni l'aménagement des forces hydrauliques ne pourront, dans un proche avenir, apporter une détente appréciable dans la situation des approvisionnements en charbon. Les perspectives d'accroître la production sont faibles, car on s'attend à une baisse continuelle de l'extraction par équipe, et à une pénurie chronique de mineurs. En outre, la mécanisation des mines qui, aux Etats-Unis, a fait de grands progrès, n'est pas réalisable sans autre dans les mines européennes, où les couches exploitables sont en général beaucoup plus basses qu'aux Etats-Unis.

Etant donné la pénurie chronique de charbon de qualité, seule l'utilisation généralisée des charbons maigres est à même de remédier aux difficultés d'approvisionnement. Elle contribuera en outre à ménager les gisements de charbon de haute qualité.

Quant au prix du charbon, on s'attend en général à une hausse. Ce phénomène est d'autant plus grave que les prix des huiles combustibles s'aligneront probablement toujours à ceux du charbon et qu'ainsi toute hausse de ceux-ci entraînera une hausse correspondante du prix des huiles. C'est pourquoi le problème de l'exploitation des mines par gazéification souterraine du charbon est extrêmement important. Ce mode d'exploitation est particulièrement intéressant dans le cas de la production de l'énergie électrique, les gaz produits sous terre pouvant être utilisés pour actionner directement une turbine à gaz ou pour la production de vapeur dans une centrale thermique ordinaire. Non seulement il serait possible de réduire sensiblement le prix de revient de l'énergie, mais on pourrait remettre en activité des mines abandonnées ou en exploiter d'autres qui, n'étant pas économiques, étaient inutilisées. Les Russes ont développé dans le Donetz un procédé de gazéification souterraine du charbon; des essais analogues ont été réalisés aux Etats-Unis [3]). D'après M. *Demart* (B) le coût du combustible par kWh produit dans une centrale à gazéification souterraine est un cinquième du prix correspondant à une centrale à vapeur moderne, utilisant du charbon qui est extrait sous forme solide. Or, la gazéification souterraine exige un réglage très précis de l'amenée d'air afin d'éviter que le charbon soit simplement brûlé. C'est pourquoi le Dr *Ad. Meyer* (BBC) a eu l'idée, de développer la combustion souterraine du charbon sous pression, et d'utiliser directement les gaz chauds dans la turbine à gaz. Cette méthode, où les veines de charbon servent de chambre de combustion, a l'avantage d'utiliser beaucoup mieux les filons. Cependant, il n'est réalisable que dans le roc étanche.

3° *Combustibles liquides*

Les besoins de combustibles et carburants liquides sont en forte progression. Jusqu'ici, la production fut à même de suivre les besoins et les difficultés se produisirent dans les moyens de transport. Comme il a déjà été signalé, les prix des combustibles liquides sont susceptibles de suivre l'évolution de ceux du charbon.

4° *Gaz*

La concentration de la production du gaz dans de grosses usines, la combinaison rationnelle des besoins de force motrice et de vapeur, l'étroite conjugaison des usines à gaz et des industries chimiques et métallurgiques, etc., ont été indiquées comme solutions rationnelles d'avenir.

M. *Hersche,* Winterthur, décrit un procédé d'extinction à sec du coke incandescent dans les cokeries et les usines à gaz développé par Sulzer frères.

Le Dr *Deringer,* Winterthur, démontre comment il est possible de réaliser des économies de vapeur pendant le débenzolage du gaz et de récupérer des solvants au moyen de charbon actif.

[3]) voir: Versuch unterirdischer Kohlenvergasung in den USA. Bull. ASE t. 39(1948), n° 6, p. 190...191.

5° *Energie électrique*

Le rapport de M. *Karrer*, ingénieur en chef MFO, sur les *nouvelles possibilités d'application de la turbine à gaz* pour la production supplémentaire d'énergie dans les centrales à vapeur a été très remarqué. L'installation comprend une turbine à gaz et un réchauffeur d'air insérés dans le circuit d'amenée d'air à la chaudière à vapeur, et le principe est le suivant: L'air est comprimé dans le compresseur, réchauffé dans le réchauffeur au moyen des gaz de combustion, détendu dans la turbine à gaz et, ensuite, amené à la chaudière à vapeur. Dans les installations à contre-pression il est ainsi possible, selon les pressions, de doubler la production d'énergie électrique. Dans certains cas, il est nécessaire d'installer en outre un économiseur.

