Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 59 (1968)

Heft: 5

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: 22.08.2025

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

Répercussions des régulateurs électroniques d'énergie sur les réseaux de distribution électriques

par *W. Schmucki*, Lucerne

621.316.722:621.382

La commission de l'UCS pour les questions de télécommande centralisée des réseaux s'inquiète du fait que la forme de la tension du réseau s'écarte de plus en plus de la sinusoïde, c.-à-d. que le taux des harmoniques supérieur s'accroît. Monsieur W. Schmucki, *président de la dite commission, mentionne dans l'article qui suit, qui est un résumé du rapport de M. H. J. Sheppard, Londres, au «Comité de distribution» de l'UNIPEDE, une nouvelle source d'harmoniques supérieurs: le régleur électronique à déphasage d'allumage.*

Le rédaction

Préambule

Depuis quelques années, on utilise des «thyristors» (silicon controlled rectifiers) pour le réglage de l'énergie dans des installations industrielles et ferroviaires. Ils ont apparu récemment dans le commerce aussi pour de plus faibles puissances et diverses applications domestiques, p. ex. pour des machines à laver, des mixers, etc. Les travaux actuels de développement sont orientés vers l'introduction de tels appareils pour le chauffage électrique des locaux et les cuisinières électriques. On peut s'attendre par conséquent à ce qu'une partie toujours plus importante de la charge des réseaux à basse tension, dont la pointe a un caractère ohmique prédominant, soit réglée électroniquement à l'avenir.

Il s'ensuit que l'influence de ce genre de réglage sur la forme de la courbe de la tension de distribution pose un problème préoccupant.

Méthode de réglage

On peut obtenir aujourd'hui des thyristors pour des maxima de tension de 400, 600, 800 et 1200 V et un pouvoir d'enclenchement allant jusqu'à 300 A. Ils semblent être capables de concurrencer les appareils de réglage usuels actuels. Ainsi, par exemple, en Angleterre un thyristor pour 400 V et 10 A revient à moins de 1 dollar américain.

Un thyristor de ce genre travaille d'après un des trois modes suivants:

a) *Interrupteur statique* (solid-state switch)
Le thyristor utilisé remplace le relais conventionnel ou l'interrupteur classique et occasionnera moins de perturbations qu'un dispositif à coupure dans l'air. La rupture du courant n'est pas fixée en un point quelconque de la courbe de tension; mais l'interrupteur est à peine actionné plus d'une fois en quelques heures

b) *Réglage du point d'attaque de la phase*
Le thyristor enclenche en un point déterminé de la courbe de tension (angle d'enclenchement), cet angle étant le même, qu'il s'agisse de la demi-onde positive ou négative (fig. 1). La rupture du courant a lieu à chaque passage par zéro. Une première partie de chaque demi-onde de courant

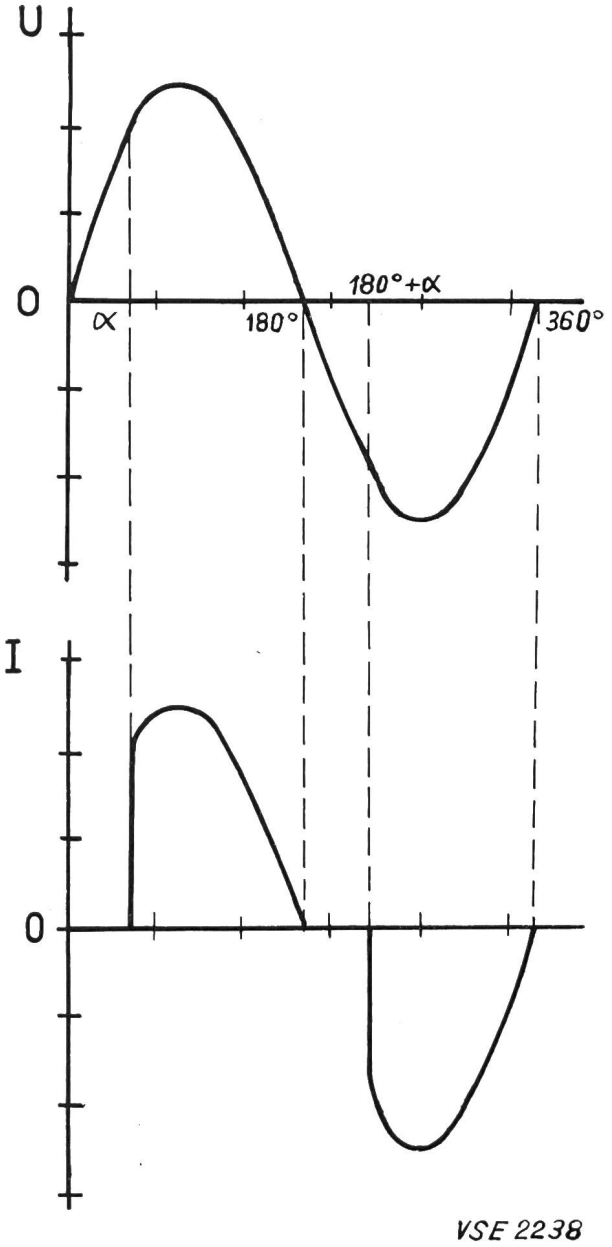


Fig. 1
Régulateur à thyristor avec charge ohmique
U = tension; I = intensité; α = angle d'enclenchement

est bloquée et le reste passe. En modifiant l'angle d'enclenchement, on peut arriver à un réglage continu entre zéro et la pleine charge.

c) *Régleur d'intervalle* (burst-firing)

Le courant est enclenché ou déclenché par paquets de plusieurs ondes complètes (cycles). On peut régler la puissance en faisant varier le nombre de cycles dans les périodes d'enclenchement et de déclenchement. La période d'enclenchement dure normalement 3 à 4 secondes et le régleur ferme le circuit dès que la tension de commande est située entre zéro et 10%.

Applications

L'avantage des semiconducteurs réside dans leur faculté de faire intervenir dans un circuit fermé les diverses conditions physiques, auxquelles un dispositif de réglage est censé réagir sans l'aide d'éléments de coupure électromagnétiques ou thermiques. En tant qu'interrupteur statique, le thyristor se prête à l'enclenchement et au déclenchement de chauffe-eau à accumulation, au réglage par zones du chauffage des locaux et à la limitation de la température ou du courant dans des couplages de protection.

Le réglage du point d'attaque de la phase et le réglage d'intervalle sont utilisés pour faire varier le nombre de tours de moteurs, p. ex. dans les machines à laver, les tumblers, les mixers et les ventilateurs. Ils entrent aussi en considération pour le réglage de registres de chauffage et de plaques chauffantes de cuisinières électriques.

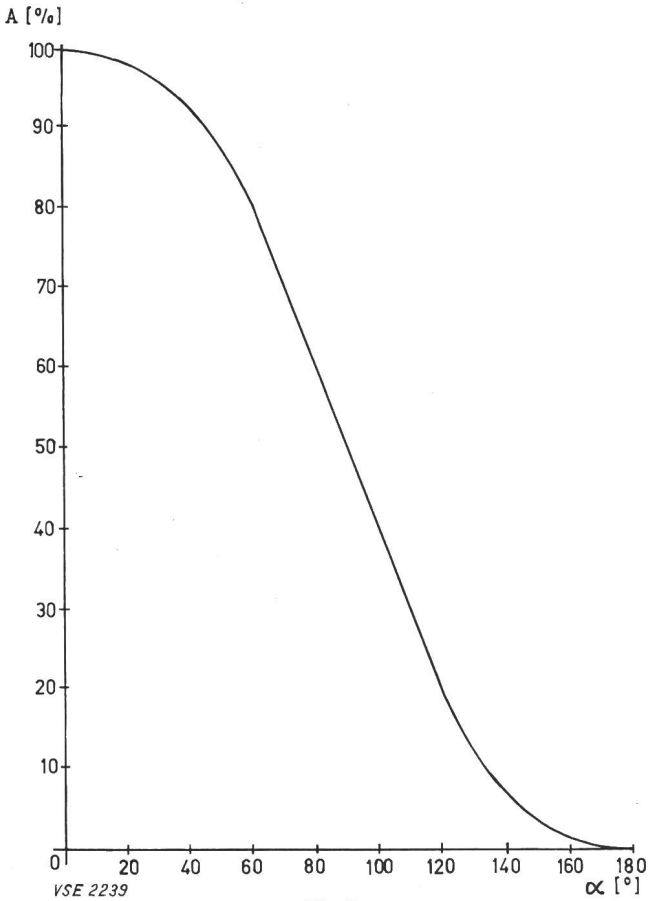


Fig. 2
Variation de l'énergie à la sortie en fonction de l'angle d'enclenchement α (charge ohmique)
A = énergie en % de l'énergie totale; α = angle d'enclenchement

Répercussions sur les réseaux de distribution

Si l'on prend les mesures de sécurité nécessaires, les thyristors utilisés comme interrupteurs statiques et régleurs d'intervalle ne sauraient avoir de répercussions fâcheuses sur le réseau de distribution.

