

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 46 (1955)
Heft: 7

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

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 25.12.2024

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de PUCS

La production et la distribution de l'énergie électrique ainsi que l'exploitation des réseaux aux Forces Motrices Bernoises S.A.

Par A. Chappuis, Berne

621.311.21 (494.24)

L'auteur indique tout d'abord comment sont couverts les besoins d'énergie des Forces Motrices Bernoises S.A.; il décrit ensuite les réseaux à 150 kV et à 50 kV de cette société et montre comment les programmes de charge sont établis par la direction de l'exploitation. Une dernière partie, enfin, traite des principes régissant le réglage du réseau des FMB et son fonctionnement en parallèle avec les réseaux voisins.

Es wird vorerst über die Deckung des Energiebedarfs der Bernischen Kraftwerke A.-G. berichtet; im weiteren werden die 150-kV- und 50-kV-Netze dieser Gesellschaft beschrieben und über die Aufstellung der Programme durch die Betriebsleitung Aufschluss gegeben. Schliesslich werden die Grundlagen der Regulierung des BKW-Netzes und des Parallelbetriebes mit den Nachbarnetzen erörtert.

A. Production de l'énergie électrique

Les Forces Motrices Bernoises S. A. (FMB) possèdent en propre à l'heure actuelle sept usines génératrices: les centrales de Kandergrund, Spiez, Muhleberg, Kallnach, Hagneck, Bannwil et Bellefontaine. Ces usines produisent ensemble, durant une année où l'hydraulicité est bonne, 500 GWh environ sous une puissance maximum de 97 MW.

L'énergie fournie par les FMB à la consommation se monte annuellement à 1600 GWh environ; seul un tiers à peu près des besoins est donc couvert par la production propre; un deuxième tiers est couvert par la part revenant aux FMB de la production des centrales des Forces Motrices de l'Oberhasli S. A. (FMO) et des Forces Motrices de la Maggia S. A. (FMM), sociétés où les FMB sont partenaires; le reste des besoins enfin est couvert par des achats d'énergie auprès d'autres entreprises d'électricité.

Le tableau I indique comment les besoins ont été couverts en 1953; les chiffres indiqués sont ceux de l'énergie fournie à la consommation; ils comprennent donc l'énergie perdue dans les lignes et les transformateurs.

Tableau I

	GWh	%
Production propre	485	30,6
Energie provenant d'entreprises où les FMB sont partenaires	620	39,1
Energie achetée à d'autres entreprises	481	30,3
Total	1586	100,0

En 1953, la puissance maximum fournie fut atteinte le 30 septembre et se monta à 412 MW.

Les FMB ont décidé de participer en tant que partenaire aux sociétés suivantes, dont les installations sont actuellement en construction:

Forces Motrices de Mauvoisin S. A.

Part de la production revenant aux FMB: 20 %
Electricité de la Lienne S. A.

Part de la production revenant aux FMB: 25 %

Les usines à accumulation appartenant à ces deux sociétés pourront fournir annuellement aux FMB 150 GWh, respectivement 45 GWh, pour la plus grande partie sous la forme d'une précieuse énergie d'hiver.

Rappelons que les FMB fournissent certaines quantités d'énergie monophasée aux entreprises ferroviaires; cette énergie s'ajoute à celle livrée au réseau triphasé et représente environ 5 % de l'énergie totale livrée à la consommation.

Les CFF et quelques entreprises ferroviaires privées sont alimentés par un groupe convertisseur asynchrone installé à la centrale de Muhleberg et par un groupe monophasé installé à la centrale de Spiez. La partie située dans l'Oberland Bernois du réseau du Chemin de fer Berne-Lötschberg-Simplon S. A. est alimentée par cinq groupes monophasés des centrales de Spiez et Kandergrund et par un groupe convertisseur synchrone de la centrale de Kandergrund.

On ne parlera plus, dans ce qui suit, de ces livraisons aux entreprises ferroviaires, bien que l'exploitation des groupes convertisseurs, qui couplent les réseaux triphasés aux réseaux monophasés, soit très intéressante du point de vue du réglage. Un rapport sur ces questions, relatif au groupe convertisseur de Kandergrund, a d'ailleurs été présenté au Congrès de Rome de l'Unipède (15 septembre 1952) par Ch. Jean-Richard.

B. Installations de distribution d'énergie électrique

Les FMB distribuent l'énergie électrique dans le canton de Berne, une petite partie à des communes ou des sociétés coopératives, la plus grande, cependant, directement aux abonnés. De puissantes lignes de transport et de distribution ont été construites dans ce but.

Le tableau II donne la longueur kilométrique totale de ces lignes (longueur des tracés).

Tableau II

	Longueur des tracés km
Lignes à haute tension:	
225 kV (en construction)	100
150 kV	371
50 kV	596
16 kV	1963
Lignes à basse tension appartenant en propre aux FMB	5483

Les postes de transformation de l'énergie électrique sont répartis dans tout le réseau de distribu-

tion. Le tableau III donne le nombre total de ces postes de transformation, y compris les postes de transformation d'usines génératrices, avec les puissances totales installées des transformateurs, et les tensions primaires et secondaires.

Tableau III

Nombre de postes	Genre de poste	Tensions kV	Puissance installée totale MVA
1	Poste de transformation (en construction)	225/150	150
6	Postes de transformation	150/50	393
20	Postes de transformation	50/16	402
2	Postes de réglage	16	15
1715	Postes de transformation	16/0,380/0,220	450

Les fig. 1 et 2 représentent les réseaux à 150 kV et 50 kV des FMB, avec les divers postes de trans-

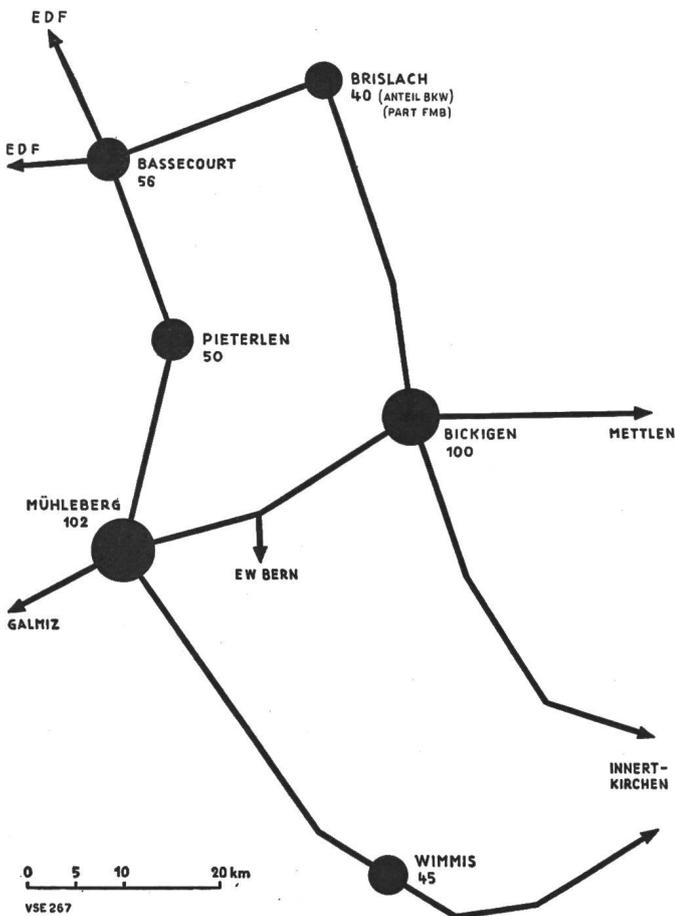


Fig. 1

Réseau à 150 kV des Forces Motrices Bernoises S. A.

Les cercles noirs représentent les postes de transformation 150/50 kV des usines génératrices et des sous-stations; la surface de ces cercles est proportionnelle à la puissance installée des transformateurs de chaque poste; les chiffres indiquent cette puissance en MVA.

formation. La surface des cercles est proportionnelle à la puissance installée des transformateurs. Les deux réseaux à haute tension sont maillés, et exploités en interconnexion.

