

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 46 (1955)
Heft: 17

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

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 09.02.2026

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

L'allure journalière de la charge

Compte rendu de la journée de discussions de l'UCS du 12 mai 1955 à Berne

[Voir Bull. ASE t. 46(1955), n° 15, p. 701...708 et n° 16, p. 736...742]

III. Evolution de la courbe de charge des Forces Motrices Bernoises S.A. et perspectives d'avenir

par M. Grossen, Berne

621.311.153

On peut se demander à bon droit où nous mène la rapide extension de l'électrification constatée dans notre pays au cours de ces dernières années. Nous allons essayer de répondre à cette question en considérant l'évolution suivie, en particulier, par les Forces Motrices Bernoises S.A. (FMB). Les fig. 1 et 2 montrent comment la courbe de charge des FMB a évolué entre 1920 et 1954.

On constate que le rapport de la consommation d'énergie à la puissance raccordée, en d'autres termes la durée d'utilisation de la puissance raccordée, diminue constamment (voir la fig. 3). Ce phénomène serait en lui-même assez peu réjouissant.

Toutefois, il apparaît heureusement que la charge maximum annuelle de l'ensemble du réseau — production de toutes centrales des FMB et achats d'énergie — n'a pas augmenté aussi rapidement que la puissance raccordée. C'est ainsi que la puissance raccordée totale était 3,9 fois et la charge maximum 3,4 fois seulement plus grande en 1940 qu'en 1920. On constate encore que la puissance raccordée était 11 fois et la charge maximum 8 fois plus grande en 1954 qu'en 1920.

La durée d'utilisation annuelle de la charge maximum au cours de l'année n'a pratiquement pas varié, si l'on fait abstraction de l'influence qu'ont

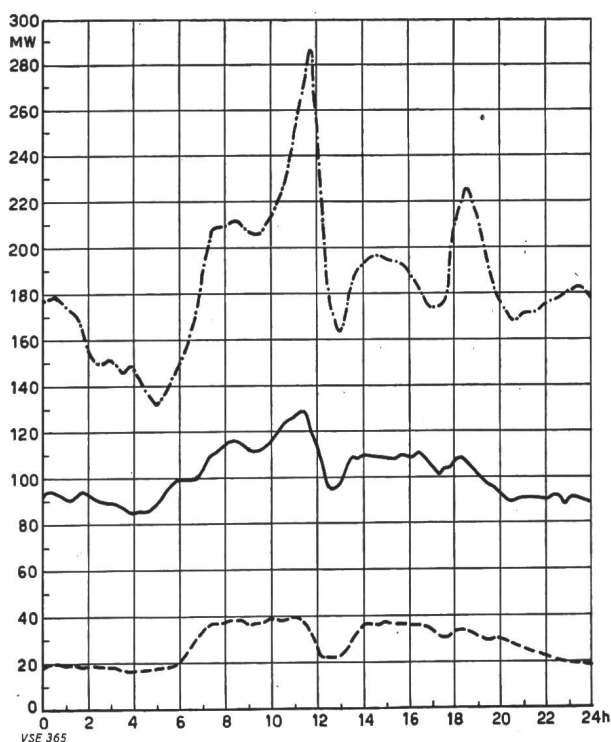


Fig. 1

L'allure journalière de la charge pour l'ensemble du réseau triphasé des FMB

Ces courbes comprennent les fournitures au réseau triphasé de distribution générale des FMB, aux chaudières électriques, aux autres entreprises électriques suisses ainsi que les exportations d'énergie.

- courbe de charge du mercredi 13 octobre 1954 (consommation 4431 GWh, charge maximum 287 MW)
- courbe de charge du mercredi 16 octobre 1940 (consommation 2341 GWh, charge maximum 128 MW)
- courbe de charge du mercredi 20 octobre 1920 (consommation 683 GWh, charge maximum 40 MW)

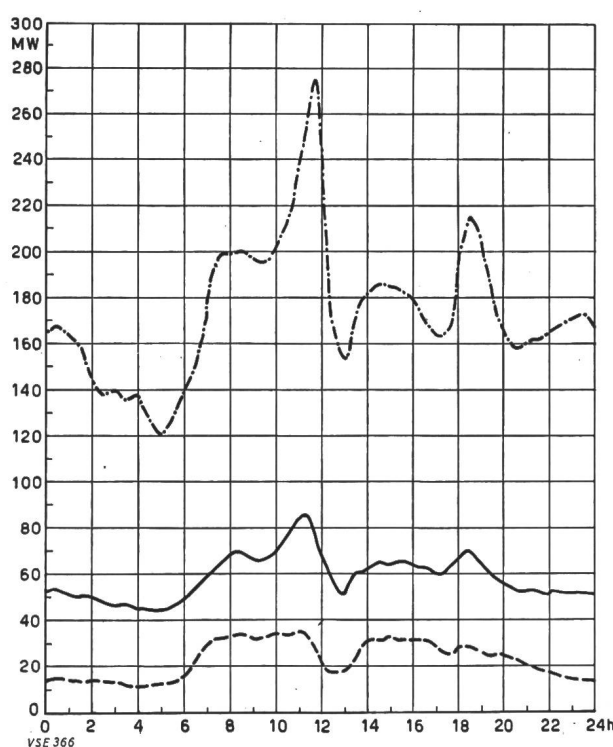


Fig. 2

L'allure journalière de la charge pour le réseau triphasé de distribution générale des FMB

Ces courbes sont relatives à la consommation dite «normale» uniquement.

- courbe de charge du mercredi 13 octobre 1954 (consommation 4173 GWh, charge maximum 267 MW)
- courbe de charge du mercredi 16 octobre 1940 (consommation 1435 GWh, charge maximum 86 MW)
- courbe de charge du mercredi 20 octobre 1920 (consommation 562 GWh, charge maximum 35 MW)

eu parfois l'hydraulicité et la relation entre les disponibilités d'énergie et la demande. Depuis 1905, la charge maximum se monte en moyenne à 24 % de la puissance totale raccordée (voir la fig. 4).

Comme ces chiffres concernent la totalité des fournitures du réseau triphasé et la puissance to-

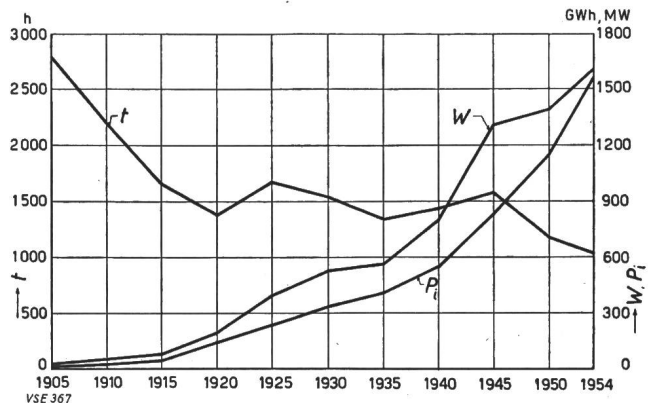


Fig. 3

Consommation d'énergie, puissance raccordée et durée d'utilisation de la puissance raccordée pour le réseau des FMB: évolution au cours des années

W consommation d'énergie
 P_t puissance raccordée
 t durée d'utilisation de la puissance raccordée

taie raccordée, ils montrent certes que les conditions ne sont aujourd'hui pas plus défavorables qu'autrefois, malgré l'énorme accroissement de la charge maximum. Il faut d'ailleurs aussi tenir compte du fait que, durant ces dernières années, vu la situation tendue dans le domaine de l'approvisionnement en énergie électrique et l'augmentation constante de la part des usines à accumulation, il ne fut que rarement possible d'égaliser la courbe de charge en fournissant à certains moments de l'énergie de surplus aux chaudières électriques.

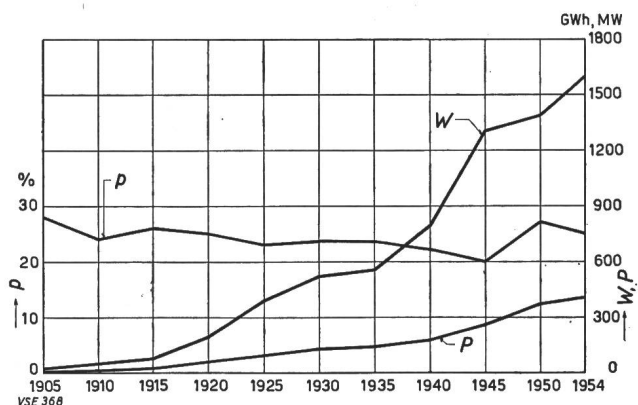


Fig. 4

Consommation d'énergie et charge maximum pour le réseau des FMB: évolution au cours des années

W consommation d'énergie
 P charge maximum

Durant la période considérée, le nombre et la puissance installée des moteurs électriques raccordés au réseau ont évolué comme suit (voir aussi la fig. 5):

	nombre	puissance installée kW
1920	12 300	57 000
1940	45 000	123 000
1954	142 000	284 000

Le nombre des moteurs était donc en 1954 11,5 fois, leur puissance 5 fois seulement plus élevée qu'en 1920. La puissance installée moyenne est donc passée de 4,7 kW par moteur en 1920 à 2,8 kW en 1940 et 2 kW en 1954: cela provient surtout du fait que l'on emploie aujourd'hui partout le moteur individuel au lieu de longues transmissions, autrefois très répandues.

