

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 52 (1961)
Heft: 2

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

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 25.12.2024

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

Production et distribution d'énergie

Les pages de l'UCS

Impressions d'un stage à l'Electricité de France

par Ch. Oester, Berne

061.1.(44) EDF : 621.311

Au cours d'un récent séjour d'études auprès de l'Electricité de France (EDF), l'auteur a eu l'occasion de se familiariser avec cette entreprise nationalisée et de visiter diverses de ses installations. Le premier chapitre traite surtout de l'organisation de l'EDF, tandis que dans les chapitres II et III des indications détaillées sont données sur les installations visitées.

Anlässlich eines Studienaufenthaltes bei der Electricité de France (EDF) hatte der Verfasser Gelegenheit, diese nationalisierte Unternehmung näher kennen zu lernen und verschiedene ihrer Anlagen zu besichtigen. Im ersten Kapitel berichtet der Autor über die Organisation und den Ausbau der Anlagen der Electricité de France; zwei weitere Kapitel enthalten detaillierte Angaben über die besichtigten Anlagen.

I. L'organisation et l'effort d'équipement de l'Electricité de France

Introduction

L'Electricité de France (EDF) a été créée le 8 avril 1946 par un décret du Parlement français. A cette époque, les installations de production, de transport et de distribution d'énergie électrique françaises, qui avaient été en grande partie détruites durant la guerre, venaient à peine d'être réparées. L'EDF prit en charge les installations de production de toutes les anciennes entreprises produisant annuellement plus de 12 millions de kWh, à l'exception des centrales des houillères, de la SNCF, de la Compagnie Nationale du Rhône et de quelques autres autoproducteurs. Le réseau de transport d'énergie à haute tension appartient également à l'entreprise nationalisée, ainsi que l'ensemble des réseaux de distribution, à l'exception de ceux de quelques régies, qui n'ont pas été incorporées à l'EDF lors de la nationalisation.

Du point de vue de l'organisation, une distinction fondamentale a été faite dès l'origine de l'EDF entre la *direction de la production et du transport* et la *direction de la distribution*.

L'organisation générale de l'EDF

La gestion de l'EDF est confiée à un conseil d'administration et à une direction générale composée d'un directeur général, d'un délégué général et de deux directeurs généraux adjoints. La direction générale, à laquelle sont également rattachés deux autres directeurs, à la haute main sur les directions suivantes:

- équipement
- études et recherches
- production et transport
- distribution
- personnel
- services financiers et juridiques

Il existe également un secrétariat général, qui est chargé de diverses tâches de coordination entre les services de l'EDF ou entre l'EDF et certaines organisations extérieures.

La direction de l'équipement a son siège à Paris et comprend plusieurs directions régionales pour les installations hydrauliques et thermiques.

La direction des études et recherches centralise l'étude de tous les problèmes techniques importants qui se posent aux divers services de l'EDF. Elle dispose à cet effet des laboratoires de recherches modernes de Fontenay.

La direction de la production et de transport comprend les services suivants:

- mouvements d'énergie
- production thermique
- production hydraulique
- transport d'énergie
- service commercial

La direction de la distribution est «mixte» et comprend les services ci-après:

- service technique «électricité»
- service technique «gaz»
- services commerciaux et administratifs

La direction du personnel a la responsabilité à la fois du personnel de l'Electricité de France et de celui du Gaz de France.

La direction des services financiers et juridiques, enfin, se divise en plusieurs services pour le budget, la comptabilité, la trésorerie, le contentieux, etc.

L'organisation des directions régionales «mixtes» de la distribution

La direction de la distribution est «décentralisée» en 18 directions régionales, dont la tâche est de co-

¹⁾ Selon des chiffres encore provisoires la consommation française d'électricité a atteint en 1960 72 000 millions de kWh.

ordonner l'activité des centres de distribution mixtes, qui sont au nombre de 93, soit 4 ou 5 par direction régionale. Cette tâche de coordination porte sur les questions techniques, commerciales et administratives.

Les centres de distribution, véritables unités d'exploitation, sont placés sous l'autorité d'un chef de centre disposant d'un état-major dont les attributions se répartissent de la façon suivante :

- service technique «électricité»
- service technique «gaz»
- service commercial mixte
- service administratif mixte
- service comptable mixte

Les centres de distribution comprennent à leur tour 4 ou 5 subdivisions. Ces organismes, qui au total sont au nombre de 400 environ, sont gérés par des ingénieurs assistés d'un ou deux adjoints. Ils disposent d'une certaine liberté d'action en ce qui concerne la distribution locale d'énergie, et comprennent des sections techniques, commerciales et administratives. Quant à la comptabilité, elle est assurée par les services des centres. La section technique est responsable de l'exploitation de la construction et de l'entretien du réseau de distribution à basse tension.

Chaque subdivision, enfin, est divisée elle-même en plusieurs districts, gérés par un agent de maîtrise contrôlant le travail d'une dizaine de monteurs en moyenne. Dans certains cas, les districts sont assez importants pour être placés sous la direction d'un ingénieur.

L'ensemble du réseau de distribution à basse tension de la ville de Nancy – qui compte 125.000 habitants environ – constitue, par exemple, une subdivision.

Les progrès de l'équipement

Depuis la création de l'EDF en 1946, la consommation d'énergie électrique est passé de 24 à 62 milliards de kWh en 1958, soit une multiplication par plus de 2,5. Les objectifs prévus dans le plan de modernisation sont de 70 milliards de kWh en 1960/1961¹⁾ et de 112 milliards de kWh en 1965/1966.

L'EDF n'est pas seule à répondre à cette demande sans cesse croissante. D'autres sociétés y contribuent, en particulier des autoproducteurs. De ce fait, l'EDF n'équipe pas la totalité des nouveaux moyens de production; sa participation est toutefois prépondérante.

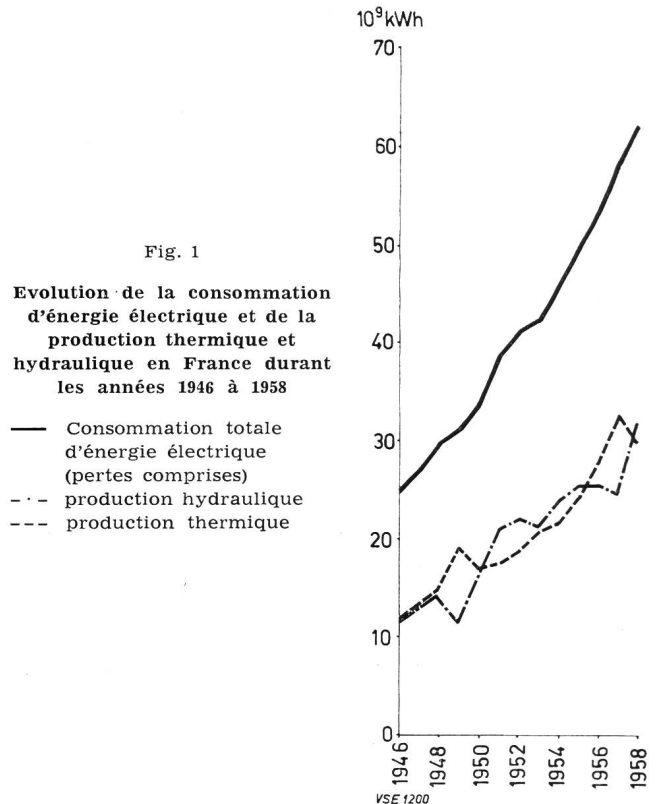
Les centrales thermiques

La progression réalisée dans ce domaine depuis 1946 l'a été grâce à des groupes générateurs de plus en plus puissants. La recherche de centrales plus économiques a conduit à adopter une technique poussée et une standardisation accrue.