Grâce au fait que les réseaux sont maillés, la plupart des sous-stations sont alimentées de deux côtés, si bien que la coupure automatique d'une ligne à 150 kV ou à 50 kV par suite d'un défaut ne se traduit pas par une interruption des fournitures d'énergie. Les postes de transformation ont été ré-

partis dans le réseau de telle sorte que l'énergie puisse être livrée aux grands centres de consommation avec le moins possible de pertes.

Un certain nombre de lignes à 16 kV rayonnent de chaque sous-station et usine génératrice; ces lignes sont normalement exploitées comme de purs branchements et constituent le réseau de distribution proprement dit.

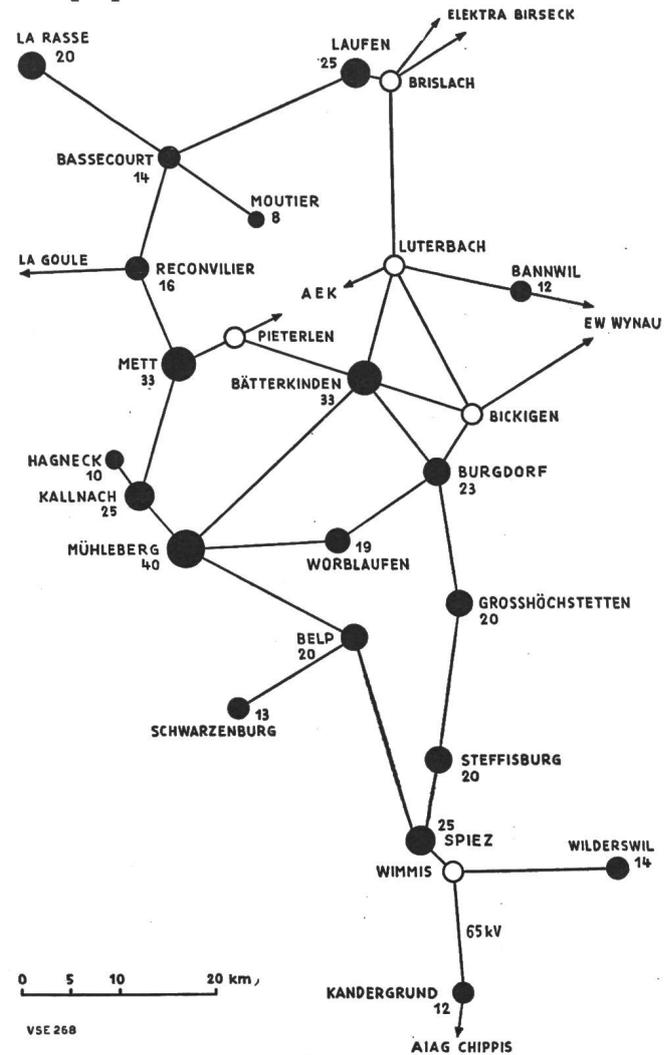


Fig. 2

Réseau à 50 kV des Forces Motrices Bernoises S. A.

Les cercles noirs représentent les postes de transformation 50/16 kV des usines génératrices et des sous-stations; la surface de ces cercles est proportionnelle à la puissance installée des transformateurs de chaque poste; les chiffres indiquent cette puissance en MVA. Les cercles blancs représentent les postes de couplage à 50 kV.

C. Exploitation des réseaux et programmes de charge

L'exploitation des réseaux est dirigée: d'une part par le Bureau central d'exploitation («Oberbetriebsbüro», OBB) — qui se trouve au siège central à Berne et qui dirige et surveille la production d'énergie et son transport par les lignes de plus de 50 kV —, d'autre part par les sept bureaux d'exploitation des circonscriptions régionales de Spiez, Berne, Langnau, Bienne, Wangen a. A., Delémont et Porrentruy — qui sont chargées de l'exploitation des lignes à 16 kV situées dans leur circonscription respective ainsi que du réseau de distribution à basse tension correspondant.

Comme on le sait, l'exploitation des réseaux est basée sur la règle simple qui stipule qu'à chaque instant la puissance produite par les usines génératrices doit correspondre à la charge du réseau, ou, en d'autres termes, que la production doit correspondre à la consommation. C'est ainsi, par exemple, que lorsque la puissance produite est légèrement trop faible parce que les groupes générateurs des propres usines de l'entreprise considérée ou des usines appartenant aux autres entreprises ne sont pas prêts, la fréquence, c'est-à-dire aussi la vitesse de rotation des moteurs, diminue immédiatement. Inversement, la fréquence augmente si, lorsque la charge du réseau diminue, les groupes générateurs ne sont pas découplés assez rapidement.

On a décrit aux paragraphes A et B les moyens qui permettent aux FMB d'assurer l'alimentation du Canton de Berne en énergie électrique. Nous allons indiquer maintenant comment les charges sont réparties entre les usines génératrices, c'est-à-dire comment les programmes de charge sont établis.

La charge du réseau de distribution générale et ses fluctuations au cours de la journée sont connues approximativement à l'avance pour les jours ouvrables comme pour les dimanches. Cette charge dépend de la saison, des conditions météorologiques et d'autres facteurs encore. Dans les périodes dites de transition, c'est-à-dire au printemps et en

Comme autres fournitures, entrent en ligne de compte: les fournitures intermittentes à d'autres entreprises suisses d'électricité — en partie sous forme d'échanges —, les fournitures à l'industrie électrochimique et aux chaudières électriques — seulement en été, et fonction, quant aux chaudières électriques, de l'importance des précipitations atmosphériques. Au cours des dernières années, enfin, on a pratiqué certains échanges d'énergie avec l'étranger — d'ailleurs en petites quantités et de préférence dans le sens d'une amélioration de la qualité de l'énergie.

Les charges qui sont prévues pour chacun des groupes de consommateurs cités ci-dessus sont additionnées; on obtient ainsi la charge totale approximative prévue pour le jour considéré.

Lors de la détermination du programme de charge, on fixe tout d'abord la règle à observer pour la mise en service des groupes générateurs dans les centrales appartenant en propre aux FMB. C'est ainsi que les centrales au fil de l'eau de Kandergrund, Kallnach, Hagneck, Bannwil et Bellefontaine produisent continuellement, c'est-à-dire jour et nuit, leur puissance maximum. Cette puissance n'est pas la même en hiver qu'en été, par suite du débit variable des cours d'eau; elle varie entre 22 et 40 MW au total.

Quant à l'usine à accumulation journalière de Spiez et l'usine à accumulation hebdomadaire de

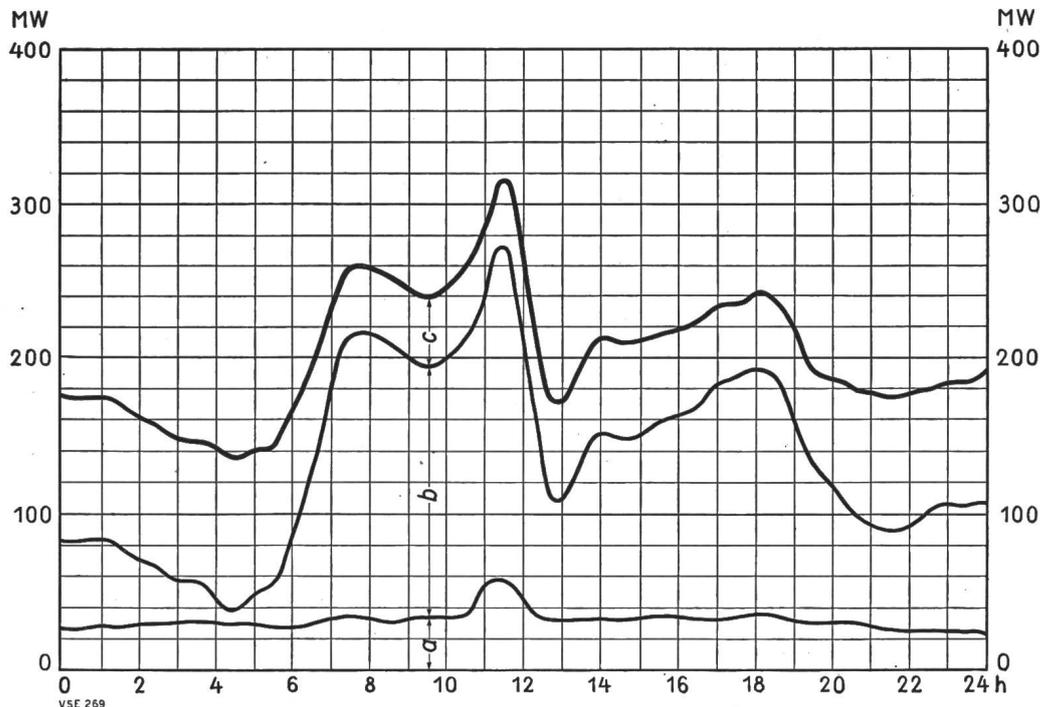


Fig. 3

Couverture de la demande d'énergie dans le réseau triphasé des Forces Motrices Bernoises S. A. au cours d'un jour ouvrable d'hiver

