

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 52 (1961)
Heft: 3

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

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 25.12.2024

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

Les statistiques dans l'exploitation des entreprises d'électricité

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

31 : 621.311

L'assemblée de discussion sur les statistiques dans l'exploitation des entreprises d'électricité a été répartie sur deux journées : elle a eu lieu le 5 mai 1960 à Lausanne pour les participants de langue française, et le 3 novembre 1960 à Zurich pour les participants de langue allemande.

75 personnes prirent part à l'assemblée de Lausanne, présidée par M. M. Roesgen, membre de la Commission de l'UCS pour les journées de discussion sur les questions d'exploitation, qui introduisit le sujet par des considérations générales sur les statistiques. Trois conférences suivirent, de M. E. Seylaz, ingénieur, chef du service des mouvements d'énergie de la S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse à Lausanne, de M. E. Dufour, ingénieur chargé des tarifs et mouvements d'énergie du Service de l'électricité de Genève et de M. Ch. Morel, ingénieur du secrétariat de l'UCS à Zurich.

L'assemblée de Zurich, présidée par M. E. Schaad, directeur, président de la Commission de l'UCS pour les journées de discussion sur les questions d'exploitation, a réuni quelque 210 participants. Trois conférenciers s'étaient mis obligeamment à la disposition des organisateurs : MM. R. Leresche, vice-directeur d'Aar et Tessin S. A. à Olten, P. Troller, chef du bureau pour l'économie électrique du Service de l'électricité de la Ville de Bâle et M. Ch. Morel, ingénieur du secrétariat de l'UCS à Zurich.

Nous publions dans le présent numéro l'avant-propos de M. Schaad, ainsi que les exposés de MM. Roesgen et Dufour. Le texte des conférences de MM. Leresche, Morel, Seylaz et Troller paraîtra successivement dans le Bull. ASE n° 4 à 6, sous la rubrique «Pages de l'UCS».

Die Diskussionsversammlung über Betriebsstatistiken wurde für deutsch- und französischsprachige Teilnehmer getrennt durchgeführt. Sie fand am 5. Mai 1960 in Lausanne und am 3. November 1960 in Zürich statt.

An der Versammlung in Lausanne nahmen ca. 75 Personen teil; sie wurde von Herrn M. Roesgen, Mitglied der Kommission des VSE für Diskussionsversammlungen über Betriebsfragen, geleitet; Herr Roesgen hielt zugleich das einleitende Referat. Drei weitere Vorträge wurden von den Herren E. Seylaz, ingénieur, chef du service des mouvements d'énergie de la S. A. l'Energie de l'Ouest-Suisse, Lausanne, E. Dufour, ingénieur chargé des tarifs et mouvements d'énergie du Service de l'électricité de Genève, und Ch. Morel, Ingenieur des Sekretariates VSE, Zürich, gehalten.

Die Versammlung in Zürich, an der Herr Direktor E. Schaad, Präsident der Kommission des VSE für Diskussionsversammlungen über Betriebsfragen den Vorsitz hatte, wurde von ca. 210 Personen besucht. Als Referenten hatten sich die Herren R. Leresche, Vizedirektor der Aare-Tessin A.-G. für Elektrizität, Olten, P. Troller, Chef des Büros für Energiewirtschaft des Elektrizitätswerkes Basel und Ch. Morel, Ingenieur des Sekretariates VSE, Zürich, zur Verfügung gestellt.

In der vorliegenden Nummer veröffentlichen wir das Vorwort von Herrn Dir. E. Schaad sowie die Referate der Herren M. Roesgen und E. Dufour. Die Referate der Herren Leresche, Morel, Seylaz und Troller werden wir in den Nummern 4...6 der «Seiten des VSE» wiedergeben.

Avant-propos

La statistique est une notion assez particulière. Chacun peut lire dans le dictionnaire ce que l'on entend par là. Mais il existe à ce sujet une telle profusion de descriptions et de définitions, qu'il serait oiseux de s'y étendre dans cette introduction.

Une chose est certaine, c'est que la statistique passe en général pour être une matière aride. Et pourtant, les entreprises membres de l'UCS avaient exprimé depuis longtemps le vœu d'en faire un sujet de discussion. En réalité, si trop souvent on n'accorde à la statistique pas tout l'intérêt et la valeur qu'elle mérite, ce n'est pas sans de bonnes raisons. L'attitude négative ou réticente à son égard se manifeste surtout lorsqu'il s'agit de fournir – par voie d'enquête ou autrement – des chiffres et des indications destinés à être interprétés sous forme de statistique. Il est clair, en effet, qu'il en résulte un surcroît de travail pour les entreprises consultées. Aussi comprend-on le désir et le besoin de réduire les questionnaires au mini-

mum et de coordonner le plus possible les éléments multiples embrassés par les statistiques.

Beaucoup dépend de la façon dont les statistiques sont groupées et présentées. A cet égard, les conférences qui suivent ne manquent pas de bons conseils, de recommandations et d'exemples. Sans les considérer intégralement comme des recettes idéales, on peut y voir en tout cas des directives très précieuses. Et si les enquêtes dont nous parlions ne sont pas toujours accueillies avec faveur, il n'en résulte pas moins des contacts entre entreprises et des contacts personnels fort souhaitables, et qui ont leur côté positif. Cela suppose, évidemment, que les entreprises qui prennent part à l'enquête soient mises au courant des résultats de celle-ci. Et il est en général bon de s'informer d'avance si l'entreprise questionnée est d'accord que ses réponses soient communiquées à des tiers. La bonne volonté – sinon l'enthousiasme – contribue beaucoup au succès des statistiques.

Il n'est pas nécessaire de s'étendre beaucoup dans nos milieux sur la nécessité et l'utilité de la statistique. Sur quoi nous appuierions-nous sans elle pour les prévisions en matière de construction d'usines, d'extension de réseaux, de tarifs, de finances, etc. — pour ne citer que quelques domaines particuliers?

Rappelons ici que les deux assemblées de discussion de Lausanne et Zurich avaient pour thème les «statistiques d'exploitation». On sait que des statistiques tout aussi utiles et intéressantes sont faites également dans les domaines administratif et commercial de la gestion des entreprises. Mais le temps ne permettait pas de les englober dans le programme de nos deux assemblées. Si toutefois le besoin s'en fait sentir et que le désir en soit exprimé, on pourra revenir plus tard sur ce sujet. Il est certain en tout cas que celui qui s'intéresse avant tout aux questions commerciales peut également tirer profit des enseignements ressortant des statistiques techniques.

Ainsi qu'il était à prévoir, les assemblées de Lausanne et Zurich avaient attiré un très grand nombre de participants. Il est réjouissant de constater que des représentants des Offices fédéraux et des Ecoles polytechniques assistent volontiers à de telles manifestations et suivent avec intérêt les opinions exprimées. Mais il est tout aussi réjouissant de pouvoir toujours trouver dans les entreprises et les institutions qui les groupent des spécialistes disposés à traiter tel ou tel sujet, en dépit de leurs occupations absorbantes. Ils ont droit à notre vive gratitude pour l'obligeance et la bonne volonté avec lesquelles ils mettent leurs connaissances et leur expérience à la portée de leur collègues, aussi bien que de l'économie électrique tout entière.

E. Schaad

Président de la Commission de l'UCS
pour les assemblées de discussion concernant
des questions d'exploitation

Considérations générales sur les statistiques

par M. Roesgen, Genève

L'auteur commence par définir les statistiques d'exploitation et de gestion, distinguant cinq phases successives dans leur établissement. Il souligne spécialement l'importance des statistiques dynamique ou d'enregistrement, et termine par des recommandations concrètes à l'intention de ceux qui sont appelés à établir des statistiques ou à en interpréter les résultats.

Der Verfasser spricht einleitend über die Grundtatsachen der Statistik und gibt hernach einen Überblick über die Stufen der statistischen Arbeit. Er weist besonders auf die Bedeutung der «dynamischen» Statistiken hin und beschliesst seine Ausführungen mit drei konkreten Empfehlungen zuhanden derjenigen Instanzen der Elektrizitätswerke, die Statistiken selbst ausarbeiten oder die Ergebnisse statistischer Untersuchungen verwerten.

Le dictionnaire nous apprend que la statistique est la science qui se propose de rassembler et d'analyser des documents concernant des séries de faits ou d'enregistrements, et d'en tirer des déductions. Cette science s'occupe plus spécialement d'états où les éléments à soumettre à l'analyse sont nombreux et en quelque sorte indépendants les uns des autres. La statistique s'applique donc, en premier lieu, à des phénomènes sociologiques. Mais, par extension, on utilise également ce terme de statistique pour désigner certains travaux mathématiques qui ont leur raison d'être dans l'exploitation et la gestion des entreprises; à cet égard, nous avons choisi comme cadre les entreprises d'électricité.

Nous dirons donc que les statistiques d'exploitation et de gestion se proposent de traduire par des groupes de chiffre ou par des graphiques ce qui revient au même les données numériques qui caractérisent une situation de fait ou l'évolution d'une situation. Bien entendu, l'établissement de statistiques doit obéir à certaines règles précises, et il me semble que l'on peut y distinguer cinq phases successives.

La première phase consiste à *définir* aussi exactement que possible l'objet ou les objets que l'on se propose de soumettre à l'analyse statistique. On pourrait penser que c'est là une recommandation superflue; tel n'est cependant pas le cas. Il arrive souvent que faute d'une définition précise, ou parce qu'on perd peu à peu de vue celle-ci au cours des opérations, les con-

clusions que l'on tire de la statistique portent sur des objets qui ne sont pas tout à fait les mêmes que ceux que l'on avait envisagés au départ. Ou bien, on considère dans une même opération des objets disparates, que l'on ne peut pas comparer entre eux. La conséquence en est que très souvent les conclusions déduites d'une statistique sont erronées, quelquefois même absurdes, et c'est probablement là ce qui conduit certains humoristes à affirmer que la statistique est la forme la plus moderne du mensonge.

Une seconde phase consiste à *réunir* les éléments numériques que l'on se propose d'étudier. On peut le faire de différentes façons, selon la nature et l'importance de la statistique: soit par enregistrement au moyen d'appareils de mesure, soit par consultation de documents, soit par des enquêtes verbales ou écrites.

La troisième phase consiste à *classer* ces documents, à les ordonner de façon méthodique. Là encore, suivant les cas, le travail sera fait à la main ou au moyen de machines plus ou moins perfectionnées, allant de la machine à additionner aux machines à cartes perforées ou aux ordinateurs électroniques.

La quatrième phase consiste à *représenter* de façon adéquate les éléments numériques ainsi classés. Cette représentation a une très grande importance, car si elle est maladroitement choisie, elle peut ne pas faire apparaître certains rapports, certains faits ou certaines relations qu'il serait pourtant nécessaire de connaître.

Enfin, la dernière phase consiste à *analyser* les résultats, ainsi recueillis et présentés, et à en tirer des conclusions qui serviront soit à expliquer un phénomène, soit à établir une situation de fait, soit aussi – surtout dans l'exploitation – à préparer des prévisions ou des programmes.

D'autre part, il me semble que l'on peut diviser les statistiques en deux grandes classes: les statistiques descriptives et les statistiques dynamiques ou d'enregistrement.

J'appelle *statistique descriptive* celle qui se rapporte à un état de fait ou à un phénomène que l'on peut considérer comme terminé. Un exemple caractéristique en est donné par les statistiques de population, qui indiquent qu'à une date donnée dans une ville, dans un canton ou dans un pays déterminé la population est composée d'éléments que l'on classe selon le sexe, l'âge, l'origine, la profession, la religion ou d'autres critères encore. Il s'agit d'un tableau achevé, que l'on peut consulter, mais qui a surtout un caractère statique ou historique.