¹⁾ Selon des chiffres encore provisoires, la consommation française d'électricité a atteint en 1960 72 000 millions de kWh.

Les groupes que l'on vient d'achever et la majeure partie de ceux qui sont en construction ont une puissance de 125 MW, avec des caractéristiques de vapeur de 540 °C et 127 kg/cm² et emploi de la resurchauffe.

Les chantiers de centrales thermiques de l'EDF actuellement²⁾ ouverts représentent une puissance de près de 2 millions de kW, dont deux groupes de 250 MW qui constitueront le début d'une nouvelle série.



Les centrales hydrauliques

La productibilité de l'équipement hydraulique ne cesse de croître malgré quelques retards dans les mises en service. Les nouveaux ouvrages sont répartis sur la quasi totalité des rivières pouvant donner lieu à des aménagements rentables. Certains d'entre eux sont constitués par des réservoirs en tête de vallées plus ou moins équipées. D'autres forment des ensembles importants à très forte régularisation. A l'opposé, figurent des usines au fil de l'eau soit de basse chute – sur le Rhin et le Rhône –, soit de moyenne ou haute chute. Les chantiers de centrales hydrauliques d'EDF actuellement ouverts correspondent à une productibilité annuelle moyenne de 5 milliards de kWh.

Les centrales nucléaires

Un petit groupe générateur de 5700 kW a été installé à Marcoule pour récupérer les calories de l'air de refroidissement de la pile G₁. D'autre part, l'EDF est intervenue dès le stade de la conception pour adjoindre aux réacteurs G₂ et G₃ des instal-

²⁾ A la fin de 1958.

lations de récupération d'une puissance électrique nette de 25 MW chacune.

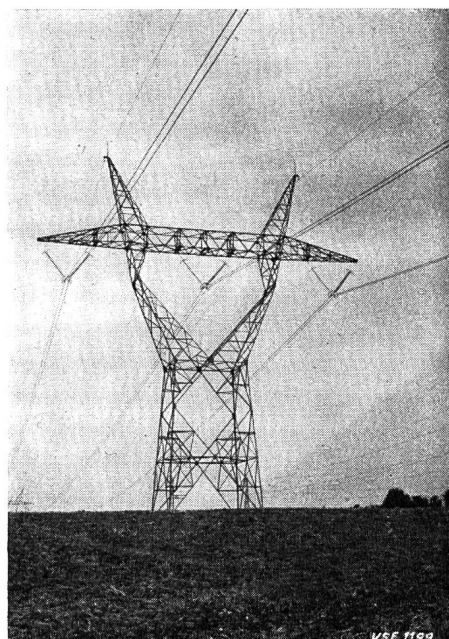


Fig. 2
Pylone d'alignement de la ligne de transport à 380 kV de Génissiat à Paris

Enfin, sur le site de Chinon, deux réacteurs dont le but unique est la production d'électricité sont en cours de construction:

EDF₁ (puissance électrique nette 60 MW),
mise en service prévue en 1960.

EDF₂ (puissance électrique nette 170 MW),
mise en service prévue en 1962.

La filière utilisée (uranium naturel, graphite, gaz carbonique) sera aussi employée pour la prochaine tranche prévue, celle d'EDF₃.

Le réseau de transport

L'interconnexion a été renforcée par des très nombreuses lignes nouvelles à tension de plus en plus élevée. Des lignes doubles à 225 kV ont été construites en vue d'une transformation future en ligne simple à 380 kV. Cette tension a été mise en service au printemps de 1958 sur tronçon de Génissiat à Paris.

La productivité de l'EDF s'accroît constamment. C'est ainsi que la production d'énergie par travailleur a évolué de la façon suivante dans l'espace de 10 ans environ:

1946	280 000 kWh par travailleur
1955	500 000 kWh par travailleur

Le problème du recrutement du personnel préoccupe l'EDF, qui a créé un certain nombre de centres d'apprentissage, où est formé le personnel des divers services. Une grande attention est portée également à la promotion sociale du personnel et au perfectionnement des cadres.

Ces quelques indications résument douze années d'activité de l'EDF. Cette entreprise se voit placée aujourd'hui devant de nouveaux problèmes. Elle est bien décidée à poursuivre ses efforts pour accomplir ses tâches futures avec autant de succès jusqu'ici.

Sr.: Sa.

II. La distribution d'électricité à Paris

Introduction

Par une Convention municipale, la Ville de Paris a créé en 1907 la *Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité (CPDE)*, qui hérita des systèmes de distribution des diverses anciennes sociétés de production et de distribution d'électricité. La consommation d'énergie augmenta rapidement durant les années suivantes, ce qui entraîna tout d'abord le remplacement des réseaux à courant continu et monophasé par des distributions à courant diphasé.

En 1946, la loi de Nationalisation a confié au *Centre de Distribution de Paris-Electricité (CDPE)* l'exploitation des réseaux de l'ex-Compagnie Parisienne de Distribution d'Electricité.

Quelques chiffres importants (année 1958)

Les indications qui suivent se rapportent à la Ville de Paris, sans les environs.

Superficie du centre	78 km ²
Population	2 850 000
Nombre d'abonnés	1 409 544
Longueurs des lignes souterraines: 63 kV	134 km
3 et 12,5 kV	4306 km
basse tension	1866 km
Nombre de postes de distribution:	
postes d'immeuble à 3 et 12,5 kV	29504
postes de réseau à 12,5 kV	918
Ventes d'énergie	2553.10 ⁶ kWh
Puissance maximum appelée sur le réseau	723 MW

Principe de l'alimentation actuelle de Paris en énergie électrique

Onze lignes à courant triphasé à 225 kV venant du Massif Central, des Alpes, du Rhin, du Nord et de l'Ouest, convergent sur une double boucle à 225 kV ceinturant la Région Parisienne. Cette boucle, qui se ferme assez loin en dehors de la ville à cause de l'encombrement des pylônes de lignes

aériennes, est raccordée en outre aux centrales thermiques de la Région Parisienne. La livraison d'énergie s'effectue dans les sous-stations 225/90 kV et 225/63 kV, raccordées à la boucle à 225 kV. Cette dernière a aussi une importance particulière pour les transits et les échanges d'énergie électrique entre les différentes régions du pays.

Au printemps de 1958, la double boucle à 225 kV a été raccordée par un transformateur à la nouvelle ligne à 380 kV de Génissiat à Paris.