La consommation supplémentaire de combustible est minime; c'est pourquoi la turbine à gaz atteint, selon la puissance installée, un rendement de 40 à 65 pour-cent; la rentabilité serait donc assurée. Du point de vue de l'utilisation rationnelle des combustibles, l'installation d'une turbine à gaz comme moteur supplémentaire dans une centrale thermique est aussi importante que celle d'une turbine à contre-pression pour la production combinée de force et de chaleur. Un autre avantage est de pouvoir utiliser du charbon pour actionner la turbine à gaz, car les gaz de combustion peuvent être produits en brûlant des combustibles solides.

L'installation d'une turbine à gaz permet aussi d'augmenter la puissance de chaudières à vapeur existantes, sans augmenter la pression de la chaudière. Dans ce cas, on utilise pour la turbine à gaz, de préférence du mazout, afin de limiter les modifications à apporter à la chaudière existante au strict minimum; les gaz d'échappement de la turbine à gaz qui contiennent de gros excédents d'air, sont utilisés directement dans la chaudière comme air de combustion. En combinant la turbine à gaz avec des installations à condensation, il est possible d'augmenter le rendement thermique de 10 pour-cent et davantage.

M. *Bochkoltz* (B) attire l'attention sur les efforts de coordination de la production d'énergie électrique effectués en Belgique et les avantages qui en résultent. Ainsi l'interconnexion des entreprises d'électricité et des centrales appartenant à des industriels a conduit à une réduction appréciable des investissements et à une diminution des frais d'exploitation et de combustibles. La Société pour la Coordination de la Production et du Transport de l'Energie Electrique coordonnait, en 1946, 83 pour-cent de la production totale. La concentration des efforts favorisa en particulier le passage aux pressions et températures élevées dans les centrales existantes ainsi que l'installation d'unités très puissantes, même de 60 000 kW.

Les autres rapports sur la production d'énergie électrique ont trait à la coordination de la production et de la distribution d'électricité réalisée en Angleterre et les résultats très satisfaisants obtenus pendant la guerre, les progrès réalisés dans les centrales à vapeur des aciéries utilisant les gaz de hauts fourneaux et leur conjugaison avec le réseau de la distribution générale.

B. Transports d'énergie

1° *Energie électrique*

M. *P. Ailleret*, Directeur des Etudes et Recherches de l'Electricité de France, donne un aperçu très intéressant sur *les trafics possibles dans les grandes interconnexions futures*, en se basant sur les progrès de la technique et l'accroissement de la consommation d'énergie.

Les expériences montrent que la tension optimum pour réaliser un transport donné ne dépend pratiquement que de la puissance à transporter et non pas de la distance. Elle croît légèrement plus vite que la racine carrée de la puissance P, à peu près comme $P^{0,6}$. D'autre part, lorsque les conditions les plus économiques sont réalisées, le coût total du transport (investissement plus pertes) est tel qu'il reste constant quand la distance croît avec la tension. Lorsque, dans une région alimentée par un réseau à haute tension, les densités de consommation croissent, la limite de transport croît comme la tension économique du transport, et celle-ci comme la puissance à transporter, c'est-à-dire comme $P^{0,6}$. En tenant compte de tous les éléments en cause, il est ainsi possible de déterminer la limite économique des transports, p. ex. d'une région de gros aménagements hydrauliques vers des centres de consommation à production thermique. Sur la base de ces lois et en opérant par extrapolation, on peut dégager en quelque sorte l'évolution future des réseaux à haute tension. Si l'on admet, p. ex. que la consommation, et ainsi la puissance à transporter, double en moyenne tous les 10 ans, les tensions de transport et, pour une même dépense de transport, les distances de transport peuvent doubler tous les 17 ans.

L'examen des transports d'énergie qui entrent en considération montre que trois séries se superposent:

a) les transports systématiques à long terme d'énergie ferme;

b) les transports correspondant aux compensations systématiques journalières et saisonnières;

c) les échanges accidentels.

a) En principe, les pays de forces hydrauliques comme p. ex. l'Italie et la Suisse, qui ont déjà équipé une grande partie de leurs chutes ne pourront guère contracter d'importantes exportations d'énergie ferme et à long terme. La France aussi utilisera les chutes aménageables pour couvrir ses

propres besoins. Seuls, la Norvège et l'Autriche qui disposent de forces hydrauliques pouvant couvrir un multiple des besoins actuels et futurs du pays, sont à même d'exporter de l'énergie à long terme.