En contre-partie, je classe les *statistiques dynamiques ou d'enregistrement*, que l'on peut aussi appeler des statistiques vivantes; elles se proposent de représenter de façon constante, toujours tenue à jour, une situation qui évolue, ou un phénomène qui est en train de se produire; c'est avant tout de ces statistiques dynamiques qu'il sera question ici, car ce sont les plus importantes pour les organes responsables d'une entreprise, et singulièrement d'une entreprise d'électricité.

Les statistiques dynamiques, lorsqu'il s'agit d'éléments purement techniques, peuvent être établies automatiquement au moyen d'appareils enregistreurs. Par exemple, dans une usine à accumulation, on dispose toujours d'un appareil qui indique constamment le niveau de la retenue. Ces indications continues, présentes à chaque minute, à chaque seconde, sont indispensables au chef de centrale ou au machiniste pour l'exécution convenable du programme qui leur a été assigné. Mais cette indication détaillée n'intéresse pas du tout l'ingénieur chargé des mouvements d'énergie; ce qui importe à ce dernier, c'est la valeur moyenne du niveau pendant la journée, et même, plus simplement, celle de la cote à une heure – toujours la même – de la journée, par exemple à minuit ou à huit heures du matin. L'indication continue de l'enregistreur est trop détaillée pour les besoins de la statistique d'exploitation; il faut la simplifier et lui donner une forme adéquate. D'ailleurs, les bandes d'enregistrement sont très encombrantes, et il est indispensable de réunir sur un graphique de petit format les indications qui permettront d'avoir d'un seul coup d'œil un aperçu général sur l'exercice de tout un semestre ou de toute une année.

Il arrive souvent, d'autre part, que les indications fournies par les appareils de mesure soient trop simples pour être vraiment utilisables dans l'exploitation; par exemple, l'indication du niveau d'un bassin suffit dans bien des cas, mais souvent également il faut comparer celui-ci au niveau d'autres bassins ou à d'autres éléments techniques, pour pouvoir se faire une idée du paramètre de l'exploitation. Tel est surtout le cas lorsque l'on aborde le point de vue économique et financier. La *situation économique* ou la *situation finan-*

cière d'une entreprise ne peuvent pas se représenter par un petit nombre de grandeurs simples. La notion est beaucoup plus complexe; elle ne peut être traduite que par des paramètres plus compliqués et, en l'absence de méthodes absolues, généralement reconnues et admises, il arrive souvent que le responsable définisse lui-même certains critères, certains paramètres, qui lui paraissent représenter plus fidèlement ou plus honnêtement que d'autres la situation en des moments donnés. Ces paramètres ne résultent pas directement de la lecture d'appareils, car, malgré tous les progrès de la technique, on n'a pas encore trouvé l'œil magique qui décèle les dépassements de crédit, l'appareil enregistreur des comptes de profits et pertes ou le «bilanmètre» automatique. Il faut donc réunir ces données en partant des documents comptables, et les traduire sous forme de statistiques et de graphiques plus ou moins judicieux ou ingénieux. Dans ce domaine, la statistique doit donc suivre et compléter les indications brutes fournies soit par des appareils de mesure, soit par les machines comptables du département commercial.

Voici, pour terminer, trois recommandations qui sont peut-être des vérités de La Palisse:

La première est qu'une statistique n'est utile que si l'on en dispose *rapidement* après le moment ou la période à laquelle elle se rapporte, sinon elle prend un caractère historique, et n'a plus beaucoup d'intérêt pour la gestion de l'entreprise.

La seconde remarque est une opinion personnelle, qui susciterait certainement la réprobation des spécialistes en organisation de bureau. J'ai dit tout au début que le danger que l'on court lorsqu'on établit des statistiques est de ne pas définir de façon suffisamment exacte les objets analysés et d'en tirer des conclusions erronées par le fait que cette définition est floue. Le meilleur moyen d'éviter cet inconvénient est d'établir *soi-même* les statistiques et de définir *soi-même* les paramètres. Certains diront que c'est là le travail d'un technicien et non pas le travail du responsable de l'entreprise. Il est bien entendu qu'il incombe au bureau de statistiques de réunir le plus rapidement possible les éléments numériques, de les travailler et de les mettre à disposition des employés supérieurs. Mais je crois qu'il est du domaine d'activité d'un directeur ou d'un ingénieur d'exploitation d'établir lui-même les paramètres et les critères qui doivent à ses yeux donner une image fidèle et honnête de la situation de son entreprise. Ce n'est pas un travail très long ni très astreignant, surtout si on le fait régulièrement, et il a de plus l'avantage de graver profondément dans la mémoire du responsable les éléments principaux, de sorte qu'il les a constamment à sa disposition.

Enfin, une troisième vérité bien connue est que les statistiques d'exploitation sont faites pour être *consultées*, et non pas pour être classées au fond d'un tiroir ou d'une bibliothèque. Il est donc recommandable de les afficher sous forme de tableau dont chacun peut prendre connaissance selon ses compétences et, mieux encore, d'en tirer des exemplaires de petit format qui viennent prendre place dans le carnet de notes que possède dans sa poche tout technicien, tout ingénieur qui se respecte.

Adresse de l'auteur:

M. Roengen, ancien directeur du Service de l'électricité de Genève, 3, chemin Claire-Vue, Petit-Lancy (GE).

L'utilisation pratique des statistiques dans une entreprise urbaine

par E. Dufour, Genève

L'auteur parle d'abord du rôle et des qualités exigées des statistiques. Dans le deuxième chapitre il donne un aperçu des statistiques techniques principales, relatives à la production, aux achats et à la consommation d'énergie, au mouvement des puissances raccordées et au contrôle de la capacité du réseau, à l'analyse de la consommation par catégories d'usagers et par genres de tarifs. Le troisième chapitre est consacré aux statistiques économiques et financières (recettes et dépenses d'exploitation, évolution des recettes d'énergie et des prix moyens de vente, investissements). Comme exemple de statistique particulière, l'auteur expose dans un dernier chapitre le contrôle des approvisionnements en énergie, qu'il illustre par des graphiques.

Der Verfasser spricht einleitend über die Bedeutung der Statistiken und die Anforderungen, die an sie zu stellen sind. Im zweiten Kapitel gibt der Autor einen Überblick über die hauptsächlichsten technischen Statistiken (Energie-Erzeugung, -Ankauf und -Verbrauch, Anschlusswerte und Kontrolle der Netzkapazität, Analyse des Verbrauches nach Verbraucherkategorien und Tarifarten). Im dritten Kapitel wird auf die wichtigsten Wirtschafts- und Finanzstatistiken hingewiesen (Betriebeinnahmen und -ausgaben, Entwicklung der Einnahmen aus Energieverkauf sowie der Durchschnittserlöse, Investitionen). Als Beispiel einer spezifisch energiewirtschaftlichen Statistik wird im letzten Abschnitt die Kontrolle der Energieversorgungsanlage erwähnt und an Hand von zwei graphischen Darstellungen erläutert.

Introduction

Le Service de l'électricité de Genève possède sa propre production locale hydraulique: l'usine de Verbois. Cette production vient d'être complétée récemment par l'achat de celle de l'usine de Chancy-Pougny, dont les caractéristiques sont sensiblement les mêmes que celles de Verbois sous un volume de moitié moindre. Ces disponibilités du type au fil de l'eau sont complétées par des achats d'énergie d'appoint hydraulique, principalement en hiver. La plus grande partie de l'énergie disponible est distribuée directement à la clientèle par l'intermédiaire d'un réseau de câbles et de lignes aériennes à 18 kV alimentant des cabines de transformation, dans lesquelles la tension est abaissée directement à la tension normalisée d'utilisation de 220/380 V. En campagne, quelques éléments de réseau à 950 V alimentent en outre des postes d'importance secondaire. La zone de distribution s'étend pratiquement sur tout le canton, mais au point de vue du volume des ventes d'énergie, l'agglomération urbaine a une importance prépondérante; elle gagne d'ailleurs constamment du terrain aux dépens de la région rurale.

Comme sans doute dans bien d'autres réseaux, les statistiques d'exploitation du service de l'Electricité de Genève n'ont pas été établies d'un seul jet et selon un plan systématique. Elles sont nées et ont été développées au fur et à mesure des besoins de la pratique. Elles ont aussi évolué avec le temps, et certaines statistiques auxquelles on attribuait de l'importance il y a quelques décennies ont été abandonnées par la suite sans inconvénient apparent.

Rôle et qualités exigées des statistiques

Avant d'aborder plus en détail le domaine des statistiques d'exploitation, il est peut-être bon de rappeler quelle est leur *raison d'être* et quelles *qualités* elles doivent posséder pour remplir convenablement leur rôle.

Ce rôle consiste essentiellement à renseigner régulièrement la direction sur les résultats acquis, sur la situation technique et économique de l'entreprise, et sur l'évolution dans le temps des éléments les plus importants, les plus caractéristiques de cette situation ou les plus susceptibles d'en influencer l'évolution. En outre, elles doivent permettre d'établir quand il le faut des pronostics sur l'évolution future.

Pour assurer convenablement ces tâches, les statistiques d'exploitation doivent satisfaire à un certain nombre de conditions, dont les plus importantes nous paraissent être les suivantes:

1. Tout d'abord ces statistiques doivent se limiter aux *éléments essentiels*, réellement importants et déterminants pour la marche de l'entreprise. Rien ne sert en effet de s'encombrer d'une foule de renseignements détaillés, dont l'abondance risque de masquer la vue d'ensemble et nuire à la clarté des résultats essentiels: la valeur d'une statistique se mesure à la somme des renseignements utiles qu'on peut en tirer.

2. Les indications doivent être recueillies et rendues disponibles aussi *rapidement* que possible, afin que la direction de l'entreprise puisse disposer des données les plus récentes et surtout qu'elle puisse tirer parti en temps voulu des renseignements fournis.

3. Les éléments les plus importants doivent être présentés de façon *claire*, de préférence sous forme de graphiques, de manière que l'on puisse saisir facilement la nature des phénomènes et leur évolution.

4. Les données entrant dans la statistique doivent être définies avec précision et clarté: les appréciations parfois peu flatteuses formulées à l'égard des statistiques ou de leurs auteurs proviennent certainement des trop nombreux cas dans lesquels la définition des indications statistiques que l'on a recueillies laisse à désirer, ce qui peut fausser complètement la signification des résultats.

5. Pour avoir toute sa valeur, une statistique d'exploitation doit refléter la réalité aussi fidèlement que possible. Ce n'est qu'à cette condition qu'elle peut renseigner objectivement la direction de l'entreprise et mettre en évidence indifféremment les éléments favorables ou défavorables.

De ce fait même, la statistique d'exploitation doit demeurer un document d'usage *interne*, établi indépendamment des renseignements destinés à la publication. Ceci est tout particulièrement vrai pour les entreprises de caractère public, lesquelles sont généralement tenues, pour des raisons politiques, de renseigner l'opinion publique de manière assez détaillée sur la marche de leur exploitation. Dans ce cas, les statistiques d'exploitation telles que nous les concevons ici s'écartent souvent des documents publiés aussi bien dans leur structure que dans leur présentation.

Il va sans dire que le choix des éléments caractéristiques que nous avons retenus dans notre cas particulier n'a rien d'absolu, et ne correspond nullement à un schéma standard applicable dans tous les cas.

Ce choix dépend évidemment:

- de l'importance de l'entreprise (nombre de consommateurs, importance des mouvements d'énergie)
- de l'existence ou non d'une production propre et de la structure de cette production
- de la nature des usines productrices: hydrauliques au fil de l'eau ou à accumulation, voire même réserves thermiques
- de la structure des achats d'énergie (un ou plusieurs fournisseurs)
- du genre de distribution (distribution directe ou par l'intermédiaire de revendeurs)
- de la structure du réseau de distribution (réseau à haute, moyenne ou basse tension)
- de la composition de la clientèle (importance relative des groupements de consommateurs)
- de la structure des tarifs (existence de tarif à compteur unique).

