Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 52 (1961)

Heft: 4

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

Les statistiques dans l'exploitation des entreprises d'électricité

Rapport sur la 22e assemblée de discussion de l'UCS, du 5 mai 1960 à Lausanne et du 3 novembre 1960 à Zurich

31 : 621.311

Les statistiques dans l'exploitation
Présentation et interprétation

par *Ch. Morel*, Feldmeilen

L'auteur définit tout d'abord le terme de «statistiques» et précise quel est leur but. Il traite ensuite des diverses phases de l'étude statistique: la collecte des données (établissement des questionnaires, échantillonnage, modes de représentation des résultats et étude des distributions), l'analyse des données (moyennes, dispersion) et l'interprétation des données (extrapolation, prévisions).

Der Verfasser definiert einleitend den Begriff «Statistik» und umschreibt den Zweck der Statistik. In den folgenden Kapiteln werden die Stufen der statistischen Arbeit besprochen: das Sammeln der Daten (Ausarbeitung von Fragebogen, Stichproben, Arten der Darstellung und Studium der Verteilungen), die Auswertung der Daten (Mittelwerte, Streuung) und die Auslegung des Ergebnisses (Extrapolation, Prognosen).

1. Introduction

Très tôt déjà dans l'histoire de l'humanité se manifeste le besoin de consigner, en les ordonnant, des faits courants: parmi les plus anciens témoignages de cette activité figurent certainement les tablettes d'argile découvertes à Sumer, contenant des notices sur les mouvements de denrées de l'intendance royale, donc déjà des statistiques au sens commun du mot. Ce besoin ne s'est plus tu et, avec le temps, la statistique est devenue une science qui use de méthodes mathématiques propres.

Aujourd'hui chacun presque dresse des statistiques, aligne des chiffres, des données, les groupe en tableaux, fait de beaux graphiques souvent bariolés, mais ces renseignements sont-ils toujours exhaustifs, sont-ils présentés de façon à pouvoir en tirer le maximum d'information? Cette question et d'autres encore font l'objet du présent exposé. Celui qui voudra pénétrer plus avant dans cette matière plus vivante, voire même plus captivante qu'on ne l'admet généralement, trouvera ce qu'il cherche dans les nombreux manuels qui ont paru jusqu'à ce jour.

Les études statistiques ont pour but, soit de récapituler le passé afin d'en tirer des conclusions pour le présent ou des prévisions pour l'avenir – c'est là le domaine des statistiques ordinaires –, soit de découvrir des relations entre différents phénomènes, ce qui ressort de la statistique mathématique. La statistique n'est donc pas un but en elle-même; c'est un instrument de travail, un instrument même très puissant . . . pour qui sait le manier. Monjallon la définit de la façon suivante: «La statistique est la science qui a pour objet la collecte, l'analyse et l'interprétation des ensembles d'observations relatives à un même phénomène et susceptibles d'être caractérisées par un nombre». Cette définition précise la tâche du statisticien: collecter, analyser, interpréter.

La première phase, la *collecte*, est surtout descriptive; elle a pour but de préparer le travail proprement dit du statisticien en coordonant les renseignements recueillis. Les documents se rapportant à la question que l'on veut étudier sont tout d'abord dépouillés pour en extraire les données numériques. Celles-ci doivent être soumises à une critique intelligente et perspicace. On éliminera celles qui ne sont pas dignes de foi, corrigera au besoin celles qui sont manifestement fausses et suppléera éventuellement à certaines lacunes par des estimations convenables. Les résultats seront alors groupés dans un tableau appelé une «statistique» et, au besoin, représentés sous forme d'un graphique.

La seconde phase, *l'analyse*, relève de méthodes scientifiques déterminées. Elle commence par la mise en ordre logique des nombres recueillis. Suit la réduction des données dont le résultat appelle une première comparaison avec les données théoriques obtenues à l'aide du calcul des probabilités. L'application des tests permet alors de vérifier l'hypothèse formulée et de tenter une explication des observations recueuillies.

La trosième et dernière phase, *l'interprétation*, consiste à tirer les conclusions du travail d'analyse. Elle s'étend du simple contrôle à la prévision. Les conclusions comportent toujours une part d'incertitude, mais le calcul permet de préciser le degré de cette incertitude. Les décisions qu'on pourra être amené à prendre au vu des conclusions n'auront rien d'arbitraire ou de fantaisiste.

2. La collecte des données

L'exactitude est ici de rigueur. Les données à grouper en séries statistiques doivent être homogènes. Seules des grandeurs *comparables* seront alignées, et elles seront exprimées en *mêmes unités*. Dans les études de corrélation, les séries à mettre en regard

doivent présenter certaines relations fonctionnelles, sinon il peut facilement en résulter un non-sens.

Lorsque certains chiffres font défaut, on peut procéder à des estimations pour y suppléer. Toutefois ces estimations sont dangereuses, car elles risquent de fausser le jeu naturel du hasard, surtout lorsqu'on travaille avec des échantillons. Il est préfèrable de déterminer après coup les points manquants par interpolation.

Quant aux échantillons, il y a différentes manières de les prélever: l'échantillonnage simple ou au hasard, l'échantillonnage dirigé ou stratifié, etc. Ce qui importe, c'est d'éviter un choix raisonné des élements de l'échantillon qui introduirait dans le calcul des erreurs systématiques difficiles ou même impossibles à chiffrer. L'échantillon doit être suffisamment large, pour garantir le jeu des lois de la probabilité.

Si une enquête est nécessaire pour obtenir les données recherchées, les questionnaires seront aussi simples que possible; ils éviteront toute question suggestive ou ambiguë. On fera p. ex. remplir le questionnaire par différentes personnes, pour s'assurer qu'il en est bien ainsi. Le mode de dépouillement prévu, manuel ou mécanographique, déterminera la forme à donner au questionnaire.

Le groupement des résultats sera clair, logique et devra permettre des *contrôles* et des *recoupements*. Il tiendra compte de la suite des calculs à exécuter.

La représentation graphique des résultats exige un soin tout particulier. Très rares sont les cas où les données recueillies peuvent se traduire directement par une courbe de forme déterminée. La plupart du temps on aura des points singuliers, des moyennes ou des sommes partielles, correspondant chacun à un intervalle de l'axe des abscisses (par exemple années, mois, jours). Il faudra alors bien réfléchir à quels points de ces intervalles les ordonnées doivent être attribuées, au début, au milieu ou à la fin. Pour les consommations annuelles ou pour des moyennes mensuelles par exemple, le point correspondant à chaque année ou à chaque mois sera logiquement attribué au milieu de l'intervalle, mais pour la puissance installée à la fin de chaque année, le point correspondant se situera au-dessus de la fin de l'intervalle. Le nombre et la largeur des intervalles jouent également un rôle. Pour les séries chronologiques, l'intervalle sera 1 an, 1 mois, 1 jour. Plus les intervalles seront réduits et plus exactement le phénomène observé sera rendu, mais le gain d'exactitude sera compensé par une perte d'information sur le caractère général du phénomène, son allure, sa tendance.

Quant au mode de représentation, on peut distinguer trois types principaux: la courbe continue, le polygone et l'histogramme. La plupart du temps les points obtenus ne fourniront pas une ligne continue, mais un polygone ou ligne brisée qui, dans bien des cas, suffira en première approximation. Mais si le graphique doit être suggestif, il faudra soit le polir pour en faire une courbe continue, soit le transformer en histogramme ou courbe en escaliers. La courbe continue servira de préférence à la présentation de phénomènes d'allure continue ou quasi-continue: par exemple la charge d'un réseau ou le débit d'un cours d'eau. L'histogramme par contre, sera utilisé chaque fois qu'il s'agit de données valables pour tout l'intervalle prévu en abcisse, par exemple la consommation annuelle, ou mensuelle, le débit mensuel moyen d'un cours d'eau, bref toute donnée qui implique une intégration même partielle. Pour le polissage d'une courbe, on peut se servir du procédé dit de la moyenne mobile

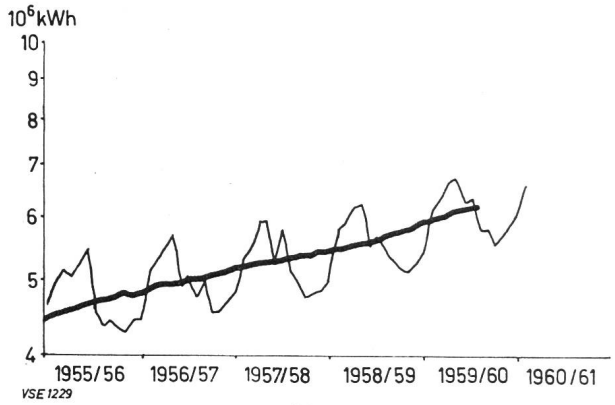


Fig. 1

Exemple d'une moyenne mobile

Consommation d'énergie dans les ménages, l'artisanat et l'agriculture; période 12 mois; échelle logarithmique

qui présente l'avantage de faire disparaître les variations fortuites et de dégager mieux le trend. Ce procédé est en tout cas préférable au tiré d'une ligne à main levée. Il est cependant impropre lorsqu'en ne dispose que de quelques points. Une autre méthode susceptible de rendre service dans l'exploitation est celle des valeurs cumulées. Pour chacun des phénomènes à étudier, on cumule les valeurs journalières ou mensuelles à partir du début de l'année. Les sommes ainsi obtenues peuvent être comparées aux valeurs correspondantes de l'année précédente. Cette méthode permet également d'atténuer les variations fortuites.