Il ne faut pas non plus surestimer les possibilités de remplacer les transports de charbon par voie ferrée ou par voie navigable par des mouvements d'énergie électrique en choisissant un lieu optimum pour des centrales à vapeur judicieusement interconnectées; car on préfère brûler le charbon marchand dans des centrales situées dans les régions consommatrices. Seuls les charbons de qualité inférieure sont brûlés dans des centrales établies sur le carreau même et l'énergie produite est transportée sous la forme électrique vers les régions de consommation. On ne peut rien dire sur la qualité limite des charbons pour laquelle le coût de transport du charbon est équivalent à celui du transport sous la forme électrique, car trop de facteurs — de cas en cas très différents — entrent en jeu. Il existe toutefois un cas exceptionnel dans le Midi de la France où la centrale brûlant des charbons de déchet a été établie dans la région consommatrice, et le charbon est transporté par le rail vers celle-ci. Il s'agit toutefois d'un cas d'espèce.

Les études faites en France sur l'utilisation des marées et du vent ont montré que celle-ci n'apparaît économiquement possible qu'à très grande échelle. P. ex. la Bretagne est un des points peu nombreux du globe où la marée atteint des amplitudes suffisantes pour que son utilisation puisse être envisagée. Si l'on réussissait à réaliser les projets de centrales marémotrices, cette région pourrait ainsi devenir le point de départ de transits importants. Contrairement à ce que l'on pourrait croire de prime abord, l'utilisation de la force éolienne — si elle est économiquement possible à grande échelle — ne sera réalisable qu'en des sites particuliers peu nombreux, en raison du fait que l'énergie disponible par mètre carré de surface balayée par les ailes est proportionnelle au cube de la vitesse du vent. C'est pourquoi tout développement important de l'utilisation de la force éolienne engendrera un transport d'énergie. Etant donné que la mise en valeur de ces sources d'énergie est encore problématique, elle ne saurait être prise en considération dans l'étude des possibilités futures de trafics d'énergie.

Il ressort de ce qui précède, que des transports systématiques d'énergie à long terme quelque peu importants ne traverseront guère les frontières politiques, excepté en Autriche et en Norvège. Il ne faut donc pas surestimer le développement d'un super-réseau européen pour des fournitures systématiques durables d'énergie ferme.

b) Par contre, *les transports correspondant aux compensations systématiques journalières et saisonnières,* s'équilibrant dans les deux sens, sont beaucoup plus importants. Il s'agit des échanges entre hydraulique et thermique, des échanges entre régions hydrauliques différentes, ou des échanges correspondant aux diversités systématiques des diagrammes de consommation journaliers ou saisonniers. Ces échanges traversent les frontières politiques et auront toujours lieu, en particulier entre les régions purement thermiques et purement hydrauliques. Dans celles-là l'équilibre entre l'équipement et la consommation se juge essentiellement par la puissance de pointe, dans celles-ci l'élément critique est l'énergie qui peut être produite en 24 heures en période de basses eaux des hivers secs et froids.

Les possibilités de développement de ces échanges sont examinées dans le cas de la France, où prédomine la thermique dans la moitié nord et l'hydraulique dans la moitié sud. Les deux régions sont interconnectées par 6 circuits à 220 kV et 4 circuits à 150 kV, ce qui permet de transiter au total plus d'un million de kilowatts dans l'un ou l'autre sens. Le transport a lieu dans les périodes de hautes eaux, à pleine capacité du sud au nord et dans les basses eaux du sud au nord aux heures de pointe, et du nord au sud aux autres heures et en particulier de nuit, sans que la capacité de transport soit atteinte ni dans un sens ni dans l'autre. On peut se demander lequel des deux éléments critiques précités conditionne l'ajustement des moyens de production à la consommation. L'étude systématique et les expériences faites ont montré que l'élément critique — compte tenu de la proportion actuelle de 1 à 1 entre la thermique et l'hydraulique — est l'énergie disponible dans les hivers secs et froids les jours ouvrables entre 07.00 et 21.00 heures. On a été ainsi conduit à adopter comme élément critique la production des centrales au fil de l'eau pendant ces 14 heures correspondant aux débits moyens en décembre et janvier des 5 hivers très secs 1921/22, 1924/25, 1926/27, 1933/34, 1941/42. Pendant ces 14 heures, les centrales thermiques débitent à pleine puissance et les centrales réservoirs couvrent les pointes maxima. Toute consommation nouvelle pendant ces 14 heures en décembre et janvier, implique un accroissement des moyens de production. Cet accroissement est exactement le même que la puissance soit appelée en pointe ou pendant le creux de midi, ce qui tient aux possibilités de report de midi sur la pointe du soir en période de basses eaux.