Pour sérier les questions, on parlera ci-après tout d'abord des statistiques de caractère *technique*, ensuite des statistiques de nature *économique ou financière*. En réalité, cette distinction n'a rien d'absolu, car certaines statistiques empruntent leurs éléments à ces deux catégories à la fois.

Statistiques techniques

1. Production, achats et consommation d'énergie

En ce qui concerne la production et la consommation d'énergie, la base des renseignements statistiques est fournie par les chiffres journaliers relatifs aux

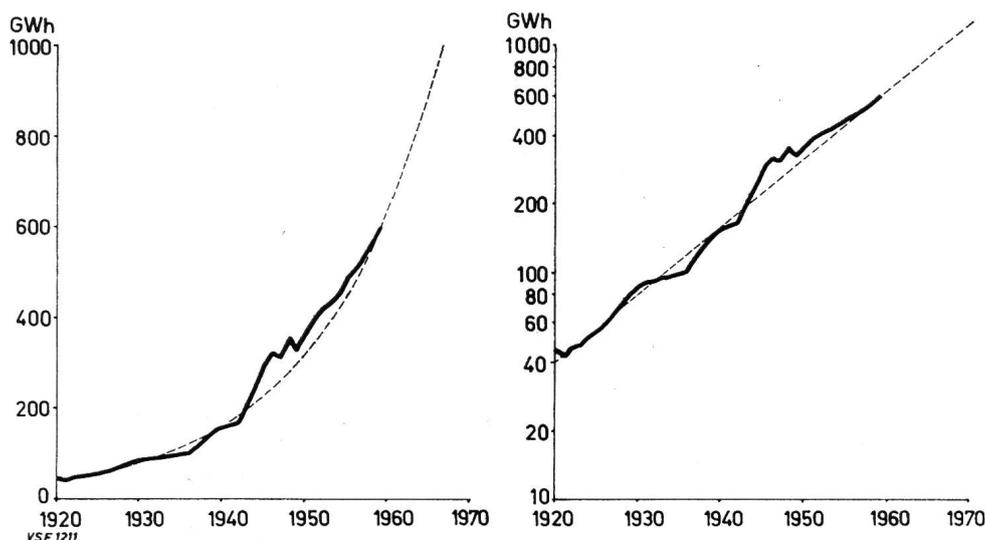


Fig. 1
Développement de la consommation annuelle du réseau genevois
à gauche ordonnées à échelle arithmétique
à droite ordonnées à échelle logarithmique

mouvements d'énergie (production propre, achats d'énergie, livraison au réseau de distribution). Ces indications recueillies à différentes sources sont centralisées par les soins d'un bureau de statistique. Le personnel de ce bureau (1 technicien et 1 dessinateur) dispose en outre des renseignements journaliers relatifs aux conditions hydrologiques (débits en divers points niveau du lac Léman, etc.). Certains de ces éléments statistiques sont d'ailleurs disponibles dans le bâtiment administratif même, sous forme d'enregistrements continus commandés par télémesure. Les autres sont reçus par téléphone.

Ces indications servent de base à l'établissement de statistiques journalières, hebdomadaires, mensuelles et annuelles. Elles sont reportées graphiquement, selon les modes de représentation classiques, en fonction du temps. Ce genre de représentation est si connu de tous qu'il n'est pas utile de s'étendre davantage sur ce point.

Il convient de signaler cependant que, pour faci-

ter les extrapolations à longue échéance, il est avantageux d'utiliser une *échelle d'ordonnées logarithmiques* pour les statistiques annuelles de consommation. De cette manière, il est facile de mettre en évidence le taux moyen d'accroissement. La fig. 1 montre, à titre d'exemple, l'aspect que prend le développement de la consommation du réseau genevois pendant ces dernières années avec ce mode de représentation.

La puissance totale absorbée par le réseau de distribution est connue directement par les enregistrements des wattmètres totalisateurs du système de télémesure réunissant les points d'alimentation du réseau 18 kV. Les enregistrements de chaque mercredi sont transposés en *diagrammes de charge* au format normalisé, dont la collection constitue aussi une source précieuse de renseignements.

2. Mouvement des puissances raccordées et marge de sécurité sur le réseau

Il est intéressant de suivre aussi par une statistique le mouvement des *puissances raccordées*, en raison de ses répercussions directes sur l'évolution future de la consommation et des charges des cabines de transformation. Il est bon de disposer pour cela de valeurs mensuelles. Comme celles-ci varient souvent de manière très irrégulière, il est préférable d'utiliser pour la

statistique les totaux des douze derniers mois décalés de mois en mois (total glissant).

La connaissance des puissances raccordées permet de tenir à jour la statistique du *total des puissances installées chez les abonnés*. Dans ce domaine, il convient peut-être de ne pas se faire trop d'illusions sur l'exactitude des chiffres obtenus; en particulier, dans les réseaux qui ont introduit le tarif à compteur unique pour les ménages, un contrôle détaillé et complet des appareils raccordés n'est plus guère possible. Ainsi, à Genève, seuls les appareils ménagers installés à poste fixe sont encore recensés. Pour les autres appareils, on en est réduit à des estimations.

Malgré cette réserve, il est intéressant d'utiliser le chiffre de la puissance totale raccordée pour contrôler le *degré de saturation du réseau de distribution*. La méthode utilisée à Genève consiste à comparer à la fin de chaque année le total des puissances installées chez les abonnés avec la puissance totale des transforma-

teurs installés dans les cabines de transformation 18 kV/220-380 kV.

L'expérience de nombreuses années d'exploitation a montré, en effet, que des signes de surcharge du réseau (déclenchements fréquents, mauvaise tenue de la tension) ne tardent pas à apparaître dès que le rapport $\frac{\text{kW abonnés}}{\text{kVA stations}}$ dépasse sensiblement la valeur 2,6.

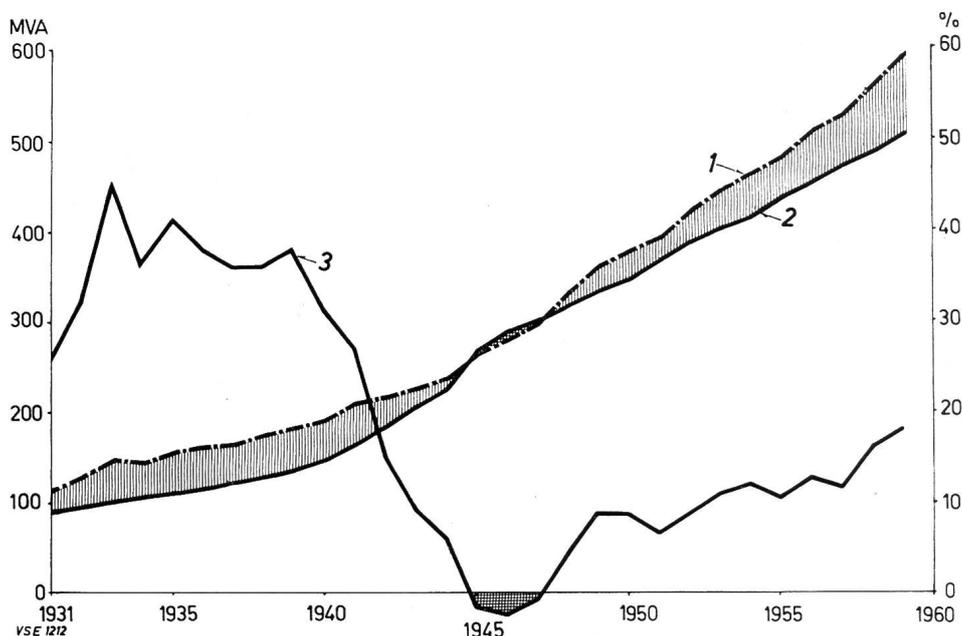
La fig. 2 montre l'application de cette méthode au réseau de Genève pendant les deux dernières décennies. La courbe 1 est obtenue en multipliant par le coefficient limite de 2,6 la puissance totale des transformateurs installés dans les stations (état en fin d'année); c'est donc ce qu'on peut considérer comme étant la capacité normale du réseau en puissance installée C . La courbe 2 représente la puissance totale réellement installée chez les abonnés en fin d'année P_a . Le rapport $\frac{C-P_a}{P_a}$ exprimé en % donne la disponibilité du réseau en puissance installée. En d'autres termes, ce rapport

nés industriels consommant plus de 100 000 kWh par an pour l'éclairage et la force-motrice. Pour ces abonnés, les consommations et les puissances absorbées continuent à être relevées mensuellement; elles sont différenciées selon les tarifs, pour autant que l'abonné ne possède pas un tarif général tous usages.

Jusqu'ici le besoin ne s'est pas fait sentir de traduire systématiquement ces données sous forme graphique. Elles constituent toutefois une source d'informations immédiatement disponibles lorsque l'on veut des renseignements sur la consommation d'un abonné déterminé. En revanche, une statistique spéciale mensuelle comprenant tableaux et graphiques permet de suivre dans l'ensemble l'évolution des divers éléments du *tarif ménager à compteur unique* depuis son introduction en 1946. La figure 3 montre un extrait de cette statistique, établie aussi sous la forme de totaux glissants de douze mois consécutifs. Ce renseignements rendent de grands services pour l'établissement des budgets annuels de recettes.

Fig. 2
Contrôle de la capacité du réseau de distribution

- 1 Capacité normale en puissance installée C (puissance totale des transformateurs $\times 2,6$)
- 2 Puissance raccordée des abonnés P_a
- 3 Disponibilité en puissance installée $\frac{C - P_a}{P_a} 100 \%$



indique dans quelle proportion la puissance installée chez les abonnés pourrait être augmentée sans qu'il en résulte d'inconvénients techniques. Le graphique montre en particulier combien le réseau de Genève s'est trouvé rapidement saturé vers la fin de la guerre 1939/45 et le temps qu'il a fallu pour reconstituer péniblement une marge d'environ 10 % au cours des 15 dernières années.

3. Etude de la consommation par catégories d'usagers et par genres de tarifs

En ce qui concerne les consommations d'énergie, les renseignements statistiques sont tirés des journeaux de vente établis par les machines à cartes perforées utilisées pour la facturation. Depuis 1957, les relevés de consommation ont lieu tous les deux mois; les résultats sont totalisés par tarif et par catégorie de consommations.

Ces relevés sont complétés par la tenue de fiches statistiques individuelles pour tous les abonnés dont la consommation est contrôlée par un compteur à indicateur de maximum. Il s'agit principalement d'abon-

Statistiques économiques ou financières

1. Recettes et dépenses d'exploitation

La principale source de renseignements pour les statistiques économiques est constituée par les situations mensuelles établies par le service de comptabilité. Ces documents comprennent notamment:

1. Un compte d'exploitation complet, dans lequel les dépenses englobent aussi les quote-parts des charges financières (intérêts et amortissements) ainsi que des frais généraux d'administration et de comptabilité. Les postes dont la mise en compte est annuelle sont introduits par douzièmes dans ces situations mensuelles
2. Un bilan mensuel complet, avec la situation des immobilisations, des actifs réalisables ou disponibles et celle des divers fonds
3. Une situation détaillée des dépenses de construction et des dépenses de renouvellement (crédits disponibles, dépenses effectuées et acomptes versés)
4. Une situation des stocks de matériel et de leur mouvement.