En dehors de ces représentations «classiques» il existe d'autres modes de figuration des résultats d'une statistique: les graphiques polaires, qui sont généralement difficiles à lire, les diagrammes en barres, les diagrammes circulaires, les diagrammes à colonnes ou à barres horizontales et finalement les diagrammes d'information, où la grandeur ou le nombre des objets représentés est une mesure du chiffre à exprimer. La représentation en perspective ne devrait être appliquée que lors trois dimensions sont en jeu. On peut la remplacer par une représentation topographique (courbes de niveau par exemple pour la charge).

Le choix des échelles exige également quelque réflexion. Nous avons l'habitude de nous servir de l'échelle arithmétique. Il est recommandable de faire commencer l'échelle verticale (ordonnée) à zéro, afin de prévenir des erreurs d'interprétation. La juxtaposition de plusieurs échelles différentes rend difficile la lecture du graphique. S'il faut absolument faire figurer plusieurs courbes sur le même graphique on peut recourir à des valeurs relatives, par exemple du pour-cent. Elle est simple et facile à comprendre. Mais pour certaines séries statistiques l'échelle arithmétique ne permet pas de se faire une idée correcte et complète du phénomène étudié. Une loi bien connue et vérifiée dans la plupart des pays moins fortement électrifiés que le nôtre, est celle du doublement de la consommation en 10 ans (chez nous la période est actuellement de 12 à 15 ans). Pour que cette loi apparaisse clairement, il faut passer à l'échelle logarithmique en ordonnées; alors la courbe de consommation, de branche de parabole à l'échelle arithmétique, devient une droite dont la pente

est une mesure de l'intervalle de temps dans lequel le doublement s'opère. L'échelle logarithmique se prête ainsi à la représentation de séries qui s'étendent sur plusieurs puissances de dix, par exemple de un à un million. Elle a cependant ses particularités. Les courbes de charge par exemple perdent leur aspect habituel, mais on peut mieux comparer des courbes dont les pointes diffèrent même de plusieurs puissances de dix, car les proportions subsistent: au rapport 1 : 2 correspond toujours la même longueur, que l'une des valeurs soit 1 kW au 1 million de kW.

Lorsqu'on étudie des distributions statistiques, en particulier la distribution gaussienne ou normale, on se sert avantageusement de l'échelle des probabilités qui transforme la cloche de Gauss en un dos d'âne et la courbe en S des fréquences cumulées en une droite. Cette représentation permet aussi de décomposer en ses éléments une population inhomogène ou hétéroclite.

La représentation de certains phénomènes en suite chronologique ne donne pas toujours tous les renseignements désirés. C'est par exemple le cas pour la charge et les débits. Il faut alors recourir aux courbes monotones. Dans celles-ci les ordonnées ne se suivent plus par ordre chronologique mais par ordre décroissant de leur longueur. Une telle courbe permet de dire pendant quelle fraction de l'intervalle total considéré une valeur choisie a été atteinte ou dépassée. Les courbes monotones des débits sont utilisées pour établir les projets d'aménagement hydro-électriques et celles des charges pour le planisme des installations de production et de distribution.

3. Analyse des données

Les méthodes scientifiques d'analyse font l'objet de nombreuses publications et sont exposées en détail dans les manuels classiques. Nous ne relèverons ici que quelques points particuliers qui nous semblent utiles pour la pratique.

Pour définir une série statistique, on se sert de paramètres dont le plus courant est la moyenne. Celle-ci est une grandeur bien connue et pourtant elle est souvent une pierre d'achoppement pour qui s'en sert. On connaît différentes sortes de moyennes: les moyennes de position telles que la médiane et le mode et les moyennes proprement dites: moyenne arithmétique (naturelle ou pondérée), moyenne géométrique, moyenne harmonique. La moyenne arithmétique, la plus fréquente, est égale à la somme des valeurs individuelles divisée par le nombre de ces valeurs. C'est un nombre fictif, représentatif de l'ensemble des valeurs considérées, mais qui ne caractérise que partiellement la population en cause. Un exemple: Les deux séries de cinq nombres 48, 49, 50, 51, 52 et 5, 30, 55, 70, 90 ont la même somme et la même moyenne (50), mais on voit immédiatement que ces deux populations n'ont outre la même moyenne, aucune affinité; la première se groupe étroitement autour de la moyenne tandis que la seconde en diverge fortement. La moyenne ne suffit donc pas, il faut encore définir la répartition des valeurs autour d'elle. Cette répartition s'appelle la distribution, caractérisée par sa forme (gaussienne, log-gaussienne, binomiale, de Poisson etc.) et son écart-type (dispersion). Nous avons déjà rendu antérieurement attentif au danger qu'il y a à se baser uniquement sur les moyennes pour juger par exemple de l'effet d'un changement de tarifs. L'«abonné moyen» n'existe pas, pas plus que l'«homme moyen». Chaque abonné a ses particularités dont il faut tenir compte si le tarif doit satisfaire à la longue et le distributeur et le consommateur.

Un second point est celui de l'homogénéité. On peut, par exemple, considérer toutes les consommations individuelles des ménages, en calculer la moyenne et l'écart-type, mais on trouvera des chiffres qui ne disent absolument rien, parce que la population en cause n'est pas homogène. Il y a, en première analyse, des ménages qui n'ont que la lumière, d'autres la lumière et la cuisine, d'autres encore la lumière et un chauffe-eau. Si l'on étudie la distribution des fréquences (nombre d'abonnés consommant par exemple 0 à 10, 10 à 20, etc. kWh/an) on obtitent une courbe à 3 sommets, l'un aux environs de 150 kWh, un second vers 1200 kWh et un troisième entre 2 et 3000 kWh. On a donc affaire à 3 populations distinctes au moins qui se superposent et que l'analyse graphique à l'aide de l'échelle des probabilités permettra d'isoler, chacune étant alors figurée par une courbe gaussienne bien définie.

4. Interprétation des données

La troisième phase du travail du statisticien, l'interprétation des données, est la plus délicate. Elle exige non seulement une connaissance approfondie de la matière faisant l'objet de la statistique, mais aussi des notions solides des méthodes statistiques utilisées. Le cas peut-être le plus intéressant est celui des prévisions, toujours entachées d'incertitude. Comment se servir par exemple d'une série chronologique pour prévoir l'évolution future de cette série? Une méthode fréquemment appliquée est celle de l'extrapolation. Elle suppose naturellement une connaissance aussi exacte que possible de la loi qui régit le phénomène considéré. Plus on s'écarte de l'extrémité de la courbe connue, plus le résultat de cette opération devient sujet à caution.

Une autre méthode consiste à rechercher le trend, la tendance, en essayant de dégager la série statistique en cause de toutes les influences systématiques connues, par exemple pour la consommation d'énergie, de l'influence des conditions météorologiques, des variations saisonières naturelles, du nombre de jours ouvrables par mois, etc. A cet effet, on se sert avantageusement, en première approximation, de la méthode des moyennes mobiles.

Une autre méthode encore se sert du calcul des probabilités. Les bases sont fournies par les séries chronologiques antérieures et l'application des lois de la probabilité permet de chiffrer le degré d'incertitude des prévisions.