En revanche, le réglage du point d'attaque de la phase est basé sur une distorsion de la courbe du courant, comme le montre la fig. 1. L'angle d'enclenchement α dépend du pourcentage de la puissance de sortie désirée (fig. 2). Les diagrammes illustrent le cas normal, pour lequel, avec une charge ohmique, l'angle d'enclenchement est le même pour les demi-ondes positives et négatives. La courbe de courant ne contient alors que les harmoniques impairs. La fig. 3 montre la quote-part de l'onde fondamentale et des harmoniques supérieurs, c'est-à-dire 3e, 5e, 7e et du 9e en % du courant effectif total de la charge [1]. On voit que des courants élevés d'harmoniques supérieurs, constituant 50% du 3e et 40% du 5e harmonique, peuvent intervenir avec des angles d'enclenchement compris entre 120^0 et 150^0, c.-à.-d. pour de faibles puissances de sortie.

Dans un réseau triphasé à quatre conducteurs à charge symétrique, les harmoniques 3 et 9 n'apparaissent pas côté haute-tension d'un transformateur couplé en triangle/étoile; en revanche, les harmoniques 5 et 7 sont transformés.

Là où plusieurs régulateurs électroniques d'énergie indépendants les uns des autres sont raccordés dans un seul et même réseau de distribution, les angles d'enclenchement choisis vont être différents, de sorte que les harmoniques supérieurs du courant n'atteindront pas le maximum possible. Néanmoins, ces harmoniques supérieurs seront assez grands pour déformer la tension de façon appréciable.

Considérons par exemple un transformateur de 500 kVA sous pleine charge, débitant 250 kW non réglés et 250 kW réglés avec un angle d'enclenchement de 90^0. En admettant la charge uniformément répartie sur les phases d'un réseau de câbles à basse tension, une chute de tension harmonique voisine de 10% sera ressentie par les utilisateurs. Dans la pratique, il est rare que les charges soient toujours régulièrement réparties sur les phases, même sur celles équipées de régleurs d'énergie, de sorte que la distorsion en sera encore aggravée.

Au cas où un pourcentage aussi élevé d'appareils consommateurs de courant réglés se trouve raccordé dans les réseaux secondaires voisins, la teneur en harmoniques du côté haute-tension, due aussi à d'autres sources que les thyristors, en serait grandement accrue.

On a proposé de limiter la teneur admissible en harmoniques supérieurs de la tension effective du réseau à 3...4% pour les réseaux alimentants une variété d'utilisateurs et à 2,0...2,4% les valeurs calculées pour les redresseurs et autres producteurs d'harmoniques supérieurs. Dans ces chiffres serait encore incluse une marge pour les calculs approximatifs, les phénomènes de résonance et autres effets amplificateurs. [2] [3].

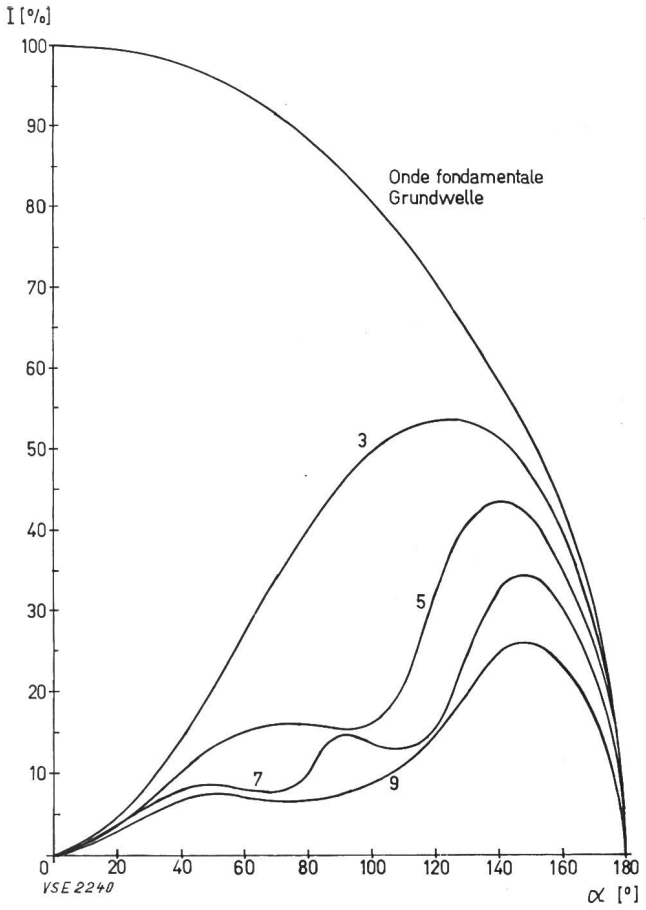


Fig. 3
Intensité des harmoniques supérieures en fonction de l'angle d'enclenchement α
I = harmoniques dans le courant de la charge en % de la charge totale

Il est évident qu'avec une application largement étendue de tels thyristors pour régler une fraction essentielle de la charge appelée, les valeurs-limite ci-dessus seraient dépassées. Une distorsion appréciable de la tension du réseau de distribution nuirait au bon fonctionnement de nombreux appareils, notamment des computers, récepteurs de télévision et des régulateurs d'énergie eux-mêmes. Dans l'intérêt général, il faudrait par conséquent éviter pareille situation. En outre, c'est une entreprise peu méritoire que de couper des charges ohmiques dans chaque demi-onde, au lieu de le faire à intervalles de plusieurs demi-ondes. L'inertie thermique des grosses charges ohmiques, telles que registres de chauffage, fourneaux électriques à accumulation, plaques de chauffe, etc. est si grande, qu'un enclenchement à intervalles de moins de quelques secondes (ou mieux plus longtemps) est sûrement plus avantageux, que ce soit au moyen de régulateurs d'intervalle ou de thermostats classiques.

Conclusions

On admet généralement que le maintien d'une courbe de tension non déformée constitue un postulat important pour une bonne qualité de service de l'alimentation. En Angleterre, les entreprises d'électricité peuvent atteindre ce but par des conventions avec les abonnés. Un moyen suffisant pour arriver au même but consisterait en un accord général entre tous les intéressés à ce problème, en ce sens que le réglage de l'énergie à l'aide de thyristors n'entrerait pas en considération pour les appareils consommateurs de courant pouvant être réglés de façon tout aussi satisfaisante par d'autres moyens.

Le but de ce rapport serait atteint, si une telle convention pouvait être réalisée sur la base de discussions au sein des comités de la CIGRE et de l'UNIPEDE, ou par toute autre voie appropriée.

Mentionnons à ce propos que les installations de télécommande centralisée ont besoin elles aussi d'une tension de réseau la moins déformée possible pour assurer une exploitation irréprochable. La tension à laquelle réagit un récepteur de télécommande varie, selon le système, entre 0,9 et 1,5% de la tension du réseau. Même en tenant compte du fait que dans le mélange d'harmoniques supérieurs ce sont les 3e et 5e harmoniques qui prédominent, les valeurs-limite de 3 à 4% indiquées dans le rapport de Mr. Sheppard [3] nous semblent parfaitement réalistes.