Il est évidemment intéressant de suivre régulièrement, en les traduisant graphiquement, les deux éléments fondamentaux du compte d'exploitation, à

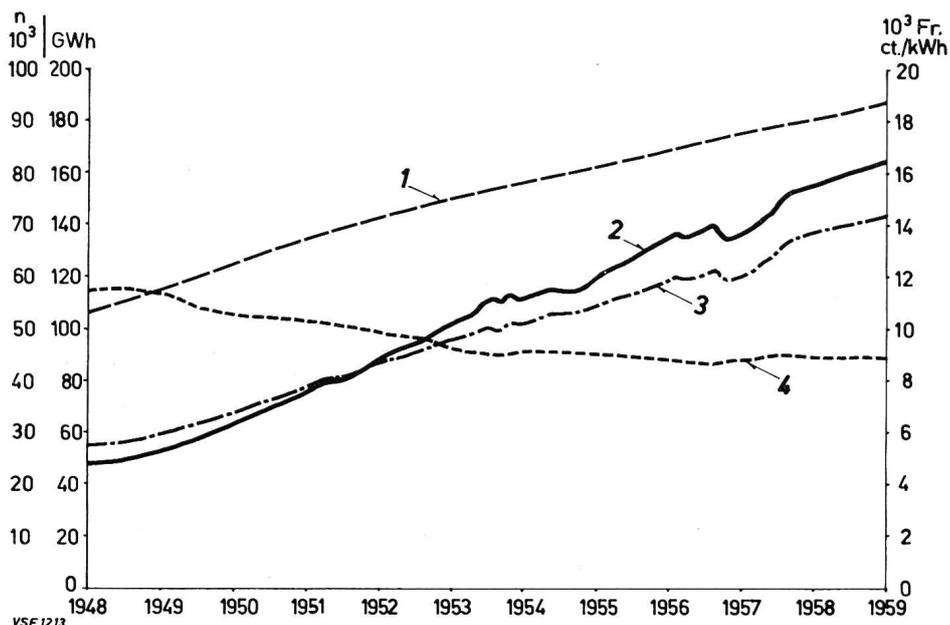
savoir les recettes totales d'exploitation et les dépenses totales.

Comme les valeurs mensuelles présentent passablement d'irrégularités et une fluctuation saisonnière

une fois de plus, comme élément de statistique le total des douze derniers mois, décalé de mois en mois. La tendance générale de chaque poste est ainsi beaucoup plus facilement reconnaissable.

Fig. 3
Développement du tarif ménager à compteur unique

- 1 Nombre d'abonnements
- 2 Consommation totale
- 3 Montants facturés totaux
- 4 Prix moyens de vente
- n Nombre d'abonnements



marquée, et qu'en outre certaines de leurs composantes sont réparties plus ou moins arbitrairement par douzièmes, il est particulièrement commode de choisir,

2. Evolution des recettes d'énergie et des prix moyens de vente

Pour suivre de près l'évolution des *recettes d'énergie*, il est commode d'en contrôler la progression au cours de l'exercice en traçant la courbe des valeurs mensuelles cumulées à partir du début de l'exercice. En se fondant sur un certain nombre d'années connues, on peut construire pour chaque catégorie d'application une courbe de progression standard en pour-cent du total annuel. Ces courbes (fig. 4) sont particulièrement utiles pour comparer l'évolution des recettes réelles par rapport au budget et prévoir ainsi à temps dans quelle mesure le budget sera atteint ou dépassé.

Il est aussi très utile de suivre attentivement l'évolution du *prix moyen de vente* de l'énergie totale distribuée dans le réseau. Sa tendance reflète fidèlement les effets d'ensemble de la politique tarifaire. Ici encore, l'emploi de la moyenne glissante sur les douze mois écoulés élimine les inégalités et fait mieux apparaître l'allure générale.

3. Structure des dépenses d'exploitation

Au chapitre des *dépenses d'exploitation*, il est important d'en saisir la structure, au moins dans ses grandes lignes, et surtout de suivre l'évolution de cette structure. Les fig. 5 et 6 montrent deux modes de représentation également utiles dans ce domaine. La fig. 5 donne, sur la base des valeurs annuelles, une vue d'ensemble de la structure des dépenses subdivisées suivant leur nature, et de son évolution au cours d'un certain nombre d'années. La fig. 6 permet de suivre plus en détail l'allure de chaque composante en utilisant les totaux glissants de douze mois.

Au lieu de subdiviser les dépenses d'exploitation d'un exercice selon leur nature, on peut aussi étudier leur répartition selon les différents postes de dépenses

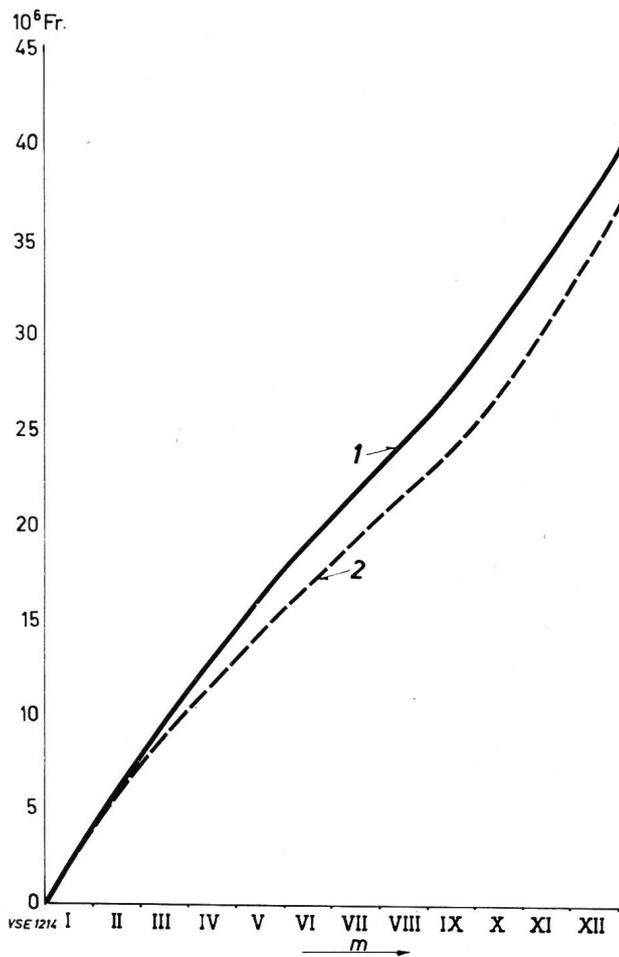


Fig. 4
Progression des recettes au cours de l'année
1 Recettes totales réelles 1958
2 Courbe standard
m mois de l'année

(production et achat, transformation, transport, distribution, frais d'abonnés). On obtient ainsi une analyse détaillée du prix de revient de l'énergie. Un diagramme de ce genre, dont l'établissement nécessite il est vrai un travail long et minutieux de ventilation des comptes, est extrêmement utile lorsqu'il s'agit d'établir des conditions de fourniture spéciales à des abonnés importants.

formation, au kVA de puissance installée chez les abonnés, au kW de puissance maximum absorbée par le réseau ou au kWh fourni aux abonnés. Le calcul peut se faire en partant des valeurs annuelles, mais on obtient souvent des montants assez irréguliers d'une année à l'autre. Pour éliminer ces discontinuités, il peut y avoir avantage à considérer les valeurs cumulées à partir d'une époque déterminée.

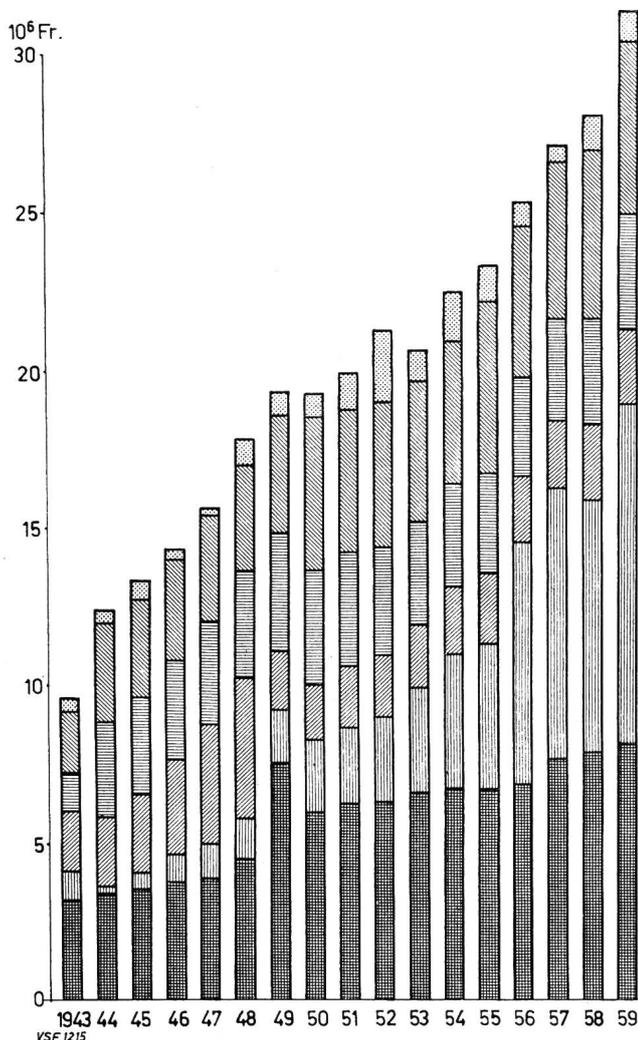


Fig. 5
Structure des dépenses
Valeurs annuelles

- Renouveaulement
- Amortissements
- Intérêts
- Administration générale
- Achats d'énergie
- Exploitation

4. Investissements dans les réseaux de distribution

Il n'est sans doute pas besoin de rappeler l'importance que revêtent pour les entreprises d'électricité les capitaux investis dans les installations. Il est par conséquent intéressant d'en suivre le développement, en particulier en ce qui concerne le réseau de distribution. Les valeurs spécifiques que l'on peut en tirer constituent une base sérieuse pour évaluer le coût des extensions futures du réseau.

Ces valeurs peuvent être rapportées, par exemple, au kVA de puissance installée dans les postes de trans-

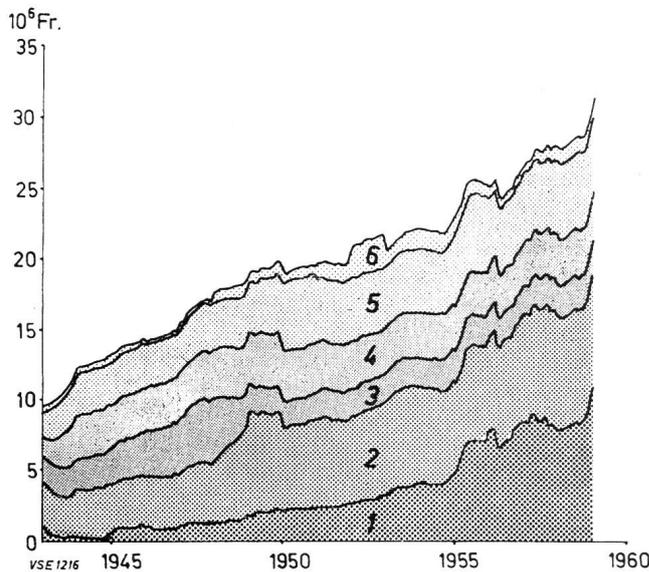


Fig. 6
Structure des dépenses

- Totaux glissants de douze mois
- 1 Achats d'énergie
 - 2 Frais d'exploitation
 - 3 Frais d'administration générale
 - 4 Intérêts
 - 5 Amortissements
 - 6 Renouveaulement

En outre, on peut s'intéresser soit au total des capitaux investis chaque année soit, au contraire, aux capitaux immobilisés à une époque déterminée, après déduction des amortissements. A titre d'exemple, la fig. 7 donne les valeurs spécifiques enregistrées depuis 1932 pour les capitaux investis dans le réseau de distribution (réseau primaire, secondaire et transformateurs.) Les droites verticales 1 représentent les capitaux investis chaque année par kVA d'augmentation de la puissance des stations. La courbe 2 donne l'évolution de la valeur spécifique obtenue en formant le quotient des valeurs cumulées depuis 1932. Enfin, la courbe 3 indique le total cumulé des capitaux investis dans le réseau depuis 1932, date de constitution des Services industriels de Genève en régie autonome.