La Région Parisienne, qui comprend la CDPE et les 4 Centres de distribution de l'Ile-de-France, est alimentée par un réseau à 63 kV, qui reçoit l'énergie en partie du réseau à 225 kV par l'intermédiaire des sous-stations de transformation, et en partie des usines thermiques de la Région Parisienne. Pour approvisionner le centre de Paris, il existe une boucle interne à 63 kV, entièrement en câbles, qui englobe les usines thermiques et les sous-stations à 63/12,5 kV. Pour garantir un maximum de sécurité à l'alimentation de la ville, les sous-stations du CDPE et les usines thermiques fournissant l'énergie sous 12,5 kV diphasé, soit au total 6 sources, sont divisées en sections indépendantes appelées «tranches de sources». Dans un grand poste de commande central sont disposés les schémas unipolaires des usines et sous-stations, qui permettent aux «dispatcheurs» de coordonner toutes les opérations de couplage.

Les sources d'énergie à 63/12,5 kV

Ansı qu'il ressort du schéma de la fig. 3, l'énergie distribuée par le CDPE est fournie en partie par des usines thermiques, en partie par les sous-stations raccordées à la boucle 63 kV et qui distribuent l'énergie sous une tension de 12,5 kV. Si nous renonçons à décrire les centrales thermiques, par contre il est intéressant de comparer les sous-stations aux nôtres.

La disposition et le schéma de ces sous-stations sont fort variés. La fig. 4 montre la façade du nouveau poste *Turgot* (135 MVA). Ce poste est aligné de telle sorte sur la façade des bâtiments de la rue qu'il passe inaperçu des non-initiés.

Le schéma de la fig. 5 montre que le poste *Turgot* est alimenté au moyen de 3 feeders à 63 kV (câbles à gaz tripolaires du type à pression interne de $3 \times 362 \text{ mm}^2$). Quatre transformateurs de 33,5 MVA sont raccordés aux barres à 63 kV. Chacun d'eux alimente un jeu de barres à 12,5 kV, d'où partent 6 départs doubles diphasés à 12,5 kV, d'une section de $4 \times 150 \text{ mm}^2$. Les 4 jeux de barres peuvent être couplés en parallèle. Les cellules d'alimentation à 63 kV ainsi que les départs à 12,5 kV sont entièrement équipés de matériel blindé.

La fig. 6 montre le schéma du poste de commande, d'où l'on peut actionner à distance tous les

disjoncteurs et mesurer les intensités dans les feeders.

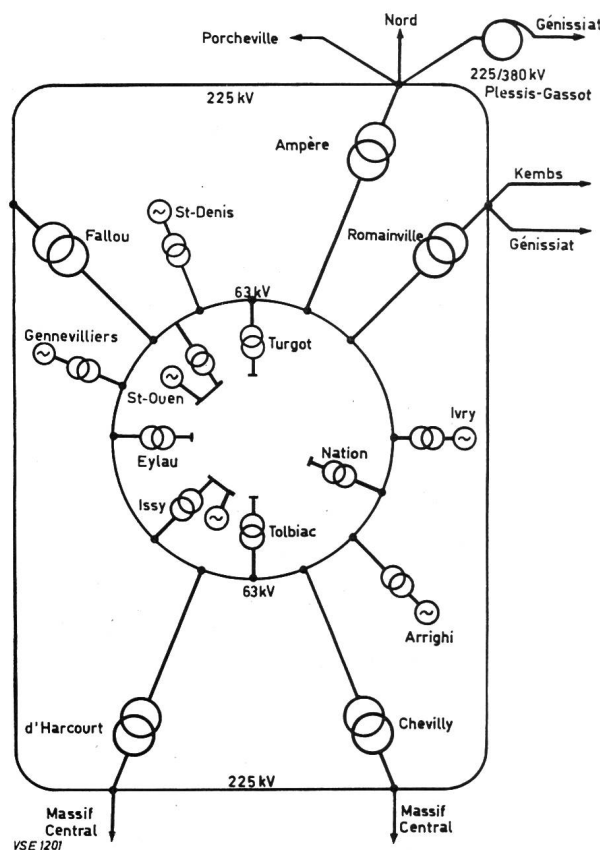


Fig. 3

Schéma simplifié de l'alimentation en énergie électrique de la Ville de Paris et de la Région Parisienne

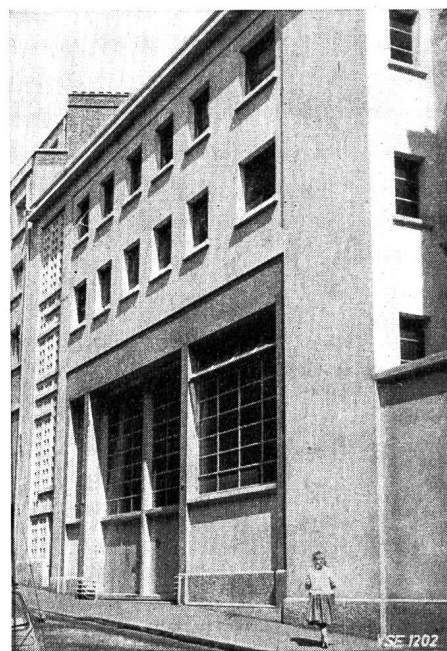
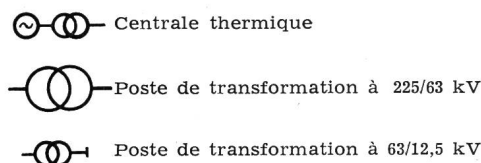


Fig. 4

Façade du nouveau poste de transformation Turgot

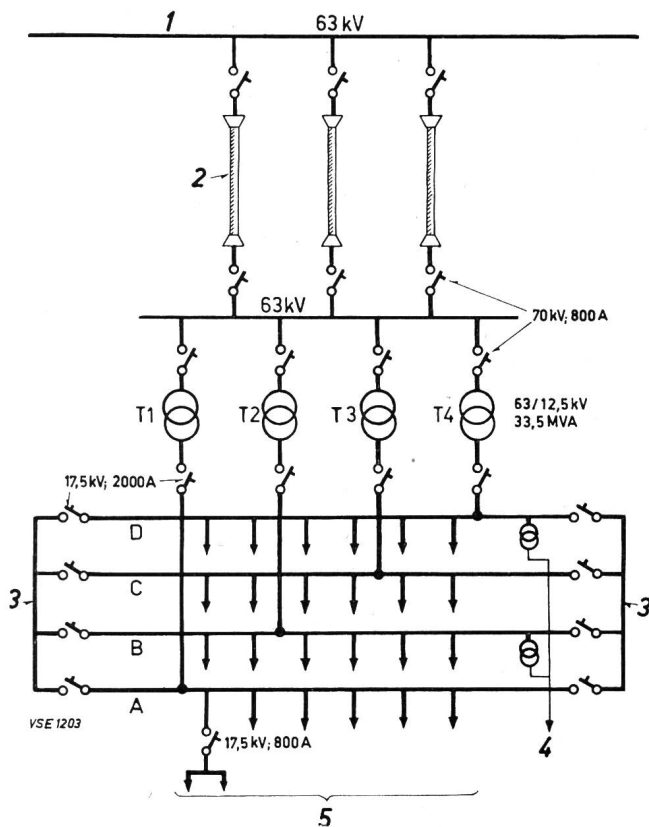


Fig. 5

Schéma de principe du poste de transformation Turgot

- 1 maillon de la boucle à 63 kV
- 2 3 câbles tripolaires $3 \times 362 \text{ mm}^2$ Cu à pression de gaz
- 3 couplage
- 4 auxiliaires
- 5 6 départs doubles à 12,5 kV en câble $4 \times 150 \text{ mm}^2$ par travée A, B, C, D travées
(les disjoncteurs sont tous pneumatiques)

Types des câbles d'alimentation des sous-stations

Ils se répartissent en deux catégories:

- A) câbles au papier imprégné
- B) câbles au papier imprégné sous pression de gaz (azote).