L'évolution du nombre et de la puissance installée des cuisinières électriques domestiques et des grandes cuisines électriques fut la suivante (voir aussi la fig. 6):

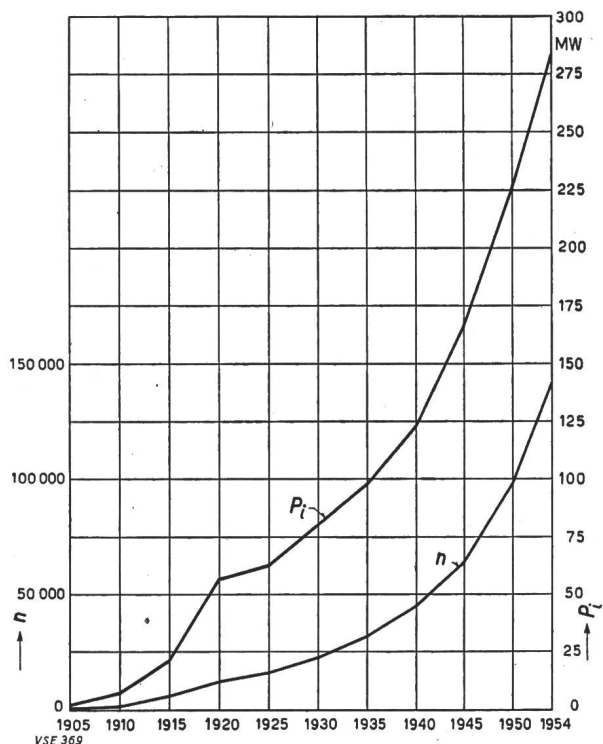


Fig. 5

Nombre et puissance installée des moteurs électriques dans le réseau des FMB: évolution au cours des années

n nombre
 P_t puissance installée

	nombre	puissance installée kW
1920	3 000	9 000
1940	22 600	116 000
1954	84 000	500 000

Il y avait donc en 1954 28 fois plus de cuisinières électriques raccordées au réseau qu'en 1920, et leur puissance installée était 56 fois plus grande qu'en 1920. La puissance installée moyenne est passée, pour le réseau des FMB, de 3 kW par cuisinière en 1920 à 5,1 kW en 1940 et 6 kW en 1954. Nous ne nous étendons pas ici sur les questions générales ayant trait à la «pointe de cuisson»; nous nous bornerons à décrire les conditions régnant dans ce domaine aux FMB. Soulignons toutefois qu'il serait bon que les entreprises d'électricité surveillent avec attention, à l'avenir, l'accroissement constant de la puissance des foyers de cuisson. Cette augmentation de puissance n'est pas d'une nécessité absolue, et les distributeurs d'énergie électrique n'ont pas d'intérêt à ce que, d'une part, la puissance

des appareils de cuisson augmente et leur durée d'utilisation par là même diminue, et à ce que, d'autre part, les cuisinières augmentent de prix par suite de l'emploi de commutateurs perfectionnés ou de dispositifs de réglage continu.

De même, une évolution des cuisinières électriques — comme d'ailleurs des fours à pain — dans la direction du chauffage à haute fréquence

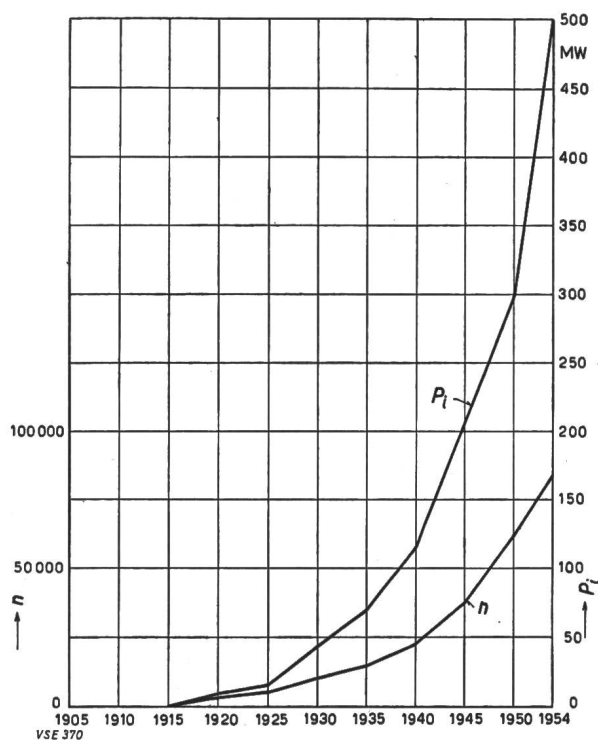


Fig. 6

Nombre et puissance installée des cuisinières domestiques et des grandes cuisines dans le réseau des FMB: évolution au cours des années

n nombre
 P_i puissance installée

serait indésirable, car il en résulterait uniquement des conditions plus défavorables quant à la charge, sans qu'on puisse, d'autre part, augmenter le prix du kWh en conséquence.

Par rapport aux puissances installées des moteurs et des cuisinières électriques, la puissance installée totale des chauffe-eau est encore relativement modeste. Voici l'évolution du nombre et de la puissance installée de ces appareils pour le réseau des FMB (voir aussi la fig. 7):

	nombre	puissance installée kW
1920	720	710
1940	19 500	18 500
1954	60 200	65 000

Comme la durée d'utilisation des chauffe-eau est grande et qu'ils sont aussi tous en service aux mêmes heures, leur influence sur la charge de nuit du réseau est importante.

Les chiffres donnés ci-dessus pour les puissances installées ne peuvent pas être mis immédiatement en relation avec la courbe de charge des FMB, car cette courbe de charge comprend aussi les charges des entreprises électriques raccordées au réseau des

FMB. Il s'agit là notamment de quelques entreprises produisant aussi en propre certaines quantités d'énergie: les Services Industriels de Thoune et d'Interlaken, la Société des Forces Electriques de la Goule, les Forces motrices de Wynau, le Service de l'électricité de la ville de Bienne et la Société du Canal de l'Aar et de l'Emme. Si l'on tient compte de ces divers réseaux, voici quelles étaient en 1954 les puissances installées correspondant aux diagrammes de charge de FMB:

	nombre	puissance installée kW
Moteurs	200 000	380 000
Cuisinières et grandes cuisines	115 000	700 000
Chauffe-eau	91 000	103 000

Nous n'analyserons pas ici l'influence de la charge des moteurs sur l'allure de la courbe de charge journalière, car cela nous mènerait trop loin. Il faudrait en effet, dans ce but, répartir les moteurs en plusieurs catégories pour faire une distinction entre les exploitations industrielles travaillant avec une, deux ou trois équipes.

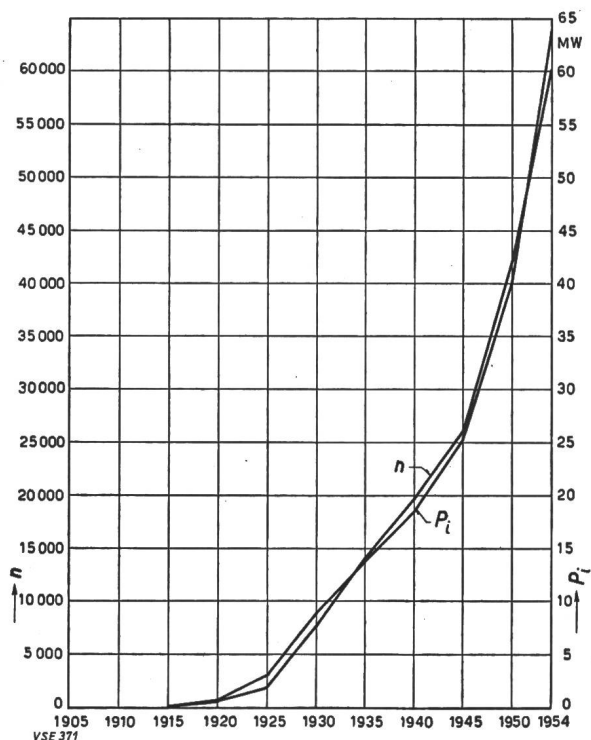


Fig. 7

Nombre et puissance installée des chauffe-eau dans le réseau des FMB: évolution au cours des années

n nombre
 P_i puissance installée

Par contre, l'influence de la charge est assez facile à déterminer pour les cuisinières électriques, car ces appareils ne sont enclenchés qu'à certaines heures de la journée. Alors qu'on ne distingue pratiquement pas de «pointe de cuisson» sur le diagramme de 1920, cette pointe — plus exactement la différence entre la charge maximum et la charge de 9 h 30 — était de 17 MW en 1940 (voir fig. 1 et 2). La pointe de cuisson représentait donc en

1940 10,9 % de la puissance installée totale des cuisinières électriques, soit 0,56 kW par cuisinière en moyenne.