Diagramme de charge du mercredi 16 décembre 1953.

a: production propre; b: fournitures d'entreprises où les FMB sont partenaires; c: fournitures d'autres entreprises

automne, le chauffage électrique des locaux prend une grande importance. En hiver, pour le réseau des FMB, les fluctuations de la charge du réseau de distribution générale se montent à 10 % environ pour des variations de température de 10 °C.

Muhleberg, elles sont exploitées conformément à un programme de charge établi pour 24 heures et qui, pour les jours ouvrables, prévoit durant la nuit une production réduite au minimum, durant le jour une production échelonnée avec une puissance pro-

duite maximum de 44 MW au total pendant la pointe de charge du réseau entre 10 h et 12 h environ.

Ceci posé, on détermine les programmes de charge des centrales appartenant aux sociétés où les FMB sont partenaires ainsi que de celles appartenant à d'autres entreprises. Comme les centrales appartenant en propre aux FMB travaillent en principe conformément à des programmes fixes, ce

à l'entreprise, qui permet la surveillance de l'exploitation et la transmission des ordres et des programmes. La surveillance comprend la transmission au Bureau central d'exploitation des «données horaires», c'est-à-dire des chiffres de la production d'énergie de chaque centrale, des niveaux d'eau et des charges des lignes les plus importantes. En règle générale, ces données sont transmises quatre fois par jour.

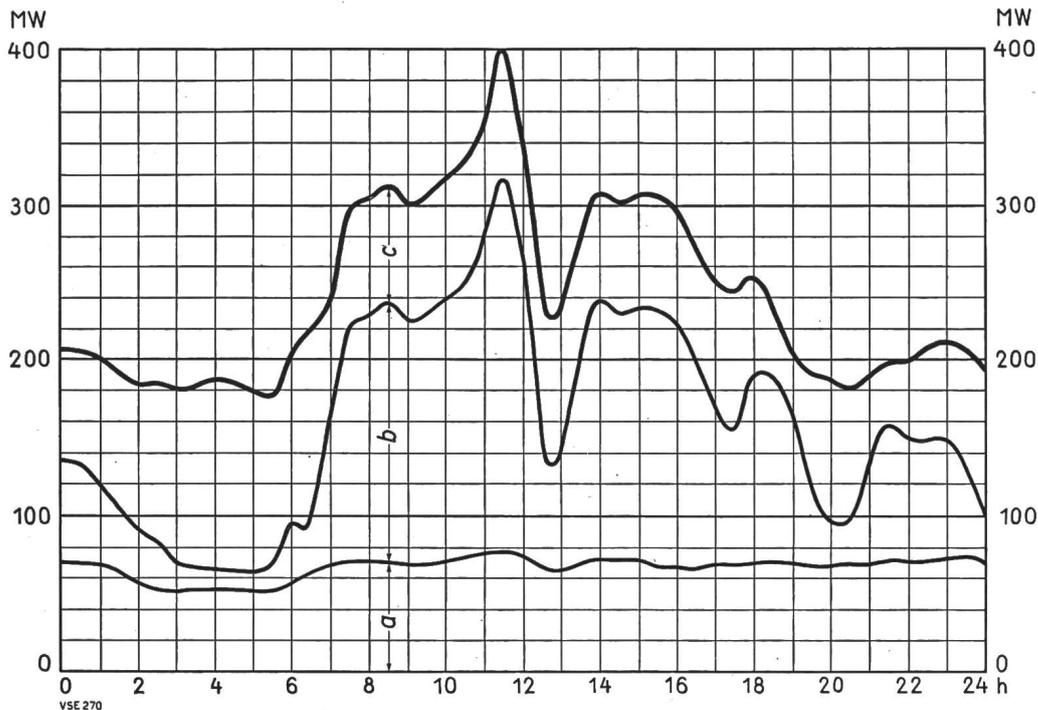


Fig. 4

Couverture de la demande d'énergie dans le réseau triphasé des Forces Motrices Bernoises S. A. durant un jour ouvrable d'été

Diagramme de charge du mercredi 16 juin 1954

a: production propre; b: fournitures d'entreprises où les FMB sont partenaires; c: fournitures d'autres entreprises

sont les FMO qui fournissent jour et nuit l'énergie nécessaire pour couvrir le reste de la demande totale. Les fournitures des centrales des FMO doivent se conformer à un plan général de remplissage et de prélèvements établi pour l'année hydrographique considérée. D'après ce plan, les bassins d'accumulation des FMO doivent être remplis jusqu'à la fin de l'automne, les prélèvements ayant lieu au cours de l'hiver au moment où le débit est minimum pour les usines au fil de l'eau. L'énergie accumulée atteint normalement son minimum, qui se monte à quelques pour-cent de la capacité totale, juste avant le début de la fonte des neiges, c'est-à-dire à la mi-mai.

Les fig. 3 et 4 montrent la répartition des charges qui est réalisée, et ceci pour un jour ouvrable d'été, respectivement d'hiver.

Les programmes de charge des usines génératrices et les programmes des livraisons d'énergie sont établis toutes les semaines; en cas de conditions atmosphériques très variables, tous les jours. Il n'est même parfois pas possible d'empêcher plusieurs changements successifs au cours d'une seule journée. Le Bureau central d'exploitation a à sa disposition un réseau téléphonique à basse fréquence et à haute fréquence appartenant en propre

D. Réglage

L'énergie est échangée avec les entreprises d'électricité voisines par l'intermédiaire de diverses lignes à 16, 50 et 150 kV.

Quelques entreprises, qui possèdent en propre une zone de distribution d'une étendue assez faible, travaillent en parallèle avec le réseau des FMB par l'intermédiaire d'une ligne ou deux; elles reçoivent des FMB de l'énergie de jour et rendent parfois pendant la nuit l'énergie qu'elles ont en excédent. Un réglage spécial n'est pas nécessaire pour de tels échanges.

Les FMB sont en parallèle avec le réseau de l'Énergie de l'Ouest-Suisse S. A. par l'intermédiaire de la ligne à 150 kV Muhleberg-Galmiz. La liaison avec les «Nordostschweizerische Kraftwerke A.-G.» (NOK) et avec l'Aar-Tessin S. A. d'Electricité (Atel) a lieu à la sous-station de Mettlen près de Lucerne. Comme ces deux entreprises d'électricité possèdent chacune un grand réseau, et qu'elles travaillent en partie en parallèle avec l'étranger, la puissance échangée aux points de liaison entre les réseaux doit être réglée.

Le fonctionnement du réglage de la puissance à Mettlen a été décrit en détail par W. Hauser dans le Bull. ASE t. 45(1954), n° 12, pages de l'UCS.

Dans le cas normal, les réseaux sont exploités de telle sorte que les réglages suivants sont effectués par télécommande à haute fréquence :

La centrale de Chandoline règle la puissance échangée à Galmiz par la ligne de Muhleberg entre les FMB et le groupe EOS — Entreprises Electriques Fribourgeoises, ainsi que les transits éventuels. La centrale d'Innertkirchen règle la puissance échangée à Mettlen entre les NOK et le groupe FMB — «Elektrizitätswerk der Stadt Zürich»; ces échanges comprennent la part revenant aux FMB de la production des FMM, les échanges avec l'Atel, ainsi que les fournitures en provenance de cette société, du «Kraftwerk Laufenburg», etc.