Dans le premier cas, chaque feeder triphasé à 63 kV est constitué de trois câbles unipolaires, disposés côte à côte soit en galerie sur des tablettes, soit dans des caniveaux. On utilise les sections courantes suivantes:

- $3 \times 150 \text{ mm}^2$ Cu, intensité admissible 300 A
- $3 \times 243 \text{ mm}^2$ Cu, intensité admissible 425 A

Il existe trois genres de feeders du deuxième type:

1. On pose un tube en acier, protégé contre la corrosion, à 1,4 m de profondeur dans le sol; les trois conducteurs isolés au papier imprégné sous gaine de plomb sont tirés simultanément dans le tube. Celui-ci est alors obturé, puis rempli d'azote sous une pression de 15 kg/cm^2 .

2. Dans ce type de câble, le tube d'acier est rempli d'azote également, mais les conducteurs n'ont pas de gaine de plomb entre l'azote et l'isolant. L'azote pénètre dans l'isolant, et y empêche la formation d'espaces vides.

3. Ce câble comporte trois conducteurs isolés au papier, sous une enveloppe commune en plomb. Tous les espaces libres des bourrages sont remplis d'azote, dont l'apport est assuré par un petit tube de plomb câblé avec les conducteurs, qui établit une interconnexion entre les boîtes de jonction.

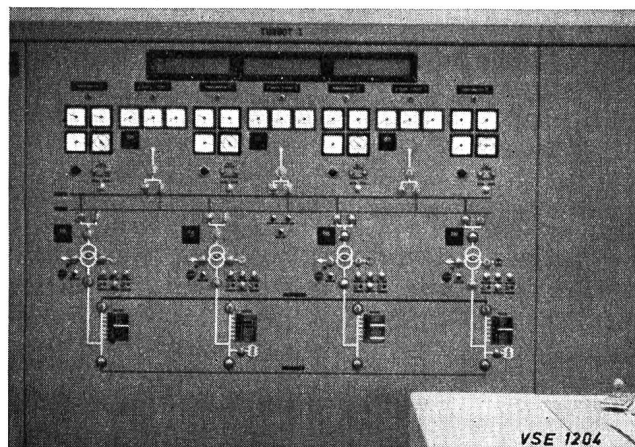


Fig. 6

Tableau de la salle de commande avec schéma du poste

Les feeders à pression de gaz sont équipés d'une protection cathodique contre les corrosions par courants vagabonds.

La protection par relais des postes à 63/12,5 kV

Les protections suivantes ont été adoptées pour la surveillance et la signalisation des défauts:

Pour les feeders:

- protection à maximum d'intensité temporisée
- protection de déséquilibre instantanée
- protection voltmétrique temporisée contre le manque de tension
- manomètre de contact pour surveiller la pression de l'azote

Pour les transformateurs:

- protection différentielle
- protection de masse
- protection de déséquilibre
- protection par relais Buchholz
- protection contre l'incendie

Pour les barres générales à 12,5 kV:

- protection de masse

Pour les départs 12,5 kV:

- protection à maximum d'intensité
- protection de déséquilibre

Les divers modes de distribution d'énergie dans Paris

- a) Alimentation en haute tension sous 12,5 kV diphasé et réseau de distribution à courant diphasé sous $4 \times 120 \text{ V}$ (territoire urbain de la rive droite de la Seine).
- b) Alimentation en haute tension sous 3 kV et réseau de distribution à courant monophasé sous 120 V (quartier de la rive gauche et partie sud-ouest du territoire urbain de la rive droite de la Seine).

c) Alimentation en haute tension 12,5 kV à courant diphasé pour les abonnés dont la puissance raccordée atteint ou dépasse 100 kVA.

Postes de couplage ou de répartition

Pour augmenter la sécurité d'exploitation, en règle générale les sous-stations alimentent les postes de transformation individuels non pas directement,

En vue de clarifier la situation en cas de perturbation et aussi pour limiter la puissance de court-circuit, dans nombre de centres de répartition les cellules de départ sont groupées en «travées». Chaque travée comporte 4 cellules à un départ par cellule avec son disjoncteur, l'ensemble étant protégé en outre par un «disjoncteur d'artère». Cet ensemble de 4 départs alimente par câbles les postes