Sur proposition de la commission de la CEE pour l'élaboration de prescriptions de sécurité pour les applications dans les ménages utilisant des appareils électroniques, il a été décidé à la séance plénière de la CEE à Cannes en octobre 1967 d'adresser une requête à la CIGRE et à l'UNIPEDE, pour que soient limités les domaines d'application des régulateurs d'énergie, eu égard aux exigences posées par les entreprises d'électricité en vue d'obtenir une courbe de tension aussi exempte que possible de distorsions.

En Suisse, on utilise déjà depuis un certain temps des régulateurs d'énergie pour appareils de chauffage. Tout récemment sont entrés sur le marché des régulateurs électroniques de lumière pour les installations intérieures, qui trouveront à l'avenir de multiples applications pour les scènes de théâtre, dancings, bars, hôtels, restaurants et aussi dans les chambres ordinaires et à coucher.

La plupart des appareils consommateurs réglés de cette manière sont raccordés à une phase des réseaux à basse tension. Des mesures ont montré que, dans les zones spécifiques d'habitation, les charges sont rarement réparties régulièrement sur les différentes phases. Le 9e harmonique également (450 Hz) peut atteindre ici, le cas échéant, des valeurs assez élevées. Il est donc recommandé instamment aux entreprises d'électricité de s'occuper à temps de ce problème, pour s'assurer contre toute surprise ultérieure éventuelle.

Bibliographie

[1] Westinghouse Brake and Signal Co. Ltd.: «Trinistor single-phase a. c. power regulation», Application Report N° 3, Feb. 1964

[2] Brownsey C. M., and Csuros L.: «Harmonic distortion due to rectifier loads on a. c. supply systems». I.E.E. Conf. Report Ser. 8, 1964, p. 145

[3] H. J. Sheppard, The Electricity Council, London: «The effect on the power system of control devices involving the use of thyristors (Silicon controlled rectifiers).
Report to the «Comité de Distribution de l'UNIPEDE» 27th July 1966.

Adresse de l'auteur:
W. Schmucki, ing. dipl., directeur du Service de l'électricité de la Ville de Lucerne, 6000 Lucerne.

14e Congrès de l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie Electrique (UNIPEDE)

L'électrification rurale au service de l'homme

Rapport du Groupe de Travail de l'Agriculture, de l'Artisanat et du Commerce

631.37

Suite du numéro 4/1968

2.1.5 Influence des entreprises de distribution sur la dispersion des consommateurs

On se rend bien compte que les entreprises de distribution ont peu d'influence sur la densité de la population et le mode de peuplement de leur zone, de même qu'elles n'ont guère de possibilité d'action en ce qui concerne les moyens de communications dans leur zone.

Il est cependant indispensable — ainsi que nous l'avons signalé plus haut — qu'elles collaborent activement avec les autorités responsables de l'aménagement du territoire et des plans d'équipement nationaux et régionaux, en vue d'assurer à leur région le meilleur développement possible. Tout d'abord, la distribution d'énergie doit être considérée comme un des éléments de l'infrastructure économique d'une région. L'extension du réseau de distribution doit donc s'intégrer au plan d'équipement général.

Là ne s'arrête pas, selon nous, le devoir des entreprises de distribution d'électricité: il leur appartient de soutenir et au besoin de susciter les efforts d'«area development» visant à assurer le plein emploi dans leur zone d'activité.

Leurs dirigeants s'y emploieront en coopération étroite avec les pouvoirs publics locaux. Il n'est pas inutile que l'ensemble du personnel — à tous les niveaux — adopte à cet égard une attitude positive et manifeste, pour la croissance économique de la région, un enthousiasme contagieux. L'effet psychologique d'une telle attitude n'est pas négligeable.

Enfin, s'il est nécessaire de tenir compte, dans la conception du réseau, des solutions les plus économiques, il faut ménager, quand la situation le permet, la possibilité d'extensions futures dans de bonnes conditions de coût de réalisation.

2.2 Les problèmes relatifs à la densité de la consommation

La densité de la consommation par km de ligne dépend, bien sûr, en premier lieu de la densité de la population et de la dispersion des habitations, mais elle est cependant influencée de manière décisive par l'attitude des consommateurs eux-mêmes et par les efforts de promotion des distributeurs. Les facteurs principaux qui déterminent le niveau de la consommation sont:

— Le niveau de vie et les habitudes de vie;
— La nature de l'activité économique de la région;
— Le climat;
— La concurrence des autres sources d'énergie.

2.2.1 Niveau de vie et habitudes

Une influence déterminante sur la consommation des abonnés et, par conséquent, sur la densité de la consommation est exercée par le niveau et les modes de vie de la population. Un niveau de vie élevé permet d'acheter un plus grand nombre d'appareils électriques (réfrigérateurs, téléviseurs, machines à laver, etc.).

D'autre part, la façon de vivre, par exemple en ce qui concerne la préparation des repas, l'utilisation des loisirs, etc., influence grandement la consommation d'énergie.

2.2.2 La nature de l'activité économique

2.2.2.1 Agriculture

Le genre de la production agricole est déterminant pour la consommation d'énergie. Les régions de culture intensive sont en général plus grandes consommatrices que celles de culture extensive.

L'industrie laitière et l'élevage donnent lieu aux applications suivantes, qui peuvent représenter dans leur ensemble une grande consommation d'énergie:

— Ventilation des étables;
— Lampes chauffantes ou chauffage du sol pour l'élevage du jeune bétail et de la volaille;
— Appareils pour l'évacuation du fumier;
— Installations de distribution de purin;
— Aérateurs et élévateurs de foin;
— Moulins à fourrage, mélangeurs et cuiseurs de plantes fourragères, etc.;
— Trayeuses électriques;
— Installations frigorifiques pour le lait frais;
— Eau chaude pour le nettoyage des ustensiles de laiterie, etc.

En régions de culture de céréales, l'utilisation de l'énergie électrique est plus réduite car le moteur à combustion interne des tracteurs, moissonneuses-batteuses, etc. exécute sur le champ même la plupart des travaux. L'énergie électrique peut servir au séchage des grains et aux machines auxiliaires.

Dans certaines régions, l'irrigation, l'irradiation de plantes, le chauffage du sol (Witloof) assurent une consommation supplémentaire importante.

Les applications domestiques sont d'un intérêt primordial: l'électrification du ménage permet à la femme de disposer de son temps pour l'exploitation agricole. Les appareils les plus importants sont: les machines à laver, les armoires frigorifiques, les congélateurs, les cuisinières, les chauffe-eau, les machines à laver la vaisselle, etc.

2.2.2.2 Artisanat et commerce

Dans les centres commerciaux ou artisanaux, la densité de consommation augmente fortement. Certaines entreprises peuvent devenir d'importants consommateurs: charcuteries bien électrifiées, boulangeries avec four électrique, restaurants et hôtels, métiers d'arts, etc. A ce domaine se rattache la petite industrie traditionnelle en zone rurale: conserve de fruits et légumes, travail du bois, petite mécanique, etc.

2.2.2.3 Industrialisation

La densité de consommation d'énergie en région rurale peut être très favorablement influencée par une industrialisation plus poussée. Cette industrialisation, outre sa propre consommation, contribue à fixer la population dans la région, en créant de nouvelles possibilités de travail et de revenus. Elle peut même attirer dans la région une population supplémentaire.

Parmi les zones examinées, la partie Est de la zone Willisau, la région flamande et la région de Ravensburg, sont des

exemples de zones rurales bien industrialisées. La zone du Salzkammergut doit en grande partie sa prospérité à son importante fabrique d'électrodes. La région de Seixal est également influencée par la présence de quelques industries et tout récemment par l'établissement d'une aciérie à sa périphérie. L'influence de cette dernière n'a cependant pas encore pu s'exercer sur les chiffres cités. La consommation de l'industrie comporte:

— Dans la zone de Willisau:
  30 % de la totalité de la consommation;
— Dans la zone flamande:
  52,2 % de la totalité de la consommation;
— Dans la zone de Ravensburg:
  41,4 % de la totalité de la consommation;
— Dans la zone de Seixal:
  75,5 % de la totalité de la consommation (sidérurgie non comprise).