Statistiques particulières

1. Contrôle des approvisionnements en énergie et de la probabilité de couverture de la demande

En dehors des statistiques d'exploitation proprement dites, d'autres travaux statistiques orientés vers des buts spéciaux peuvent rendre de précieux services. C'est le cas notamment dans le domaine du contrôle permanent de la situation de l'approvisionnement en énergie électrique en hiver. Lorsque les sources d'énergie sont essentiellement hydrauliques, l'introduction de la notion de probabilité fournit un moyen particulièrement simple et efficace pour suivre l'évolution de

la situation. La méthode utilisée à Genève se fonde sur les considérations suivantes :

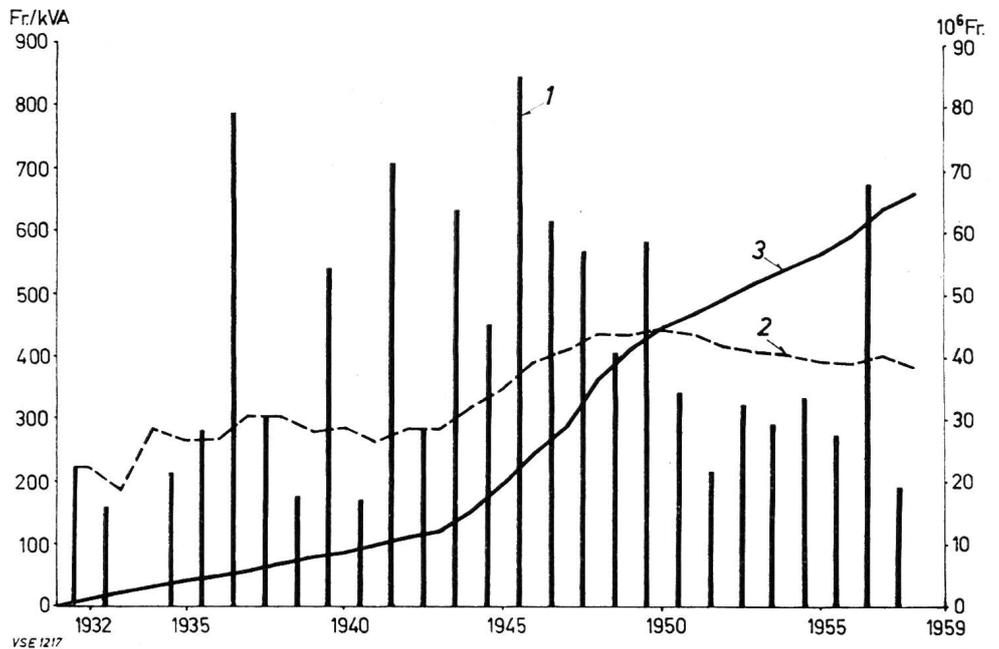
Si à une date quelconque de l'hiver on ajoute aux réserves d'énergie accumulées dans les lacs ou garanties par contrat la productibilité des usines au fil de l'eau disponible jusqu'à la fin de l'hiver dans le cas d'hydraulicité moyenne, on obtient la quantité totale d'énergie normalement disponible depuis la date considérée jusqu'à la fin de la saison.

ture, ce qui permet de prendre en temps voulu les dispositions nécessaires pour corriger la situation, par exemple en procédant à des achats ou à des ventes d'énergie à court terme.

Les graphiques de la fig. 8 montrent le principe et le mécanisme de cette méthode, utilisée depuis de nombreuses années à Genève. Sur le graphique de gauche sont représentés schématiquement la variation en fonc-

Fig. 7
Capitaux investis dans les réseaux de distribution

- Réseaux primaires, secondaires et transformateurs
- 1 Capitaux investis chaque année par kVA d'augmentation de la puissance des stations
 - 2 Evolution de la valeur spécifique obtenue en forment le quotient des valeurs cumulées depuis 1932
 - 3 Total cumulé des capitaux investis dans le réseau depuis 1932



En comparant cette disponibilité totale à la consommation probable à couvrir pendant le même laps de temps, on constate généralement un écart, que l'on peut exprimer en proportion de la productibilité moyenne au fil de l'eau relative à la même période.

On peut connaître la probabilité de cet écart par rapport à la moyenne d'après des statistiques de productibilité au fil de l'eau

tion du temps des principaux éléments du bilan d'énergie. La courbe 1 représente la productibilité au fil de l'eau cumulée depuis le début de l'hiver pour une hydraulicité moyenne. Elle aboutit à la valeur $O_2F_0 = f_0$ total de la productibilité au fil de l'eau de l'ensemble de l'hiver. La courbe 2, obtenue en soustra-

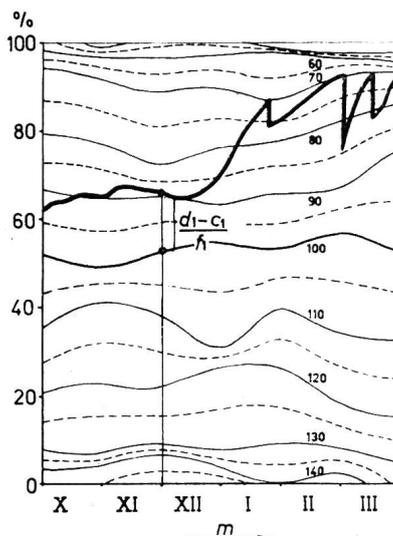
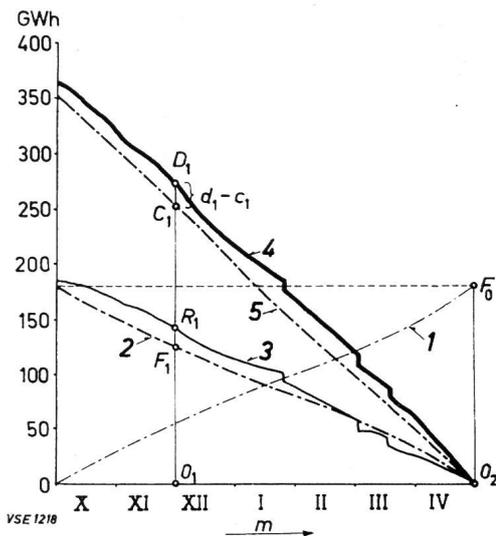


Fig. 8
Contrôle de l'état d'approvisionnement en énergie

à gauche Disponibilités et consommations à assurer

- 1 Productibilité moyenne au fil de l'eau, cumulée
- 2 Productibilité moyenne au fil de l'eau, disponible
- 3 Réserves
- 4 Disponibilités totales
- 5 Consommation à assurer

à droite Probabilité de couverture

m Mois de l'année

$$\frac{O_1F_1}{O_1R_1} = f_1 \quad \frac{O_1C_1}{O_1D_1} = c_1$$

$$\frac{O_2F_0}{O_2F_0} = f_0$$

établies sur un nombre d'années suffisamment grand. Connaissant cette probabilité, on peut en déduire directement la probabilité pour que la consommation qu'il faut assurer jusqu'à la fin de l'hiver soit couverte.

En répétant la même opération à intervalles réguliers, on peut suivre très facilement l'évolution de cette probabilité de couver-

tant de f_0 les ordonnées de la courbe 1, donne la productibilité au fil de l'eau disponible depuis une date quelconque jusqu'à la fin de l'hiver. La courbe 3 représente le total de l'énergie restant en réserve (énergie accumulée dans les lacs ou réservée par contrat).

En totalisant les ordonnées des courbes 2 et 3, on obtient les disponibilités totales figurées par la courbe 4. La consommation totale à couvrir jusqu'à la fin de l'hiver est donnée par la courbe décroissante 5.

Par exemple, à fin novembre on disposait de $f_1 + r_1 = d_1$ GWh pour couvrir la consommation c_1 . Comme d_1 est supérieur à c_1 , cela veut dire que pour que la consommation c_1 soit juste couverte, il suffirait que la productibilité au fil de l'eau soit $d_1 - c_1$ GWh inférieure à la moyenne f_1 , c'est-à-dire soit en valeur relative de $\frac{d_1 - c_1}{f_1} \times 100\%$ plus petite que f_1 . Si, par exemple, l'écart $d_1 - c_1$ est de 10 % de f_1 , cela signifie qu'il suffit que la productibilité au fil de l'eau soit égale au 90 % de la moyenne pour que la demande soit couverte.

Les écarts relatifs sont alors reportés sur le graphique de droite établi de la manière suivante:

D'après les statistiques de débits d'une longue période (20 à 40 ans), on calcule pour le début de chaque mois la courbe de fréquence cumulée des productibilités au fil de l'eau (courbe de durée) disponibles de la date considérée jusqu'à la fin de l'hiver, ces productibilités étant exprimées en % de la moyenne pluriannuelle. L'ensemble de ces courbes de fréquences cumulées est alors réuni sous forme de diagramme topographique dont les lignes de niveau représentent des pourcentages de la productibilité moyenne. L'échelle des abscisses figure le temps (semaines et mois de l'hiver). L'échelle des ordonnées donne le pourcentage de probabilité pour que la productibilité dépasse $x\%$ de la moyenne jusqu'à la fin de l'hiver.

Ce topogramme une fois établi, il suffit alors de situer par rapport aux lignes de niveau graduées en % le point correspondant à l'écart $\frac{d-c}{f}$, tiré du premier graphique, pour obtenir sur l'échelle des ordonnées la probabilité de couverture cherchée: en reliant par une courbe les différents points calculés ainsi successivement, on peut suivre l'évolution dans le temps de la probabilité de couverture.

L'expérience montre qu'un contrôle mensuel de la situation est nettement insuffisant; en effet, pour peu que la production au fil de l'eau constitue une part importante des disponibilités totales, les variations des débits peuvent amener parfois en quelques jours des modifications considérables. En revanche, les changements journaliers revêtent généralement trop peu d'importance pour qu'il vaille la peine de les considérer isolément; on en conclut que la solution la plus adéquate consiste à exercer un *contrôle hebdomadaire*.

Le principal avantage de cette méthode réside dans le fait qu'elle donne constamment et rapidement une image d'ensemble de la situation d'approvisionnement en énergie, et qu'elle permet en même temps de juger avec quelle rapidité cette situation a tendance à s'améliorer ou à s'aggraver. En outre, elle réduit à sa juste importance l'influence de circonstances momen-

tanées exceptionnelles, dont il est souvent si difficile de se libérer lorsqu'il s'agit de juger d'une situation dans son ensemble.

2. Contrôle des prix moyens de vente aux importants abonnés

Comme autre moyen d'application particulière de statistiques d'exploitation, on peut citer l'établissement de graphiques synoptiques des *prix moyens de vente du kWh à certains abonnés importants*, tels que les abonnés industriels. Le procédé le plus pratique paraît être le suivant:

On porte en abscisses les consommations; pour cela il est avantageux d'utiliser une échelle logarithmique s'étendant sur 2 ou 3 puissances de 10 de façon à embrasser une plage de consommation suffisamment large. En ordonnées figurent les prix résultants, portés aussi en échelle logarithmique. De cette manière les recettes totales peuvent aussi être indiquées sur le graphique sous forme de droites à 45°, étant le produit des quantités d'énergie par le prix résultant.