En 1954 (voir les fig. 1, 2 et 11) la pointe de cuisson atteignait 60 à 100 MW, en moyenne 80 MW soit 11,4 % de la puissance installée totale des cuisinières ou 0,7 kW environ par cuisinière. Nous ne nous étendons pas sur la question de savoir si cet accroissement de 0,56 à 0,7 kW — accroissement de 25 % — provient de l'augmentation de 17 % que nous avons déjà relevée de la puissance installée moyenne par cuisinière, et dans quelle mesure d'autres facteurs — par exemple le fait indiscutable que la production propre des entreprises raccordées au réseau a proportionnellement diminué depuis 1940, ou l'influence de l'emploi des casseroles-autoclaves, qui s'est fortement développé depuis cette date — ont joué un rôle dans ce domaine. Il est impossible, d'autre part, de déceler

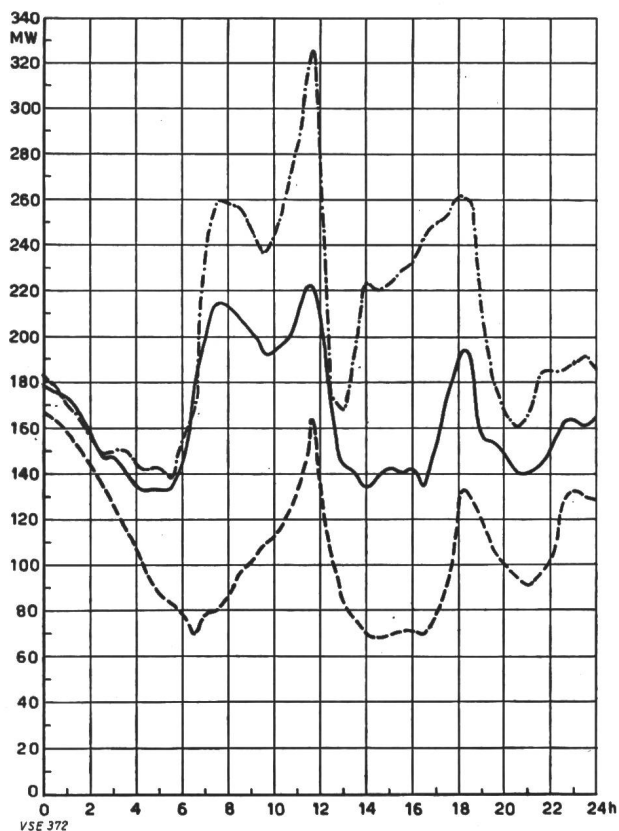


Fig. 8

L'allure journalière de la charge pour l'ensemble du réseau triphasé des FMB

- courbe de charge du samedi 11 décembre 1954 (consommation 3945 GWh, charge maximum 222 MW)
- - - courbe de charge du dimanche 12 décembre 1954 (consommation 2548 GWh, charge maximum 163 MW)
- · - courbe de charge du mercredi 15 décembre 1954 (consommation 4918 GWh, charge maximum 326 MW)

la part des machines à laver, qui, pour l'instant, n'ont pas d'heures de blocage jusqu'à une puissance de 7,5 kW.

En ce qui concerne le chauffe-eau, l'influence de la consommation des entreprises raccordées au réseau des FMB, dont nous parlions plus haut, est forcément beaucoup plus faible que pour la charge durant la journée. C'est pourquoi, lorsqu'on a tenté de calculer en partant des courbes de charge (fig.

8...11) les charges imputables aux divers appareils, on a compté pour les chauffe-eau la puissance installée dans le réseau des FMB seulement. On peut négliger la consommation de jour des petits chauffe-eau bénéficiant d'un tarif forfaitaire. La plupart des chauffe-eau sont prévus pour être enclenchés

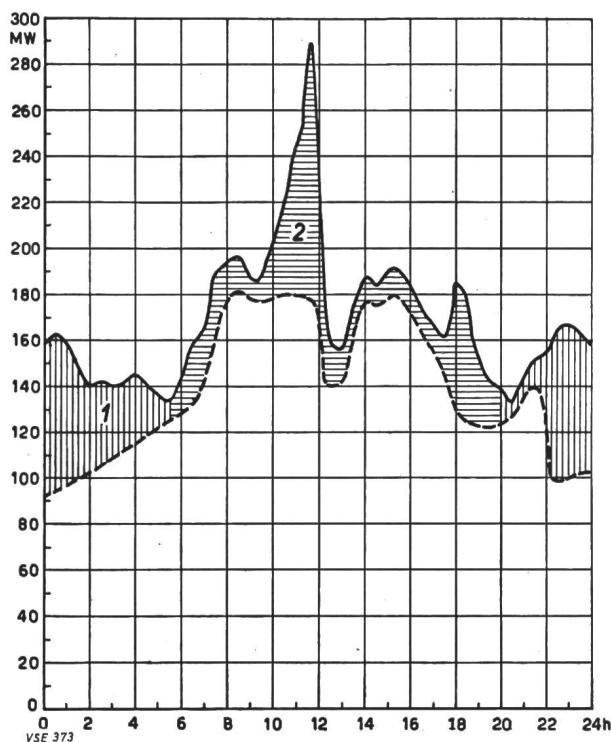


Fig. 9

La charge du réseau triphasé de distribution générale des FMB (consommation «normale») le mercredi 16 juin 1954

consommation 4073 GWh
charge maximum 290 MW

dont:

- 1 chauffe-eau: consommation env. 400 GWh
charge maximum env. 65 MW
- 2 cuisinières: consommation env. 350 GWh
charge maximum env. 100 MW

uniquement durant la nuit, c'est-à-dire entre 22 h et 6 h. Seuls les chauffe-eau de grande puissance et les installations des fromageries entrent en partie en service à 19 h déjà. On peut admettre que la puissance absorbée par les chauffe-eau entre 22 h et 23 h se monte environ à 90...95 % de la puissance installée; elle diminue constamment durant la nuit, et elle est déjà presque insignifiante à partir de 6 h.

Les courbes de charge des FMB (fig. 8...11) montrent que l'on pourrait encore fournir avec le même équipement de distribution de grandes quantités supplémentaires d'énergie de nuit avant d'obtenir une égalisation parfaite. Même lorsque les chauffe-eau auront atteint leur maximum de développement, notamment dans les régions rurales, la consommation de nuit ne dépassera jamais celle de jour aux FMB.

Si l'on veut essayer d'estimer les conséquences pour la courbe de charge d'une nouvelle augmentation de l'électrification des cuisines, il se montre tout d'abord nécessaire de comparer le nombre des cuisinières électriques à celui des habitants ou des ménages. Ce faisant, il ne nous faut pas, d'ailleurs, nous en tenir au réseau des FMB seul, mais consi-

dérer la zone entière où les FMB distribuent directement ou indirectement l'énergie électrique. Le tableau I donne en chiffres ronds les résultats de cette étude.

Tableau I

	Réseau des FMB et revendeurs	Réseaux du canton de Berne et de Soleure à qui les FMB livrent de l'énergie	Total
<i>Etat 1954</i>			
Nombre d'habitants . . .	475 000	225 000	700 000
Nombre de ménages . . .	120 000	56 000	176 000
Nombre de cuisinières électriques	84 000	30 000	114 000
Nombre de cuisinières pour 100 ménages	70	53	65
<i>Développement possible</i>			
Nombre de cuisines domestiques restant à électrifier	36 000	26 000	62 000
Puissance raccordée supplémentaire MW	220	116	380
Pointe de charge supplémentaire MW	24	18	42
Consommation d'énergie annuelle supplémentaire GWh	50	40	90

Il ne sera certes pas un problème difficile de trouver les quantités d'énergie supplémentaires nécessaires; il en est de même pour la pointe de charge. Toutefois, si l'on admet que toutes les autres charges et fournitures restent au niveau atteint en 1954, la pointe de cuisson, qui représentait en 1954 20 % environ de la charge maximum, passerait à 30 % de cette dernière. Cependant, comme on peut admettre que c'est dans 10 à 15 ans seulement que l'électrification sera complète — et ceci même si le rythme accéléré de ces dernières années, où le nombre des cuisinières et grandes cuisines installées augmentait de 6000 par an, subsistait — les autres emplois se seront aussi développés d'ici là, si bien que, même lorsque l'électrification des ménages sera complète, le rapport de la charge maximum à la consommation totale aux FMB sera encore acceptable.