Grâce au réglage de la puissance qu'ils fournissent aux FMB, les FMO compensent les fluctuations de la charge qui apparaissent dans le réseau des FMB.

Les échanges à Galmiz et Mettlen se font sur la base d'un «programme total», constitué par la somme des divers programmes d'échanges prévus pour le lendemain et relatifs au partenaire considéré. A part un seul programme d'échange, qui résulte des valeurs mesurées par les compteurs, ces programmes sont fixes: ce sont des programmes dits «à rectangles».

L'interconnexion des grands réseaux — étant admis que chacun d'eux procède à la régularisation de sa propre charge — a fait ses preuves; elle permet une aide réciproque lorsque l'hydraulicité est défavorable dans certaines régions et favorable dans d'autres, lorsqu'on doit procéder à des travaux de réfection dans des centrales, en cas de défauts enfin.

Par suite de l'interconnexion entre le réseau des

FMB et les autres réseaux par l'intermédiaire de la barre collectrice à 225 kV de Mettlen, les FMB «reçoivent» des entreprises travaillant en parallèle avec l'étranger la fréquence de l'étranger. Cette fréquence ne peut être influencée ni par les FMB, ni par les autres groupes de centrales suisses. Alors que les fluctuations de la fréquence étaient il y a quelques années de $\pm 0,5$ Hz, elles sont tombées aujourd'hui à $\pm 0,2$ Hz.

Le réglage de la tension dans le réseau à 150 kV s'effectue de telle sorte que la tension est réglée à 146 kV pendant les heures normales de travail des fabriques, et à 141 kV le reste du temps. Ces valeurs sont maintenues constantes par les groupes générateurs des FMO aux barres collectrices situées à Bickigen, ceci grâce à un dispositif de réglage spécial. La tension du réseau à 50 kV est normalement réglée à la valeur de 49,0 kV par les centrales de Muhleberg et les sous-stations de Wimmis et Brislach. Afin de réaliser une répartition uniforme de la puissance réactive, d'autre part, des dispositifs de réglage automatique sont montés sur tous les transformateurs à gradins des autres sous-stations à 150/50 kV. Ces dispositifs ont été décrits dans une étude de Ch. Jean-Richard publiée dans le Bull. ASE, t. 39 (1948), n° 6.

Les sous-stations à 50/16 kV possèdent toutes des transformateurs avec commutateurs à gradins à manœuvre en charge. Ces commutateurs sont munis de régulateurs automatiques de tension avec dispositif compound, destinés au réglage de la tension de 16 kV du réseau de distribution.

Adresse de l'auteur:

A. Chappuis, chef du Bureau central d'exploitation, Forces Motrices Bernoises S. A., Berne.

Transport de matériel par hélicoptère

[Communiqué par l'Aar-Tessin S. A. d'Electricité (Atel), Olten] 621.316.262.004.6 : 629.135.423

L'auteur expose tout d'abord les raisons qui ont conduit plusieurs entreprises suisses d'électricité à collaborer avec l'«Hélicoptère suisse S. A.». Il montre ensuite que, grâce à l'apparition du type Bell 47, l'utilisation pratique de l'hélicoptère en montagne est aujourd'hui possible. Il donne un exemple d'une telle utilisation: il s'agit d'un transport de matériel réalisé en hiver dans la région du Gothard et qui a donné toute satisfaction.

Es werden die Gründe angegeben, die zu einer Beteiligung einiger schweizerischer Elektrizitätswerke an der «Schweizerische Helikopter A.G.» führten. Durch die Anschaffung des Types Bell 47 ist es heute möglich, zur praktischen Anwendung des Helikopters im Gebirge zu schreiten. Es wird ein Beispiel eines solchen Einsatzes beschrieben, wobei es sich um einen Materialtransport im Gothard-Gebiet handelt, der zur vollen Zufriedenheit des Auftraggebers ausgeführt wurde.

L'«Hélicoptère suisse S. A.» a été fondée en 1953 sous les auspices de la «Fondation pour l'encouragement du trafic aérien suisse», avec la participation d'entreprises privées et de droit public, ainsi que de communes et de cantons. A cette époque-là, les milieux de l'économie électrique suisse avaient envisagé l'éventualité de mettre l'hélicoptère à leur service. On pensait utiliser en premier lieu ce type d'avion pour le contrôle de lignes aériennes ou pour le transport de personnes et de matériel, notamment en montagne ou dans des régions impraticables. Toutefois, la Société ne disposait pas encore d'appareils capables d'assurer un service exempt de risques dans les Alpes. Mais, comme il était à prévoir que de nouveaux progrès techniques allaient permettre dans un avenir pas trop éloigné de recourir à l'hélicoptère en montagne également, l'Aar-

Tessin S. A. d'Electricité (Atel), de concert avec les Forces Motrices Bernoises S. A. (FMB) et la S. A. l'Energie de l'Ouest Suisse (EOS), décida de collaborer avec la Société sus-mentionnée. D'autres entreprises électriques viendront ultérieurement se joindre à elle.

Ce n'est pas la question financière qui fit tout d'abord échouer l'utilisation pratique de ces avions, mais, comme nous l'avons déjà laissé entendre, le pouvoir ascensionnel insuffisant des hélicoptères en usage en Suisse. C'est pourquoi les efforts portèrent vers l'acquisition d'appareils susceptibles avant tout d'être mis à contribution en montagne, de sorte que le choix de la Société tomba sur le type américain Bell de la série 47, d'une puissance jusqu'ici inégalée.

Lorsque, au cours de l'hiver dernier, une ava-

lanche endommagea la station transformatrice de l'Atel sise à proximité de l'hospice du Gothard, on se demanda comment on pourrait transporter le plus rapidement possible à pied d'œuvre le matériel nécessaire à la réparation. Les transports or-



Fig. 1

On décharge à Ambri le matériel à transporter

dinaires par route étaient pratiquement exclus, à cause des grosses chutes de neige et du danger d'avalanches qui en résultait. Il est vrai que l'installation pouvait fonctionner provisoirement sans transformateur sous une tension de 8 kV, suffisante



Fig. 2

Podium installé à la base de départ à Ambri permettant de fixer la charge à l'hélicoptère. On distingue sur la rampe de chargement un tonneau d'huile de 200 kg prêt pour le transport en direction du Gothard

pour alimenter les installations propres de force et lumière et les ouvrages militaires. Mais cette tension était trop faible pour actionner les deux pompes dans les gorges de la Tremola, qui refoulent dans le bassin d'accumulation du Lucendro les eaux provenant des lacs du Gothard et des rivières Sella et Tremola. S'il avait fallu attendre la fonte des neiges pour pouvoir affronter un transport routier, l'Atel aurait perdu 5,5 millions de kWh de précieuse énergie d'hiver. C'est pour cette raison que l'Atel décida de fréter un hélicoptère, destiné à accélérer les transports pour permettre d'en-

treprendre les réparations sans tarder. Outre les monteurs et manœuvres, il s'agissait de transporter 27 tonneaux d'huile de 205 kg chacun, des pièces d'une machine pour la régénération de l'huile, des appareils et des outils, soit 9,5 tonnes au total. En



Fig. 3

Terrain d'atterrissage près de l'hospice du Gothard

outre, il fallait ravitailler l'équipe de monteurs, forte de 5 hommes. La base de départ dans la vallée fut installée à Ambri-Piotta. La distance jusqu'à l'hospice du Gothard comptait 12 km à vol d'oiseau, avec une dénivellation de 1126 m.



Fig. 4

L'hélicoptère, transportant un passager et une caisse de 180 kg contenant des pièces de machine, arrive à l'hospice du Gothard

On fixa la charge au centre de gravité de l'hélicoptère au moyen d'un dispositif spécial de suspension, pouvant être actionné à volonté, soit mécaniquement par le pilote, soit automatiquement quand

la charge toucherait le sol. Pour fixer le matériel, on avait érigé un podium biparti, dont l'espace médian servait de rampe de chargement. Le dé-



Fig. 5

L'hélicoptère arrive à l'hospice du Gothard avec un support de transformateur pesant 230 kg

crochage des objets tenus par des câbles d'acier avait lieu juste au-dessus du sol, à 20 ou 30 cm de hauteur.