Pour couvrir les besoins maxima pendant les 5 jours les plus chargés de la semaine et les 14 heures de forte charge en période critique, on table, en France, sur les éléments suivants (budget):

centrales au fil de l'eau: puissance moyenne disponible de 14 heures correspondant au débit d'étiage (voir ci-dessus);

centrales thermiques: puissance installée multipliée par 14 heures avec un abattement de 20 pour-cent correspondant au pourcentage d'indisponibilité des groupes thermiques;

centrales à réservoir hebdomadaire: production de 14 heures correspondant aux débits d'étiage de 24 heures plus $^1/_5$ des débits accumulables pendant 25 heures en fin de semaine;

centrales à réservoir saisonnier: production de 14 heures correspondant au débit d'étiage de 24 heures plus $^1/_{100}$ de la capacité du réservoir.

Pour l'ensemble de la France, ce n'est donc ni la puissance installée, ni la production possible qui peuvent donner une commune mesure à ce qu'une nouvelle centrale apporte comme possibilité de faire face à un accroissement général de la consommation; ce qui importe, c'est l'accroissement de la production journalière qui peut être concentrée sur les 14 heures les plus chargées en période de grande sécheresse d'hiver. Il est probable que ce critère a non seulement une valeur en France, mais aussi dans une étude des possibilités d'évolution des mouvements d'énergie en Europe occidentale.

c) Les échanges accidentels qui forment la troisième série de transits ont un caractère occasionnel et dépendent d'éléments imprévisibles, p. ex. incidents de centrales, pluies, gels, irrégularités de consommation, etc. Le calcul des probabilités permet d'évaluer l'importance de la puissance à transporter P entre deux régions caractérisées par les puissances respectives P_1 et P_2, à savoir

$$P = \sqrt{\frac{P_1 P_2}{P_1 + P_2}}$$

En d'autres termes, lorsque consommation et production croissent parallèlement dans un réseau interconnecté et ont doublé, les puissances en jeu des échanges accidentels n'augmentent que d'environ 40 pour-cent.

Lorsqu'il s'agit d'une chaîne de réseaux interconnectés les uns au bout des autres, les échanges accidentels en un point du réseau sont proportionnels à

$$\sqrt{\frac{P_1 P_2}{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}}$$

Ces échanges s'annullent aux extrémités de la chaîne et sont maxima au milieu. C'est donc dans la partie centrale d'un réseau continental que ces transports accidentels atteindront les puissances les plus élevées.

Après avoir dégagé les considérations qui rendent plus scientifiques les problèmes qui se posent au constructeur d'un réseau, il est insisté sur les aléas que l'on peut rencontrer dans la prévision à long terme des trafics pour lesquels le réseau a été construit. Lorsqu'il s'agit de lignes transportant l'énergie d'un aménagement situé dans une région sans aucune consommation locale, l'aléa est nul. Dans le cas d'un transport vers une région purement consommatrice, l'aléa est celui qui existe dans la prévision de la consommation y relative. Lorsque l'artère évacue l'énergie d'une région à grandes possibilités d'aménagement hydraulique et où la consommation locale est importante, les aléas dépendent d'éléments déjà difficiles à prévoir séparément et pratiquement imprévisibles en ce qui concerne la rentabilité d'installations coûteuses de transport. Tant que la construction d'une ligne peut se faire sans introduire un nouvel échelon de la tension, cet aléa n'a pas trop de conséquences, car le délai d'établissement d'une ligne est relativement court et il est possible d'attendre le développement effectif du trafic pour construire de nouvelles lignes. Mais lorsqu'on s'approche de l'époque, où il faut passer à une tension supérieure, l'aléa devient redoutable et peut avoir des répercussions catastrophiques d'ordre financier. C'est pourquoi, pour échapper à ces difficultés, la nouvelle artère construite récemment entre le Massif central et la région parisienne a été prévue pour 6 fils à 220 kV en nappe horizontale qui peuvent être remplacés ultérieurement par 3 fils à 400 kV.