Du point de vue de la production d'ailleurs, le progrès de l'aménagement des forces hydrauliques se traduit par une part croissante de l'énergie provenant d'usines à accumulation, ce qui simplifie la tâche esquivée ci-dessus. Alors que cette part n'est que de 30 % aujourd'hui, elle sera bientôt de 40 %.

Toutefois, d'autres développements encore pourraient présenter à l'avenir pour l'allure de la courbe de charge des dangers qui ne doivent pas être sous-estimés.

Nous avons déjà parlé des *machines à laver*. Bien entendu, on peut compter, ici aussi, avec une certaine interpénétration des charges individuelles. Si l'on admet que les besoins de linge se montent à 2 kg par personne et par semaine, les besoins d'énergie correspondants seront de 4 kWh par semaine ou de 200 kWh par personne et par an en moyenne. Comme les machines à laver de modèle courant ont une capacité de 4 à 6 kg de linge, on peut calculer qu'une seule lessive — d'une durée maximum de une heure à une heure et demie —

est nécessaire par personne et par quinzaine; la charge correspondante est de 5 à 8 kW au moins. Comme les travaux de lessive ne se répartissent pas uniformément sur la semaine entière, mais se concentrent au début de la semaine, on peut dire que l'emploi des machines à laver se répartira sur environ 20 heures par semaine seulement: l'interpénétration des charges est donc beaucoup moins efficace que pour la cuisine électrique. Elle sera non pas meilleure, mais plutôt moins bonne, si, par exemple, un ménage fait sa lessive tous les mois en quatre «fois» au lieu de toutes les semaines en une «fois». Plus le nombre des machines à laver raccordées au réseau est grand, plus faible devient la participation de chacune d'elles à la charge résultante; pour un très grand nombre de machines à laver, on peut, comme pour les cuisinières électriques, admettre que cette participation se monte à 10 ou 12 % de la puissance installée.

Si les lessives se faisaient à l'électricité dans tous les 120 000 ménages de la région desservie directement par les FMB, la consommation d'énergie correspondante se monterait à 90 GWh par an; on peut estimer d'autre part que la pointe de charge provenant des machines à laver atteindrait alors au moins 90 MW le lundi matin. Si l'on tient compte encore des entreprises raccordées au réseau des FMB, on arrive à une consommation annuelle de 135 GWh et une pointe de charge de 135 MW environ.

Il sera donc nécessaire de surveiller attentivement le développement pris par les machines à laver domestiques et les appareils électriques à sécher le linge, afin d'éviter, notamment, que la «pointe de lessive» coïncide avec la «pointe de cuisson».

Quant au *chauffage électrique des locaux*, des études entreprises par notre bureau central d'ex-

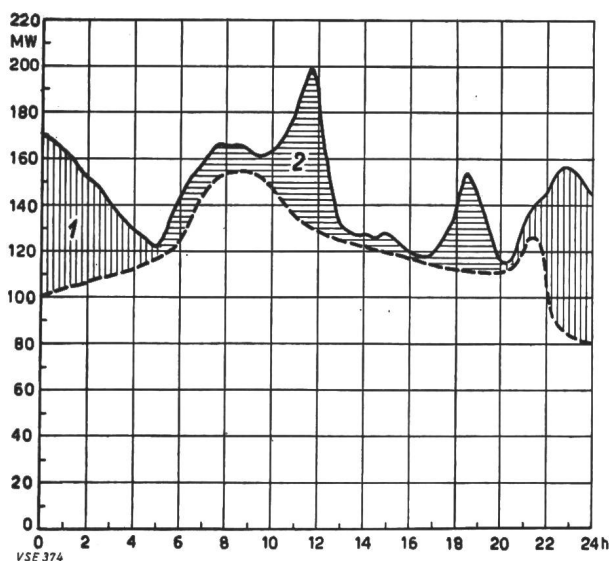


Fig. 10

La charge du réseau triphasé de distribution générale des FMB (consommation «normale») le samedi 12 juin 1954

consommation 3485 GWh
charge maximum 200 MW

dont:

- 1 chauffe-eau: consommation env. 400 GWh
charge maximum env. 65 MW
- 2 cuisinières: consommation env. 270 GWh
charge maximum env. 70 MW

exploitation ont montré que son influence est déjà grande, notamment dans les périodes de mi-saison. En hiver, la charge du réseau varie de 1 % environ pour une variation de la température ambiante de 1 °C. Dans ce domaine, les développements futurs

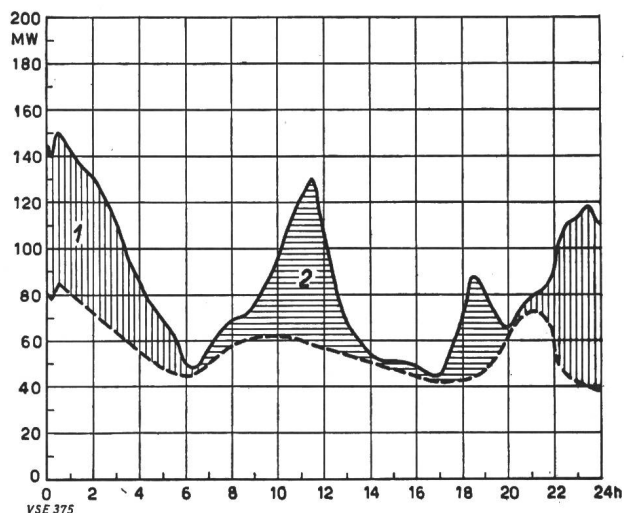


Fig. 11

La charge du réseau triphasé de distribution générale des FMB (consommation «normale») le dimanche 13 juin 1954

consommation 2037 GWh

charge maximum 150 MW

dont:

1 chauffe-eau: consommation env. 400 GWh

charge maximum env. 65 MW

2 cuisinières: consommation env. 270 GWh

charge maximum env. 70 MW

sont difficilement prévisibles: il faudra empêcher tout développement non rationnel. Il est vrai que l'électricité est ici en concurrence étroite avec d'autres formes d'énergie. Mais les avantages de l'électricité sont grands (propreté, commodité, frais de construction et d'installation beaucoup plus faibles); par suite du manque croissant de personnel de maison et de la hausse relative des prix des combustibles par rapport à celui de l'électricité, le chauffage électrique est de plus en plus demandé pour des appartements entiers et des villas. Les tarifs à compteur unique pourraient représenter dans cet ordre d'idées un certain danger, et amener des transformations indésirables de la courbe de charge.

Il ne faut pas oublier que les besoins du chauffage électrique se traduisent par de grosses augmentations de charge et de consommation d'énergie dès que la température baisse. On compte que le chauffage électrique d'un appartement de grandeur moyenne exige au minimum une puissance de 8 à

12 kW et une consommation d'énergie de 5000 à 10 000 kWh environ par hiver. Si l'on voulait chauffer électriquement 10 % seulement des appartements existant dans la région desservie directement par les FMB, la puissance supplémentaire nécessaire se monterait déjà à 100 MW environ. Le chauffage électrique des locaux ne pose donc pas seulement un problème de production d'énergie — qui pourra sans doute être résolu assez rapidement grâce à l'énergie nucléaire. Il oblige — et c'est bien plus grave — d'aménager les installations de distribution de telle sorte qu'elles puissent transmettre de grandes puissances avec de faibles durées d'utilisation. Ce n'est pas là un problème techniquement insoluble; mais du point de vue économique, c'est une autre question.

Nous avons essayé d'entrevoir les influences qu'auront les développements futurs des besoins sur la courbe de charge. Il nous reste à rappeler l'existence d'un autre danger de nature assez différente: nous voulons parler de l'introduction accrue ou généralisée de la «semaine de cinq jours» ou du moins de l'«horaire anglais» dans les villes. Une telle évolution des habitudes de la population pourrait, elle aussi, avoir d'importantes conséquences sur l'allure de la courbe de charge.

La consommation d'énergie électrique s'est développée dans le passé à un rythme presque incroyable; on parle déjà souvent de la «loi» du doublement de la consommation en dix ans; toutefois, on ne doit pas s'attendre à ce que ce développement continue à l'avenir à suivre la dite «loi». Il ne faut pas oublier que l'électrification a déjà atteint dans notre pays, aussi bien dans l'industrie que dans l'artisanat et les ménages, un degré très élevé, et qu'une saturation apparaîtra probablement, dans ce domaine aussi, dans peu d'années déjà.

Même si les perspectives du développement futur de notre courbe de charge ne sont pas toutes favorables, cela ne doit pas nous empêcher de continuer de travailler sans défaillance à l'extension et à la modernisation de nos entreprises de production et distribution d'énergie.

Notre route est comparable à celle d'une ascension en montagne. On ne peut pas toujours aller aussi facilement et aussi rapidement de l'avant. Il ne nous faut pas devenir présomptueux dans les parties faciles; de même, nous faut-il attaquer les parties plus difficiles avec calme et réflexion, toujours conscients cependant du danger.