Par des températures moyennes de -5° à Ambri-Piotta et de -12° au Gothard, la durée du vol était en moyenne de 17 minutes, dont 10 pour la montée, 3 pour le stationnement et le décrochage, 4 enfin pour le retour à la base. Les vols eurent lieu les 9, 11 et 12 février 1955, avec de brèves interruptions dues au mauvais temps; au total, on effectua en un jour et demi de travail 46 vols avec 27 atterrissages à proximité de l'hospice du Gothard. Le pilote Kunz transporta donc en moyenne 214 kg de fret par vol au chantier.

C'est avec une grande satisfaction que l'on constata que toute l'opération s'était déroulée sans le moindre incident ni la moindre perturbation, et que le matériel transporté, fragile en partie, n'avait subi aucun dommage. L'ordre a été exécuté à l'entière satisfaction des intéressés et l'on s'est rendu compte que l'hélicoptère est non seulement techniquement à même de résoudre des problèmes difficiles de ce genre, mais qu'il offre en outre des avantages économiques considérables et qu'il est en mesure d'apporter une aide précieuse aux entreprises électriques. Sg./Bq.

Puissance nominale d'un transformateur

389.6 : 621.314.2

A la suite de la parution dans le Bulletin ASE t. 45(1954), n° 22, p. 933...947, resp. Prod. et Distr. Energie t. 1(1954), n° 13, p. 141...155 du compte-rendu des assemblées de discussion de l'UCS du 29 avril 1954 à Zurich et du 11 mai 1954 à Lausanne, le Comité Technique 14 (transformateurs) du Comité Electrotechnique Suisse a discuté, dans sa séance du 1^{er} décembre 1954, le passage – tiré d'une conférence lue lors de l'assemblée de Lausanne – concernant la définition de la puissance nominale d'un transformateur dans les règles de l'ASE (p. 945 resp. p. 153). Cette occasion s'est présentée du fait que les règles suisses des transformateurs sont actuellement en refonte.

Le CT 14 a été unanime à constater que la puissance nominale d'un transformateur est définie comme

étant égale au produit de la tension nominale par le courant nominal et par le facteur de phase de chaque enroulement. Pour un transformateur à deux enroulements, le produit en question est le même pour les deux enroulements. Dans le cas d'un transformateur à trois enroulements, le produit peut être différent pour chacun d'eux.

L'avantage de définir de cette manière la puissance nominale d'un transformateur réside dans le fait qu'elle ne change pas avec la direction du flux d'énergie; elle est donc universelle.

Les nouvelles règles spécifient, d'ailleurs, que la puissance aux bornes secondaires d'un transformateur diffère de la puissance nominale du montant des pertes survenant dans le transformateur.

Communications de nature économique

Production et consommation d'énergie électrique en Allemagne Occidentale en 1953

31.621.311(43.15)

Les statistiques de la production et de la consommation d'énergie électrique en Allemagne Occidentale en 1953 ont été publiées récemment par la «Zentrallastverteilung für Elektrizität im Bundesministerium für Wirtschaft».

Comme le montre le tableau I, qui donne une *comparaison simplifiée des bilans 1952 et 1953*, l'énergie totale fournie pour la consommation dans le pays a augmenté en 1953 de 7,6 % par rapport à 1952 (58 983 GWh contre 54 793 GWh). Cette augmentation avait été de 9,1 % en 1952 par rapport à 1951. Pour satisfaire aux besoins des consommateurs, il fallut en 1953 utiliser toutes les réserves des vieilles centrales et importer le plus possible d'énergie de l'étranger; alors que la consommation avait eu tendance à baisser par rapport à l'année précédente durant le premier semestre, son augmentation pendant le second semestre dépassa toutes les prévisions. Comme le montre le tableau I, la consommation

«industrie et traction» s'est élevée de 8,4 % par rapport à l'année précédente; la consommation de l'industrie proprement dite a augmenté de 8,5 %, ce qui n'est que peu en dessous de l'augmentation de 8,8 % constatée en 1952 par rapport à 1951. La consommation du groupe «éclairage public, commercial et domestique, autres usages domestiques, petite force motrice industrielle artisanale et agricole, consommation propre des entreprises» a augmenté de 10,0 %, chiffre qui est au-dessus de la moyenne et correspond à une cadence plus rapide que celle du doublement en 10 ans; cette augmentation avait été de 13,7 % en 1952.

L'hydraulicité de l'année 1953 fut médiocre; il en est résulté une légère régression de la production hydraulique: de 10 112 GWh en 1952, cette production est passée à 9 211 GWh en 1953 (voir tableau II), ce qui correspond à une diminution de 9,8 % environ. La production thermique, par contre, est passée de 43 609 GWh en 1952 à 48 540 GWh en 1953 (voir tableau II), en augmentation de 11,3 %; la production thermique a représenté en 1953 84 % environ de la production totale.

Comparaison simplifiée des bilans 1952 et 1953

Tableau I

	1952 GWh	1953 GWh	Variation %
<i>Energie produite nette:</i>			
Services publics	32 633	34 613	+ 6,1
Autoproducteurs	21 088	23 138	+ 15,1
<i>Total</i>	53 721	57 751	+ 7,6
Energie importée de l'étranger	1 943	2 164	+ 11,4
Energie exportée à l'étranger	- 871	- 932	+ 7,0
Energie totale fournie pour la consommation dans le pays	54 793	58 983	+ 7,6
Consommation industrie et traction	37 963	41 161	+ 8,4
Consommation éclairage public, commercial et domestique, autres usages domestiques, petite force motrice industrielle artisanale et agricole, consommation propre des entreprises	10 596	11 650	+ 10,0
<i>Total</i>	48 559	52 811	+ 8,6
Energie absorbée par les pompages	864	1 026	+ 18,7
Energie perdue dans les réseaux	5 370	5 146	- 4,3
<i>Total général</i>	54 793	58 983	+ 7,6

Production d'énergie en 1953

Classement d'après la nature de l'industrie

Tableau II

Nature de l'industrie	Production nette			
	thermique GWh	hydraulique GWh	totale	
			GWh	%
<i>Services publics électriques</i>	26 904	7 709	34 613	—
<i>Autoproducteurs:</i>				
Industrie minière	9 920	47	9 967	43,1
Industrie sidérurgique	2 881	20	2 901	12,5
Industries électrochimiques et électrométallurgiques	3 689	524	4 213	18,2
Chemins de fer électriques et tramways	201	360	561	2,4
Industries de la fibre de bois et du papier	1 280	144	1 424	6,2
Industries diverses	3 665	407	4 072	17,6
<i>Total</i>	21 636	1 502	23 138	100,0
<i>Total général</i>	48 540	9 211	57 751	—

Du tableau II, qui donne la production d'énergie en 1953 classée selon la nature de l'industrie, on déduit, d'autre part, que la production des services publics a atteint 59,9 % de la production totale, le reste étant produit par les autoproducteurs. Relevons enfin que l'industrie minière et l'industrie sidérurgique produisent ensemble 55,6 % de l'énergie produite par les autoproducteurs.

Production d'énergie thermique en 1953

Classement d'après la nature du combustible utilisé

Tableau III

Nature du combustible	Energie produite			
	Services publics GWh	Auto- producteurs GWh	Total	
			GWh	%
Charbon ¹⁾	16 181	19 122	35 303	72,7
Diesel	7	—	7	—
Lignite ¹⁾	10 716	2 514	13 230	27,3
<i>Total</i>	26 904	21 636	48 540	100,0

¹⁾ Les combustibles liquides ou gazeux sont compris dans ces chiffres, car ils ne servent que pour chauffage de pointe.

Le tableau III classe la production d'énergie thermique en 1953 d'après la nature des entreprises et la nature du combustible utilisé. Sur une production thermique totale de 48 540 GWh, les services publics ont produit 26 904 GWh soit 55,5 %, et les autoproducteurs 21 636 GWh soit 44,5 % du total environ. D'autre part, 72,7 % de l'énergie thermique ont été produits en partant du charbon et 27,3 % en partant du lignite. Remarquons que la production d'énergie provenant de chaudières chauffées au moyen de combustibles liquides ou gazeux installées dans les centrales thermiques fonctionnant normalement au charbon ou au lignite — chaudières qui servent à couvrir les pointes — a été comprise dans les chiffres donnant la production à base de charbon, respectivement de lignite; il ne reste donc qu'une production

pratiquement insignifiante (7 GWh) à base de combustibles liquides (il s'agit principalement de moteurs diesel).