Ce genre de graphiques, que l'on peut établir chaque année, permet d'embrasser d'un coup d'œil l'ordre de grandeur des prix résultants les plus fréquents pour une fourniture d'importance déterminée. Il permet de mettre en évidence les cas d'abonnés dont la recette est manifestement en-dessous des normes et dont, par conséquent, les conditions de fourniture seraient à revoir en premier lieu si la nécessité d'augmenter les recettes venait à se manifester.

Conclusion

Il y aurait, évidemment, encore bien d'autres exemples de statistique à citer, mais le but de cet exposé n'était pas de décrire en détail tout ce qui se fait dans ce domaine, mais uniquement d'attirer l'attention sur quelques cas caractéristiques et certaines possibilités intéressantes d'utilisation des statistiques dans l'exploitation.

En terminant, nous ne pouvons nous défendre du sentiment que nous sommes encore bien loin de tirer tout le parti que nous pourrions de cette science qu'est la statistique. L'emploi des cartes perforées pour la facturation nous offre déjà des possibilités considérables, que nous ne savons sans doute pas encore utiliser pleinement. A Genève, l'installation d'un ordinateur commandé principalement en vue de parfaire l'automatisation de la facturation élargira bientôt considérablement le champ des possibilités d'investigations qui nous sont offertes. Il nous appartiendra d'en tirer toutes les conséquences afin de pouvoir conduire l'exploitation avec toujours davantage de sûreté, de clairovoyance et d'efficacité.

Adresse de l'auteur:

E. Dufour, ingénieur chargé des tarifs et mouvements d'énergie du Service de l'électricité de Genève, Genève.

Impressions d'un stage à l'Electricité de France

par Ch. Oester, Berne

(suite du n° 2, p. 56)

061.1(44) EDF : 621.311

Au cours de son récent séjour d'études auprès de l'Electricité de France¹⁾, l'auteur a eu l'occasion de visiter plusieurs sous-stations nouvelles de cette entreprise nationalisée. Il consacre l'article suivant au matériel blindé moderne, utilisé actuellement en France pour équiper les sous-stations et les postes de transformation.

Anlässlich seines Studienaufenthaltes bei der Electricité de France¹⁾ hatte der Autor Gelegenheit, mehrere neue Unterwerke der EDF zu besichtigen; er berichtet im nachfolgend wiedergegebenen Aufsatz über das moderne gekapselte Material, das heute in Frankreich beim Bau von Unterwerken und Transformatorstationen verwendet wird.

III. Le matériel moderne blindé de l'Electricité de France

Introduction

La tendance actuelle est à l'abaissement des barrières douanières et à l'extension des marchés. L'accroissement des débouchés appelle des prix plus bas, et cette baisse de prix peut être favorisée entre autres par une *normalisation* judicieuse, en l'espèce celle des appareils et des installations électriques.

Les installations normalisées se conforment aux besoins de la pratique, aussi bien du point de vue de leur conception que de celui de leurs dimensions. Elles permettent de réduire considérablement les frais causés par les stocks, les pièces de rechange et les réparations. En d'autres termes elles créent les conditions voulues pour une rentabilité plus élevée des installations de distribution. Or, c'est surtout dans le cas des installations blindées que la normalisation est facile. A condition de rencontrer la compréhension indispensable auprès des distributeurs d'électricité et lorsque ceux-ci voudront bien renoncer à leurs désirs particuliers, on pourra envisager de fabriquer de telles installations blindées en série normalisée, offrant les avantages d'une construction rationnelle et d'une prompte livraison, avantages qui profiteront en définitive entièrement à l'abonné. La contribution qui suit décrit les solutions que l'EDF a mises sur pied dans ce domaine.

Uniformisation des schémas d'installations

Une commission a examiné très soigneusement la question des schémas. Pour faciliter l'exploitation et diminuer les coûts d'établissement, on a choisi comme élément le *chariot blindé de couplage à barre collectrice unique*. Des indications détaillées sur la construction de cet élément dépasseraient le cadre de cet exposé; nous renvoyons le lecteur aux publications parues dans les périodiques spécialisés français et étrangers. Les considérations qui suivent montrent comment à partir de cet élément on peut créer une installation répondant à toutes les exigences de l'exploitation.

a) Installation de distribution avec une barre collectrice

Les armoires de couplage normalisées se composent des deux parties fixes – barre collectrice et rac-

cordement des câbles – et du disjoncteur mobile; elles sont disposées les unes à côté des autres, formant une rangée d'armoires. En règle générale, cette disposition n'est adoptée que dans le cas d'un transformateur d'alimentation unique. En cas de révision du disjon-

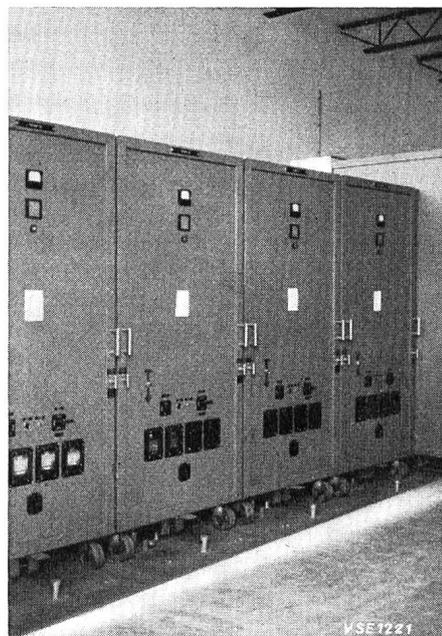


Fig. 1

Installation blindée de distribution à barre collectrice unique dans une sous-station

teur, l'alimentation du réseau est interrompue, si celui-ci n'est pas maillé. L'interruption a généralement lieu la nuit et dure très peu de temps. Dans un réseau maillé, pareille interruption est le plus souvent sans conséquence, puisque la zone en cause peut être desservie d'un autre côté.

En ce qui concerne la *sécurité de l'exploitation*, grâce à l'absence de sectionneurs l'installation blindée est plus avantageuse que les autres, étant donné que la plupart des perturbations qui survenaient jusqu'ici dans la partie à moyenne tension des sous-stations,

¹⁾ Bull. ASE. «Pages de l'UCS», t. 52(1961), n° 2, p. 49...56.

¹⁾ s. Bull. SEV, «Seiten des VSE», Bd. 52(1961), Nr. 2, S. 49...56.

étaient dues à l'ouverture involontaire sous charge des sectionneurs.

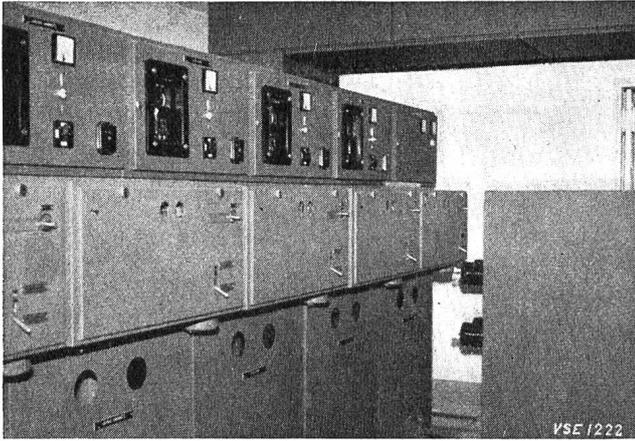


Fig. 2

Installation blindée de distribution à barre unique avec sectionnement de celle-ci

Les barres de jonction (au plafond) sont également blindées
On distingue à droite un chariot sorti de sa cellule

b) Installation de distribution à barre unique avec sectionnement de celle-ci

Dans ce cas, l'installation est conçue comme sous la lettre a), mais prévue généralement pour deux transformateurs d'alimentation. En règle générale, les deux barres sont reliées par un disjoncteur de puissance. Pendant les heures de faible charge, l'un ou l'autre

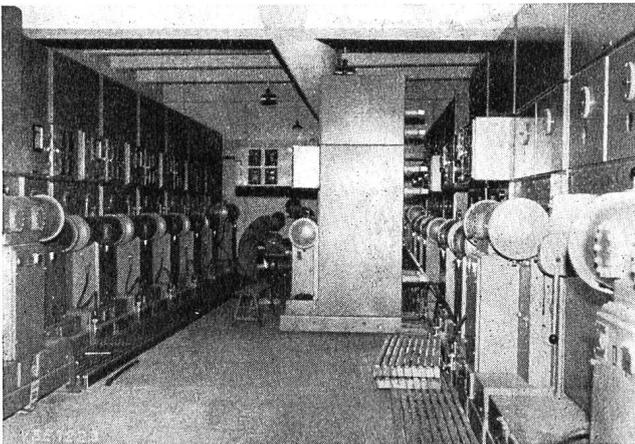


Fig. 3

Grande installation blindée dans une sous-station à Paris
Les disjoncteurs sont actionnés à l'air comprimé

groupe peut être mis hors service pour révision, après que les deux barres aient été reliées au moyen du disjoncteur.

Avec leur enveloppe en tôle, les cellules blindées se présentent comme les tableaux d'une salle de commande. Souvent un schéma du couplage interne est apposé sur chaque cellule. Grâce à cette précaution et aux simplifications apportées à l'installation (absence de sectionneurs), on économise la télécommande.

c) Installation de distribution à deux barres, d'après le principe des deux disjoncteurs

La méthode des deux disjoncteurs est appliquée avant tout là où l'exploitation du réseau doit permettre de commuter en service les départs de lignes d'un système à l'autre, ou lorsque la révision des interrupteurs d'un réseau exploité en antennes ne doit provoquer aucune interruption de la fourniture d'énergie.

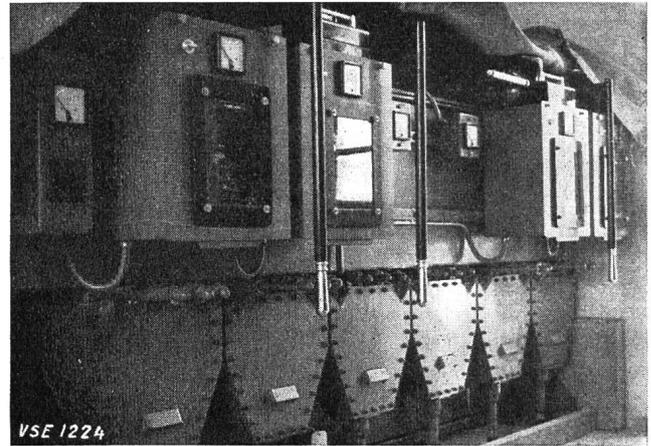


Fig. 4

«Matériel de coq» dans une nouvelle sous-station
On distingue les leviers de commande et les relais de réseau

Cette méthode consiste à brancher deux séries d'armoires à barre collectrice unique en parallèle. Elle contribue non seulement à diminuer sensiblement le nombre de types, mais aussi à augmenter la sécurité d'exploitation, pour la raison suivante: pour commuter un feeder d'un système sur un autre, il est absolument superflu d'actionner les sectionneurs de barre, car ce sont les deux interrupteurs de puissance qui assument cette fonction. Par là, 90 % environ des manœuvres de sectionneurs sont supprimées; les fausses manœuvres et partant les accidents dus aux arcs sont pratiquement exclus. Le matériel blindé offre en outre au personnel de service une protection contre le contact fortuit avec des parties sous tension, et protège l'installation contre la propagation des arcs et l'accumulation de poussière.

Le matériel de coq

Dans les cas où l'EDF dispose d'un ancien local à haute tension encore en bon état, mais de dimensions insuffisantes pour abriter une installation neuve agrandie, elle a recours au «matériel de coq». Comme le montrent les fig. 4 et 5, il s'agit d'un matériel extrêmement ramassé, dans l'huile. Une cellule n'a pas plus de 30 cm de largeur environ et la hauteur totale, y compris la boîte d'extrémité du câble, atteint à peu près un mètre. Les interrupteurs sont actionnés au moyen de leviers de commande manuelle.