Adresse de l'auteur:

M. Grossen, chef d'exploitation du district de Berne des Forces Motrices Bernoises S. A., Berne.

IV. La courbe de charge d'une entreprise électrique de moyenne importance

par F. Aeberhard, Zoug

621.311.153

Les «Wasserwerke Zug» assurent la distribution de l'énergie électrique dans une zone comptant 32 000 habitants. Cette zone comprend la ville de Zoug, qui est très industrielle et compte 16 550 habitants, la ville de Cham, où l'industrie est également importante, les localités de Unterägeri, Ober-

ägeri et Walchwil, où les estivants viennent en grand nombre, la localité uniquement rurale enfin de Neuheim. Les conditions régnant dans notre réseau de distribution sont donc très variées (voir la fig. 1). Du point de vue économique, les régions où s'étend notre réseau se développent d'une ma-



Fig. 1

Le réseau à haute tension des «Wasserwerke Zug»

nière très réjouissante, ce qui ressort aussitôt d'une comparaison entre les années 1939, où la consommation d'énergie fut de 13 GWh, et 1954, où elle fut de 47 GWh. Le nombre des cuisinières et

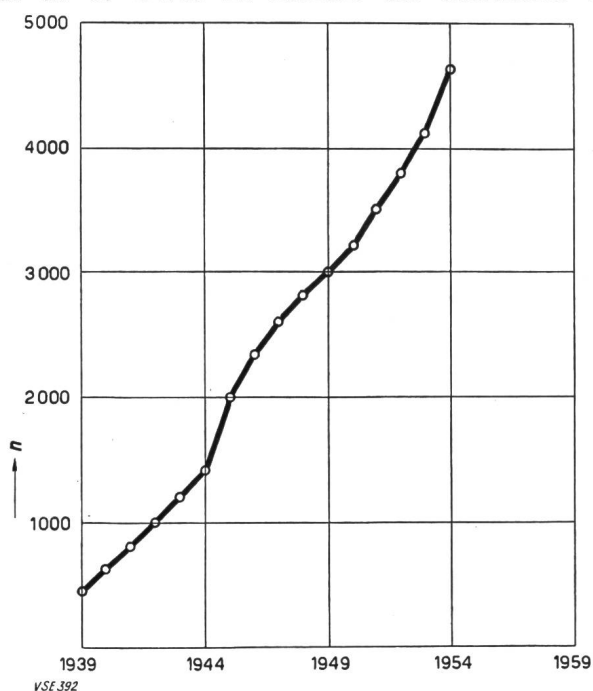


Fig. 2

La cuisine électrique domestique dans le réseau des «Wasserwerke Zug»: évolution au cours des années

n nombre des cuisinières électriques et des réchauds à deux foyers de cuisson ou plus
Etat au 31 décembre de chaque année

chauffe-eau électriques a augmenté très fortement dans les ménages. Notre société possède à Zoug une usine à gaz, qui alimente également les localités de Cham et de Baar. Durant les dernières années, le nombre des abonnés au gaz est resté constant, alors que, par contre, l'on raccordait annuellement 400 nouvelles cuisinières électriques environ (fig. 2).

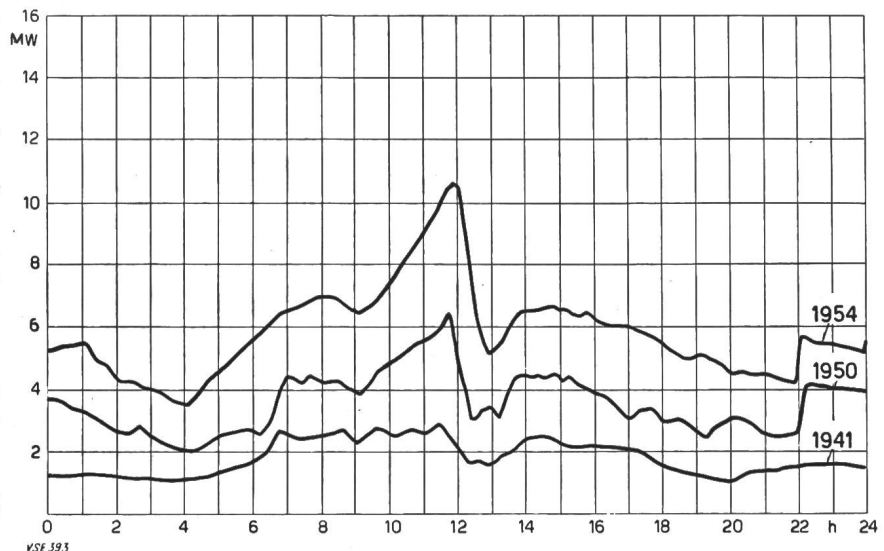
C'est pour toutes les applications de l'électricité que la consommation d'énergie s'est fortement développée; cependant, la rapidité de l'extension de la cuisine électrique frappe surtout l'attention. Dans les localités où nous fournissons l'énergie directement aux abonnés, le nombre des cuisinières et des réchauds à deux foyers de cuisson a décuplé depuis 1940; il est aujourd'hui de 4600. Quant aux chauffe-eau, ils sont au nombre de 4100 environ. Mais nos courbes de charge comprennent aussi la consommation des cuisinières — au nombre de 1000 environ — des communes assurant elles-mêmes la distribution d'énergie aux abonnés. Au total, on peut donc compter, dans notre réseau, avec 5600 cuisines électriques environ. Dans une certaine quantité de cuisines, on emploie à la fois le gaz et l'électricité. Enfin, s'ajoutent à ces cuisinières et réchauds domestiques de nombreuses cuisinières et appareils électrothermiques de toutes sortes dans les restaurants, hôtels, établissements hospitaliers, etc...

Au premier abord, on pourrait être tenté de penser que l'augmentation rapide du nombre d'ap-

pareils électriques de cuisson a du avoir une influence défavorable sur les courbes de charge du réseau. Or, grâce au phénomène de l'«interpénétration des charges», il n'en est pas ainsi. Pour les heures situées en dehors des véritables heures de cuisson, l'augmentation de la charge du réseau est presque proportionnelle à celle qu'on peut constater pour les dites heures (voir les fig. 3 et 4). Ces figures, qui donnent les courbes de charge pour les années 1941, 1950 et 1954, montrent que c'est sur

Fig. 3

Courbe de charge du réseau des «Wasserwerke Zug» pour un mercredi de juin: évolution 1941 — 1950 — 1954



toute la durée de la journée que les ordonnées des courbes de charge ont augmenté de 1941 à 1950 et 1954. Malgré la forte extension de la cuisson électrique, on ne constate pas de nette saillie de la pointe de midi. La fig. 5 montre combien les grands investissements faits furent profitables, grâce à l'extension de la consommation d'énergie; il ressort également de cette fig. que la rentabilité n'est pas devenue plus mauvaise, malgré le renchérissement général. On le comprendra facilement si l'on pense que, d'une part, par suite de la diffusion toujours plus grande de la cuisson électrique et de la préparation électrique de l'eau chaude, les recettes par km de ligne ou par poste de transformation ont fortement augmenté, et que, d'autre part, les charges fixes par kWh ont diminué. A l'avenir, les conditions deviendront d'autant plus favorables que le degré d'électrification de la région desservie augmentera.

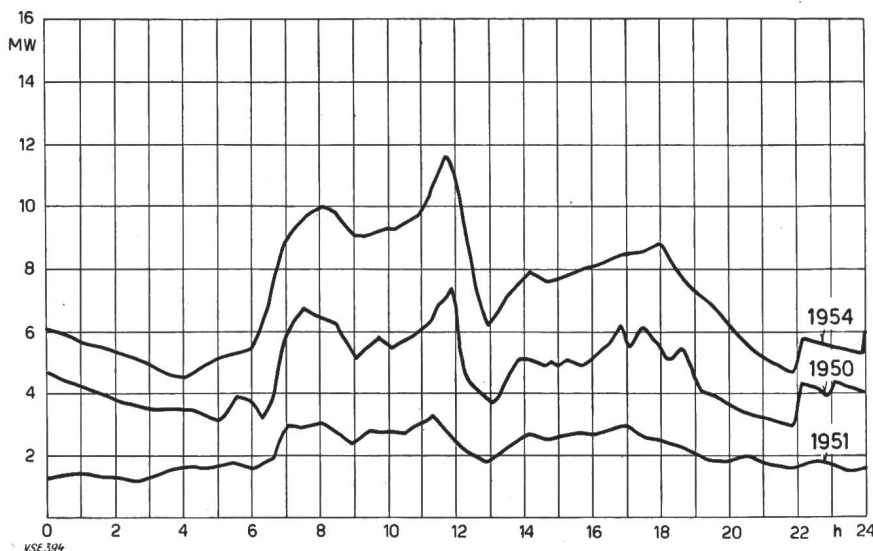
On se demande souvent si l'on peut et comment on peut agir sur la courbe de charge de façon à maintenir dans les limites raisonnables les investissements nécessaires au «passage de la pointe». Les moyens conduisant à ce but sont limités. Il ne faut pas oublier, en effet, que nous vendons une énergie