2.2.2.4 Tourisme

Le tourisme influence grandement la densité de consommation d'une région: si d'une part, l'hôtellerie est une forte consommatrice d'énergie, la présence d'une population résidentielle supplémentaire en saison, accroît également considérablement la consommation des zones touristiques. Le niveau de vie de la population autochtone bénéficie aussi de l'influence du tourisme: la location de chambres, l'exercice par différents membres de la famille de métiers touristiques ou de commerces secondaires accroissent le pouvoir d'achat de nombreux foyers et par conséquent les possibilités d'équipement en appareils électriques et la consommation d'énergie.

Il faut rappeler à cet égard l'importance croissante des résidences secondaires déjà signalée dans la zone galloise et dans la zone du Neubourg.

Les occupants de ces résidences ont, sur la consommation, une influence non négligeable: ils exigent un certain confort qui est souvent pour les autochtones un exemple et une émulation, ce qui facilite le développement des applications électro-domestiques. Ceci compense généralement les difficultés que peuvent entraîner pour le distributeur ces consommateurs intermittents.

2.2.3 Climat

Le climat exerce une influence certaine sur l'activité agricole et sur le mode de vie de la population. La consommation d'électricité est généralement plus élevée en région froide ou tempérée que dans les régions méridionales, du fait des applications de chauffage, au moins complémentaire. L'agriculture a également besoin de chauffage pour l'élevage du bétail et la conservation des grains et fourrages, ce qui peut conduire à une consommation considérable.

En région sèche et chaude, on trouve l'énergie employée pour l'irrigation et le pompage (irrigation par arrosage). On y trouve aussi davantage d'installations frigorifiques.

En climat humide, on trouve, pour le séchage du foin et des grains, des ventilateurs qui consomment, au moment de la moisson, des quantités élevées d'énergie.

2.2.4 Energie concurrente

L'électricité est loin d'avoir le monopole des applications thermiques. Or celles-ci (cuisinière et chauffe-eau) sont grosses consommatrices. De là, l'importance de ce marché et l'intérêt qu'il y a à s'y implanter rapidement. Là où le gaz de ville et le gaz liquide sont déjà d'usage courant, la cuisinière électrique a de la peine à se répandre. La concurrence du mazout est considérable pour la préparation de l'eau chaude (souvent combinée avec le chauffage central).

Par contre, une augmentation très importante de la densité de consommation est à attendre d'une plus large diffusion du chauffage électrique.

2.2.5 La densité de consommation d'énergie dans les zones étudiées

En examinant la densité de consommation dans les zones considérées des différents pays, il faut tenir compte de ce qui a été dit au chapitre précédent, des facteurs influençant la consommation. On ne saurait expliquer autrement les différences très importantes de densité entre les différentes zones.

Quelques remarques au sujet du tableau IV.

L'industrie consomme:

— Dans la région de Willisau: 54,8 MWh/km²;
— Dans la région flamande: 55,7 MWh/km²;
— Dans la région de Seixal: 231,5 MWh/km².

La consommation en basse tension consiste dans la zone de Seixal en 65,4 % et dans la région de Modène en 30,2 % d'énergie pour l'éclairage (tarif).

Dans la région de Willisau, la part des applications thermiques est d'au moins 75 %. 75,9 % des cuisines sont équipées d'une cuisinière électrique, environ 60 % des ménages possèdent un chauffe-eau électrique. Dans la région de Ravensburg, les pourcentages correspondants sont de 48 % avec cuisinière électrique et environ 18 % avec chauffe-eau.

Dans la zone galloise, les applications thermiques sont fortement représentées d'où la consommation élevée qui y est constatée.

Tableau IV

	MWh/km²	Total MWh/km/MT	MWh BT/km²	MWh BT/km ligne BT	kWh/BT abonné	Total kWh/abonné	MWh BT/transformateur
Zone galloise	25,3	35,8	25,3	—	4335	4335	17,2
Neubourg	22,0	35	13,4	10,4	1107	1839	37,2
Willisau (Ouest z. rurale)	106,3	143,9	97,0	46,2	5624	6147	152,4
Willisau ensemble	222,9	300,9	168,1	73,3	5449	7190	240,7
Ravensburg (z. rurale)	103,4	130,0	71,0	53,0	2430	3515	139,8
Willisau Est (z. industrielle)	388,9	522,8	269,4	105,0	5364	7698	342,5
Zone flamande	106,6	129,3	50,9	17,5	910	1890	79,7
Goisern et Gosau	133,2	140,2	120,5	34,8	1940	2142	242,1
Modène	81,7	118,9	69,0	22,4	1064	1234	108,4
Seixal	283,9	362,4	69,5	48,2	450	1837	147,8
Bruges	1760,1	1268,8	462,9	91,0	1170	4404	315,5
Emmen	1848,9	1043,3	1204,3	208,4	4523	6928	817,7
Ravensburg (ville)	1883,1	1021,3	1220,0	194,0	2075	3196	543,0

2.2.6 Influence de la densité de consommation sur la structure du réseau

La densité de consommation d'énergie influence en premier lieu la puissance à mettre à la disposition des consommateurs individuels. Elle est un facteur décisif de la puissance à installer dans les postes de transformation et des sections de lignes à adopter.

Le tableau V donne les sections de lignes principalement utilisées, ainsi que la puissance installée en postes de transformation, par abonné.

Tableau V

	MT : mm²	BT : mm²	kVA par abonné	MWh/ km MT	MWh BT/ km BT
Galloise	30...60 Cu	16...32 Cu	7,8	35,8	—
Neubourg	12,5...20 Cu	12,5...20 Cu	1,1	35	10,4
Willisau	22...34 Al	22...43 Al	4,3	300,9	73,7
Ravensburg (rurale)	50 Cu	50 Cu	2,0	130,0	53
Flamande (rég.)	95 Al	50 Cu	1,4	129,3	17,5
Goisern	50 Al-Fe	70 Al	1,1	140,2	34,8
Modène	10...50 Cu	25...60 Cu	0,7	119	22,4
Seixal	50 Cu		0,4	177	48,2
Bruges	70 Al	95 Al	2,1	1268,8	91,0
Emmen	25...40 Cu	25...40 Cu	5,0	1043,3	288,4
Ravensburg (ville)	16 Cu	50 Cu	1,4	1021,3	194

La puissance installée en postes de transformation par abonné est élevée, d'une part lorsque la consommation est élevée (Suisse et Angleterre), d'autre part lorsque les consommateurs sont très dispersés et que le nombre d'abonnés par poste est réduit. Dans la zone galloise, ces deux facteurs sont combinés.

2.2.7 Possibilité d'action sur la densité de consommation

Les premiers moyens d'action de l'entreprise sont l'information et la propagande. Celles-ci devront tenir compte:

2.2.7.1 De l'activité économique de la région

L'activité économique peut rarement être influencée directement par les entreprises de distribution. Toutefois, celles-ci peuvent favoriser l'implantation d'industrie et d'artisanat si elles sont à même de fournir l'énergie nécessaire à des prix compétitifs et de garantir la sécurité d'alimentation ce qui est généralement le cas. La consommation industrielle, dans les différentes branches d'activité, peut également faire l'objet, de la part de l'entreprise distributrice, d'une promotion systématique.

2.2.7.2 Du climat

Les données climatiques peuvent être mises à profit par les entreprises de distribution pour accroître la consommation, en encourageant des usages adéquats de l'électricité:

— Dans les régions au climat humide, avec peu de soleil: le séchage du foin et des grains;

— Dans les régions au climat sec: l'irrigation par arrosage;

— Dans les régions au climat froid: le chauffage des locaux ou le chauffage additionnel, etc.

2.2.7.3 Des habitudes et du niveau de vie de la population

C'est par l'information et la propagande que l'entreprise de distribution d'énergie a la possibilité d'influencer le mode de vie de sa clientèle. Les efforts des différentes entreprises se concentrent d'ailleurs dans cette direction: formation de la jeunesse agricole, information des ménagères au sujet des appareils électriques modernes, assistance aux agriculteurs et artisans dans le choix des machines les plus adaptées à leur entreprise, etc. Cette information, cette assistance et cette propagande se traduisent en causeries, projection de films, conseils individuels, aménagement de locaux d'essais pour démonstrations, et même par l'équipement de fermes pilotes ou de villages complètement électrifiés.