Transformateurs de distribution à basse tension sous armoire

Les transformateurs de distribution à basse tension placés à l'intérieur d'armoires se prêtent particulièrement bien à une fabrication en série. En développant leur emploi, l'EDF vise principalement deux buts:

A) normalisation et par conséquent baisse de prix de l'équipement des postes (les armoires entièrement métalliques normalisées sont fabriquées en série dans les ateliers modernes des constructeurs);

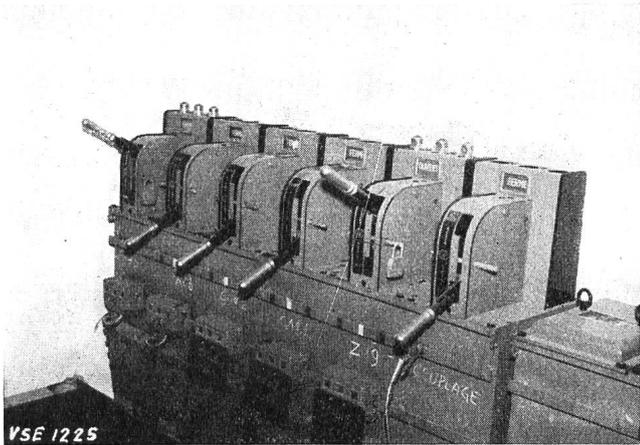


Fig. 5
«Matériel de coq» dans un poste de transformation
La largeur totale des six travées mesure 1,8 m

B) économie d'espace lors de changements de tension (pour éviter des transformations coûteuses, on peut passer à une tension plus élevée sans agrandir les locaux, grâce à l'exécution ramassée des éléments blindés).

Un poste de transformation à moyenne tension/basse tension comprend trois parties: la côté haute tension, le transformateur et les départs à basse tension.

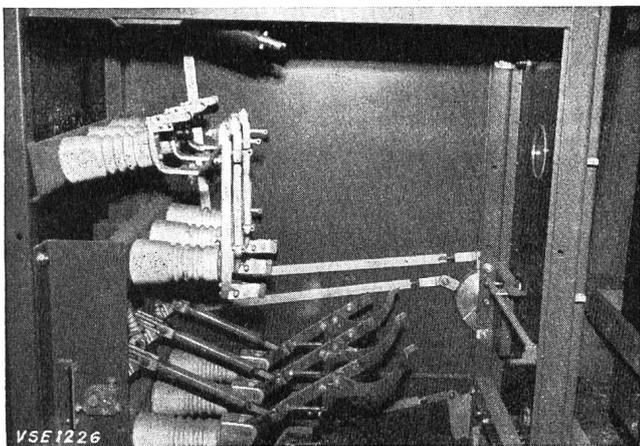


Fig. 6
Intérieur d'une armoire blindée

a) *Côté haute tension.* Etant donné qu'il n'y a généralement pas de disjoncteur dans un poste de transformation de ce genre, la partie mobile de la cellule blindée est superflue. Sectionneur, fusibles et isolateurs sont montés comme dans une cellule ouverte sur un cadre, protégé par des panneaux métalliques devant et sur les côtés.

La distance entre pôles pour le matériel à 20 kV de la fig. 6 ne mesure que 20 cm; elle est estimée suffisante dans le cas d'un réseau en câbles souterrains.

La fig. 7 montre l'extérieur des armoires de couplage. Les sectionneurs sont commandés par un jeu de leviers. Deux petites fenêtres permettent de jeter un coup d'œil à l'intérieur de la cellule. Un verrouillage à clef empêche que les armoires soient ouvertes par des personnes non autorisées; d'autre part, les armoires ne peuvent être ouvertes que si elles ne sont pas sous tension.



Fig. 7
Vue de face d'une armoire de couplage

b) *Le transformateur.* Il se trouve à l'intérieur d'une armoire, ou bien dans une partie séparée et bien aérée du local. Les transformateurs peuvent être munis d'un thermomètre à contact, qui fait déclencher l'interrupteur de charge lorsque l'huile ou les enroulements s'échauffent anormalement.

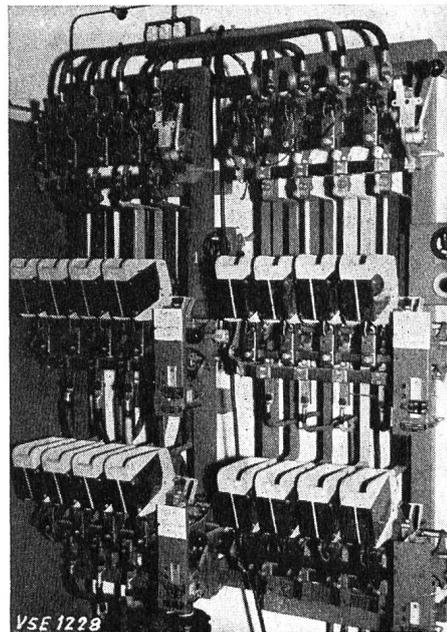


Fig. 8
Distribution à basse tension, avec interrupteurs de charge et relais bimétabliques

c) *Les départs à basse tension.* Il s'agit en général d'un matériel normalisé avec protection par fusibles. Le transformateur alimente les barres à basse tension par l'intermédiaire d'un interrupteur tripolaire à levier, verrouillé lui-même avec l'interrupteur de charge à haute tension correspondant. Les fusibles à grande puissance de coupure sont protégés par une cloche en plexiglas contre tout contact et contre les arcs dangereux provoqués par un enclenchement sur court-circuit. Plus rarement, on utilise sur les départs à basse tension des interrupteurs de charge munis de relais bimétabliques.

Considérations finales

L'emploi de matériel blindé normalisé dans les installations de couplage a été généralisé par l'EDF. Ce n'est là nullement affaire de mode, et il s'agit d'une véritable révolution, qui continuera à faire son chemin, malgré la réticence de certains milieux attachés à la tradition.

Adresse de l'auteur:

Ch. Oester, techn. él. dipl., service de la construction et de l'exploitation du Service électrique de la ville de Berne, Berne.

Communications de nature économique

Petites centrales nucléaires pour l'armée américaine

Il résulte du rapport sur la Session partielle de Madrid de la Conférence Mondiale de l'Energie ¹⁾ que, pour couvrir les besoins futurs d'énergie, selon toute probabilité seules des centrales nucléaires de très grande puissance (de l'ordre de 100 à 500 MW par groupe générateur) seront capables de concurrencer les centrales thermiques classiques, et cela tout d'abord dans les régions où l'exploitation de centrales utilisant du charbon ou de l'huile comme combustible est très chère ou difficile.

Pour l'armée des Etats-Unis d'Amérique, qui doit envisager actuellement l'éventualité d'opérations dans les régions les plus reculées de la planète, se pose aujourd'hui — en égard à la technique et à la mécanisation croissante — le problème de l'approvisionnement en énergie de zones très isolées, par exemple pour les stations de radar des régions arctiques, ou pour des bases importantes situées sur des îles situées en plein Océan Pacifique. Tandis que la marine américaine a obtenu déjà des succès spectaculaires avec ses sous-marins atomiques, le programme de l'armée pour le développement de centrales nucléaires était moins connu jusqu'ici. Le major *John P. Tyler* en parle assez longuement dans la revue mensuelle officielle «*Army*», paraissant à Washington, sans entrer, il est vrai, dans les détails techniques.

Pour les besoins militaires, la perspective est particulièrement séduisante de disposer dans un avenir pas trop éloigné de centrales nucléaires transportables de petite et moyenne puissance indépendantes de l'approvisionnement en combustible et pouvant fournir de l'énergie assez longtemps (pendant 1 ou 2 ans environ). C'est ainsi, par exemple, qu'une petite centrale nucléaire de 2000 kW de puissance électrique, avec un noyau de réacteur de 400 kg environ, est susceptible de débiter pendant une année et demie sans être réapprovisionnée en combustible une quantité d'énergie qui nécessiterait la combustion de 6000 t d'huile dans une usine Diesel de même puissance.

Nous extrayons de la Revue en question les quelques indications suivantes, sur l'état actuel de ce programme:

En 1952 déjà, les études de l'*Atomic Energy Commission* avaient montré que l'énergie nucléaire pourrait devenir capable de concurrencer, dans des contrées déterminées, l'énergie obtenue à l'aide des combustibles classiques, tels que l'huile lourde, le charbon et le gaz oil. En 1954 l'armée américaine reçut l'ordre d'étudier le développement d'installations nucléaires pour fournir de la chaleur et de l'énergie électrique dans les régions très éloignées des Etats-Unis et difficilement accessibles. Le «*Corps of Engineers*» fut désigné comme organe compétent pour cette tâche. Le programme actuel embrasse des centrales nucléaires fixes, transportables et mobiles, de 100 à 40 000 kW de puissance (voir tableau).

Un principe important suivi dans de ce développement d'installations militaires fut la concentration des organes multiples et compliqués d'une centrale nucléaire en un certain nombre de blocs distincts, fabriqués, contrôlés et transportés individuellement au lieu de destination, pour y être assemblés rapidement en une centrale nucléaire prête à fonctionner.

¹⁾ voir Bull. ASE t. 51(1960), n° 24, p. 1262...1268.

Programme de l'armée américaine pour les centrales nucléaires
Tableau I

Mobilité	Puissance électrique de l'usine		
	petites (low = L) 100 à 1000 kW	moyennes (medium = M) 1000 à 10 000 kW	grandes (high = H) au-dessus de 10 000 kW
<i>stations fixes</i> (stationary = S)	SL	SM	projets civils
<i>transportables</i> (portable = P)	PL	PM	actuellement pas de projet
<i>mobiles</i> (mobile = M)	ML	MM	MH

La première de ces centrales, réalisée selon la technique des blocs élémentaires, et d'une puissance de 2000 kW, est entrée en fonction au mois d'avril 1957; elle a fourni depuis lors plus de 22 millions de kWh, et travaille toujours avec la première charge du réacteur. Cette installation expérimentale correspond au type SM du tableau, c'est-à-dire qu'il s'agit d'une installation fixe de puissance moyenne. Elle a déjà servi à former plus de 200 spécialistes pour l'exploitation de réacteurs nucléaires, entre autres l'équipe technique pour le premier navire de commerce à propulsion atomique «*Savannah*», de la Marine marchande des Etats-Unis. Les recherches entreprises ont pour but d'augmenter la puissance par unité de poids. La première installation de campagne va être mise en service dans l'Alaska, avec une puissance électrique de 4000 kW (type SM). Une autre installation transportable (type PM) a été fabriquée et essayée dans l'Etat de New-York. Elle consiste en 27 blocs transportables par avion, de 15 tonnes au maximum, et a été montée en 6 semaines par l'armée à *Thule* (Groenland) en été 1960. Cette centrale, d'une puissance électrique de 1600 kW, sert en outre au chauffage, pour les besoins duquel elle fournit 1 million de BThU à l'heure, soit 252 000 kcal/h. Etant donné que de telles installations doivent être indépendantes de toute alimentation en eau de refroidissement, il a fallu prévoir des groupes de refroidissement par ventilateurs. Parmi les autres projets de petites centrales nucléaires non encore réalisés, il convient de mentionner un type d'une puissance électrique de 200 kW environ, avec fourniture additionnelle de chaleur pour le chauffage de stations radar de dépistage avancé; en outre, des installations d'environ 1000 kW destinés aux stations de recherches de l'Antarctique.

Les travaux en vue de développer une centrale nucléaire mobile du groupe ML, remorquée par un tracteur, avec 300 à 500 kW de puissance électrique, destinée à l'armée de terre, sont assez avancés pour que le premier prototype puisse probablement être mis en service dès 1961. Les gaz chauds sortant de ce réacteur alimenteront directement une turbine à gaz.