Il faut mentionner également la méthode de la queue de cheval qui part d'une série chronologique donnée et consiste à reporter, à partir de l'origine, non seulement la courbe correspondant à cette série, mais toutes les fractions de courbe comprises entre chacun des points singuliers et le dernier point de la courbe. Le faisceau ainsi obtenu, qui devient de moins en moins touffu vers la droite (la queue de cheval), donne une bonne approximation du trend.

---

[1]) Bull. SEV t. 45(1954), nº 16, p. 667...677 et nº 17, p. 710...714.

[2]) Bull. SEV t. 38(1947), nº 6, p. 141...149 et t. 39(1948), nº 6, p. 161...174.

Une application marginale de la statistique est l'analyse de marché. Celle-ci est de plus en plus pratiquée pour étudier les tendances des différents marchés (ménages, artisanat, industrie, etc.) en vue d'établir des pronostics plus différenciés.

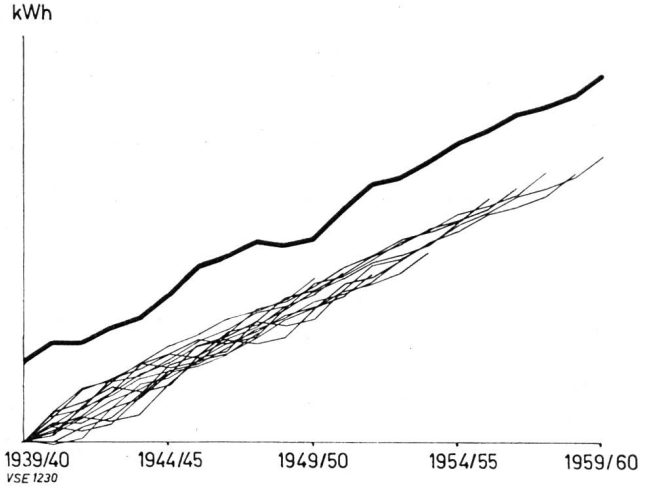


Fig. 2

Exemple d'application de la méthode de la queue de cheval

Courbe en trait fort: courbe primaire (consommation dans le pays sans les chaudières et le pompage; échelle logarithmique)

5. Conclusions

Avant de terminer, je tiens encore à signaler les services que peuvent rendre les méthodes statistiques dans l'exploitation et la gestion des entreprises. A ce sujet je rappellerai quelques études récentes qui méritent d'être mieux connues. Ce sont, par exemple, pour l'analyse de la charge et de la consommation, les études de Schiller en Grande Bretagne, de Puromäki en Finlande, de Strauch et Ott en Allemagne, d'Herbatschek en Autriche; pour la conduite de l'exploitation des centrales thermiques, l'étude d'Emery en Grande Bretagne, pour la gestion des réservoirs les études de Holmström en Suède et de Wöhr en Allemagne, pour les questions d'hydraulicité les études de Tonini en Italie et pour le développement de la consommation domestique les recherches de Van der Maas aux Pays-Bas.

Bibliographie

Athen, H.: Einführung in die Statistik. Paderborn: Schöning 1955.

Daeves, K. et *A. Beckel:* Grosszahl-Methodik und Häufigkeitsanalyse. Weinheim: Chemie 1958.

Dumas, R.: L'entreprise et la statistique. Paris: Dunod 1954.

Fisher, R.-A.: Les méthodes statistiques adaptées à la recherche scientifique. Paris: Presses Universitaires de France 1947.

Fueter, R.: Das mathematische Werkzeug des Chemikers, Biologen, Statistikers und Soziologen. Zürich: Orell Füssli 1947.

Klezl-Norberg, F.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik. Vienne: tischen Statistik. Berlin: Springer 1958.

Klezl-Norberg, F.: Allgemeine Methodenlehre der Statistik. Vienne Springer 1946.

Linder, A.: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Bâle: Birkhäuser 1957.

Mackenroth, G.: Methodenlehre der Statistik. Göttingen: Vandenhoeck und Rupprecht 1949.

Monjallon, A.: Introduction à la méthode statistique. Paris: Vuibert 1954.

Schorer, H.: Statistik. Grundlegung und Einführung in die statistische Methode. Berne: Francke 1946.

Schwarz, A.: Über den Umgang mit Zahlen (Einführung in die Statistik). Munich: Oldenbourg 1952.

Van der Waerden, B. L.: Mathematische Statistik. Berlin: Springer 1957.

Vessereau ,A.: Méthodes statistiques en Biologie et en Agronomie. Paris: Baillière 1948.

Winkler, M.: Grundriss der Statistik (t. I: Theoretische Statistik). Vienne: Manz 1947.

Adresse de l'auteur:

Ch. Morel, ing. dipl. EPF, Teienstrasse, Feldmeilen ZH.

Statistiques dans une entreprise régionale de production et de transport d'énergie électrique

par *E. Seylaz,* Lausanne

L'auteur rappelle tout d'abord le rôle de l'EOS dans le cadre de l'économie électrique de Suisse Romande et les particularités de l'activité de cette entreprise. Les deux premiers paragraphes traitent des statistiques relatives au remplissage et à la vidange des bassins d'accumulation. L'auteur parle ensuite des statistiques permettant de coordonner au mieux l'exploitation des usines à accumulation et au fil de l'eau, ainsi que des statistiques de consommation d'énergie. Pour terminer, il donne des indications détaillées sur les statistiques concernant les transports d'énergie — en particulier les pertes de transport — ainsi que les incidents affectant les lignes de transport.

Der Autor weist einleitend auf die Aufgaben der EOS im Rahmen der westschweizerischen Elektrizitätswirtschaft sowie auf die besonderen Merkmale der Tätigkeit dieser Unternehmung hin. Gegenstand der zwei ersten Abschnitte sind die Statistiken über die Füllung und Entleerung der Speicher. Der Verfasser erwähnt hernach die Statistiken, die eine optimale Zusammenarbeit zwischen Lauf- und Speicherwerken gewährleisten sollen sowie die Statistiken über die Energieverwendung. Abschliessend werden die Statistiken betr. die Energieübertragung (besonders auch über die Übertragungsverluste) sowie über die Störungen auf den Übertragungsleitungen eingehend besprochen.

Préambule

Afin de préciser le cadre de cet exposé, il est utile de rappeler tout d'abord le rôle de la *S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS)* à l'échelle de l'économie romande, suisse et internationale.

Cette société, dont l'ensemble des principales entreprises romandes d'électricité sont actionnaires, a pour but de produire ou d'acheter de l'énergie électrique, qu'elle vend aux entreprises précitées, et d'en assumer le transport au moyen d'un réseau à haute tension, auquel sont raccordés les centres de consommation importants ainsi que les centrales existantes, ceci en vue de mettre à la disposition des uns et des autres les quantités d'énergie propres à couvrir leurs besoins actuels et futurs.

L'EOS participe à la construction d'usines nouvelles ou en provoque leur aménagement, afin d'être en mesure d'assurer la couverture de l'accroissement des besoins d'énergie de la Suisse Romande. Elle cherche, en outre, à faciliter l'utilisation des excédents d'éner-

gie provenant de ses propres usines ou de celles de ses actionnaires. Enfin la société peut s'intéresser directement ou indirectement à toutes entreprises poursuivant un but analogue.

Le programme ci-dessus permet d'apprécier l'étendue très vaste de l'activité de l'EOS, rendue très particulière aussi par le rôle de tampon qu'elle est appelée à remplir entre la production et la consommation.

Si la gestion d'une société de cette catégorie et l'exploitation rationnelle des ouvrages dont elle dispose exigent des études économiques, techniques et statistiques approfondies, nous n'en aborderons ici qu'une partie, le cadre de cet exposé ne pouvant être élargi au-delà de limites bien déterminées.

Prévisions de remplissage des bassins d'accumulation

L'EOS disposant, en particulier, d'aménagements de production d'énergie électrique accumulée, il importe de suivre très attentivement, d'une part, le remplissage estival des lacs artificiels (fig. 1), tous situés en Valais, d'en évaluer l'allure et l'importance et, d'autre part, de contrôler rigoureusement l'utilisation de cette énergie au cours de la saison d'hiver en l'adaptant à la consommation du moment, tout en évitant qu'elle ne s'écarte pas trop de la courbe-type de vidange adoptée, de manière à disposer en tout temps de la puissance indispensable à la couverture des besoins du réseau et aux engagements de fourniture convenus avec les preneurs d'énergie.