Puissance maximum réalisable brute¹⁾ des usines thermiques et hydroélectriques

Classement d'après la nature de l'industrie

Tableau IV

Nature de l'industrie	Usines thermiques		Usines hydroélectriques	
	MW	%	MW	%
<i>Services publics électriques</i>	6 856	—	2 238	—
<i>Autoproducteurs:</i>				
Industrie minière	2 093	42,8	10	3,8
Industrie sidérurgique	635	13,1	4	1,5
Industries électrochimiques et électrométallurgiques	1 132	23,2	92	35,0
Chemins de fer électriques et tramways	89	1,8	91	34,6
Industries de la fibre de bois et du papier	256	5,2	20	7,6
Industries diverses	674	13,9	46	17,5
<i>Total</i>	4 879	100,0	263	100,0
<i>Total général</i>	11 735	—	2 501	—

¹⁾ Puissance brute, c'est-à-dire y compris la puissance absorbée par les services auxiliaires.

Le tableau IV donne la puissance maximum réalisable brute des usines, classée d'après la nature des entreprises et de l'industrie. Comme on le voit, dans le secteur des services publics les usines thermiques représentent 75,4 %, les usines hydroélectriques 24,6 % de la puissance maximum réalisable brute; chez les autoproducteurs, 94,8 % de la puissance maximum réalisable est thermique.

Par rapport au 1^{er} janvier 1953, où elle était de 8685 MW, la puissance maximum réalisable de l'ensemble des usines appartenant aux services publics électriques a augmenté de 409 MW; elle est aujourd'hui de 9094 MW. La puissance des installations nouvelles mises en service en 1953 par les services publics a été de 474 MW (usines hydrauliques 44 MW, usines thermiques 430 MW), la perte de puissance résultant des modifications ou désaffectations étant de 65 MW.

Consommation d'énergie électrique en 1953

Tableau V

	Services publics GWh	Auto- producteurs GWh	Total	
			GWh	%
Energie produite nette	34 613	23 138	57 751	—
Energie fournie aux services publics par les autoproducteurs	+ 4 907	- 4 907	—	—
Energie importée de l'étranger	2 164	—	2 164	—
Energie exportée à l'étranger	- 932	—	- 932	—
Energie totale fournie pour la consommation dans le pays	40 752	18 231	58 983	—
<i>Energie fournie à la consommation:</i>				
Mines de charbon	586	5 283	5 869	11,1
Sidérurgie	1 830	2 826	4 656	8,8
Electrochimie, électrometallurgie, électrothermie	7 791	3 911	11 702	22,2
Traction	1 589	532	2 121	4,0
Autres industries	11 289	5 524	16 813	31,8
Eclairage public, commercial et domestique, autres usages domestiques, petite force motrice industrielle artisanale et agricole, consommation propre des entreprises	11 650	—	11 650	22,1
<i>Total</i>	34 735	18 076	52 811	100,0
<i>Energie absorbée par les pompes pour l'élevation de l'eau dans les réservoirs</i>	1 026	—	1 026	—
<i>Energie perdue dans les réseaux</i>	4 991	155	5 146	—
<i>Total général</i>	40 752	18 231	58 983	—

Le tableau V concerne la consommation d'énergie électrique en Allemagne Occidentale en 1953. Il montre que, si l'énergie produite nette totale fut de 57 751 GWh, l'énergie totale fournie à la consommation se monta à 58 983 GWh, l'excédent des importations sur les exportations ayant été de 1232 GWh; la plus grande partie des importations proviennent d'Autriche et de Suisse, alors que c'est surtout en direction de l'Autriche et de la France que l'énergie fut exportée.

Il est intéressant de relever que les autoproducteurs ont livré aux services publics 4907 GWh, soit 12 % de l'énergie totale fournie par ces derniers pour la consommation dans le pays. L'énergie effectivement fournie à la consommation fut de 52 811 GWh: 1026 GWh ont été absorbés par les pompes pour l'élévation de l'eau dans les réservoirs et 5146 GWh (8,7 % du total) ont été perdus dans les réseaux. Si l'on considère la répartition selon les divers consommateurs de l'énergie fournie à la consommation, on constate que 22,1 % ont été consommés par le groupe «éclairage public, commercial et domestique, autres usages domestiques, petite force motrice industrielle artisanale et agricole, consommation propre des entreprises», que d'autre part l'industrie a consommé 73,9 % et la traction 4,0 % de l'énergie fournie à la consommation.

En résumé, si l'on considère que l'augmentation de l'énergie totale fournie à la consommation dans le pays est la caractéristique principale du développement de l'industrie électrique, on peut dire que ce développement s'est légèrement ralenti durant l'année 1953 par rapport aux années précédentes. L'énergie totale fournie pour la consommation dans le pays a augmenté en 1953 de 6,8 % pour les réseaux des services publics, de 9,5 % pour l'industrie, au total de 7,6 % par rapport à l'année précédente. En 1952 les chiffres correspondants avaient été de 9,3 %, 8,8 % et 9,1 %. Une nette reprise a cependant été constatée durant les derniers mois de l'année 1953 et durant l'année 1954, si bien que les chiffres d'augmentation annuelle correspondant à cette dernière année seront certainement à nouveau plus élevés, conformément à la conjoncture favorable dont a joui l'économie de l'Allemagne Occidentale tout entière durant ces derniers mois.

Sa.

La consommation d'énergie électrique, critérium de la demande d'appareils et machines électriques

621.311 : 621.312

[D'après E. Brendl, ETZ t. 6(1954), n° 12, p. 446...447]

Il existe une certaine corrélation entre la production annuelle d'énergie d'un pays, d'une part, et le volume de machines et d'appareils électriques en usage dans ce pays, d'autre part.

La fig. 1 indique pour l'année 1950 les couples de valeurs «demande de matériel électrique — consommation d'énergie» dans quelques pays appartenant à divers continents. Il faut entendre par «demande de matériel électrique» la production indigène (plus importation, moins exportation) d'appareils et machines électriques.

Sur cette figure, la valeur des machines et appareils électriques, exprimée en dollars par tête de population, est re-

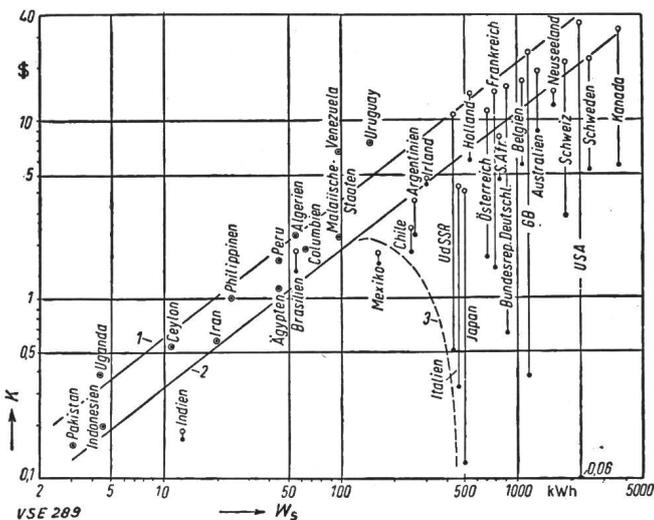


Fig. 1

Dépendance entre la demande de matériel électrique et la production d'énergie électrique

Ws: production d'énergie électrique par habitant (1950); K: valeur des machines et des appareils électriques par habitant (les cercles représentent la demande annuelle totale et les points les importations annuelles de matériel électrique; valable pour l'année 1950).

présentée, en double échelle logarithmique, en fonction de la production spécifique d'énergie en 1950; les cercles marquent la demande totale et les points l'importation de matériel électrique des différents pays. Dans ce cas, les points sont groupés approximativement sur une droite, ce qui signifie qu'il existe une relation parabolique entre la demande de matériel électrique (y) et la production d'énergie (x), pouvant être exprimée par la formule

$$y \approx 1/16 x^{0,8}$$

La dispersion, comprise entre les droites 1 et 2, dépend de perturbations régionales, telles que: quote d'accroissement de la population, situation du commerce extérieur de certains pays arriérés, etc. En outre, on voit que là où l'électrification est peu poussée, c'est l'importation qui couvre pratiquement toute la demande de matériel électrique; cercle et point coïncident dans le diagramme.