que l'abonné désire utiliser comme bon lui semble. Si une entreprise électrique veut prospérer, elle doit, avant tout, appliquer des tarifs simples, vendre son énergie à bon marché, et n'introduire qu'un minimum d'interdictions et de limitations. Nous possédons depuis 1945 un équipement de télécommande, qui nous rend vraiment de bons services et dont nous ne pourrions plus nous passer. Nous avions espéré, lors de l'achat de cette installation, pouvoir grâce à elle transformer à notre gré la courbe de charge; cette espérance ne s'est réalisée qu'en faible partie. Quelles sont les raisons de cet état de choses? Tout d'abord, si l'on veut contenter les abonnés, il est important de s'en tenir à un minimum de blocages, ou mieux de ne pas introduire de blocages du tout. D'autre part, s'il est vrai qu'on pourrait bloquer certains appareils — tels que les petits chauffe-eau de cuisine — durant une heure au moment de midi sans désagréments pour l'abonné, il n'est pas rentable d'installer des dispositifs de blocage pour ces innombrables petits appareils. Il n'en est pas de même pour les appareils plus importants, tels que les chauffe-eau qui restent enclenchés durant le jour, ainsi que pour les machines à laver, qui sont toujours plus nom-

breuses et qui, lorsqu'elles sont enclenchées, le sont presque toujours à pleine puissance. Il semblerait qu'il n'est vraiment pas nécessaire de faire la lessive juste au moment de midi; cependant, beaucoup de ménagères préfèrent — même avec les machines à laver modernes — ne faire que rarement la lessive; le jour de lessive arrivé, elles lavent alors leur linge en plusieurs «charges» successives, si bien qu'elles emploient la machine presque jusqu'au soir.

Fig. 4

Courbe de charge du réseau des «Wasserwerke Zug» pour un mercredi de décembre: évolution 1941 — 1950 — 1954



Mais, dira-t-on, au moment de midi la ménagère se trouve dans sa cuisine et ne lave donc pas: or elle vous répondra qu'il est agréable et très pratique de laisser la machine à laver enclenchée du-

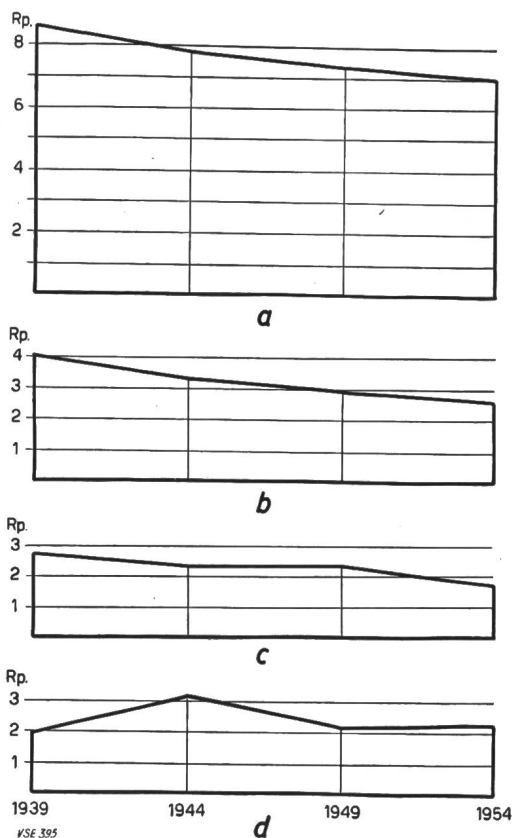


Fig. 5

Recettes, frais relatifs aux installations, frais généraux et bénéfice brut par kWh vendu: évolution de 1939 à 1954

- a recettes moyennes par kWh provenant de la vente d'énergie et des locations de compteurs
- b frais relatifs aux installations par kWh
- c frais généraux (toutes les dépenses, sauf les versements aux caisses publiques, les amortissements et les achats d'énergie) par kWh
- d bénéfice brut par kWh

rant le repas afin de pouvoir recommencer le travail aussitôt le repas terminé. Toutefois, dans la plupart des cas, on peut réussir à convaincre la ménagère que la machine à laver ne doit pas rester enclenchée durant la pointe de cuisson du réseau.

Avec notre équipement de télécommande, nous bloquons actuellement, entre 11 h et 12 h, uniquement des machines à laver et des chauffe-eau importants qui restent enclenchés durant le jour. Nous espérons pouvoir réduire à l'avenir la durée du blocage à 45 ou 30 minutes. Peut-être pourra-t-on plus tard, en ce qui concerne les machines à laver, supprimer le blocage durant la deuxième moitié de la semaine, puisque les ménagères préfèrent faire la lessive le lundi ou le mardi. De façon tout à fait générale, l'interpénétration des charges devient toujours plus grande, et par suite la participation à la pointe d'un appareil donné plus faible.

Il y a un moyen simple et puissant de diminuer la pointe: c'est de s'entendre avec les entreprises industrielles. Nous avons obtenu, par conventions tacites avec des chefs d'entreprises, que certains fours industriels — d'une puissance de quelques centaines de kW chacun — ne restent en général pas enclenchés à pleine puissance durant la pointe. On obtient ainsi des résultats beaucoup plus importants qu'en bloquant un nombre important de petits appareils. Mais en principe, tous les efforts devraient être tendus vers des fournitures d'énergie aussi libres que possible. Ce n'est qu'avec beaucoup de réserve qu'il faut accueillir certaines assertions selon lesquelles la télécommande de réseau permettrait de modeler à volonté la courbe de charge. Du point de vue technique, cela n'offre pas de difficultés; mais il n'en n'est pas de même du point de vue du service de l'abonné, domaine où la plus grande prudence est de mise. D'autres chefs d'exploitation auront certainement fait des expériences analogues.

Les courbes de charge représentées ci-dessus ont toutes une pointe de midi plus ou moins accentuée. La courbe de charge de l'usine à gaz de Zoug (voir fig. 6) a une allure absolument analogue. La différence est la suivante: dans le cas de l'électricité, la puissance consommée à chaque instant doit être effectivement produite, alors que dans le cas du gaz la production peut être répartie uniformément sur les 24 heures de la journée. Durant les heures où la consommation est faible, le gaz s'accumule dans le gazomètre, pour alimenter ensuite le réseau au moment de midi. Par contre, le réseau de distribution doit être, dans le cas de l'électricité comme dans celui du gaz, calculé en fonction de la puissance maximum consommée.

Les courbes de charge que nous avons montrées prouvent que — malgré la rapide extension prise durant les deux dernières décennies par la cuisson électrique — l'évolution n'a pas du tout été défavorable. L'allure de la courbe est restée la même qu'autrefois; les pro-

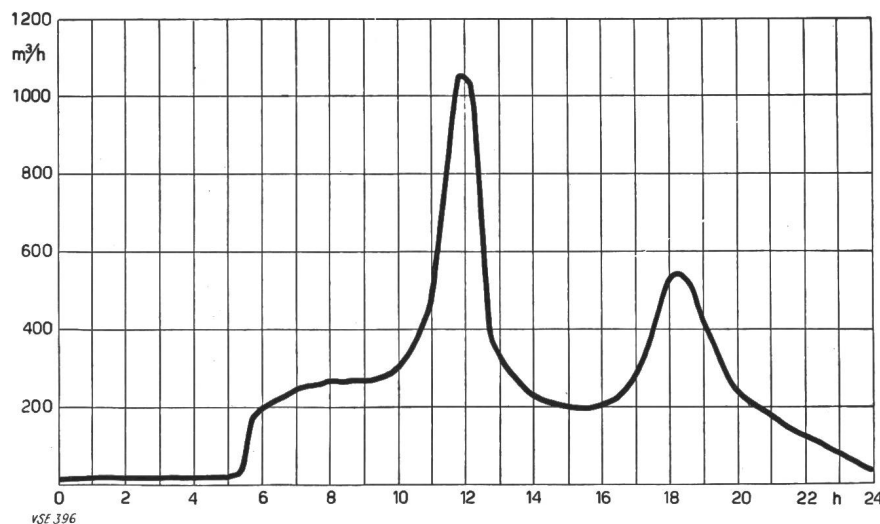


Fig. 6

Diagramme de l'usine à gaz de Zoug pour le 11. 1. 1955
Consommation: 4880 m³

Statistique de l'énergie électrique

des entreprises livrant de l'énergie à des tiers

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

Cette statistique comprend la production d'énergie de toutes les entreprises électriques livrant de l'énergie à des tiers et disposant d'installations de production d'une puissance supérieure à 300 kW. On peut pratiquement la considérer comme concernant toutes les entreprises livrant de l'énergie à des tiers, car la production des usines dont il n'est pas tenu compte ne représente que 0,5 % environ de la production totale.