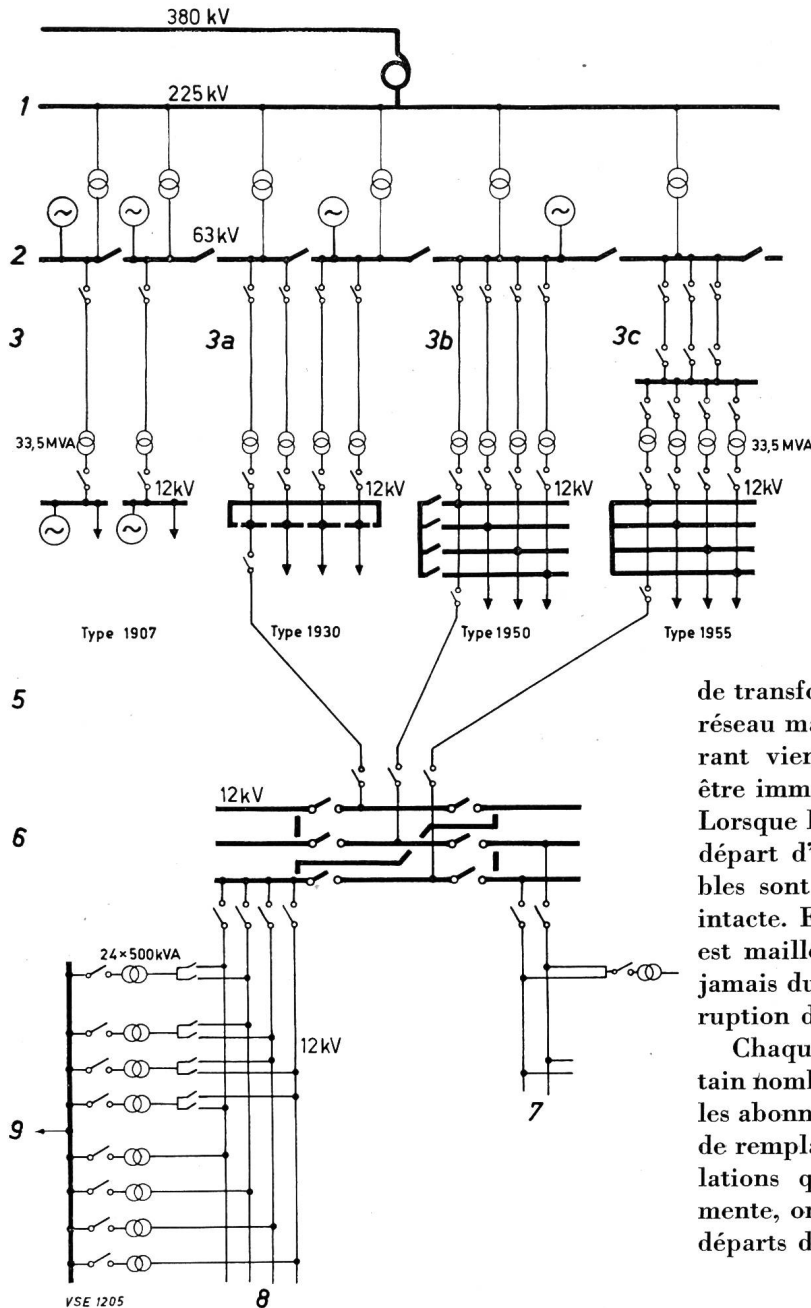


Fig. 7
Représentation schématique de l'alimentation de Paris

- 1 boucle à 220 kV
- 2 boucle à 63 kV
- 3 réseau d'alimentation à 63 kV
 - 3a 4 câbles à 63 kV, $3 \times 150 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
 - 3b 4 câbles à 63 kV, $3 \times 243 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
 - 3c 3 câbles à 63 kV, $3 \times 362 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$, à pression de gaz
- 4 usines ou postes à 63/12,5 kV
- 5 réseau d'alimentation à 12,5 kV
- 6 centre de répartition du type 1950...1955 à 3 tranches se secourant par moitié (6 à 12 MW par demi-tranche)
- 7 réseau d'abonnés en haute tension
- 8 «artère» à 4 câbles du réseau à 12,5 kV d'alimentation des postes de transformation moyenne tension/basse tension
- 9 réseau maillé à basse tension: maille de 6 à 12 MW, superficie 0,4...1,2 km², 24 postes de transformation, câbles à basse tension $4 \times 100 + 1 \times 35 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$.

de transformation qui assurent l'alimentation d'un réseau maillé à basse tension. Si une source de courant vient à manquer, la travée déficiente peut être immédiatement branchée sur une travée saine. Lorsque la perturbation affecte l'un des 4 câbles de départ d'une artère, les postes raccordés à ces câbles sont immédiatement branchés sur une artère intacte. Etant donné que le réseau à basse tension est maillé et que des postes voisins ne dépendent jamais du même câble d'alimentation, aucune interruption des fournitures d'énergie n'est à craindre.

Chaque centre de répartition comprend un certain nombre de départs d'abonnés à 12,5 kV. Comme les abonnés ne sont pas disposés à supporter les frais de remplacement d'un disjoncteur dans leurs installations quand la puissance de court-circuit augmente, on monte des bobines de réactance dans les départs d'abonnés, pour limiter celle-ci.

Postes de transformation

Équipement électrique d'un poste de transformation 12 500/2 × 120 V

Les postes de transformation, désignés par la rue et le numéro de l'immeuble, sont disposés sous le trottoir ou dans les sous-sol des bâtiments. Les premiers sont accessibles par une trappe aménagée dans le trottoir. Une échelle avec rampe facilite la descente du personnel dans le poste. Les postes de transformation souterrains possèdent généralement deux ouvertures de ventilation, fonctionnant d'après le principe du syphon, avec entrée d'air par le puits d'accès et sortie par un puits d'aération spécial.

mais par l'intermédiaire de «Centres de répartition». Chacun de ces centres de répartition dispose de plusieurs alimentations, soit par des tranches de sources différentes (sous-stations), soit par des tranches différentes d'une même source. Les centres de répartition servent donc uniquement au transit et à la répartition de l'énergie sous 12,5 kV. La fig. 7 représente l'un des grands centres de répartition de ce type avec ses diverses alimentations. Les schémas de sous-stations montrent diverses époques de l'évolution historique.

Les cellules à haute tension sont entièrement grillagées et verrouillées. Les sectionneurs de la fig. 7 sont munis d'un verrouillage mécanique ré-ciproque.

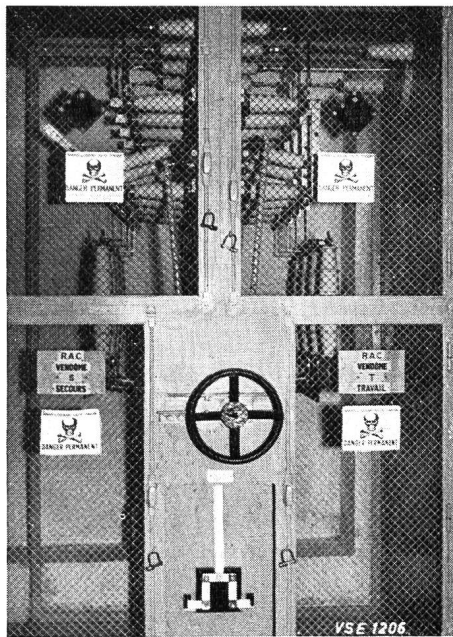


Fig. 8

Cellule à haute tension avec porte grillagée
Les sectionneurs sont commandés manuellement par l'intermédiaire d'un dispositif à levier

Avant la guerre, les transformateurs étaient connectés à la tension primaire au moyen de disjoncteurs de puissance. Mais l'expérience a montré qu'il est plus rationnel de les brancher par l'intermédiaire de sectionneurs munis de coupe-circuit. Cette pratique est devenue générale depuis lors.

Les secondaires des transformateurs sont reliés aux barres à basse tension du poste par l'intermédiaire d'un disjoncteur dans l'air fonctionnant à retour d'énergie. Du jeu de barres à basse tension partent huit départs vers le réseau, disposés dans des coffrets blindés. Chacun d'eux comporte un interrupteur et quatre fusibles calibrés pour 320 A.

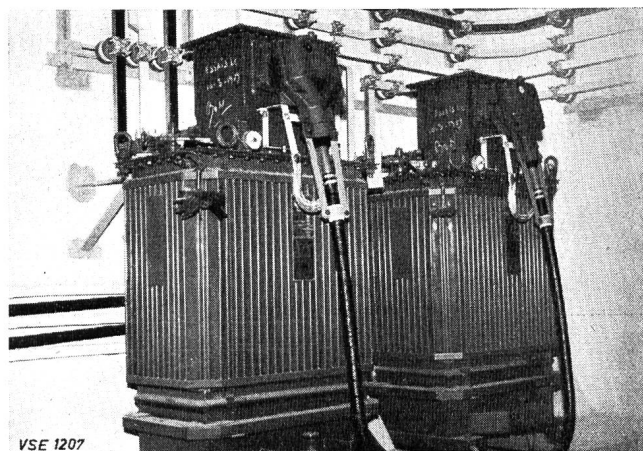


Fig. 9

Deux transformateurs dans un poste de transformation moyenne tension / basse tension
Vue montrant le raccordement des transformateurs aux câbles à moyenne tension

L'échange des fusibles se fait sans danger, au moyen d'un levier qui les extrait de la prise de contact.