L'établissement des *prévisions de remplissage des bassins d'accumulation* est sujet à de nombreux facteurs plus ou moins instables. Si la connaissance de l'*enneigement* (fig. 2) des bassins versants constitue une indication utile, elle est nettement insuffisante. D'une part, cet enneignement peut varier très fortement d'un endroit à l'autre des bassins considérés et il est exclu d'en prévoir un contrôle systématique et satisfaisant; d'autre part, la qualité de la neige ou sa densité joue un rôle important quant à l'abondance des apports d'eau consécutifs à la fonte. Rappelons également que l'état d'enneigement des hautes vallées

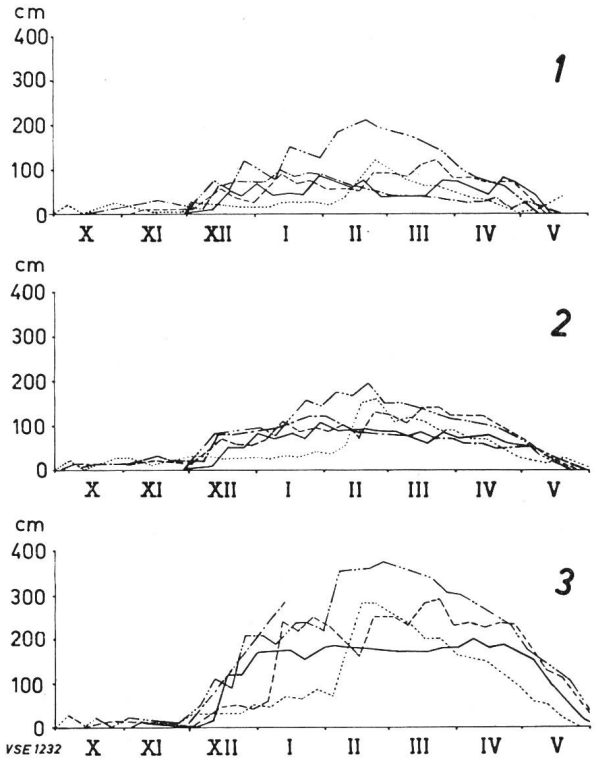


Fig. 2

Statistique de l'enneigement. Années 1954 à 1959

Enneigement mesuré aux barrages de Dixence, Cleuson et Salanfe. Malgré l'altitude plus faible, l'enneigement est nettement plus important dans la région de Salanfe, où d'ailleurs la hauteur annuelle des précipitations est plus du triple de celle de Dixence/Cleuson

1 Dixence, 2170 m
2 Cleuson, 2112 m
3 Salanfe, 1886 m

1954/55
1955/56
1956/57
1957/58
1958/59

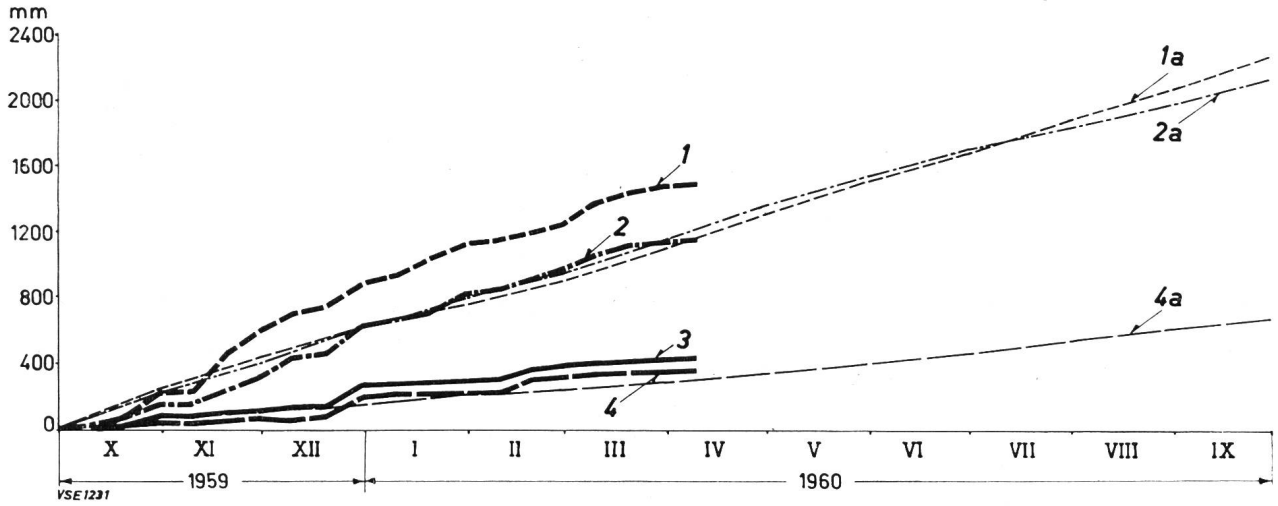


Fig. 1

Statistique des précipitations. Année 1959/60

Hauteur des précipitations (cumulées) au barrage de la Dixence, à Hérémence, au Grand St-Bernard et au St-Gothard. A noter les différences importantes des hauteurs moyennes des précipitations

1 Au St-Gothard
2 Au Grand St-Bernard
3 Au barrage de la Dixence
4 A Hérémence

1 a, *2 a*, *4 a* } Moyennes mensuelles de 40 ans

alpestres peut être modifié profondément par l'établissement d'un régime prolongé de fœhn.

Le remplissage des lacs est assuré également en partie par la *fonte des glaciers*. Or, à un hiver au cours duquel s'est constitué un enneigement satisfaisant peut succéder un été présentant des conditions atmosphériques déplorables, durant lequel non seulement la fonte des neiges sera incomplète, mais encore celle des glaciers pratiquement inexistante, d'où un remplissage déficient, contrairement aux prévisions que l'on pouvait établir à son début. Le phénomène inverse peut aussi se présenter. C'était le cas l'an dernier: enneigement faible suivi d'une période très chaude et prolongée, qui provoqua une fonte bienvenue des glaciers dans cette région des Alpes.

C'est pourquoi, tenant compte de l'instabilité des divers facteurs intervenant dans la statistique de remplissage des lacs (fig. 1 et 2), il est prudent de freiner jusqu'en août les prélèvements d'énergie accumulée, de manière à assurer un remplissage intégral, quitte à soutirer en septembre des quantités d'eau plus importantes que prévues, afin d'éviter un déversement au début de la période d'hiver.

Utilisation de l'énergie

Quant à la *vidange des lacs*, elle est conditionnée par la baisse graduelle de la production des usines au fil de l'eau, qui s'accentue de plus en plus au cours de l'hiver pour disparaître à nouveau en fin de saison; cette baisse doit être compensée par la production des usines à accumulation.

L'EOS a établi une *courbe-type de vidange des lacs* (fig. 3), basée sur une évolution normale de la situation atmosphérique et hydrologique au cours de l'hiver, c'est-à-dire également sur une tendance moyenne de la consommation. Cette courbe résulte donc de renseignements statistiques en année moyenne.

L'expérience démontre toutefois qu'il s'agit d'être très prudent sur l'application d'un tel système statistique car il peut conduire à des résultats très fâcheux du point de vue économique.