La distance entre cercle et point mesure en quelque sorte la production indigène de matériel électrique, mais il convient de tenir compte des facteurs de perturbation, restrictions d'importation, encouragement à l'exportation, etc.

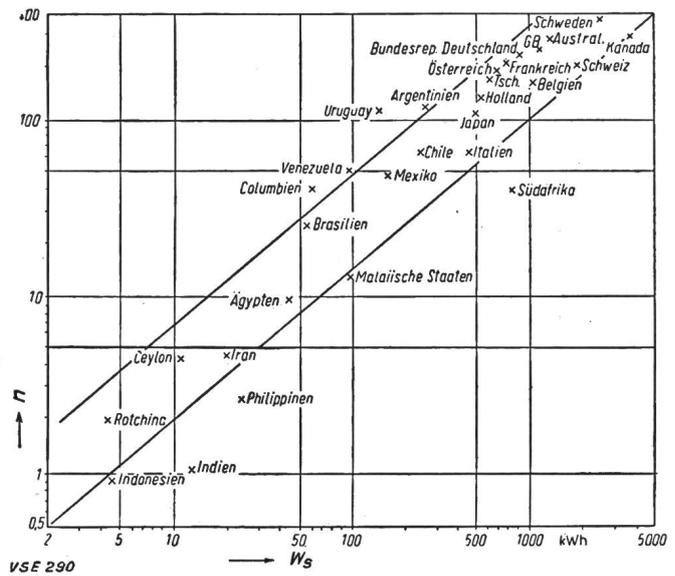


Fig. 2

Dépendance entre le nombre de récepteurs de radio par 1000 habitants et la production d'énergie électrique

Ws: production d'énergie électrique par habitant (1950); n: nombre de récepteurs de radio par 1000 habitants (1950).

La fig. 2 représente par analogie le domaine des récepteurs de radio. Le nombre de ces appareils y' pour 1000 personnes, en fonction de la production spécifique d'énergie x', s'exprime approximativement par la formule

$$y' \approx 1/2 x'^{0,88}$$

Ici, la dispersion est naturellement beaucoup plus considérable.

On peut étendre ces investigations à d'autre matériel électrique; l'on aboutira à des résultats analogues, dépendant toujours — cela va sans dire — des données économiques et techniques du pays considéré.

En résumé, on peut dire qu'à l'aide de la relation indiquée plus haut, il est possible de prévoir l'évolution dans le temps de la demande de machines et d'appareils électriques, puisque la production d'énergie augmente suivant une loi déterminée.

W. Locher/Bq.

Communications des organes de l'UCS

Assemblée de discussions du CSE:

«L'éclairage public»

Cette assemblée sera certainement d'un grand intérêt pour les entreprises d'électricité; pour plus de détails, nous renvoyons à la communication de la page 359 du présent numéro.

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	1953/54	1954/55	1953/54	1954/55		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		33		16		213		898			324		-272		51	
Mars	701		17		19		166		903			187		-137		46	
Avril	807		5		24		73		909			146		- 41		69	
Mai	958		2		34		40		1034			313		+167		126	
Juin	1048		1		60		27		1136			695		+382		203	
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.-janvier .	3112	3594	90	28	90	121	540	412	3832	4155	+ 8,4					279	385

Mois	Distribution d'énergie dans le pays											Consommation en Suisse et pertes					
	Usages domestiques et artisanat		Industrie		Electrochimie, métallurgie, thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Traction		Pertes et énergie de pompage ²⁾		sans les chaudières et le pompage		Différence % ³⁾	avec les chaudières et le pompage	
	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		158		91		4		63		124		839			847	
Mars	404		160		106		5		61		121		847			857	
Avril	379		148		125		22		56		110		813			840	
Mai	379		151		128		68		47		135		819			908	
Juin	351		154		127		116		42		143		793			933	
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		10092			10767	
Oct.-janvier .	1685	1768	653	690	406	462	43	60	239	258	527	532	3487	3686	+ 5,7	3553	3770

¹⁾ Chaudières à électrodes.

²⁾ Les chiffres entre parenthèses représentent l'énergie 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.