2° *Centrales thermiques combinées et chauffage urbain*

L'attention fut attirée en particulier sur les centrales combinées d'énergie électrique et de chaleur. M. *C. Hoenkamp* (NL) décrit les projets de la centrale combinée de Rotterdam. Des deux projets, centrale d'électricité et de chaleur centralisée (Var. I) ou chaufferies décentralisées dans les régions consommatrices de chaleur (Var. II) la première fut abandonnée malgré le rendement thermique optimum (80 pour-cent) en raison des capitaux importants à engager, la seconde ne pût être retenue à cause du coût du combustible trop élevé (2,17 fois celui de Var. I). Pour chacune des deux variantes le prix de revient de la calorie se répartit comme suit: 71 pour-cent et 45,4 pour-cent, respectivement, sur les intérêts, amortissements, frais de main-d'œuvre, d'entretien et de renouvellement, 19,4 pour-cent et 48,2 pour-cent respectivement sur le coût du combustible. Compte tenu de tous les éléments le prix de revient de la calorie dans le cas de la variante II est de 13 pour-cent inférieur à celui de la variante I. Comme environ 90 pour-cent des besoins de chaleur peuvent être couverts sous une puissance inférieure ou égale à la demi-charge, on choisît une solution intermédiaire où la centrale combinée est prévue pour couvrir la moitié de la puissance maximum, l'autre moitié étant fournie par deux chaufferies installées dans les centres à desservir. Ces dernières n'auront à couvrir que 8 à 10 pour-cent des besoins de chaleur. Leur utilisation n'atteindra qu'environ 500 à 600 heures. Pendant le reste du temps elles serviront de réserve pour la centrale combinée. Au moyen de cette solution, le prix de revient de la calorie est ramené à 73 pour-cent de celui de la variante I et à 83 pour-cent de celui de la variante II. Les intérêts, amortissements, frais de main-d'œuvre, d'entretien et de renouvellement participent par 62,1 pour-cent, le combustible par 26,6 pour-cent.

En ce qui concerne l'économie des chauffages urbains, les avis sont partagés. A *New York*, d'importantes économies de combustibles furent réalisées au cours des dernières années en utilisant la

vapeur d'échappement d'une centrale thermique. Mais l'utilité de ces économies est, dans beaucoup de cas, illusoire si l'on tient compte des capitaux importants à engager dans les installations de distribution des chauffages urbains. Cela provient en particulier du fait que les installations doivent être prévues pour les températures minima de l'hiver. Or, celles-ci ne sont atteintes que pendant quelques jours de l'année, d'où leur durée d'utilisation très faible. Lorsqu'il s'agit de la reconstruction de villes dévastées, comme p. ex. à Rotterdam, les conditions relatives à l'économie des chauffages urbains sont tout autres et peuvent être très intéressantes.

C. Utilisation de l'énergie

1° *Chauffage de locaux*

D'après M. *A. O. Hals* (N) des progrès appréciables ont été réalisés en Norvège dans le domaine du *chauffage électrique de locaux.* Celui-ci fut fortement développé pendant la première guerre mondiale déjà, en raison de la pénurie et du renchérissement des combustibles. Il s'agissait alors de simples petits radiateurs et «soleils» raccordés par une fiche à une prise. Dès que les conditions d'approvisionnement des combustibles redevinrent normales, ces appareils ne furent utilisés qu'occasionnellement, en particulier aux entre-saisons. A part certains usages particuliers, p. ex. le chauffage d'églises, ce mode de chauffage ne fut plus développé.

En 1930, de nouvelles conceptions scientifiques conduisirent à faire des essais avec deux systèmes de chauffage électrique permanent de locaux: l'un, *le chauffage du plancher,* constitué par des résistances à l'intérieur de tubes en porcelaine, ou par des câbles isolés placés directement dans le béton ou dans des tubes en acier galvanisés; l'autre, *le chauffage par surface* (dit «panel») qui fut surtout utilisé dans les écoles. Il s'agit là de parois chauffantes placées sous les banquettes des fenêtres, avec une température à la surface de 75 °C au maximum et de chauffages par rayonnement à haute température. Ceux-ci sont placés dans la partie supérieure des murs extérieurs, généralement à 3 m au-dessus du plancher. Ils emettent 60 pour-cent de la chaleur par radiation dans le local, et les parois chauffantes 45 pour-cent. Elles sont isolées du côté du mur, afin de transmettre autant de chaleur que possible dans le local. Ce dernier mode de chauffage a aussi été appliqué dans les hôpitaux, bureaux, magasins, cinémas et ateliers. En cas de manque de place, en particulier dans les magasins et ateliers, on utilise aussi des radiateurs tubulaires. L'utilisation de grandes surfaces chauffantes le long des parois s'est révélée très économique; ses avantages sont la répartition uniforme de la chaleur et la compensation des pertes de chaleur sans le moindre courant d'air.

Depuis 1938, on installa, à titre d'essai, dans des maisons d'habitation des moyens de chauffage électrique fixes. Le Service de l'électricité d'Oslo fit des essais dans 3000 logements. Les équipements comportaient en général dans les locaux d'habitation des parois chauffantes, dans les chambres de bain des chauffages par rayonnement à haute température, et dans les corridors des radiateurs tubulaires. Le réglage se fit normalement à la main au moyen d'un commutateur à 3 touches, comme chez nous. Le réglage automatique par thermostat est utilisé lorsque l'abonné exige plus de confort et de commodité. L'idée du chauffage par surface a été développée à l'extrême, en montant en zig-zag dans des panneaux en fibre des feuilles en aluminium, les panneaux étant placés dans les parois et recouverts de papiers peints. La tension est abaissée à 42 V. On essaya aussi des panneaux à 220 V qui, pour la sécurité, doivent être montés dans le plafond.