Par ailleurs, en vue de coordonner au mieux la marche des usines à accumulation et celle des usines au fil de l'eau, il est indispensable de suivre de très près l'évolution de leurs charges respectives et de celles

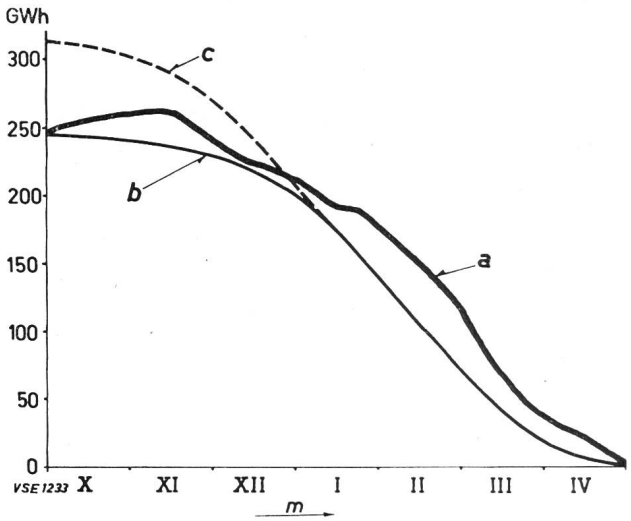


Fig. 3

Statistique de l'utilisation de l'énergie accumulée. Année 1954/55

Compensation de l'insuffisance du remplissage des bassins d'accumulation par très forte réduction des prélèvements d'énergie accumulée, en octobre et novembre

a Courbe de l'utilisation effective
b Courbe-type pour accumulation effective
c Courbe-type pour lacs remplis, y compris apports GD
m Mois

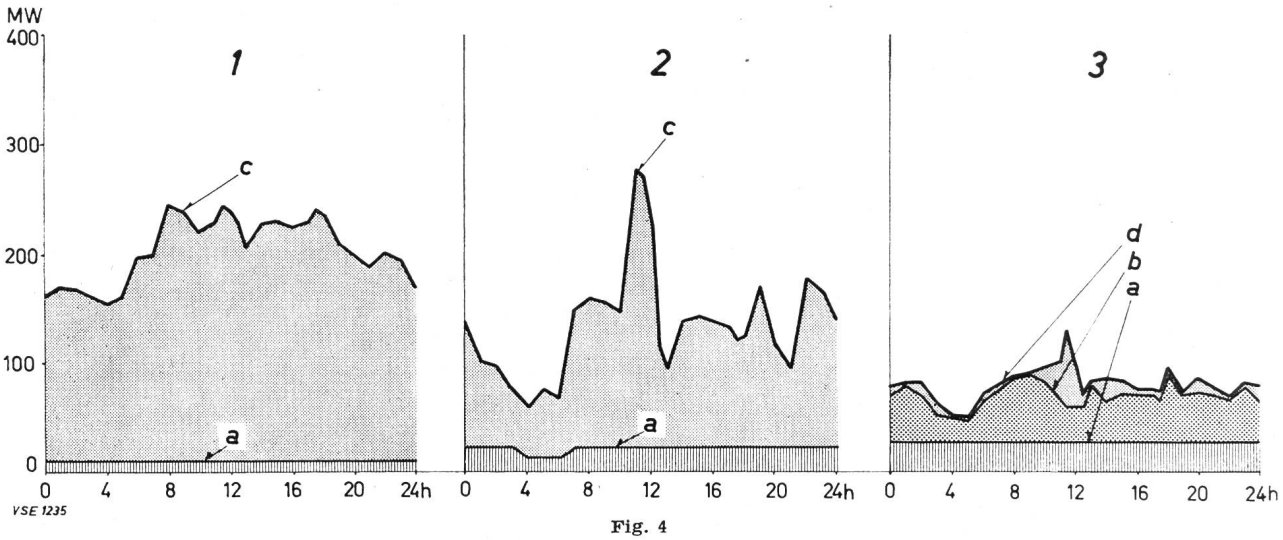


Fig. 4

Charges horaires du réseau de l'EOS à différentes périodes de l'année 1958

1 *Plein hiver* (15 janvier): Forte production permanente des usines à accumulation. Faibles risques de pertes d'énergie au fil de l'eau en cas de précipitations abondantes
2 *Entre-saisons* (12 mars): Forte production de jour, et surtout aux heures de pointe, des usines à accumulation. De nuit, risques de pertes d'énergie au fil de l'eau en cas de précipitations abondantes
3 *Plein été* (8 juillet): Faible production des usines à accumulation. Utilisation totale de l'énergie produite au fil de l'eau rendue difficile par les possibilités restreintes de stockage et d'éclusée de ces usines et par la souplesse très réduite des moyens de consommation
a Usines EOS au fil de l'eau
b Excédents d'énergie dans les usines d'actionnaires de l'EOS
c Usines EOS à accumulation + achats
d Usines EOS à accumulation

de la consommation. En effet, en plein hiver et par temps froid, une période de mauvais temps ne risque pas d'entraîner de grandes modifications des régimes de ces usines. Par contre, entre saisons, il y aura lieu de prévoir des mesures en vue d'éviter des pertes appréciables d'énergie au fil de l'eau malgré l'élimination de la production des usines à accumulation (fig. 4). On envisage d'établir une statistique des pertes d'énergie en fonction des conditions météorologiques et hydrologiques existant avant et pendant l'évolution précitée et pour différentes périodes de l'année.

L'obtention de ces renseignements permettra très probablement d'éviter en partie des pertes d'énergie, parfois peu importantes mais toujours sensibles.

Quant aux statistiques de la *production, des achats et des ventes d'énergie*, elles s'apparentent à celles établies par l'Office fédérale de l'économie électrique, dont les résultats sont publiés régulièrement dans le Bulletin de l'ASE, ou par d'autres installations à l'échelon international. Il est donc inutile d'y revenir ici. Mentionnons simplement qu'elles sont établies provisoirement quotidiennement. Un bilan journalier est dressé, qui permet un contrôle permanent de l'ensemble des mouvements d'énergie (fig. 5).

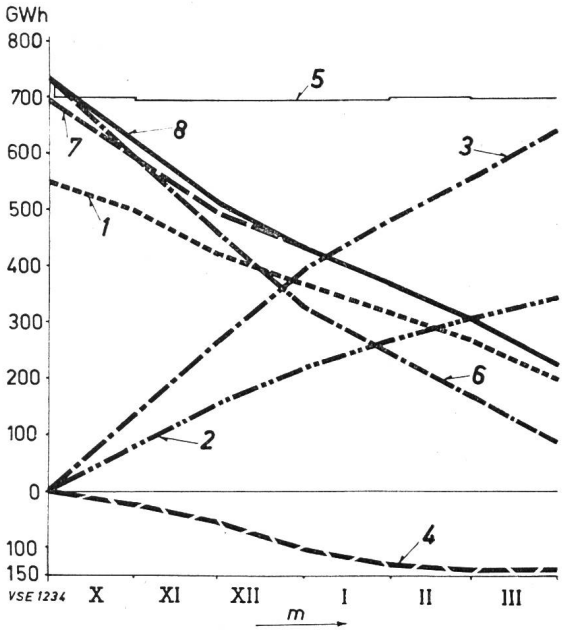


Fig. 5

Evolution des divers éléments constitutifs du mouvement d'énergie. Hiver 1959/60

La constitution d'un stock d'eau accumulée (excédents) en fin d'hiver a été réalisée en vue de compenser le déficit prévu du bilan d'énergie de l'hiver 1960/61

1 Energie accumulée
2 Production
3 Production + achats + restitutions
4 Excédents
5 Engagements totaux
6 Engagements restants
7 Disponibilités
8 Disponibilités + achats fixés
m Mois

Evolution de la consommation et des moyens de production

Une entreprise régionale telle que l'EOS doit, de par son mandat, établir des *prévisions d'approvisionnement à longue échéance*. L'allure de l'accroissement de la consommation d'énergie de la Suisse Romande est sensiblement identique à celle évaluée pour la Suisse entière et publiée récemment dans le Bulletin. C'est conscient de cette évolution, que le Conseil d'administration de l'EOS a décidé d'aménager les ouvrages de la Grande Dixence qui, en phase finale, soit dès 1964, pourront fournir à l'EOS 840 GWh d'énergie d'hiver sur un total de 1400 GWh.

Moyens de transport d'énergie et incidents d'exploitation

Passons maintenant aux statistiques *d'usines et de postes* ainsi que des *moyens de transport*. En ce qui concerne les premières, les éléments sont insuffisants pour donner une image statistique assez nette se rapportant aux incidents de machines ou d'appareils.

Quant aux secondes, elles présentent déjà plus d'intérêt. L'évaluation et le contrôle des *pertes d'énergie* dans certains éléments du réseau ont conduit l'EOS à envisager des transports à 220 kV. L'une des artères les plus chargées, la ligne *Valais-Romanel*, sera soulagée dès l'hiver prochain par la mise en service d'une ligne à 220 kV, au grand avantage de la réduction des pertes de transport. D'autres mesures, telle que la marche en boucle des réseaux romands, suisses et étrangers, ont permis de réduire sensiblement les pertes en lignes par une meilleure utilisation de ces dernières.