Il ressort de diverses publications techniques qu'à la fin de la deuxième guerre mondiale, les Etats-Unis possédaient plusieurs centrales nucléaires montées sur bateaux, qui rendirent de précieux services comme usines auxiliaires, par exemple dans des ports partiellement détruits. Il existe maintenant un projet consistant à monter sur un bateau une centrale nucléaire mobile de

10 000 à 20 000 kW (type MH, tableau I), capable de fournir en permanence de l'énergie électrique pendant une année environ, sans être approvisionnée en combustible. Cette solution déchargerait considérablement l'organisation du transport, en supprimant les grands transports de combustible.

En résumé, on peut dire que le programme de l'armée des Etats-Unis est en bonne voie de réalisation, puisqu'il existe déjà un certain nombre de petites et moyennes installations nucléaires, facilement transportables ou mobiles, dans la gamme de puissances de quelques centaines à quelques milliers de kW. Mais il convient d'insister encore une fois sur le fait que ces installations sont prévues pour fonctionner dans des contrées écartées, extrêmement difficiles à ravitailler, de sorte que leur rentabilité ne saurait être estimée avec la même mesure que celle des centrales nucléaires situées dans des régions industrialisées. P. Troller

Données économiques suisses

(Extraits de «La Vie économique» et du «Bulletin mensuel Banque Nationale Suisse»)

N°		Novembre		
		1959	1960	
1.	Importations (janvier-novembre) } en 10 ^e fr. {	726,9	885,9	
		(7 328,3)	(8 738,3)	
	Exportations (janvier-novembre) } en 10 ^e fr. {	677,3	766,7	
		(6 526,3)	(7 311,4)	
2.	Marché du travail: demandes de places	1 731	1 062	
3.	Index du coût de la vie *) } Août Index du commerce de } 1939 gros *) } = 100 {	181,6	184,9	
		216,1	214,1	
	Prix courant de détail *) : (moyenne du pays) (août 1939 = 100)			
	Eclairage électrique ct./kWh	33	33	
	Cuisine électrique ct./kWh	6,6	6,8	
	Gaz ct./m ³	30	30	
	Coke d'usine à gaz fr./100 kg	16,76	16,73	
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 42 villes . . (janvier-novembre)	2 114	2 309	
		(20 328)	(22 830)	
5.	Taux d'escompte officiel . . %	2,5	2,0	
6.	Banque Nationale (p. ultimo)	Billets en circulation fr.	6 038,2	6 454,9
		Autres engagements à vue 10 ^e fr.	2 125,6	2 496,8
		Encaisse or et devises or 10 ^e fr.	8 251,6	9 440,1
		Couverture en or des billets en circulation et des au- tres engagements à vue %	96,27	99,45
7.	Indices des bourses suisses	le 27 11 59	le 25 11 60	
		Obligations	98	99
		Actions	571	794
		Actions industrielles	746	1 054
8.	Faillites (janvier-novembre)	41	38	
		(505)	(426)	
		Concordats (janvier-novembre)	10	17
		(141)	(119)	
9.	Statistique du tourisme occupation moyenne des lits existants, en %	Octobre		
		1959	1960	
		22,4	22,5	
10.	Recettes d'exploitation des CFF seuls	Octobre		
		1959	1960	
	Recettes de transport Voyageurs et mar- chandises	77,6	87,6	
	(janvier-octobre)	(730,1)	(822,2)	
	Produits d'exploita- tion	84,6	94,4	
	(janvier-octobre)	(798,5)	(889,5)	

*) Conformément au nouveau mode de calcul appliqué par le Département fédéral de l'économie publique pour déterminer l'index général, la base juin 1914 = 100 a été abandonnée et remplacée par la base août 1939 = 100.

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois

Métaux

		Janvier	Mois précédent	Année précédente
Cuivre (fils, barres) ¹⁾ .	fr.s./100 kg	270.—	283.—	315.—
Etain (Banka, Billiton) ²⁾	fr.s./100 kg	960.—	762.—	967.—
Plomb ¹⁾	fr.s./100 kg	82.—	82.—	92.50
Zinc ¹⁾	fr.s./100 kg	98.—	101.—	121.50
Fer (barres, profilés) ³⁾	fr.s./100 kg	58.50	58.50	58.50
Tôles de 5 mm ³⁾	fr.s./100 kg	56.—	56.—	56.—

¹⁾ Prix franco Bâle, marchandise dédouanée, chargée sur wagon, par quantité d'au moins 50 t.
²⁾ Prix franco Bâle, marchandise dédouanée, chargée sur wagon, par quantité d'au moins 5 t.
³⁾ Prix franco frontière, marchandise dédouanée, par quantité d'au moins 20 t.

Combustibles et carburants liquides

		Janvier	Mois précédent	Année précédente
Benzine pure / Benzine éthylée ¹⁾	fr.s./100 lt.	37.—	37.—	37.—
Carburant Diesel pour véhicules à moteur ²⁾ .	fr.s./100 kg	32.65	32.65	34.75
Huile combustible spé- ciale ²⁾	fr.s./100 kg	14.05	14.15	14.85
Huile combustible lé- gère ²⁾	fr.s./100 kg	13.35	13.45	14.15
Huile combustible in- dustrielle moyenne (III) ²⁾	fr.s./100 kg	10.10	10.10	10.80
Huile combustible in- dustrielle lourde (V) ²⁾	fr.s./100 kg	9.20	9.—	9.70

¹⁾ Prix-citerne pour consommateurs, franco frontière suisse Bâle, dédouané, ICHA y compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 15 t.
²⁾ Prix-citerne pour consommateurs (industrie), franco frontière suisse Buchs, St-Margrethen, Bâle, Genève, dédouané, ICHA non compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 20 t. Pour livraisons à Chiasso, Pino et Iselle: réduction de fr.s. 1.—/100 kg.

Charbons

		Janvier	Mois précédent	Année précédente
Coke de la Ruhr I/II ¹⁾	fr.s./t	105.—	105.—	105.—
Charbons gras belges pour l'industrie				
Noix II ¹⁾	fr.s./t	73.50	73.50	81.—
Noix III ¹⁾	fr.s./t	71.50	71.50	78.—
Noix IV ¹⁾	fr.s./t	71.50	71.50	76.—
Fines flambantes de la Sarre ¹⁾	fr.s./t	68.—	68.—	72.—
Coke français, Loire ¹⁾ (franco Bâle)	fr.s./t	124.50	124.50	124.50
Coke français, Loire ²⁾ (franco Genève)	fr.s./t	116.60	116.60	116.50
Coke français, nord ¹⁾	fr.s./t	118.50	118.50	119.—
Charbons flambants de la Lorraine				
Noix I/II ¹⁾	fr.s./t	75.—	75.—	86.50
Noix III/IV ¹⁾	fr.s./t	73.—	73.—	80.—

¹⁾ Tous les prix s'entendent franco Bâle marchandise dédouanée, pour livraison par wagons entiers à l'industrie.
²⁾ Tous les prix s'entendent franco Genève marchandise dédouanée, pour livraison par wagons entiers à l'industrie.

Extraits des rapports de gestion des centrales suisses d'électricité

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

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

	Compagnie Vaudoise d'Electricité Lausanne		Elektrizitätswerk Schwanden, Schwanden		Etzelwerk A.-G. Altendorf		Elektrizitätswerke Wynau Langenthal	
	1959	1958	1959	1958	1958/59	1957/58	1959	1958
1. Production d'énergie . kWh	204 583 000	244 980 000	6 818 510	7 736 200	215 800 000	228 153 000	64 850 000	79 031 000
2. Achat d'énergie . . . kWh	122 959 000	80 804 000	29 273 067	30 579 642	33 200 000	38 179 000	95 047 000	79 512 500
3. Energie distribuée . . kWh	304 742 000	303 450 000	35 310 285	37 716 624	214 500 000	227 008 000	159 897 000	158 543 500
4. Par rapp. à l'ex. préc. . %	+0,4	+5,6	-6,38	+2,15	-5,51	-16,59	+0,9	+2,2
5. Dont énergie à prix de déchets kWh	33 890 000	56 187 000	5 020 198	8 864 572			—	—
11. Charge maximum . . kW			8 800	10 350	92 000	91 000	35 300	34 900
12. Puissance installée totale kW	70 000	70 000	ca. 25 000	25 000				
13. Lampes { nombre kW	523 800	511 490	30 446	30 068	1)	1)		2)
14. Cuisinières { nombre kW	15 810	15 010	1 901	1 857				
15. Chauffe-eau { nombre kW	104 500	99 000	9 285	9 067				
16. Moteurs industriels . . { nombre kW	12 700	11 960	1 018	970				
	19 500	18 000	946	902				
	20 330	19 780	997	926				
	70,8	68,6	1 500	1 395				
21. Nombre d'abonnements . . .	32 080	31 800	4 800	4 800	—	—	5 200	5 200
22. Recette moyenne par kWh cts.	5,04	5,40	5,04	4,75	—	—	3,83	3,80
<i>Du bilan:</i>								
31. Capital social fr.	20 000 000	20 000 000	—	—	20 000 000	20 000 000	5 000 000	5 000 000
32. Emprunts à terme	62 800 000	63 100 000	—	—	15 000 000	15 000 000	—	—
33. Fortune coopérative			—	—	—	—	—	—
34. Capital de dotation			—	—	—	—	—	—
35. Valeur comptable des inst.	71 259 000	71 468 000	487 026	484 364	63 358 108	63 325 351	7 358 402	7 899 701
36. Portefeuille et participat.	14 470 000	13 620 000	689 750	840 250	—	—	1 246 595	1 096 895
37. Fonds de renouvellement	2 421 000	1 917 000	463 920	525 000	19 497 516	18 578 987	4 350 000	4 220 000
<i>Du compte profits et pertes:</i>								
41. Recettes d'exploitation . fr.	19 150 000	17 576 000	1 850 661	1 818 755	4 795 087	4 979 681	5 903 023	5 830 847
42. Revue du portefeuille et des participations	546 600	456 800	22 245	28 934	—	—	34 758	28 741
43. Autres recettes	400 000	400	104 734	4 680	112 485	95 578	95 898	23 149
44. Intérêts débiteurs	2 581 000	2 541 700	—	—	690 000	720 000	3 798	20 110
45. Charges fiscales	345 400	350 800	8 981	9 517	476 026	527 751	330 740	397 642
46. Frais d'administration . . .	444 300	441 100	136 661	130 820	523 045	584 388	639 057	683 717
47. Frais d'exploitation	6 475 200	6 128 500	317 232	285 085	559 451	464 024	1 107 405	1 242 832
48. Achat d'énergie	4 367 100	2 569 500	1 128 100	1 073 473	378 369	478 289	—	—
49. Amortissements et réserves	4 606 100	4 772 500	—	—	1 228 048	1 248 174	598 354	499 019
50. Dividende	30	30	—	—	1 000 000	1 000 000	60 000	60 000
51. En %	6	6	—	—	5	5	6	6
52. Versements aux caisses pu- bliques	1 594 000	1 510 000	386 666	353 474	—	—	—	—
<i>Investissements et amortissements:</i>								
61. Investissements jusqu'à fin de l'exercice fr.	100 940 000	97 473 000	2 018 267	2 015 605	—	—	24 527 986	24 557 230
62. Amortissements jusqu'à fin de l'exercice	27 259 000	24 087 000	1 531 241	1 531 241	—	—	17 169 584	16 657 529
63. Valeur comptable	73 681 000	73 386 000	487 026	484 364	63 358 108	63 325 351	7 358 402	7 899 701
64. Soit en % des investisse- ments	73	75	24	24	—	—	30,0	32,2

1) Pas de vente au détail.

2) Pas de statistique.

Rédaction des «Pages de PUCS»: 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.