Les essais permirent de constater qu'il est, en général, plus économique d'installer le chauffage électrique pour tempérer les locaux tant que la température extérieure n'est pas trop basse, et de doubler cette installation d'un moyen de chauffage au combustible qui entre en fonction en période de grands froids. P. ex. pour un appartement de 100 m² de surface, dans un immeuble bien construit à Oslo ou Trondheim, il faut installer une puissance de 7 kW en cas de chauffage électrique exclusif. Mais avec 3,5 kW, c'est-à-dire la demi-puissance, on arrive à couvrir 80 à 90 pour-cent des besoins totaux de chaleur par hiver, et à réduire les dépenses d'énergie de 30 à 40 pour-cent; d'autre part, la durée annuelle d'utilisation de la puissance maximum passe de 1800 à 3000 heures. Dans le cas du chauffage exclusivement électrique en service intermittent, en particulier le chauffage d'églises, il est plus économique d'installer une puissance moins élevée et de chauffer d'une façon continue par les grands froids.

La vente d'énergie pour le chauffage électrique a lieu, en général, moyennant un tarif binôme. Il est aussi question d'installer des dispositifs automatiques pour couper l'alimentation des radiateurs électriques pendant les heures de cuisson. On obtient ainsi une diminution de la puissance par abonné de l'ordre de 25 pour-cent.

Pour de gros abonnés, tels que les hôpitaux, établissements de bain, hôtels, etc., on installe en général une chaudière électrique à haute tension d'une puissance allant jusqu'à 6000 kW. Celle-ci est doublée d'une chaudière à combustibles et est alimentée facultativement. Elle est aussi utilisée pour le chauffage de l'eau. Dans des immeubles moins grands, on installe des petites chaudières à basse tension pour des puissances de 20 à 500 kW. Ces dernières sont à électrodes, lorsque la puissance est de 100 kW ou plus. A Trondheim, ville de 60 000 habitants, on installa au cours des dernières années, env. 40 petites chaudières à basse tension dont la puissance globale est de l'ordre de 8000 kW. Les électrodes se composent de deux groupes de plaques en fer, dont la distance est variable pour régler la puissance.

Il est particulièrement intéressant d'indiquer l'équivalent en kWh. d'un kilogramme de coke de 6800...7000 kCal de pouvoir calorifique inférieur,

équivalent basé sur une série d'essais et sur la période totale de chauffage, pour les applications suivantes:

Chaudière électrique (> 500 kW) en parallèle avec la chaudière du chauffage central	5 kWh et plus
Petites chaudières électriques (20...500 kW) en parallèle avec la chaudière du chauffage central	4,5...4,8 kWh
Chauffage direct par parois chauffantes pour le chauffage de locaux utilisés temporairement, p. ex. écoles, au lieu du chauffage central	1,5 kWh
Chauffage électrique direct substitué au chauffage par poêles individuels à combustible, de construction moderne	4 kWh
Chauffage électrique moderne substitué au chauffage central	2,7...3,1 kWh

Il va sans dire que l'équivalent charbon/kWh n'est qu'un facteur. Pour comparer l'économie des deux systèmes de chauffage, il faut tenir compte des frais d'installation, ainsi que des montants annuels pour intérêts, amortissements, entretien et main-d'œuvre. Or, ceux-ci sont en faveur du chauffage électrique. Il est question, en Norvège, de généraliser l'application du chauffage électrique afin de réaliser des économies massives de combustibles. A Oslo, tous les nouveaux immeubles sont équipés d'un chauffage électrique et il est projeté de remplacer, dans les immeubles existants, le chauffage central par le chauffage électrique. La raison de ce développement est avant tout l'abondance de forces hydrauliques, alors que la plus grande partie des combustibles sont importés. Il est évident que les conditions climatologiques de la Norvège jouent également un rôle important, les basses températures étant de courte durée et le reste de l'hiver — d'ailleurs très long — étant, grâce au Golf-Stream, plutôt tempéré. D'autre part, la Norvège possède de nombreux lacs naturels et artificiels et la nature se prête à en créer de nouveaux, contrairement à ce qui existe en Suisse.

Enfin, on signale les grands avantages du chauffage électrique au point de vue de l'hygiène.