2.2.8 Incidence de l'évolution sociale sur la densité de consommation

Le distributeur sera fortement soutenu dans son action par l'évolution sociale actuelle des régions rurales, sous l'influence conjuguée des efforts généralement entrepris par les *pouvoirs publics* au profit des régions rurales et de la *situation économique générale.*

2.2.8.1 Efforts des pouvoirs publics au profit des régions rurales

Les mesures d'encouragement à l'agriculture et d'amélioration de la structure agricole ont une influence bénéfique sur la consommation d'électricité. Rappelons les mesures prises en Allemagne pour favoriser le déplacement des fermes vers le centre des terres cultivées, et le remembrement rural en Allemagne, en France et en Suisse. Les fermes transplantées sont construites pour la plupart selon les conceptions les plus modernes, et sont généralement d'emblée très bien électrifiées.

Dans la zone allemande, les chiffres de la consommation moyenne de telles fermes atteignent 7060 kWh et ceux des fermes qui ne sont pas encore complètement électrifiées 4350 kWh. Dans la zone de Ravensburg, la transplantation des fermes est dans la plupart des cas subventionnée par l'Etat. L'intervention de l'Etat s'exprime également dans l'établissement de plans d'aménagement prévoyant des zones réservées à l'agriculture, à l'habitation et à l'industrie. Le lotissement de grands terrains offre parfois quelques difficultés aux entreprises de distribution d'énergie, lorsque la construction se fait de manière dispersée, alors que l'électrification doit couvrir dès le départ l'ensemble du terrain.

Une réglementation prévoyant le financement intérimaire de ce réseau par l'auteur du lotissement évite des désagréments propres à une telle situation.

La construction de *logements sociaux,* subventionnés par les pouvoirs publics, peut contribuer à l'augmentation de la consommation d'une région. Dans la zone flamande, on a construit dans les dernières années quelque 200 de ces logements. Nous avons retenu l'exemple d'un groupe de 36 maisons unifamiliales, bien équipées en appareils électriques, habitées par des personnes de conditions modestes (employés, ouvriers); la consommation de ces habitants a été sensiblement accrue grâce à l'action concertée de l'entreprise de distribution et des constructeurs de ces maisons.

Ces 36 abonnés consommaient avant leur emménagement

dans ces logements sociaux . . . . . 263 kWh
et dans leur nouvel appartement . . . . 1770 kWh

Enfin, à la suite d'un contact étroit avec le service d'information de l'entreprise de distribution, la consommation s'élevait déjà l'année suivante à . . . . . 2017 kWh

L'*établissement de zones industrielles* peut influencer considérablement l'électrification d'une région. Citons la construction d'une usine de la firme Siemens à Oostkamp (zone flamande). Les raisons invoquées pour justifier la constuction de cette fabrique furent les suivantes: abondance de main-d'œuvre disponible dans la région, existence de l'autoroute Ostende-Bruxelles et bonnes possibilités d'alimentation en énergie.

La consommation d'énergie de toute la région est évidemment influencée de manière décisive par cette nouvelle usine. Grâce à l'introduction d'une industrie importante dans une région rurale, la main-d'œuvre disponible pour l'agriculture s'est raréfiée et il en résulte une nécessité accrue de mécaniser et d'électrifier les exploitations agricoles. (Ceci confirme l'efficacité — déjà signalée précédemment — d'une certaine industrialisation des zones rurales, dans la lutte contre le dépeuplement des campagnes et pour l'augmentation des revenus des populations rurales.)

2.2.8.2 Evolution due à la situation économique générale

Deux points dominent, en ce qui nous concerne, cette situation: l'absorption progressive de la main-d'œuvre par des tâches non agricoles et l'électrification croissante des habitations.

Cette évolution est sensible dans plusieurs des zones analysées.

2.2.8.2.1 Raréfaction de la main-d'œuvre

Quand la main-d'œuvre est abondante, la situation n'est pas propice à une bonne électrification. Il convient dès lors de favoriser l'absorption de la main-d'œuvre excédentaire par une industrialisation partielle de la zone.

Emplois agricoles dans la zone de Ravensburg, par 100 ha:
1954–55:26,9 1959–60: 20,5 1963–64: 16,6.
Emplois agricoles dans la zone de Willisau, par 100 ha:
1939: 31,2 1955: 26,4.
Emplois agricoles dans la zone de Modène, par 100 ha:
1951: 111,7 1961: 62,6.
Seixal: Emplois agricoles par 100 ha:
1950: 37,5 1960: 25.

La raréfaction de la main-d'œuvre agricole entraîne l'électrification des exploitations (trayeuses électriques, cuiseurs de plantes fourragères, installations de séchage par ventilation, etc.).

Dans l'artisanat également, l'énergie électrique accroît, de ce fait, son champ d'application.

2.2.8.2.2 Electrification des tâches ménagères

L'accroissement du niveau de vie entraîne une augmentation de la consommation d'électricité dans les ménages ruraux. Les machines à laver, les armoires frigorifiques, les cuisinières électriques, les chauffe-eau et beaucoup d'appareils de cuisine permettent de faciliter le travail de la ménagère. Les entreprises de distribution apportent, avec raison, toute leur attention à la diffusion de ces appareils de consommation. L'étude de la zone du Neubourg établit la distinction entre les fermes d'une surface cultivée allant jusqu'à 20 ha, et les fermes de surface cultivée plus étendue.

Les exploitations agricoles jusqu'à 20 ha ont un rendement de travail moindre, et moins de possibilité d'acquérir les appareils électriques cités. On trouve cependant dans les fermes de ce genre les appareils domestiques ordinaires, tels que machines à laver, radios, téléviseurs, fers à repasser, armoires frigorifiques et petits appareils. L'achat de ces appareils a souvent été fait à tempérament. Dans les exploitations d'une surface cultivée supérieure à 20 ha, les gens mènent une vie plus dynamique et jouissent de meilleures conditions de revenu. Dans de telles exploitations, la femme dirige de la maison, et elle joue de plus en plus un rôle commercial. Pour qu'elle puisse dégager le temps nécessaire à cette gestion, elle doit rationaliser les travaux ménagers ce qui entraîne l'achat des appareils cités plus haut.

2.2.9 Exigences commerciales et sociales

C'est un lieu commun de redire que l'électricité se trouve souvent en concurrence avec d'autres formes d'énergie. Pour pouvoir faire face à cette concurrence, il ne suffit pas de souligner, par une information objective, les avantages de l'énergie électrique, tels que la propreté, le confort, la sécurité, etc.: il faut pouvoir garantir un service soigné d'entretien et de réparation (dépannages, surtout pour les appareils domestiques complexes). Il convient donc d'agir éventuellement dans ce sens auprès du commerce spécialisé.

Enfin, il importe de ne pas perdre de vue les exigences de continuité du service, de stabilité de la tension et de disponibilité de puissance, sans lesquelles toute promotion est vouée à l'échec. Ces exigences ne sont pas moins fortes en zone rurale évoluée que dans les villes et les faubourgs; le problème est, certes, de pouvoir les satisfaire d'une façon économique. En effet, une augmentation de la consommation ne constitue une contribution positive au développement de l'économie électrique, que si la différence entre recettes additionnelles et frais additionnels de l'énergie peut couvrir à échéance raisonnable les charges annuelles des investissements supplémentaires.

2.3 Les problèmes relatifs à la simultanéité de la consommation (pointes de charge)

2.3.1 Généralités

La mise en service simultanée, à certaines heures, de multiples appareils d'utilisation provoque des pointes de charge dans les réseaux, par exemple: les pointes provoquées par les cuisinières électriques. Dans les parties de réseaux isolées (réseaux locaux, postes de transformation pour fermes isolées, etc.), les pointes de charge peuvent être causées par les appareils les plus divers, par exemple des aéro-engrangeurs de fourrage, des installations de séchage par ventilation, de distribution de purin, machines à laver, etc.

La mise en service simultanée de divers appareils électriques est partiellement fonction des habitudes de vie, mais elle est également tributaire de facteurs d'ordre climatique ou économique. La pointe causée par la cuisine est une conséquence des habitudes de vie. De recherches suisses, il résulte que les pointes occasionnées par la cuisson des aliments sont moins prononcées en région rurale qu'en régions urbaine ou suburbaine, où les heures des repas sont beaucoup plus fixes par suite des heures fixes de travail dans l'industrie et les entreprises commerciales.