Toutes les parties métalliques et le point neutre des transformateurs sont reliés non pas au réseau

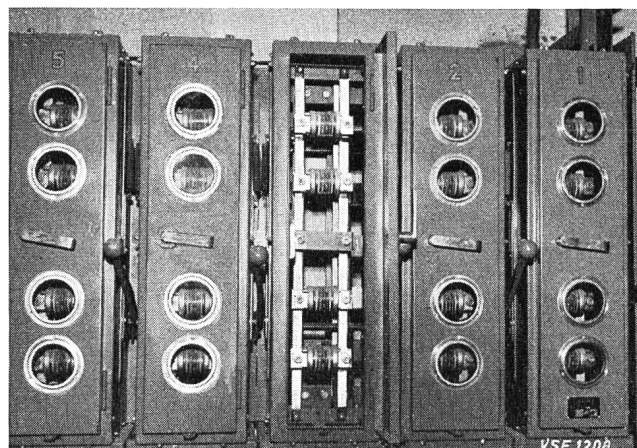


Fig. 10

Disposition des fusibles des départs à basse tension
Le couvercle de la cassette du milieu a été ouvert pour montrer les fusibles

d'eau, mais seulement à l'enveloppe métallique des câbles. En effet, la mise à terre par le réseau d'eau n'est pas permise. On obtient néanmoins, à l'aide des gaines de plomb des câbles, des résistances de passage à la terre pouvant descendre à 0,5 Ohm.

Exigences requises des locaux abritant un poste d'immeuble

Pour les postes d'immeubles, c'est la propriétaire de l'immeuble qui met le local nécessaire à disposition. Celui-ci est prévu pour

- 2 à 3 cellules à haute tension
- 1 barre collectrice à haute tension
- 1 ou 2 transformateurs
- 1 jeu de barres à basse tension
- un certain nombre de départs en câble.

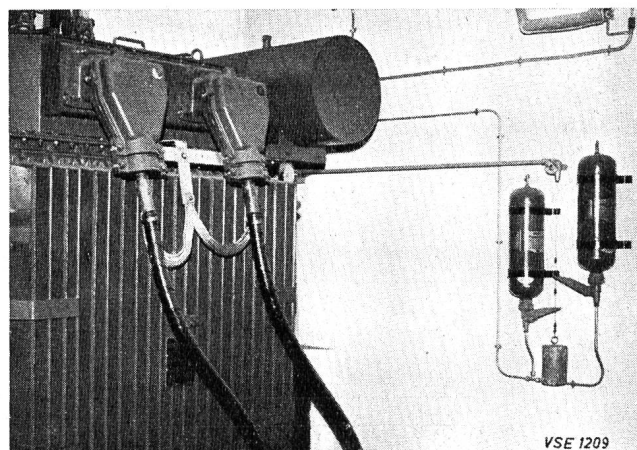


Fig. 11

Installation de protection contre l'incendie par CO₂ avec déclenchement mécanique

L'accès doit être assuré jour et nuit au personnel de l'EDF. Pour permettre l'introduction de transformateurs de 2 tonnes environ, l'entrée du poste

doit être aussi directe que possible. Il est prévu en outre

- 2 à 3 caniveaux pour câbles à haute tension
- 10 caniveaux pour câbles à basse tension

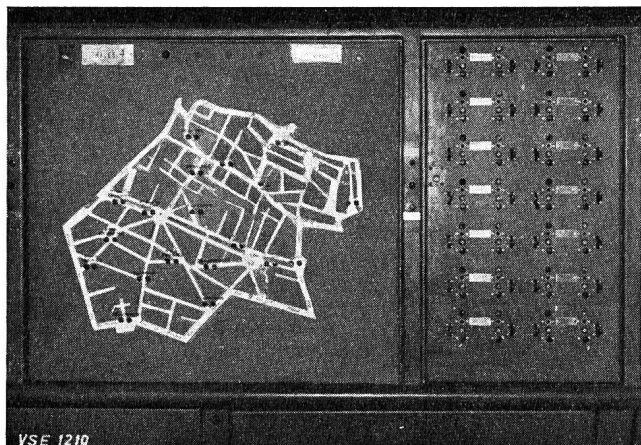


Fig. 12

Schéma d'un réseau maillé à basse tension avec lampes de signalisation dans un centre de répartition

Une ventilation est indispensable, tant au sol qu'au plafond du local. Les logements habités doivent se trouver aussi loin que possible du poste, afin que le bruit des transformateurs et des opérations de couplage ne puisse pas déranger les habitants. Toutes précautions sont prises pour empêcher l'eau de pénétrer dans le poste. Il est prévu un bac de 1 m de profondeur pour recueillir l'huile qui s'échapperait du transformateur en cas de rupture de la cuve.

Les murs du poste doivent avoir au moins 20 cm d'épaisseur, ou même 40 cm s'il fait partie intégrante d'un bâtiment, ceci afin d'éviter toute pénétration involontaire dans la station en perçant des trous dans la maçonnerie. On exécute aussi des parois doubles avec un intervalle de 5 cm. Le sol bétonné du poste est prévu pour supporter une charge spécifique de 5 t/m².

Signalisation des défauts dans les postes de transformation

Afin de pouvoir localiser plus rapidement toute perturbation dans le réseau, on dispose dans les cen-

tres de répartition surveillés en permanence de schémas lumineux, comprenant les artères du réseau à haute tension, avec indication des disjoncteurs et des postes de transformation.

En cas de surintensité dans un poste, le disjoncteur du centre de répartition interrompt la fourniture d'énergie: le défaut se trouve au poste de transformation. Par contre, si ce disjoncteur déclenche sans qu'un poste ait signalé une perturbation, alors celle-ci doit être cherchée dans le câble d'alimentation. La signalisation des défauts et les ordres de déclenchement sont transmis soit par câbles téléphoniques appartenant à l'entreprise, soit par paires spéciales incluses dans les câbles à courant fort.

Le réseau à basse tension

Le réseau maillé à basse tension est dans les parties modernes constitué de câbles à quatre conducteurs en cuivre de 100 mm² ou à quatre conducteurs en aluminium de 150 mm², avec conducteur neutre de 35 mm² (Cu ou Al). Les fusibles montés dans les boîtes de réseau et de branchement séparent automatiquement, lors de surcharge ou de court-circuit, la partie défectueuse du reste du réseau.