2° *Problèmes d'énergie dans les hôpitaux et établissements similaires*

M. *G. Zimmermann* (S) donne des détails sur les études effectuées en Suède, sur la propre production d'énergie électrique dans les hôpitaux et établissements similaires. Etant donné les conditions climatologiques, les besoins en chaleur pour le chauffage des locaux s'étendent sur la plus grande partie de l'année, et ceux pour le chauffage de l'eau sont de toute façon annuels. La production conjuguée d'énergie électrique et de chaleur par des groupes à contre-pression parut intéressante, en particulier lorsque la vapeur est utilisée comme agent de chaleur. Or, l'installation de pareils groupes engendre d'importants investissements et des frais élevés d'exploitation et d'entretien. D'autre part, il est, de toute façon, nécessaire de prévoir un raccordement au réseau pour parer aux pannes. Les études ont montré que l'achat d'énergie au réseau est plus économique — même lorsqu'il s'agit de vapeur à haute pression — dans tous les cas où la puissance maximum demandée est inférieure à 300...400 kW.

L'étude des électrifications les plus économiques d'autres applications thermiques dans les hôpitaux a montré qu'il est intéressant d'électrifier avant tout les appareils à haute pression de vapeur (8...10 kg/cm²) p. ex. les repasseuses et calandres; il est alors possible d'abaisser la pression de vapeur à 2 kg/cm² ou moins. En second lieu vient l'électrification des autres appareils consommateurs de vapeur dans les cuisines, buanderies et pour la stérilisation. La chaudière à combustibles doit, par contre, être maintenue pour le chauffage de locaux et de l'eau et peut tout au plus être doublée d'une chaudière électrique alimentée exclusivement sans garantie de continuité de livraison.

Pour le grille, les friteuses et les marmites, on dispose en général à choix de l'électricité, du gaz ou du coke. L'électricité offre le plus d'avantages pour le four. Les essais effectués systématiquement pour les autres usages ont montré, qu'en choisissant l'électricité, on obtient des consommations spécifiques extrêmement basses. Les chiffres indiqués ci-dessous se rapportent à l'hospitalisation de moins de 100 (chiffre fort) et jusqu'à 1500 personnes (chiffre faible) respectivement.

Application	Consommation spécifique par personne et par jour	Durée d'utilisation annuelle de la puissance maximum
grille	0,4...0,1 kWh	600 h
marmites	0,8...0,3 kWh	800 h
total cuisine entièrement électrifiée sans chauffage de l'eau (repas pour 1200 personnes)	0,55 kWh	1000 h

Pour les grandes buanderies avec un mouvement de 30 000 kg de linge par an, l'utilisation annuelle est de 1200 h et la puissance maximum enregistrée pendant 15 minutes est égale à environ 80 pour-cent de la puissance globale installée des divers appareils.

Les consommations suivantes ont été constatées par kg de linge: repassage et calandrage 0,7 kWh; lessiveuse 0,6 kWh; total lavage et repassage 1,3 kWh, y compris le chauffage de l'eau, ou 0,85 kWh sans le chauffage de l'eau (distribution centrale).

Les stérilisateurs consomment 1 kWh par lit et par jour et l'utilisation annuelle atteint 1000...1200 h.

Les grands établissements possèdent aussi un four de boulangerie électrique, dont les consommations spécifiques par kg de pain sont de 0,4...0,5 kWh pour les fours à accumulation et de 0,25...0,3 kWh pour les fours chauffés directement.

La consommation spécifique sans le chauffage de locaux pour un hôpital entièrement électrifié qui peut recevoir 950 patients, est de 3,2 kWh par

malade et par jour, et l'utilisation annuelle de la puissance maximum de 5800 h.

Pour le chauffage de locaux et de l'eau, l'énergie électrique est plus onéreuse que les combustibles. Pour ces applications l'énergie électrique n'entre en ligne de compte que pour des installations combinées avec un chauffage au combustible et avec fourniture facultative.

3° *Traction électrique*

M. *Dugas* (F) donne d'intéressants renseignements sur l'électrification des chemins de fer en France. Les rendements au crochet, pour les divers systèmes de traction, sont respectivement de 3,6 pour-cent pour les anciennes locomotives à vapeur, de 5,4 pour-cent pour les locomotives à vapeur moderne, 22 pour-cent pour les locomotives Diesel et 11,8 pour-cent pour la traction électrique, y compris la production exclusivement thermique de l'énergie électrique. Cela montre que même dans les pays sans forces hydrauliques, l'électrification des chemins de fer permet d'économiser des quantités appréciables de charbon.

M. *Thelander* (S) signale que, sur la base des études faites en Suède, l'équivalent en charbon du kWh, pour la traction électrique, est de 1,5 kg.