D'autre part, les pointes de charge de réseaux ruraux, occasionnées par les installations de séchage ou de distribution de purin, etc. ont pour cause des raisons climatiques ou économiques. Le fanage et la moisson dans une région se

font en général partout en même temps, pour des raisons d'ordre climatique. De ce fait, toutes les installations de séchage sont en action en même temps et occasionnent des charges de pointe. Dans les régions d'industrie laitière, la fertilisation des prés se fait également en même temps, par exemple après le fanage.

Il va de soi que l'utilisation des réseaux sera d'autant plus favorable qu'il y aura plus d'appareils différents et que les diverses sections du réseau seront bien équipées en appareils.

2.3.2 Durée d'utilisation de la puissance installée en transformateurs

On a relevé ci-dessous la durée d'utilisation de la puissance installée des transformateurs. On peut la considérer d'une certaine façon comme une mesure de la simultanéité de la consommation. La meilleure expression de l'utilisation est évidemment le rapport entre la consommation totale et la puissance maximale simultanément appelée sur le réseau. Faute de disposer de cet élément pour les zones étudiées, on se contente ici de l'approximation obtenue en exprimant l'utilisation de la puissance installée en transformateurs de distribution:

	kWh/kVA BT
Zone galloise	—
Neubourg	988
Zone flamande	1065
Seixal	1114
Ravenburg (zone rurale)	1263
Ravensburg (ville)	1283
Emmen	1312
Willisau (Est)	1383
Willisau (total)	1420
Modène (N.-E.)	1449
Willisau (Ouest)	1498
Bruges (ville)	1518
Goisern-Gosau	1824

La durée d'utilisation est influencée par des facteurs très différents, qu'il est difficile d'isoler.

L'exemple de la zone galloise prouve qu'un peuplement très faible et très dispersé, nécessitant la distribution d'énergie en moyenne tension au moyen de petits transformateurs quasi individuels, entraîne une durée d'utilisation très réduite *de la puissance installée en transformateurs de distribution;* le foisonnement des consommations individuelles est, en effet, pratiquement nul.

Ce désavantage disparaît au niveau des transformateurs principaux alimentant la distribution; à ce stade, la diversité observée sur un tel réseau est même souvent supérieure à celle que procure une population groupée aux horaires très réguliers. L'existence d'une réserve de puissance en transformateurs de distribution peut d'ailleurs être bénéfique, dans le cas d'un développement rapide de la charge. Ce foisonnement est évidemment le plus considérable dans les villes (utilisation de la puissance installée en transformateurs 1312 à 1518 h). *Mais dans les zones rurales à grande consommation par abonné, la durée d'utilisation peut atteindre celle de régions urbaines.* En Suisse: zone agricole, industrie non comprise: 1498 h, avec industrie 1701 h; en comparaison: Bruges: 1518 h, industrie non comprise, avec industrie: 2080 h.

Cette constatation s'explique par un plus grand foisonnement de la consommation individuelle, due à la diversité des horaires et même des consommations saisonnières.

2.3.3 Durée d'utilisation et puissance maximale demandée

Les études allemandes et suisses ont examiné de plus près le problème de la durée d'utilisation et de la puissance maximale appelée par les exploitations agricoles. Les résultats de ces études sont très semblables.

De petits villages très bien équipés en appareils électriques, dans les régions rurales peuvent arriver à une utilisation à peu près égale, ou même supérieure, à celle des régions urbaines ou bien industrialisées:

Allemagne:

— Villages très bien équipés en appareils:
  Durée d'utilisation de la pointe de charge aux postes de transformation: 2200...2400 h;
— Villages équipés normalement:
  Durée d'utilisation de la pointe de charge aux postes de transformation: 1800 h;
— Quartiers résidentiels des villes:
  Durée d'utilisation de la pointe de charge aux postes de transformation: 1400...1800 h.

La durée d'utilisation de la puissance demandée, ainsi que la consommation d'énergie par abonné rural ne dépendent pas seulement de l'importance *de l'exploitation agricole* mais surtout de l'emploi plus ou moins répandu de l'énergie électrique à des fins diverses.

Les recherches allemandes se basent sur 66 exploitations agricoles, celles de la Suisse sur 69 exploitations agricoles.

Il en résulte que la durée d'utilisation augmente:

— Avec l'accroissement de la consommation par consommateur;
— Avec l'augmentation de la puissance installée (diversité des appareils de consommation);
— Avec la multiplication des applications thermiques;
— Avec l'accroissement des puissances demandées.

Durée moyenne d'utilisation de la puissance demandée par abonné individuel en heures par an:

	Allemagne	Suisse
Pour une puissance installée:		
Inférieure à 20 kW	500	613
De 20 à 40 kW	650	653
Supérieure à 40 kW	820	988
Pour une consommation par abonné:		
Inférieure à 5000 kWh	410	447
De 5000 à 10 000 kWh	720	522
Supérieure à 10 000 kWh	980	962
Pour une puissance maximale demandée:		
Inférieure à 10 kW	640	632
De 10 à 15 kW	700	681
Supérieure à 15 kW	780	870
Dans le cas d'applications thermiques:		
Cuisine électrique, sans chauffe-eau	510	702
Cuisine électrique et chauffe-eau	830	927

Il faut remarquer que ces chiffres représentent des valeurs moyennes, mais qu'ils se réfèrent à des exploitations individuelles. La durée d'utilisation de la puissance de pointe appelée par poste de transformation est évidemment plus favorable, par suite du foisonnement des consommations individuelles.

2.3.4 Influence de la simultanéité sur l'alimentation en énergie

Une très grande simultanéité de la consommation d'énergie provoque, dans le réseau, des pointes pour lesquelles le réseau doit être dimensionné. Cela se manifeste par une puis-

sance installée plus élevée en transformateurs et par des sections accrues des lignes de distribution. Ces deux facteurs sont évidemment défavorables à la rentabilité des installations. L'entreprise de distribution a donc intérêt, dans la mesure du possible, à favoriser l'accroissement de la durée d'utilisation.

2.3.5 Influence de l'entreprise de distribution sur la durée d'utilisation

Les recherches allemandes et suisses, dont nous venons de parler, montrent par quel moyen on peut arriver à une meilleure utilisation des installations électriques: c'est la promotion d'une électrification aussi étendue que possible et diversifiée surtout par la multiplication des applications thermiques et des usages de nuit. Pour la consommation domestique de nuit, les chauffe-eau, et éventuellement le chauffage à accumulation, sont à recommander. Pour les exploitations agricoles, on peut raccorder en outre au compteur de nuit, les cuiseurs et appareils pour la préparation des aliments du bétail, les chauffe-eau pour les besoins en eau chaude de l'exploitation, les broyeurs, etc., à fonctionnement automatique.

D'autres moyens sont encore à la disposition des entreprises de distribution pour prolonger la durée d'utilisation:

— Le blocage temporaire d'appareils de consommation au moyen d'interrupteurs horaires ou de dispositifs de télécommande à fréquence audible;

— Des mesures tarifaires particulières.

Le blocage temporaire d'appareils est un moyen peu sympathique, puisqu'il restreint la liberté de la consommation. De plus, il a pour effet de réduire la pointe de charge des grands réseaux, mais pas toujours les pointes individuelles des particuliers et des réseaux locaux.

Les mesures tarifaires appropriées consistent généralement soit à mesurer la puissance demandée ou à calibrer le fusible du branchement et à facturer l'énergie suivant une formule binôme (puissance et kWh), soit à prévoir une tarification multi-horaire (plus favorable aux heures de moindre charge dites «heures creuses»). Ces mesures tarifaires réduisent les pointes individuelles des consommateurs mais elles n'ont pas une influence aussi certaine sur la pointe absolue du réseau, car elles ne diminuent pas nécessairement la pointe concomitante.

Une combinaison des deux mesures, quand elle est possible, donne le résultat optimal. Le Groupe de Travail estime toutefois que cette question doit être abordée avant tout d'une manière positive; il est d'avis que le rôle du distributeur — dans l'intérêt même de la distribution — est de promouvoir énergiquement toutes les applications, sans restreindre nécessairement la liberté de consommation de abonnés.