Parallèlement à l'extension du réseau, étaient réalisées des études et recherches très complètes relatives aux possibilités de réduire les *coûts d'établissement des lignes*. Les statistiques indiquaient un accroissement persistant du coût de premier établissement, accroissement dû, en particulier, à la hausse générale du coût des matériaux et de la main-d'œuvre, ainsi que des indemnités versées pour droits de passage, servitudes, etc. Grâce au développement de la technique des constructions, à la vérification pratique de certaines hypothèses, à l'amélioration de la qualité du matériel, etc., une réduction sensible du coût des lignes a pu être réalisée par l'EOS au cours de ces dernières années, ainsi que le démontre le graphique de la fig. 6.

Une statistique également intéressante est celle des *incidents des lignes de transport*. Ces derniers ont des origines très diverses. Les uns, fugitifs, n'affectant qu'une phase, n'entraînent en général pas de répercussion fâcheuse autre que celle du déclenchement de la ligne, qui peut être remise en service aussitôt. En outre, grâce à la protection sélective qui permet un déclenchement ultra-rapide de l'artère en cause, les dommages sont très limités. Les incidents permanents sont plus graves, mais aussi beaucoup moins fréquents. Ils sont dus, par exemple, à une défaillance des appareils de coupure ou de mesure branchés aux extrémités de la ligne, à la chute d'un arbre sur les conducteurs (les bûcherons manifestent un respect très limité pour nos moyens de transport), à la détérioration de la ligne par une avalanche, etc.

Les incidents provoqués par les *décharges atmosphériques* sont pour la plupart fugitifs. Pour le réseau de l'EOS, on avait constaté que leur fréquence était assez importante. Or, toutes les lignes du réseau à 125 et 220 kV étaient équipées de câbles protecteurs, mis à la terre à chaque support, il fallait en déduire que les chutes de tension provoquées par l'écoulement à la

terre du courant de foudre atteignaient des valeurs suffisantes pour entraîner le contournement des chaînes d'isolateurs supportant les conducteurs. Un con-

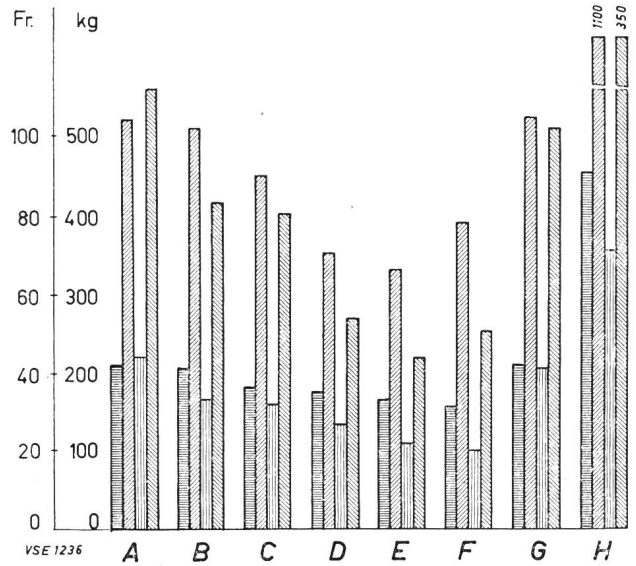


Fig. 6

Comparaison des prix de revient spécifiques de différentes lignes à 2 ternes à 220 kV construites au cours de ces dernières années

A — B — C — D — E — F Lignes construites par l'EOS
G — H Lignes construites par des tiers

- Coût de construction par km en 1000 fr.
- Coût de construction par km et MW en fr.
- Poids des pylônes par km en 10^3 kg
- Poids des pylônes par km et MW en kg

trôle de l'ensemble des prises de terre des pylônes du réseau fut donc exécuté. Il révéla une insuffisance très nette de la qualité de la majorité de ces prises, instal-

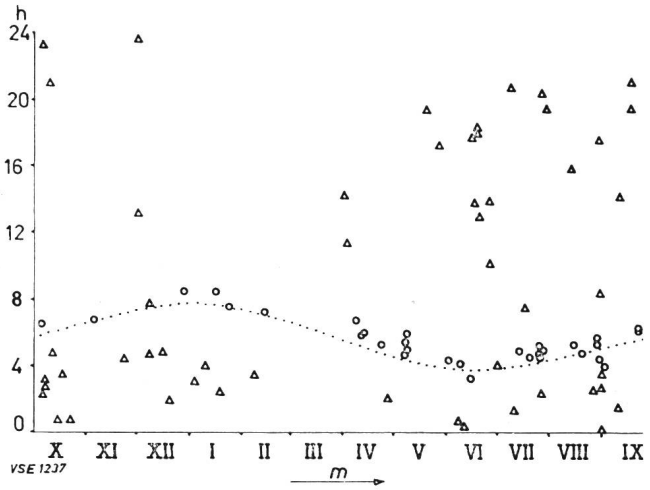


Fig. 7

Statistique des perturbations de lignes

Incidents du matin et incidents imputables à d'autres origines (coups de foudre, défauts d'isolateurs etc.). Lignes EOS à 125 kV Romanel—Verbois (2 ternes) et Romanel—La Renfile (1 terne) *Période de 1953 à 1957* (5 ans) *avant* la révision générale des prises de terre des pylônes et *avant* la pose de grilles de protection contre les oiseaux

- o Incidents du matin. Moyenne annuelle: 7
- Δ Incidents ayant une autre origine Moyenne annuelle: 10

····· Courbe de l'heure du lever du soleil

m Mois

lées il est vrai il y a près de 30 ans, à une époque où la connaissance des répercussions d'un coup de foudre direct sur une ligne n'était pas encore aussi précise qu'elle l'est devenue depuis. Tenant compte de l'état de ces installations, toutes les prises de terre des pylônes ont été améliorées par la pose de 1 à 4 rubans métalliques d'environ 10 m de longueur. La longueur totale des lignes du réseau atteignant 810 km, ce travail dura près de 2 ans.

Sans prétendre pouvoir éliminer ainsi entièrement les incidents dus aux décharges atmosphériques, il ne fait aucune doute qu'une telle opération d'amélioration des prises de terre du réseau y contribue dans une large mesure. Les statistiques de l'avenir le démontreront certainement.

Une autre catégorie d'incidents fugitifs est celle que constituent les *incidents dits du matin.* Pour ceux qui les ignoreraient, rappelons qu'il s'agit de déclenchements intempestifs survenant à l'aube, sans raison apparente, quelle que soit la saison, et affectant presque toujours une seule phase. Les statistiques ne laissent pas subsister de doute à ce sujet (voir fig. 7).

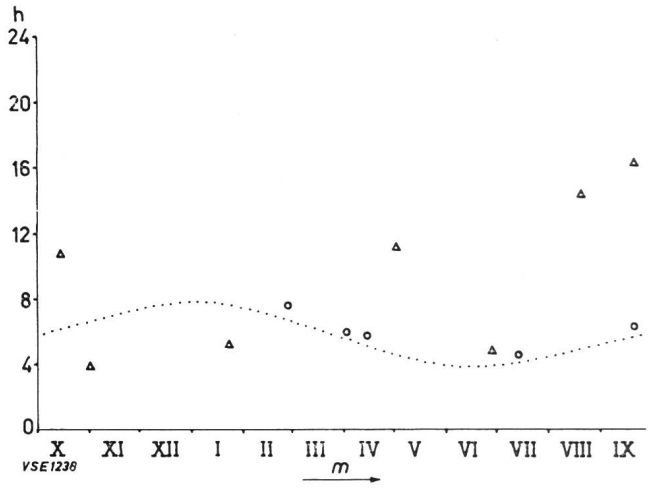


Fig. 8

Statistique des perturbations de lignes

Incidents du matin et incidents imputables à d'autres origines (coups de foudre, défauts d'isolateurs etc.). Lignes EOS à 125 kV Romanel—Verbois (2 ternes) et Romanel—La Renfile (1 terne) *Période dès 1958* (env. 2½ ans) *après* la révision générale des prises de terre des pylônes et *après* la pose *partielle* de grilles de protection contre les oiseaux. La pose de ces grilles fut terminée en octobre 1959. Depuis cette date, aucun incident du matin n'a été enregistré

- o Incidents du matin
- Δ Incidents ayant une autre origine Deux seulement sont dûs à des coups de foudre

····· Courbe de l'heure du lever du soleil

m Mois

Pour l'EOS, ces perturbations étaient devenues particulièrement gênantes sur la ligne à 125/150 kV *Romanel-Genève,* de construction relativement récente. Or, cette ligne est située au Nord de celle à 125 kV *Romanel – La Renfile,* construite pour 110 kV et présentant donc un degré d'isolement plus faible que la précédente. Les 2 lignes étant placées dans des conditions atmosphériques pratiquement identiques, tout aurait dû contribuer à ce qu'en cas de défaillance fortuite, ce fut la ligne faiblement isolée qui déclen-

chât. Or, tel n'était pas le cas. En général, c'est la ligne située du côté du Jura qui déclenchait sans cause apparente, sans orage ou brouillard dans ce secteur, sans déclenchements à vide d'autres lignes du réseau pouvant provoquer des surtensions. Un renforcement de l'isolement de cette ligne n'apporta aucune amélioration. De plus, le montage, aux extrémités des consoles, de faisceaux métalliques disposées en éventail et destinés à empêcher les oiseaux de faire leur toilette matinale au dessus des chaînes d'isolateurs n'apporta pas le résultat escompté.