On a fait de bonnes expériences avec les boîtes de branchement sous trottoirs dans le réseau souterrain à basse tension. A l'intérieur de ces boîtes de réseau hermétiquement closes, un dessiccateur supprime toute humidité de l'air. Là où la puissance l'exige, des câbles de distribution sont posés sous les deux trottoirs de la rue.

Quand il s'agit de localiser un défaut de câble, on sait que tous les fusibles d'immeubles doivent d'abord être enlevés, avant d'entreprendre les mesurés. Afin de faciliter au maximum le travail de l'équipe de réparation, il est prévu, outre les fusibles d'immeubles, d'autres fusibles en série, qui sont accessibles directement du trottoir.

En résumé, on peut dire que le Centre de Distribution de Paris-Electricité est équipé de façon à offrir le maximum de garantie pour une fourniture d'énergie ininterrompue.

Adresse de l'auteur:

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

Communications des Organes de l'UCS

96^e session d'examens de maîtrise USIE/UCS

La prochaine session d'examens de maîtrise pour installateurs-électriciens aura lieu du 11 au 14 avril 1961 à l'Ecole «Musegg» à Lucerne.

Les formules d'inscription et règlements peuvent être obtenus auprès du secrétariat de l'Union suisse des installateurs-électriciens, Splügenstrasse 6, Case postale Zurich 27 (Tel. (051) 27 44 14).

Les demandes d'admission sont à remettre à l'adresse susmentionnée jusqu'au 11 février 1961 en annexant les pièces suivantes:

- 1 formule d'inscription
- 1 curriculum vitae
- 1 certificat de bonnes mœurs
- 1 certificat de capacité, éventuellement diplôme toutes les attestations de travail.

Nous renvoyons entre autre les intéressés au règlement des examens de maîtrise dans la profession d'installateur-électricien du 15 décembre 1950.

Les demandes d'admission incomplètes et sollicitations spéciales ne pourront être prises en considération.

Commission des examens de maîtrise USIE/UCS

Construction d'usines

Percement d'une galerie de la centrale de Dallenwil

Le tronçon de Mettlen à Gerlibach, long de 1,8 km, de la galerie de 8,2 km amenant au château d'eau de Wisiflüh de la centrale de Dallenwil a été percé le 21 décembre 1960.

Percement d'une galerie de la centrale de Linth-Limmern

La galerie sous pression, longue de 2,57 km, de Limmernboden au château d'eau de Thierfehd de la centrale de Linth-Limmern a été percée mi-décembre 1960.

Communications de nature économique

Deuxième voyage d'étude international de l'UIE pour jeunes ingénieurs

C'est en 1958 que l'Union Internationale d'Electrothermie (UIE) a organisé pour la première fois un voyage d'étude de 6 jours en Hollande, à l'intention de jeunes ingénieurs. Chaque pays membre de l'UIE eut la possibilité d'y déléguer deux jeunes ingénieurs possédant déjà cependant quelques années de pratique dans l'exploitation d'entreprises d'électricité; 7 Etats seulement participèrent au premier voyage d'étude, tandis que 12 pays européens étaient représentés au second voyage d'étude, qui s'est déroulé du 6 au 12 novembre 1960 dans la Ruhr, organisé par le Comité allemand d'Electrothermie.

A l'avenir, un tel voyage d'étude sera organisé tous les ans ou tous les deux ans dans un autre pays membre, et les promoteurs espèrent qu'avec le temps tous les Etats représentés à l'UIE se joindront à cette initiative. Grâce au fait que, si possible, ce sont chaque fois les deux mêmes représentants des divers pays qui participeront à ces voyages, on devrait avoir ainsi la possibilité de former une équipe active de jeunes ingénieurs, au sein de laquelle seront discutées à fond les questions spéciales concernant les applications industrielles de l'électrothermie. Chaque Comité national pourra être informé ensuite par ses représentants de ce qu'ils auront vu et entendu au sein de cette équipe.

Ont pris part au deuxième voyage d'étude deux ingénieurs de chacun des pays suivants: Belgique, Allemagne, France, Grande-Bretagne, Italie, Pays-Bas, Norvège, Autriche, Suède et la Suisse, ainsi qu'un représentant et une représentante de Yougoslavie. L'organisation était aux mains de MM. *Bolling* et *Masukowitz*, du Comité allemand d'Electrothermie, et le voyage se déroula sans la moindre anicroche.

Dès le dimanche soir 6 novembre, au cours d'une première prise de contact entre les participants, furent faites les communications d'ordre administratif. Lundi et mardi, les 22 participants effectuèrent en groupe différentes visites techniques aux environs de la ville d'Essen et entendirent une série de courts exposés. Mercredi et jeudi, le groupe prit part à la Réunion d'Electrothermie, qui se tient tous les deux ans à Essen, et qui avait attiré plus de 400 spécialistes allemands.

Le vendredi était réservé à la visite de grandes aciéries, fonderies et fabriques de produits chimiques, prévues dans le cadre de cette réunion. Les participants se retrouvèrent de nouveau en petit comité le samedi, pour entendre une conférence du professeur *Müller*, de l'Institut d'Electrothermie d'Essen, après quoi ils donnèrent à leur tour en quelques mots leurs impressions de voyage. Un repas en commun clôtura cette instructive manifestation. *W. Locher/Bq.*

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois

Métaux

		Décembre	Mois précédent	Année précédente
Cuivre (fils, barres) ¹⁾	fr.s./100 kg	283.—	282.—	278.—
Etain (Banka, Billiton) ²⁾	fr.s./100 kg	962.—	975.—	938.—
Plomb ¹⁾	fr.s./100 kg	82.—	86.—	93.—
Zinc ¹⁾	fr.s./100 kg	101.—	108.50	94.—
Fer (barres, profilés) ³⁾	fr.s./100 kg	58.50	58.50	51.50
Tôles de 5 mm ³⁾	fr.s./100 kg	56.—	56.—	49.—

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

		Décembre	Mois précédent	Année précédente
Benzine pure / Benzine éthylée ¹⁾	fr.s./100 lt.	37.—	37.—	39.50
Carburant Diesel pour véhicules à moteur ²⁾	fr.s./100 kg	32.65	32.65	35.05
Huile combustible spéciale ²⁾	fr.s./100 kg	14.15	14.15	16.80
Huile combustible légère ²⁾	fr.s./100 kg	13.45	13.45	16.10
Huile combustible industrielle moyenne (III) ²⁾	fr.s./100 kg	10.10	10.10	12.80
Huile combustible industrielle lourde (V) ²⁾	fr.s./100 kg	9.20	9.—	11.40

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

		Décembre	Mois précédent	Année précédente
Coke de la Ruhr I/II ¹⁾	fr.s./t	105.—	105.—	136.—
Charbons gras belges pour l'industrie				
Noix II ¹⁾	fr.s./t	73.50	73.50	91.—
Noix III ¹⁾	fr.s./t	71.50	71.50	87.—
Noix IV ¹⁾	fr.s./t	71.50	71.50	87.—
Fines flambantes de la Sarre ¹⁾	fr.s./t	68.—	68.—	82.50
Coke français, Loire ¹⁾				
(franco Bâle)	fr.s./t	124.50	124.50	139.—
Coke français, Loire ²⁾				
(franco Genève)	fr.s./t	116.60	116.60	136.—
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.