La diversité obtenue par la multiplicité des applications de toute genre ne conduit-elle pas, en définitive — si l'entreprise de distribution est réellement prête à mener une politique dynamique et efficace de promotion dans tous les domaines — à une utilisation aussi favorable que celle qui résulterait des pratiques restrictives décrites ci-dessus? Et n'atteint-on pas de cette matière un niveau de consommation nettement plus élevé?

Certes, un blocage horaire n'est pas à rejeter a priori, s'il n'est pas gênant pour l'abonné et ne présente pas de difficulté technique pour le constructeur d'appareils. De même, une tarification d'heures creuses, appliquée dans les mêmes conditions, peut s'avérer utile. Mais le Groupe de Travail pense que l'application de ces mesures ne dispense pas les distributeurs d'un effort de promotion générale de la consommation.

Suite dans la prochain numéro

Construction d'usines

La centrale nucléaire de Lucens a été mise en service

La première centrale nucléaire de notre pays, en voie de réalisation à Lucens, sera achevée et mise en service définitif dans un proche avenir. Son réacteur, d'une puissance thermique d'environ 25 MW, est de conception suisse; il est modéré à l'eau lourde et refroidi par gaz. La Société nationale pour l'encouragement de la technique atomique industrielle (SNA), qui est en l'occurrence le maître de l'œuvre, a été fondée en 1961 par trois sociétés suisses, à savoir l'Energie nucléaire S. A., la Suisatom S. A. et la Therm-Atom S. A.

Les travaux commencés en 1962 à Lucens se sont concentrés, durant l'année écoulée, sur l'achèvement du montage et l'exécution des essais de physique nucléaire. A la mi-octobre 1967, le réacteur a divergé pour la deuxième fois, et sa puissance thermique a été maintenue à quelques kilowatts au cours d'une série d'essais d'irradiation.

Pour la première fois dans la nuit du 24 au 25 janvier 1968, la puissance thermique du réacteur a été portée à 9 MW_{th}, atteignant ainsi à peu près le tiers de la puissance nominale. Aucune date ne peut toutefois être fixée à ce jour quant au démarrage de l'exploitation en puissance proprement dite de l'installation. Après sa mise en service définitive, la centrale nucléaire expérimentale de Lucens sera remise à la Société chargée de l'exploitation définitive, l'Energie de l'Ouest Suisse (EOS). Le contrat élaboré à cet effet a d'ailleurs déjà été approuvé par les autorités administratives compétentes de la SNA et de l'EOS. Revelons, pour conclure, que le financement relatif à l'exploitation de la centrale de Lucens a pu être en pratique assuré pour une période de deux ans. SNA

Communications des organes de l'UCS

Distinction académique

Le professeur Dr *Fritz Schwarz,* directeur de l'institut de médecine légale de l'Université de Zurich, membre de la commission des médecins de l'UCS pour l'étude des accidents dus au courant fort, vient d'être nommé, à l'occasion de son 70e anniversaire, membre honoraire de la Société allemande pour la médecine légale et sociale. L'UCS à son tour félicite le prof. Schwarz de cette flatteuse distinction. AE

Communications de nature économique

Production et distribution d'énergie électrique par les entreprises suisses d'électricité livrant de l'énergie à des tiers

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie énergétique et l'Union des Centrales Suisses d'électricité

La présente statistique concerne uniquement les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers. Elle ne comprend donc pas la part de l'énergie produite par les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducteurs) qui est consommée directement par ces entreprises.

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		Variations mensuelles – vidange + remplissage			
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68		1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68
	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	1863	1976	10	15	67	67	172	266	2112	2324	+10,0	5901	5918	– 109	– 344	366	486
Novembre . . .	1767	1818	62	117	64	67	254	432	2147	2434	+13,4	5245	5281	– 656	– 637	265	462
Décembre . . .	1782	1801	152	165	80	50	256	487	2270	2503	+10,3	4491	4326	– 754	– 955	308	476
Janvier	1886		124		74		262		2346			3511		– 980		370	
Février	1818		77		76		216		2187			2503		–1008		406	
Mars.	1945		58		92		101		2196			1735		– 768		346	
Avril.	2149		2		83		56		2290			898		– 837		507	
Mai	2253		1		66		54		2374			1460		+ 562		603	
Juin	2515		1		70		41		2627			2716		+1256		792	
Juillet	2813		1		100		26		2940			5225		+2509		1071	
Août.	2894		2		95		23		3014			6209		+ 984		1151	
Septembre . . .	2402		1		71		70		2544			6262[4]		+ 53		729	
Année	26087		491		938		1531		29047							6914	
Oct. ... déc. . .	5412	5595	224	297	211	184	682	1185	6529	7261	+11,2			–1519	–1936	939	1424

Mois	Répartition des fournitures dans le pays												Fournitures dans le pays y compris les pertes				
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie en général		Electro-chimie, -métallurgie et -thermie		Chaudières électriques[1]		Chemins de fer		Pertes et énergie de pompage[2]		sans les chaudières et le pompage		Différence % [3]	avec les chaudières et le pompage	
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68		1966/67	1967/68
	en millions de kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	863	889	349	389	242	269	3	4	93	98	196	189	1720	1823	+ 6,0	1746	1838
Novembre . . .	924	944	366	406	289	312	3	3	108	111	192	196	1877	1962	+ 4,5	1882	1972
Décembre . . .	956	1028	364	388	295	292	5	2	139	121	203 (3)	196 (4)	1954	2021	+ 3,4	1962	2027
Janvier	972		384		298		6		122		194		1967			1976	
Février	861		347		282		5		103		183		1773			1781	
Mars.	895		362		294		7		106		186		1839			1850	
Avril.	834		360		312		8		98		171		1772			1783	
Mai	804		358		244		23		93		249		1689			1771	
Juin	799		364		227		38		105		302		1690			1835	
Juillet	753		335		235		42		103		401		1622			1869	
Août.	793		342		232		51		118		327		1689			1863	
Septembre . . .	840		366		258		29		105		217		1753			1815	
Année	10294		4297		3208		220		1293		2821 (568)		21345			22133	
Oct. ... déc. . .	2743	2861	1079	1183	826	873	11	9	340	330	591 (28)	581 (22)	5551	5806	+ 4,6	5590	5837

[1]) D'une puissance de 250 kW et plus et doublées d'une chaudière à combustible.
[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]) Capacité des réservoirs à fin septembre 1967: 6560 millions de kWh.

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie énergétique

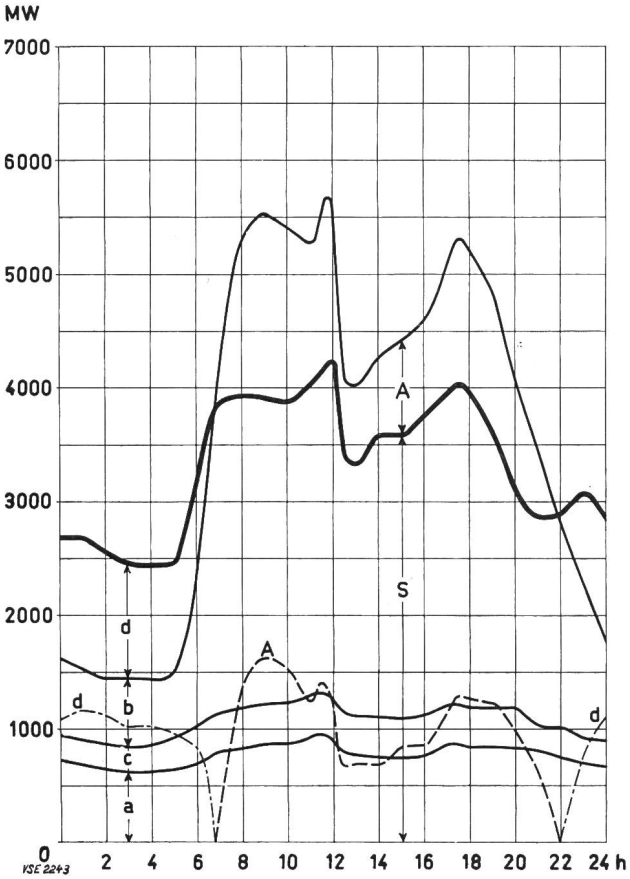
Les chiffres ci-dessous concernent à la fois les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers et les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducteurs).