Finalement, grâce d'une part aux indications d'un agent de la tour de contrôle de Cointrin, qui avait aperçu un arc sur l'un des pylônes des lignes précitées passant à proximité de l'aérodrome genevois et, d'autre part, aux brûlures décelées sur la tête de boulons de petits transformateurs placés sur les conducteurs, (transformateurs dont le primaire était constitué par le conducteur lui-même et le secondaire par un enroulement court-circuité par un fil fusible dont la fonte, lors de la marche à vide de la ligne, confirmait le passage du courant de court-circuit et permettait de localiser grossièrement les secteurs perturbés), l'origine des incidents fut découverte (voir fig. 9).

Dès lors, il était facile de remédier aux inconvénients que constituaient ces renforcements d'extrémités des consoles des pylônes, en obstruant l'entrée de la cage qu'ils formaient au moyen de grilles métalliques. A partir de cette date, la fréquence des incidents du matin accusa une nette régression, à l'avantage des heures de repos des ingénieurs de l'EOS assumant le service de surveillance, qui n'ont pas l'habitude de se lever à l'heure où les corbeaux font déjà leur toilette (voir fig. 8).

En guise de conclusion à cet exposé sur quelques statistiques, rappelons que si leur utilité est indiscutable, voire même indispensable à l'étude de certains problèmes, à la saine exploitation d'une entreprise ainsi qu'à sa gestion fructueuse, leur interprétation ne doit jamais négliger cet élément majeur que constitue le bon-sens.

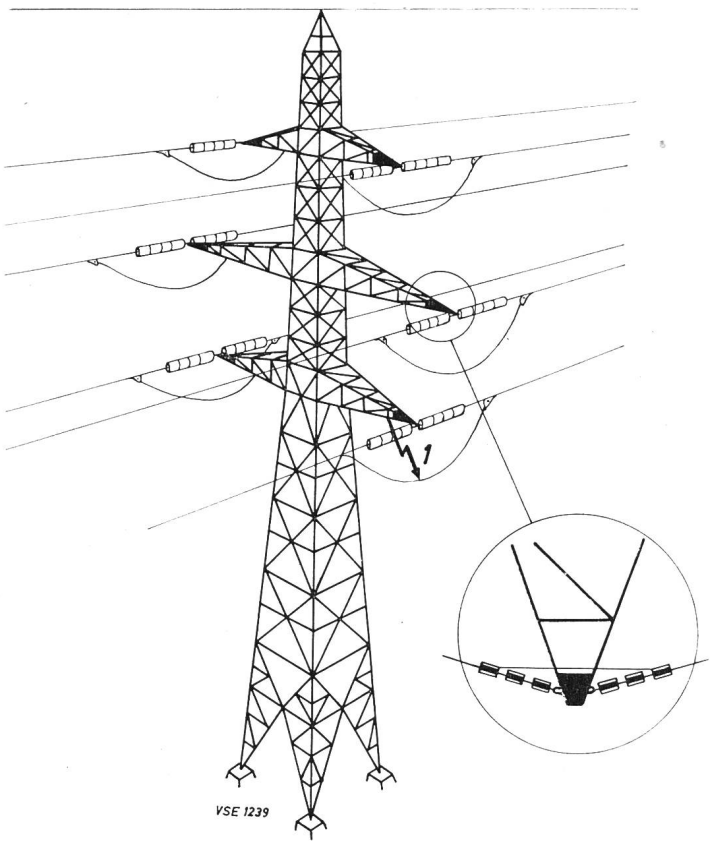


Fig. 9

Incidents du matin

Croquis d'un pylône tenseur d'angle du type sur lequel se manifestaient les incidents du matin

Aggrandie, la tête de console métallique constituant une cage où se réfugient les oiseaux. Le court-circuit *1* à la terre provoqué par ces derniers lors de leur toilette matinale, se développe entre la paroi inférieure de la cage et le conducteur de la ligne situé à l'aplomb, 1,6 m au dessous

Adresse de l'auteur:

E. Seylaz, ingénieur, chef du service des mouvements d'énergie de la S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, 12, Place de la Gare, Lausanne.

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 électrique 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			
	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1906/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61		1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61
	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 . . .	1067	1587	21	1	39	47	291	39	1418	1674	+18,1	2672	3586	— 354	+ 8	175	332
Novembre . .	1002	1471	27	1	36	39	341	73	1406	1584	+12,7	2320	3347	— 352	— 239	129	250
Décembre . .	1045	1473	31	1	37	38	338	125	1451	1637	+12,8	1928	2756	— 392	— 591	122	221
Janvier . . .	1143		21		40		233		1437			1513		— 415		108	
Février . . .	1039		26		32		272		1369			1085		— 428		94	
Mars	1184		8		31		187		1410			716		— 369		124	
Avril	1181		0		30		127		1338			523		— 193		133	
Mai	1433		5		79		99		1616			1020		+ 497		349	
Juin	1650		0		105		18		1773			2089		+1069		486	
Juillet . . .	1636		1		88		9		1734			2809		+ 720		440	
Août	1683		0		94		15		1792			3437		+ 628		461	
Septembre .	1630		1		66		33		1730			3578[4]		+ 141		413	
Année . . .	15693		141		677		1963		18474							3034	
Oct.-déc. . .	3114	4531	79	3	112	124	970	237	4275	4895	+14,5			-1098	— 822	426	803

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, -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	
	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61		1959/60	1960/61
	en millions de kWh																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	604	650	230	237	184	199	5	21	66	68	154	167	1232	1310	+ 6,3	1243	1342
Novembre . .	622	648	227	248	185	201	3	13	84	74	156	150	1257	1318	+ 4,9	1277	1334
Décembre . .	655	706	223	247	182	206	3	10	95	79	171 (19)	168 (3)	1307	1403	+ 7,3	1329	1416
Janvier . . .	663		218		183		4		95		166		1307			1329	
Février . . .	617		219		193		4		88		154		1259			1275	
Mars	627		232		204		4		75		144		1277			1286	
Avril	568		208		224		6		61		138		1190			1205	
Mai	570		215		214		26		61		181		1206			1267	
Juin	539		214		205		63		60		206		1174			1287	
Juillet . . .	559		207		203		68		68		189		1190			1294	
Août	570		205		217		82		70		187		1218			1331	
Septembre .	597		223		218		52		63		164		1251			1317	
Année . . .	7191		2621		2412		320		886		2010 (252)		14868			15440	
Oct.-déc. . .	1881	2004	680	732	551	606	11	44	245	221	481 (42)	485 (17)	3796	4031	+ 6,2	3849	4092

[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 1960: 3720 millions de kWh.