Comme l'a fait remarquer le délégué suisse, l'absence de rapport suisse ne veut pas dire que dans ce pays, on ne s'intéresse pas à l'électrification des chemins de fer. En effet, en ce qui concerne l'étendue de l'électrification, la *Suisse* figure en tête de tous les pays, puisqu'au seuil de la deuxième guerre mondiale environ 98 pour-cent du trafic ferroviaire était assuré par la traction électrique. L'origine du développement prodigieux de cette électrification remonte à la pénurie très grave de combustibles pendant la première guerre mondiale qui paralysa le trafic ferroviaire. Il n'y a aucun doute que l'électrification des chemins de fer est l'électrification la plus rationnelle, étant donné qu'avec une quantité d'énergie électrique donnée, il est possible d'économiser 10 fois plus de charbon que p. ex. dans les chaudières électriques installées dans l'industrie pour produire de la vapeur. L'attention fut aussi attirée sur les délais de réalisation d'importants programmes d'électrification; p. ex. dans le cas des chemins de fer suisses ces délais furent de 10 ans pour les études, 5 ans pour les premières réalisations partielles, et environ 25 ans pour l'électrification de l'ensemble du réseau. Il semble qu'aujourd'hui le facteur «temps» est trop souvent sous-estimé.

—

D'intéressantes excursions furent organisées pendant et après la conférence. Signalons, en particulier, la visite des mines de l'Etat néerlandais qui fut organisée d'une façon impeccable et, dans un autre domaine, celle des musées et paysages hollandais célèbres. Les nombreuses manifestations et réceptions donnèrent aux participants l'occasion de se connaître et d'échanger leurs expériences.

La brillante réussite de la session en Hollande, malgré les nombreuses difficultés auxquelles ce pays fortement éprouvé par la guerre, eut à faire face et, en particulier, le travail inlassable et dévoué des organisateurs et du président, M. *G. J. Th. Bakker*, méritent d'être relevés tout particulièrement. Il y a lieu de les remercier très chaleureusement au nom des participants suisses.

Adresse de l'auteur:
E. H. Etienne, Secrétaire du Comité National Suisse de la Conférence Mondiale de l'Energie, Länggaßstrasse 37, Berne.

Eine einfache Orts-Fern-Schaltung für Radio-Empfangsgeräte

Von *H. Gibas*, Amsterdam

621.396.621

Es wird eine Schaltung besprochen, die besonders für kleine und billige Rundspruchgeräte geeignet ist und die gestattet, den Forderungen, die beim Orts- oder Fernempfang an ein Rundspruchgerät gestellt werden, in einfacher Weise zu entsprechen. Während beim Fernempfang die Empfindlichkeit und Trennschärfe des Gerätes gesteigert wird, kann beim Ortsempfang besonders die Qualität der Wiedergabe erhöht werden. Dann wird die Theorie des rückgekoppelten Bandfilters behandelt, das besonders häufig bei Dreiröhren-Ueberlagerungsempfängern verwendet wird, und die Punkte zusammenstellt, die bei der Dimensionierung eines solchen Bandfilters zu beachten sind. Zum Schluss werden die Grundlagen der niederfrequenten Gegenkopplung und ihre Wirkung bei der beschriebenen Orts-Fern-Schaltung angegeben.

L'auteur décrit un couplage destiné spécialement aux postes récepteurs de modèle réduit et bon marché, permettant néanmoins de satisfaire d'une manière très simple aux exigences posées par la réception des émissions régionales et étrangères. Tandis que la sensibilité et la sélectivité de l'appareil sont augmentées pour la réception des postes émetteurs lointains, la qualité de l'audition du poste émetteur régional est grandement améliorée. L'auteur expose la théorie du filtre de bande avec bobine de réaction, qui est très souvent prévu dans les postes récepteurs hétérodynes à trois lampes, puis il indique quels sont les points à observer pour le dimensionnement des filtres de ce genre. Il termine en indiquant les principes de la contreréaction à basse fréquence et son utilité pour le couplage en question.

1. Einleitung

Der Rundspruchempfänger ist ein Massenartikel; deshalb ist es die Hauptaufgabe der Empfängerentwicklung, ein Gerät zu entwerfen, das bei einem kleinstmöglichen Aufwand ein Höchstmass an Qualität ergibt.

Die elektrischen Forderungen, die ein Rundspruchgerät erfüllen soll, sind neben anderen in erster Linie grosse Empfindlichkeit, ausreichende Trennschärfe und gute Wiedergabequalität. Im praktischen Betrieb kann man zwei Arten des Rundspruchempfanges unterscheiden, nämlich den