Mois	Production et importation d'énergie									Accumulation d'énergie				Exportation d'énergie		Consommation totale du pays	
	Production hydraulique		Production thermique		Energie importée		Total production et importation		Différence par rapport à l'année précédente	Energie emmagasinée dans les bassins d'accumulation à la fin du mois		Variations mensuelles – vidange + remplissage					
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68		1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68
	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	2185	2290	41	47	172	266	2398	2603	+ 8,5	6291	6310	– 115	– 353	417	552	1981	2051
Novembre . . .	1986	2039	98	152	254	432	2338	2623	+12,2	5600	5635	– 691	– 675	284	519	2054	2104
Décembre . . .	1989	1999	185	199	256	487	2430	2685	+10,5	4792	4614	– 808	–1021	328	520	2102	2165
Janvier	2073		158		262		2493			3751		–1041		392		2101	
Février	1997		107		216		2320			2677		–1074		428		1892	
Mars.	2170		88		101		2359			1855		– 822		376		1983	
Avril.	2408		31		56		2495			947		– 908		582		1913	
Mai	2630		22		54		2706			1547		+ 600		700		2006	
Juin	2935		27		41		3003			2902		+1355		895		2108	
Juillet	3268		24		26		3318			5581		+2679		1179		2139	
Août.	3322		20		24		3366			6607		+1026		1258		2108	
Septembre . . .	2767		22		70		2859			6663[2]		+ 56		808		2051	
Année	29730		823		1532		32085							7647		24438	
Oct. ... déc. . .	6160	6328	324	398	682	1185	7166	7911	+10,4			–1614	–2049	1029	1591	6137	6320

Mois	Répartition de la consommation totale du pays														Consommation du pays sans les chaudières et le pompage		Différence par rapport à l'année précédente
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie en général		Electro-chimie, -métallurgie et -thermie		Chaudières électriques[1]		Chemins de fer		Pertes		Energie de pompage				
	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	1966/67	1967/68	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre	880	906	395	425	345	359	5	5	140	145	193	199	23	12	1953	2034	+ 4,1
Novembre . . .	941	960	418	444	329	330	4	4	148	149	211	210	3	7	2047	2093	+ 2,2
Décembre . . .	974	1047	415	421	319	310	6	3	162	166	222	214	4	4	2092	2158	+ 3,2
Janvier	992		421		308		6		157		213		4		2091		
Février	878		381		285		6		138		200		4		1882		
Mars.	915		398		306		7		149		203		5		1971		
Avril.	850		397		325		9		138		190		4		1900		
Mai	818		390		359		28		139		212		60		1918		
Juin	814		402		375		43		146		219		109		1956		
Juillet	769		366		376		51		147		220		210		1878		
Août.	810		369		366		64		145		229		125		1919		
Septembre . . .	856		399		372		37		146		207		34		1980		
Année	10497		4751		4065		266		1755		2519		585		23587		
Oct. ... déc. . .	2795	2913	1228	1290	993	999	15	12	450	460	626	623	30	23	6092	6285	+ 3,2

[1]) D'une puissance de 250 kW et plus et doublées d'une chaudière à combustible.
[2]) Capacité des réservoirs à fin septembre 1967: 6950 millions de kWh.

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse



1. **Puissance disponible le mercredi 20 décembre 1967**

	MW
Usines au fil de l'eau, moyenne des apports naturels	750
Usines à accumulation saisonnière, 95 % de la puissance maximum possible	5830
Usines thermiques, puissance installée	520
Excédent d'importation au moment de la pointe	—
Total de la puissance disponible	7100

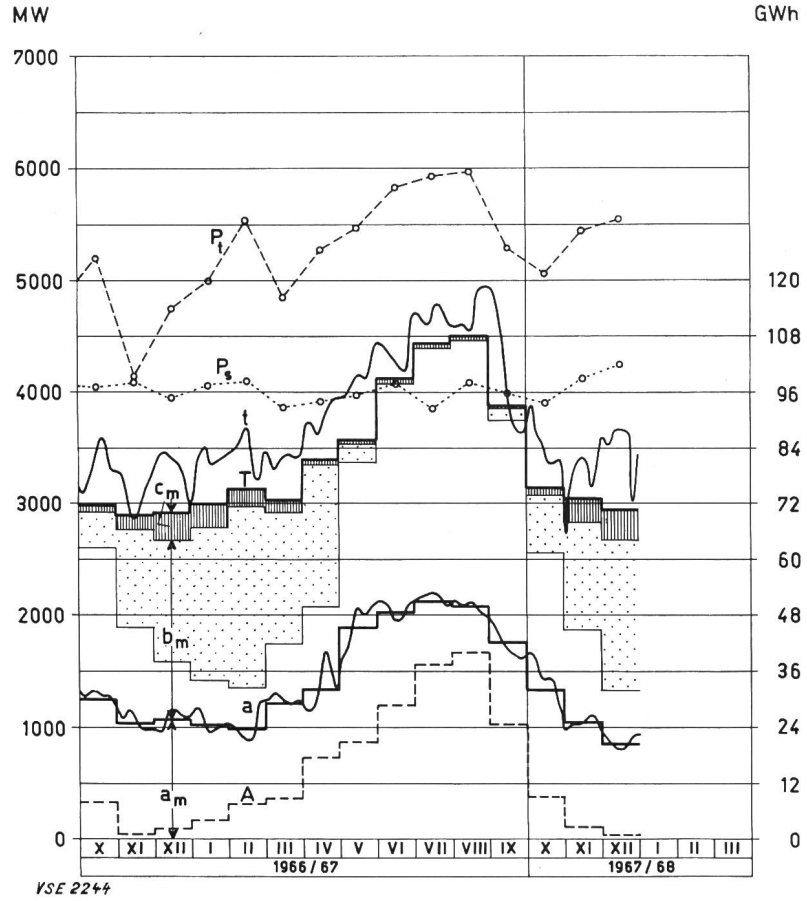
2. **Puissances maxima effectives du mercredi 20 décembre 1967**

Fourniture totale	5550
Consommation du pays	4250
Excédent d'exportation	1620

3. **Diagramme de charge du mercredi 20 décembre 1967** (voir figure ci-contre)
   - a Usines au fil de l'eau (y compris usines à accumulation journalière et hebdomadaire)
   - b Usines à accumulation saisonnière
   - c Usines thermiques
   - d Excédent d'importation
   - S + A Fourniture totale
   - S Consommation du pays
   - A Excédent d'exportation

4. **Production et consommation**

	Mercredi 20 déc.	Samedi 23 déc.	Dimanche 24 déc.
	GWh (millions de kWh)		
Usines au fil de l'eau	**18,3**	**21,2**	**27,3**
Usines à accumulation	**61,7**	**30,0**	**9,1**
Usines thermiques	**8,0**	**5,9**	**4,6**
Excédent d'importation	**—**	**5,8**	**7,4**
Fourniture totale	**88,0**	**62,9**	**48,4**
Consommation du pays	**80,8**	**62,9**	**48,4**
Excédent d'exportation	**7,2**	**—**	**—**



1. **Production des mercredis**
   - a Usines au fil de l'eau
   - t Production totale et excédent d'importation

2. **Moyenne journalière de la production mensuelle**
   - a_m Usines au fil de l'eau
   - b_m Usines à accumulation, partie pointillée provenant d'accumulation saisonnière
   - c_m Production des usines thermiques
   - d_m Excédent d'importation (aucun)

3. **Moyenne journalière de la consommation mensuelle**
   - T Fourniture totale
   - A Excédent d'exportation
   - T—A Consommation du pays

4. **Puissances maxima le troisième mercredi de chaque mois**
   - P_s Consommation du pays
   - P_t Charge totale

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Bahnhofplatz 3, Zurich 1; adresse postale: Case postale 8023 Zurich; téléphone (051) 27 51 91; compte de chèques postaux 80 - 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.