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse

Communiqué par l'Office fédéral de l'économie électrique

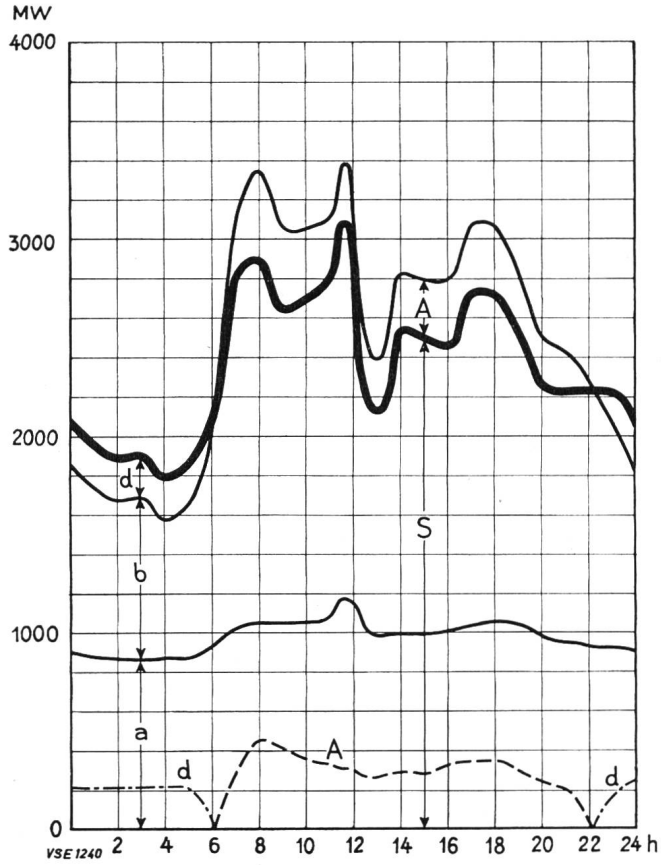
Les chiffres ci-dessous concernent à la fois les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers et les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducteurs).

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					
	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61		1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61
	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 . . .	1300	1919	31	9	307	41	1638	1969	+20,2	2897	3940	— 387	+ 14	195	369	1443	1600
Novembre . .	1161	1724	38	10	362	80	1561	1814	+16,2	2517	3692	— 380	— 248	134	275	1427	1539
Décembre . .	1193	1689	41	13	358	132	1592	1834	+15,2	2091	3042	— 426	— 650	128	239	1464	1595
Janvier . . .	1281		33		253		1567			1640		— 451		114		1453	
Février . . .	1158		38		290		1486			1181		— 459		104		1382	
Mars	1345		18		202		1565			769		— 412		138		1427	
Avril	1396		9		133		1538			563		— 206		163		1375	
Mai	1781		12		100		1893			1120		+ 557		390		1503	
Juin	2064		6		18		2088			2315		+1195		535		1553	
Juillet . . .	2047		6		9		2062			3099		+ 784		498		1564	
Août	2095		6		15		2116			3762		+ 663		525		1591	
Septembre .	2005		8		33		2046			3926[2])		+ 164		472		1574	
Année . . .	18826		246		2080		21152							3396		17756	
Oct.-déc. . .	3654	5332	110	32	1027	253	4791	5617	+17,2			–1193	— 884	457	883	4334	4734

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, -thermie		Chaudières électriques[1])		Traction		Pertes		Energie de pompage				
	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	1959/60	1960/61	
	en millions de kWh																%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Octobre . . .	613	664	255	271	274	323	6	31	122	123	166	176	7	12	1430	1557	+ 8,9
Novembre . .	634	663	257	283	234	285	4	21	123	119	157	165	18	3	1405	1515	+ 7,8
Décembre . .	668	721	251	280	221	259	4	13	131	133	170	185	19	4	1441	1578	+ 9,5
Janvier . . .	677		250		210		6		128		163		19		1428		
Février . . .	630		249		209		5		120		156		13		1364		
Mars	639		266		234		6		122		155		5		1416		
Avril	580		237		278		11		112		147		10		1354		
Mai	581		245		324		38		112		166		37		1428		
Juin	551		243		330		80		116		178		55		1418		
Juillet . . .	571		237		333		83		123		177		40		1441		
Août	584		236		338		100		122		179		32		1459		
Septembre .	610		256		332		67		121		173		15		1492		
Année . . .	7338		2982		3317		410		1452		1987		270		17076		
Oct.-déc. . .	1915	2048	763	834	729	867	14	65	376	375	493	526	44	19	4276	4650	+ 8,7

[1]) D'une puissance de 250 kW et plus et doublées d'une chaudière à combustible.
[2]) Capacité des réservoirs à fin septembre 1960: 4080 millionsde kWh.

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse



1. Puissance disponible le mercredi 21 décembre 1960

	MW
Usines au fil de l'eau, moyenne des apports naturels	980
Usines à accumulation saisonnière, 95 % de la puissance maximum possible	3320
Usines thermiques, puissance installée	200
Excédent d'importation au moment de la pointe	—
Total de la puissance disponible	4500

2. Puissances maxima effectives du mercredi 21 décembre 1960

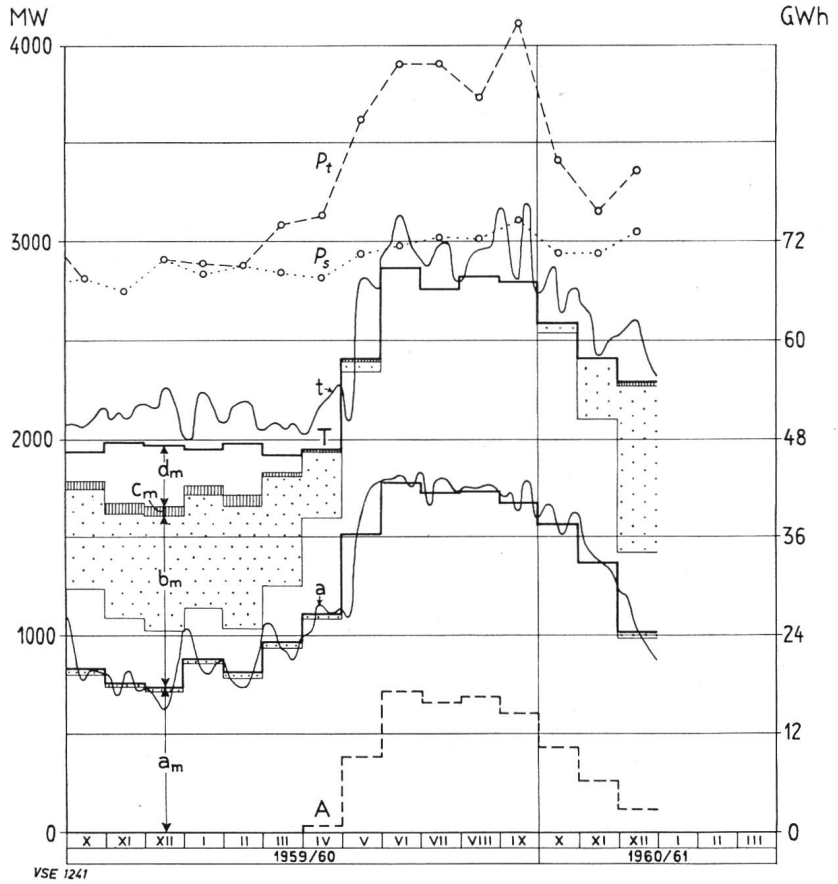
Fourniture totale	3360
Consommation du pays	3050
Excédent d'exportation	460

3. Diagramme de charge du mercredi 21 décembre 1960 (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 (insignifiant)
d Excédent d'importation
S + A Fourniture totale
S Consommation du pays
A Excédent d'exportation

4. Production et consommation

	Mercredi 21 déc.	Samedi 24 déc.	Dimanche 25 déc.
	GWh (millions de kWh)		
Usines au fil de l'eau	23,5	21,3	19,8
Usines à accumulation	35,9	24,6	15,4
Usines thermiques	0,5	0,3	0,1
Excédent d'importation	—	—	0,2
Fourniture totale	59,9	46,2	35,5
Consommation du pays	56,6	45,6	35,5
Excédent d'exportation	3,3	0,6	—



1. Production des mercredis

a Usines au fil de l'eau
t Production totale est excédent d'importation

2. Moyenne journalière de la production mensuelle

a_m Usines au fil de l'eau, partie pointillée, provenant d'accumulation saisonnière
b_m Usines à accumulation, partie pointillée, provenant d'accumulation saisonnière
c_m Production des usines thermiques
d_m Excédent d'importation

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 Zurich 23: téléphone (051) 27 51 91; compte de chèques postaux VIII 4355; adresse télégraphique: Electrunion Zurich. **Rédacteur:** *Ch. Morel*, ingénieur.

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