La production des chemins de fer fédéraux pour les besoins de la traction et celle des entreprises industrielles pour leur consommation propre ne sont pas prises en considération. La statistique de la production et de la distribution de ces entreprises paraît une fois par an dans le Bulletin.

Mois	Production et achat d'énergie												Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie achetée aux entreprises ferroviaires et industrielles		Energie importée		Energie fournie aux réseaux		Différence par rapport à l'année précédente	%	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Différences constatées pendant le mois — vidange + remplissage			
													1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55
	en millions de kWh												en millions de kWh					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Octobre	897	940	12	3	32	51	26	62	967	1056	+ 9,2	1369	1533	— 43	— 6	100	135	
Novembre ..	797	829	17	14	19	26	101	120	934	989	+ 5,9	1183	1360	—186	—173	67	73	
Décembre ..	719	901	34	8	18	19	192	131	963	1059	+10,0	872	1210	—311	—150	61	86	
Janvier	699	924	27	3	21	25	221	99	968	1051	+ 8,6	596	1049	—276	—161	51	91	
Février	636	949	33	1	16	20	213	55	898	1025	+14,1	324	766	—272	—283	51	124	
Mars	701	1067	17	3	19	21	166	67	903	1158	+28,2	187	398	—137	—368	46	144	
Avril	807	1019	5	1	24	28	73	10	909	1058	+16,4	146	294	— 41	—104	69	151	
Mai	958	1141	2	1	34	56	40	19	1034	1217	+17,7	313	518	+167	+224	126	214	
Juin	1048	1172	1	1	60	76	27	19	1136	1268	+11,6	695	1036	+382	+518	203	235	
Juillet	1123		1		65		39		1228			949		+254		240		
Août	995		1		71		47		1114			1357		+408		201		
Septembre ..	1011		2		72		52		1137			1539 ¹⁾		+182		209		
Année	10391		152		451		1197		12191							1424		
Oct.-mars ...	4449	5610	140	32	125	162	919	534	5633	6338	+12,5					376	653	
Avril-juin ...	2813	3332	8	3	118	160	140	48	3079	3543	+15,1					398	600	

Mois	Distribution d'énergie dans le pays																	
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electro-chimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Traction		Pertes et énergie de pompage ²⁾		Consommation en Suisse et pertes					
													sans les chaudières et le pompage		Différence % ³⁾	avec les chaudières et le pompage		
	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55		1953/54	1954/55	
en millions de kWh																		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Octobre	394	413	162	168	112	118	24	30	43	55	132	137	834	881	+ 5,7	867	921	
Novembre ..	411	431	161	178	101	111	10	9	58	59	126	128	851	903	+ 6,1	867	916	
Décembre ..	435	459	166	174	97	119	4	9	67	75	133	137	895	958	+ 7,0	902	973	
Janvier	445	465	164	170	96	114	5	12	71	69	136	130	907	944	+ 4,1	917	960	
Février	407	417	158	162	91	111	4	26	63	66	124	119	839	874	+ 4,0	847	901	
Mars	404	456	160	181	106	143	5	34	61	67	121	133	847	978	+15,5	857	1014	
Avril	379	396	148	158	125	138	22	46	56	48	110	121	813	853	+ 4,9	840	907	
Mai	379	399	151	162	128	149	68	105	47	44	135	144	819	880	+ 7,4	908	1003	
Juin	351	378	154	163	127	138	116	146	42	49	143 (24)	159 (24)	793	863	+ 8,8	933	1033	
Juillet	357		154		137		136		52		152		831			988		
Août	368		152		130		65		53		145		824			913		
Septembre ..	378		158		124		66		55		147		839			928		
Année	4708		1888		1374		525		668		1604 (150)		10092			10767		
Oct.-mars ...	2496	2641	971	1033	603	716	52	120	363	391	772 (32)	784 (27)	5173	5538	+ 7,1	5257	5685	
Avril-juin ...	1109	1173	453	483	380	425	206	297	145	141	388 (50)	424 (50)	2425	2596	+ 7,1	2681	2943	

¹⁾ Chaudières à électrodes.

²⁾ Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie employée au remplissage des bassins d'accumulation par pompage.

³⁾ Colonne 15 par rapport à la colonne 14.

⁴⁾ Energie accumulée à bassins remplis: Sept. 1954 = 1714.10⁶ kWh.

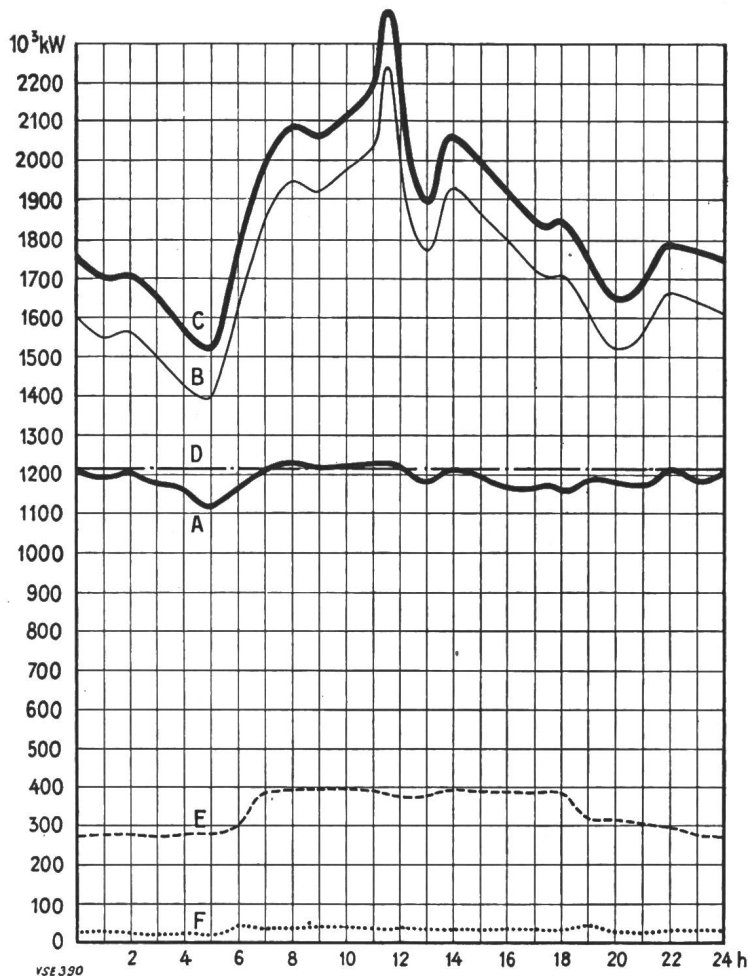


Diagramme de charge journalier du mercredi

15 juin 1955

Légende:

1. Puissances disponibles: 10³ kW

Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (0—D)	1216
Usines à accumulation saisonnière (au niveau maximum)	1392
Puissance totale des usines hydrauliques	2608
Réserve dans les usines thermiques	155