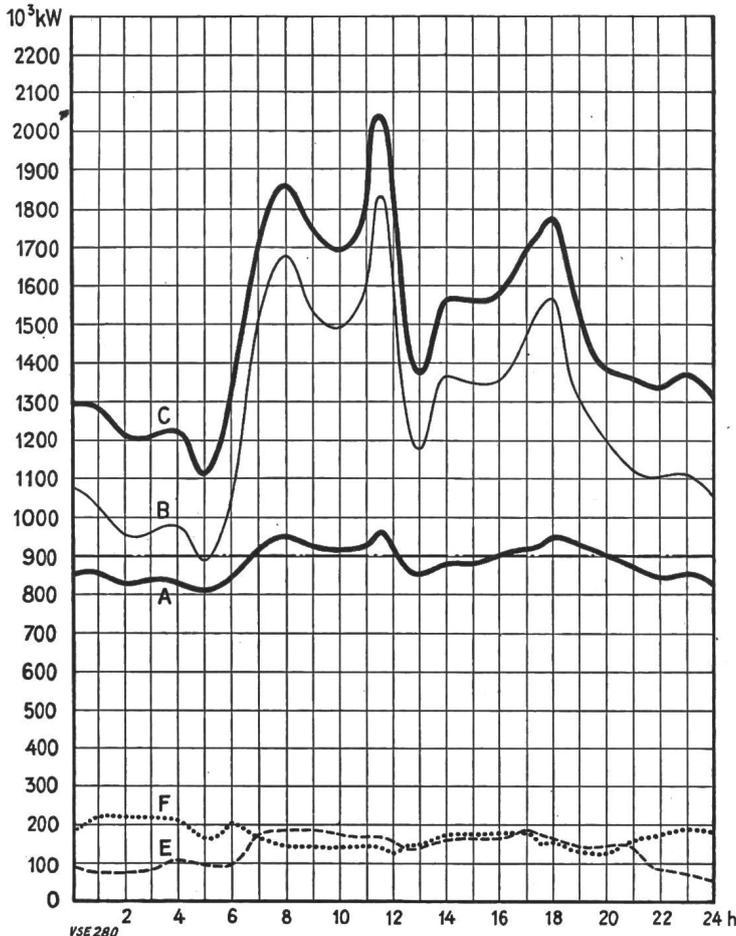


Diagramme de charge journalier du mercredi

12 janvier 1955

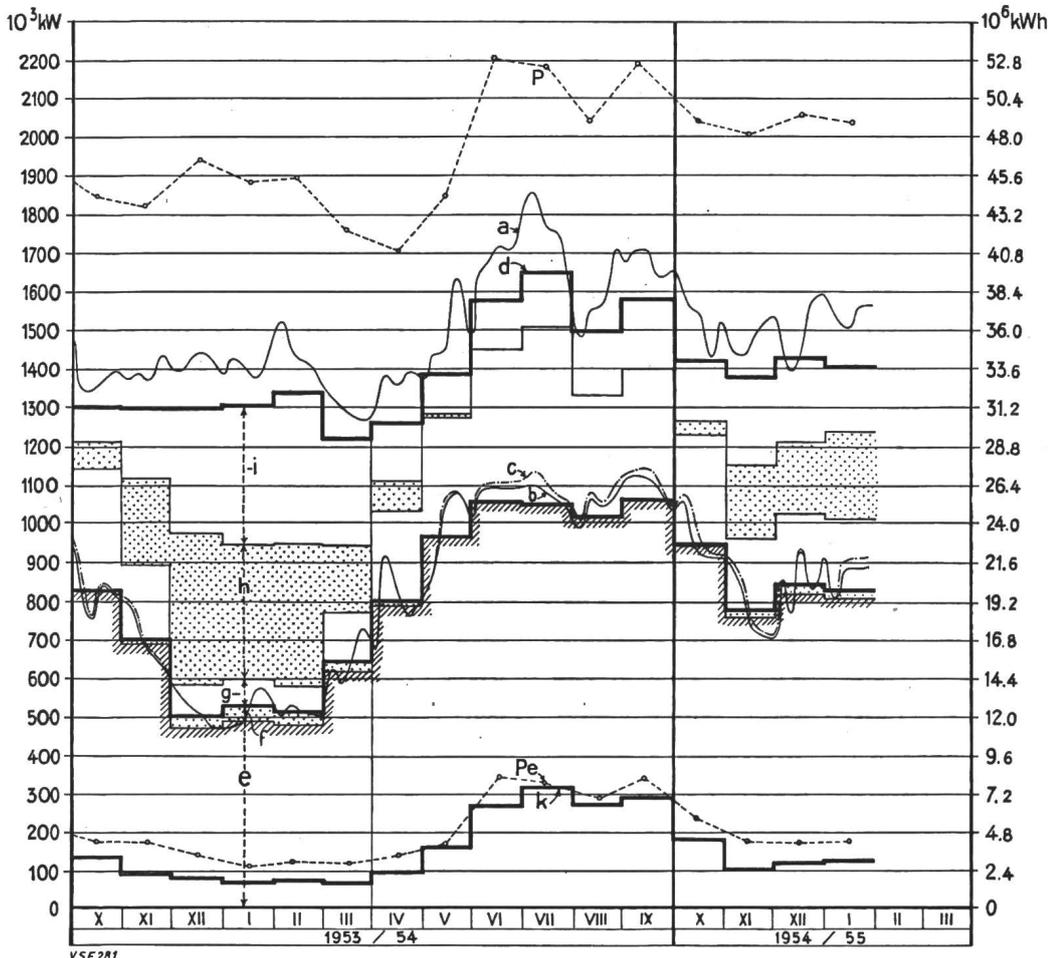
Légende:

- 1. Puissances disponibles:** 10^3 kW
 Usines au fil de l'eau, disponibilités d'après les apports d'eau (0—D) 902
 Usines à accumulation saisonnière (au niveau maximum) 1367
 Puissance totale des usines hydrauliques 2269
 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** 10^6 kWh
 Usines au fil de l'eau 21,3
 Usines à accumulation saisonnière 9,4
 Usines thermiques 0,1
 Livraisons des usines des CFF et de l'industrie 1,2
 Importation 4,1
 Total, Mercredi, 12 janvier 1955 36,1
 Total, Samedi, 15 janvier 1955 31,7
 Total, Dimanche, 16 janvier 1955 24,0

- 4. Consommation d'énergie**
 Consommation dans le pays 32,8
 Exportation d'énergie 3,3



Production du mercredi et production mensuelle

Légende:

- 1. Puissances maxima:** (chaque mercredi du milieu du mois)
 P de la production totale;
 P_e de l'exportation.
- 2. Production du mercredi:** (puissance 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 ferrov. et indust. import.;
 k exportation;
 d—k consommation dans le pays.

Extrait des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité

(Ces aperçus sont publiés en groupes de quatre au fur et à mesure de la parution des rapports de gestion et ne sont pas destinés à des comparaisons)

On peut s'abonner à des tirages à part de cette page

	Kraftwerk Ryburg-Schwörstadt A.G. Rheinfelden		Elektrizitätswerk Arosa Arosa		Wasser- und Elektrizitätswerk der Gemeinde Buchs Buchs		Elektrizitätswerk Burgdorf Burgdorf	
	1953/54	1952/53	1953	1952	1953	1952	1953	1952
1. Production d'énergie . kWh	—	—	5 086 600	5 202 300	9 280 000	10 070 000	246 190	285 260
2. Achat d'énergie . . . kWh	—	—	6 926 260	6 611 770	2 050 000	1 048 000	20 497 280	18 574 105
3. Energie distribuée . . kWh	652 277 645	760 112 280	11 029 880	10 844 510	11 333 000	11 116 000	19 753 949	17 849 186
4. Par rapp. à l'ex. préc. . %	-14,19	+4,02	+1,7	+5,0	+ 2	+ 39	+10,64	+7,23
5. Dont énergie à prix de déchets kWh	—	—	—	—	4 090 000	4 512 000	—	—
11. Charge maximum . . kW			3 210	2 820	2 400	2 200	4 400	3 870
12. Puissance installée totale kW			22 250	21 500	15 400	15 000	32 937	30 183
13. Lampes { nombre kW			40 500 1 620	40 000 1 600	23 800 1 200	23 200 1 100	51 100 2 696	48 337 2 560
14. Cuisinières { nombre kW			1 108 7 914	1 084 7 686	1 430 7 030	1 367 6 650	1 637 9 960	1 432 8 179
15. Chauffe-eau { nombre kW			600 3 120	582 3 050	1 015 520	943 453	1 734 2 562	1 567 2 317
16. Moteurs industriels . . { nombre kW			1 446 1 640	1 335 1 450	653 1 730	616 1 643	2 782 7 300	2 634 6 880
21. Nombre d'abonnements . . .			650	640	2 180	2 050	5 346	5 126
22. Recette moyenne par kWh cts.			7,08	7,20	5,6	5,6	7,61	7,94
<i>Du bilan:</i>								
31. Capital social fr.	30 000 000	30 000 000	—	—	—	—	—	—
32. Emprunts à terme »	12 596 000	12 857 000	—	—	—	—	—	—
33. Fortune coopérative »	—	—	—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation »	—	—	700 000	750 000	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst. . . »	64 105 340	63 256 317	628 000 ³⁾	623 000 ³⁾	900 000	900 000	12	12
36. Portefeuille et participat. . . »	12 016 600	15 571 100	—	—	—	—	—	—
37. Fonds de renouvellement . . . »	29 589 933	28 717 932	210 000	195 000	350 000	350 000	—	—
<i>Du compte profits et pertes:</i>								
41. Recettes d'exploitation . fr.	6 825 480 ¹⁾	6 722 102 ¹⁾	833 276	803 674	704 200	684 000	663 000	646 805
42. Revue du portefeuille et des participations »	509 311	524 662	—	—	—	—	—	—
43. Autres recettes »	148 884	120 376	13 600	25 200	—	—	—	—
44. Intérêts débiteurs »	451 865	464 004	24 000	26 000	14 500	18 200	—	—
45. Charges fiscales »	2 277 966	2 213 954	4 400	4 200	6 220	4 650	24 271	22 929
46. Frais d'administration . . . »	434 943	429 658	72 000	65 500	5 020	6 280	87 579	86 225
47. Frais d'exploitation »	810 119	799 805	122 100	153 200	178 270	156 100	65 649	65 125
48. Achat d'énergie »	—	—	264 200	250 140	87 450	58 450	716 807	647 985
49. Amortissements et réserves . . »	1 708 781	1 659 718	72 000 ⁴⁾	71 500 ⁴⁾	322 900	324 000	243 085	230 707
50. Dividende »	1 800 000	1 800 000	—	—	—	—	—	—
51. En % »	6	6	—	—	—	—	—	—
52. Versements aux caisses pu- bliques »	—	—	246 350	218 190	125 000	125 000	350 000	350 000
<i>Investissements et amortissements:</i>								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice fr.	65 795 511	64 946 488	2 528 200 ³⁾	2 460 000 ³⁾	5 063 000	4 873 000	4 129 742	3 974 934
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice »	1 690 170 ²⁾	1 690 171 ²⁾	1 900 200 ³⁾	1 837 000 ³⁾	4 163 000	3 973 000	4 129 730	3 974 922
63. Valeur comptable »	64 105 341	63 256 317	628 000 ³⁾	623 000 ³⁾	900 000	900 000	12	12
64. Soit en % des investisse- ments »	97,43	97,40	24,9	25,3	18	19	—	—

¹⁾ Coût annuel

²⁾ Sans les fonds de renouvellement et d'amortisation

³⁾ sans les compteurs

⁴⁾ avec les compteurs

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

Rédacteur: Ch. Morel, ingénieur.

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