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	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 . . .	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		31		37		338		1451			1928		- 392		122	
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.-nov. . .	2069	3058	48	2	75	86	632	112	2824	3258	+15,4			- 706	- 231	304	582

Mois	Répartition des fournitures dans le pays											Fournitures dans le pays y compris les pertes					
	Usages domestiques, artisanat et agriculture		Industrie en général		Electrochimie, -métallurgie, -thermie		Chaudières électriques ¹⁾		Traction		Pertes et énergie de pompage ²⁾		sans les chaudières et le pompage		Différence % ³⁾	avec les chaudières et le pompage	
	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 (17)	150 (3)	1257	1318	+ 4,9	1277	1334
Décembre . .	655		223		182		3		95		171		1307			1329	
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.-nov. . .	1226	1298	457	485	369	400	8	34	150	142	310 (23)	317 (14)	2489	2628	+ 5,6	2520	2676

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

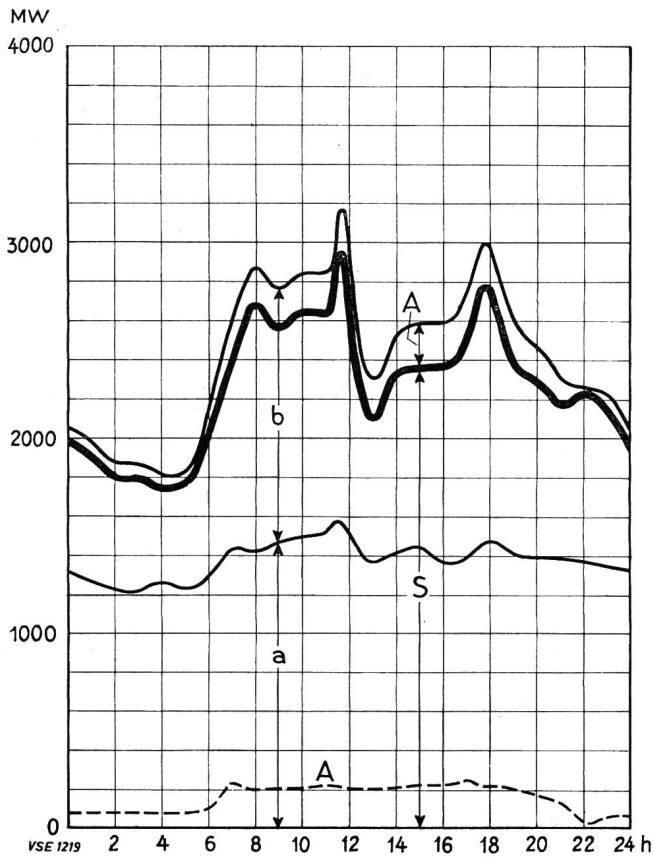
Les chiffres ci-dessous concernent à la fois les entreprises d'électricité livrant de l'énergie à des tiers et les entreprises ferroviaires et industrielles (autoproducteurs).

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		41		358		1592			2091		- 426		128		1464	
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 ^{a)}		+ 164		472		1574	
Année	18826		246		2080		21152							3396		17756	
Oct.-nov. . .	2461	3643	69	19	669	121	3199	3783	+18,3			- 767	- 234	329	644	2870	3139

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		Electrochimie, -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		251		221		4		131		170		19		1441		
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.-nov. . .	1247	1327	512	554	508	608	10	52	245	242	323	341	25	15	2835	3072	+ 8,4

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 millions de kWh.

Production et consommation totales d'énergie électrique en Suisse



1. Puissance disponible le mercredi 16 novembre 1960

	MW
Usines au fil de l'eau, moyenne des apports naturels	1380
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	4900

2. Puissances maxima effectives du mercredi 16 novembre 1960

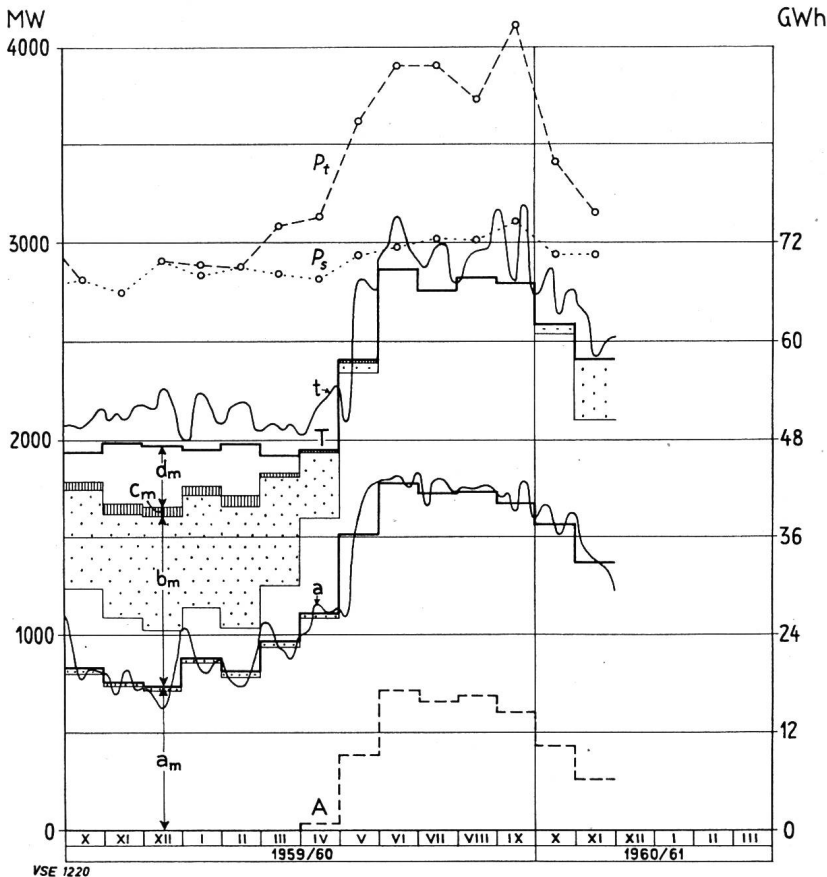
Fourniture totale	3150
Consommation du pays	2940
Excédent d'exportation	240

3. Diagramme de charge du mercredi 16 novembre 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 (aucun)
- S + A Fourniture totale
- S Consommation du pays
- A Excédent d'exportation

4. Production et consommation

	Mercredi 16 nov.	Samedi 19 nov.	Dimanche 20 nov.
	GWh (millions de kWh)		
Usines au fil de l'eau	33,0	30,7	28,6
Usines à accumulation	24,6	20,1	10,0
Usines thermiques	0,5	0,2	0,1
Excédent d'importation	—	—	—
Fourniture totale	58,1	51,0	38,7
Consommation du pays	54,5	46,0	34,8
Excédent d'exportation	3,6	5,0	3,9



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.