2. Puissances constatées:

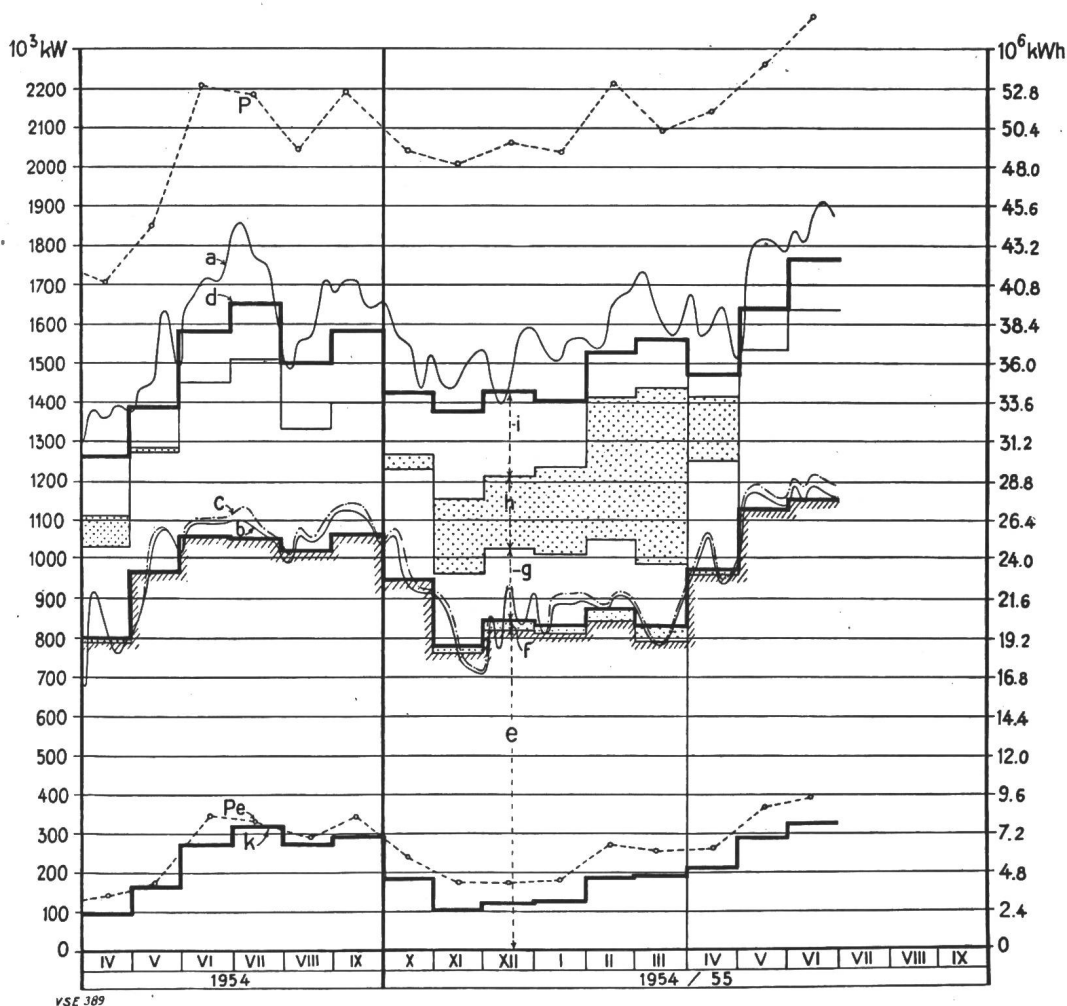
0—A Usines au fil de l'eau (y compris usines à bassin d'accumulation journalière et hebdomadaire).
A—B Usines à accumulation saisonnière.
B—C Usines thermiques + livraisons des usines des CFF, de l'industrie et importation.
0—E Exportation d'énergie.
0—F Importation d'énergie.

3. Production d'énergie 10³ kWh

Usines au fil de l'eau	28,5
Usines à accumulation saisonnière	13,2
Usines thermiques	0
Livraisons des usines des CFF et de l'industrie	2,7
Importation	0,7
Total, Mercredi 15 juin 1955	45,1
Total, Samedi 18 juin 1955	41,1
Total, Dimanche 19 juin 1955	31,2

4. Consommation d'énergie

Consommation dans le pays	37,0
Exportation d'énergie	8,1

Production du
mercredi et pro-
duction mensuelle

Légende:

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

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

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

3. Production mensuelle:
(puissance moyenne mensuelle ou quantité journalière moyenne d'énergie)

d totale;
e des usines au fil de l'eau par les apports naturels;
f des usines au fil de l'eau par les apports provenant de bassins d'accumulation;
g des usines à accumulation par les apports naturels;
h des usines à accumulation par prélèvement s. les réserves accumul.;
i des usines thermiques, achats aux entreprises ferroviaires et indust. import.;
k exportation;
d—k consommation dans le pays.

blèmes que nous devons résoudre n'ont pas changé; nous les avons résolus jusqu'ici, il en sera de même à l'avenir.

Le chef d'exploitation d'une entreprise d'électricité doit prendre toutes ses précautions pour pa-

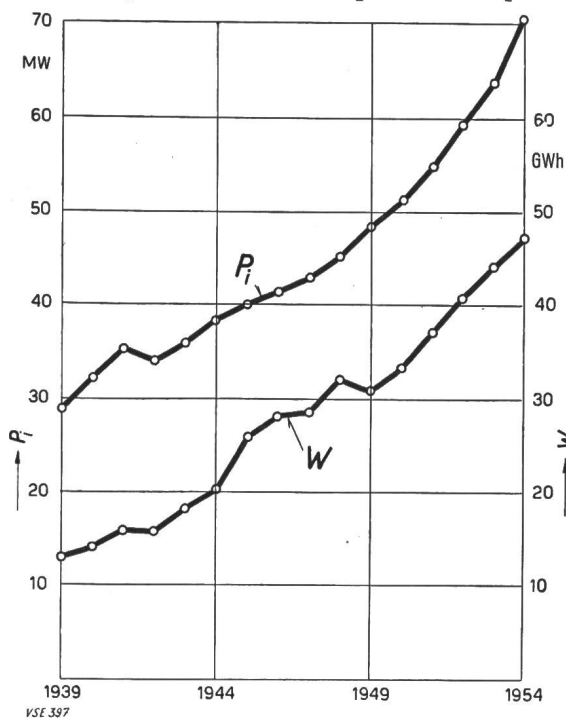


Fig. 7

Puissance raccordée et consommation d'énergie pour le réseau des «Wasserwerke Zug»: évolution au cours des années

P_i puissance raccordée
 W consommation d'énergie

rer à une augmentation future de l'électrification dans tous les domaines. Qu'il le veuille ou non, c'est là une tâche qu'il lui faut remplir. Ce sont les abonnés qui présentent leurs revendications, c'est à nous de les satisfaire: ainsi seulement pourrions-nous conserver la confiance de la population et continuer à lui faire profiter des grands services que lui rend l'électricité.

Il ne faut pas être anxieux, et craindre que l'instant sera atteint rapidement où l'évolution des recettes ne pourra plus suivre l'augmentation rapide des puissances raccordées. En effet, l'augmentation rapide de l'électrification se traduit par des recettes correspondantes (fig. 7). Cette dernière figure indique l'évolution des ventes d'énergie et de la

puissance raccordée dans notre réseau: les deux courbes sont presque parallèles, et les recettes ne restent pas du tout en retard.

Il est d'une importance primordiale que chaque exploitant veille au développement rationnel de son réseau, en restant toujours en avance sur les prévisions immédiates d'extension de la consommation. De cette façon, il lui est possible de satisfaire continuellement aux désirs de ses abonnés, sans devoir chaque fois procéder à de trop grands investissements.

Si l'on agit ainsi, l'important rapport qu'est celui entre les frais de capital et les recettes reste avantageux et profitable. Lors de l'établissement des projets d'extension, nous comptons actuellement avec une charge de 2 kW par appartement, et nous augmenterons ce chiffre à l'avenir.

En ce qui concerne les revendeurs d'énergie en général, nous avons pu constater, au cours de nombreuses conversations, que si la pointe leur donne à penser, ce n'est pas, la plupart du temps, à cause des investissements nécessaires, mais bien plutôt à cause du système de tarification appliqué par les entreprises qui leur fournissent l'énergie. Ces dernières ont fait durant ces dernières années les plus grands efforts et dépensé de grosses sommes pour la diffusion de la cuisinière et du chauffe-eau électriques. Elles ne tiennent, dans les tarifs binômes qui sont actuellement presque appliqués partout, pas compte de la pointe de cuisson, ou tiennent compte seulement d'une partie de cette pointe. Nous ne croirons pas certains bruits, selon lesquels cet état de choses devrait changer bientôt: nous faisons confiance aux entreprises en question, car nous sommes sûrs qu'elles ne voudront pas, par de telles mesures, se priver des fruits d'un effort coûteux et de longue durée. Il est certain que ce problème lui aussi, qui semble causer des soucis à certains exploitants, peut être résolu par entente mutuelle. Les revendeurs d'énergie et les entreprises qui leur fournissent cette énergie ont en effet le même but: développer la consommation d'énergie électrique dans l'intérêt de la population tout entière. Jusqu'ici, tous les problèmes ont pu être résolus à la satisfaction générale; cela sera certainement aussi possible à l'avenir.

Adresse de l'auteur:

F. Aeberhard, directeur des «Wasserwerke Zug», Zoug.

Construction d'usines

Mise en service de deux groupes générateurs à la centrale de Caveragno des Forces Motrices de la Maggia S. A. Rectification

Nous prions nos lecteurs de bien vouloir corriger comme suit le communiqué paru dans le Bull. ASE t. 46(1955), n° 15, p. 708:

Deux groupes générateurs ont été mis en service le 13 et le 22 juin respectivement à la centrale de Caveragno, appartenant aux Forces Motrices de la Maggia S. A. Chacun de ces deux groupes a une puissance maximum possible de 28 MW. Grâce à cette mise en service, la production journalière de l'ensemble des centrales des Forces Motrices de la Maggia S. A. a augmenté de 500 000 à 600 000 kWh; les usines sont encore exploitées comme usines au fil de l'eau.

Communications des organes de l'UCS

Personalia

Monsieur W. Sandmeier, directeur du «Wasser und Elektrizitätswerk Arbon», membre du Comité de l'UCS, prendra

sa retraite le 31 décembre 1955. Les autorités communales ont élu comme successeur Monsieur Hermann Hauri, actuellement chef d'exploitation du «Wasser- und Elektrizitätswerk Hallau».

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

Rédacteur: Ch. Morel, ingénieur.

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