

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 48 (1957)
Heft: 25

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

L'évolution de l'équipement thermique de l'Electricité de France et ses tendances actuelles

par A. Charbonnier, Paris

621.311.22/.23(44)

Nous publions ci-dessous la conférence que M. A. Charbonnier, contrôleur général à la direction de l'équipement de l'Electricité de France, a présentée à l'occasion de la 28^e assemblée annuelle du Comité National de la Conférence Mondiale de l'Energie, le 25 juin 1957 à Lausanne.

Après avoir donné un aperçu de l'accroissement des puissances unitaires et de l'évolution du schéma des centrales thermiques de l'EDF depuis 1946, l'auteur décrit en détail la centrale-type de Porcheville. Il examine ensuite les facteurs contribuant à faire diminuer les prix de revient de l'énergie thermique, et indique pour terminer les tendances actuelles de l'équipement thermique de l'EDF.

Bien qu'à l'heure actuelle l'énergie électrique produite en Suisse soit presque entièrement d'origine hydraulique, il ne fait aucun doute que l'exposé de M. Charbonnier présente pour nous un grand intérêt au moment où l'on se demande s'il est indiqué de construire dans notre pays des centrales thermiques classiques, en attendant l'avènement des centrales nucléaires. A ce propos, nous attirons notamment l'attention du lecteur sur les considérations économiques contenues dans la deuxième partie de l'article.

Wir veröffentlichen nachstehend das Referat, das von Herrn A. Charbonnier, contrôleur général à la direction de l'équipement de l'Electricité de France, anlässlich der 28. Jahresversammlung des Nationalkomitees der Weltkraftkonferenz am 25. Juni 1957 in Lausanne gehalten wurde. Nach einem Überblick über die Zunahme der Einheitsleistungen und die Entwicklung bei der Disposition der EDF-Kraftwerke seit 1946, wird das «Normal»-Kraftwerk Porcheville eingehend beschrieben. Es werden dann die Faktoren, die zu einer Verminderung der Erzeugungskosten der thermischen Energie beitragen, erörtert. Zum Schluss legt der Autor die zur Zeit bei der EDF hinsichtlich der thermischen Energieerzeugung herrschenden Tendenzen dar.

Obschon in der Schweiz die elektrische Energie gegenwärtig fast ausschliesslich aus Wasserkraft erzeugt wird, sind die Ausführungen von Herrn Charbonnier für uns von grossem Interesse; es wird heute nämlich die Frage aufgeworfen, ob es nicht zweckmässig wäre, in unserem Lande in der Übergangszeit zum Atomzeitalter thermische Kraftwerke klassischer Bauart zu errichten. In dieser Hinsicht sei besonders auf die wirtschaftlichen Betrachtungen im zweiten Teil des Referates hingewiesen.

Introduction

L'Electricité de France (EDF), service national à caractère industriel et commercial, constituée par une loi d'avril 1946, a maintenant un peu plus de dix ans. La guerre et l'occupation étrangère avaient accumulé les destructions, de sorte que le service national s'est trouvé immédiatement dans la nécessité de poursuivre et d'amplifier l'effort de redressement entrepris dès la libération du territoire par les anciennes sociétés de production, de transport et de distribution d'électricité.

Le présent article étant consacré à l'évolution des moyens de production thermique de l'EDF, quelques remarques préliminaires vont permettre de se faire une idée de l'importance relative de ces moyens.

L'énergie électrique consommée en France est grosso modo pour moitié d'origine hydraulique et pour l'autre moitié d'origine thermique. Pour celle-ci, plus de la moitié de l'énergie provient des centrales thermiques des houillères, de la sidérurgie et des autres industries; par contre, les centrales thermiques de l'EDF livrent leur énergie sous une puissance supérieure à la moitié de la puissance thermique totale de pointe.

Le tableau I donne quelques chiffres qui permettent de se rendre compte de l'intervention des moyens de production thermique de l'EDF dans la consommation totale du pays, pertes comprises. Les chiffres de 1960 et 1965 n'ont, bien entendu, qu'une valeur indicative, mais ils montrent la tendance d'accroissement rapide du «thermique» de l'EDF.

Tableau I

Années	Consommation totale du pays (pertes comprises) TWh (10 ⁹ kWh)	Pointe	
		totale MW	thermique EDF MW
1939	22	4 000	—
1945	19	—	—
1946	24	4 700	1 750
1950	33	6 600	2 260
1955	50	8 900	3 000
1960	70	14 000	6 000
1965	100	20 000	9 000

Si le rapport entre la consommation et la puissance de pointe correspondante — appelé habituellement utilisation annuelle et mesuré en heures — apparaît assez constant, il n'en est pas de même des utilisations des diverses sources thermiques. En 1955, par exemple, l'équipement thermique de l'EDF a produit 9 TWh avec une utilisation de 3000 h, les centrales thermiques n'appartenant pas à l'EDF 15 TWh avec une utilisation de 6000 h.

La répartition des énergies et des puissances varie, bien entendu, d'une année à l'autre en fonction de l'hydraulicité et des mises en service des nouveaux équipements, y compris ceux de la Compagnie Nationale du Rhône, des houillères, de la sidérurgie et des industries diverses.

Les plans d'équipement successifs

Situation au moment de la nationalisation

En 1944/45, au moment de la libération du territoire, les chiffres les plus élevés atteints étaient ceux

de 1939; au cours de la guerre, les sociétés d'électricité avaient toutefois établi des plans d'extension des moyens de production, de transport et distribution, escomptant que la fin des hostilités provoquerait une forte demande d'énergie. Certaines études avaient été assez poussées pour qu'il soit possible d'engager des réalisations aussitôt le territoire libéré. En effet des commandes ont été passées et des travaux entrepris dès 1945, en même temps qu'on réparait les dégâts subis par les installations du fait de la guerre.

Ces efforts ont été poursuivis par l'EDF et le programme d'équipement a été amplifié dans la mesure où le *Commissariat au plan*, organisme d'Etat, a approuvé les projets proposés. En fait, le premier plan de modernisation, entrepris dès 1946, a repris les projets des anciennes sociétés et en a comporté de nouveaux.

Avant d'en préciser la consistance, nous donnons une idée des moyens de production thermique dévolus à l'EDF par la loi de nationalisation.

Si on laisse de côté quelques petits groupes diesel, l'EDF disposait de 274 turbo-alternateurs et 743 chaudières répartis entre 75 centrales:

puissance moyenne nominale des groupes environ 12 MW
débit moyen nominal des chaudières 21 t/h
âge moyen pondéré supérieur à 20 ans

Sur les 274 machines, 25 avaient une puissance nominale comprise entre 25 et 50 MW, et 5 seulement une puissance un peu supérieure à 50 MW.

La plupart des chaudières étaient chauffées au charbon par des foyers mécaniques; un petit nombre comportait des foyers brûlant le charbon sous forme pulvérisée. Quelques chaudières étaient chauffées au fuel. L'état d'une part importante de ce matériel n'en permettait qu'une utilisation réduite; la puissance maximum pouvant être produite ne dépassait pas celle produite par cet ensemble en 1932, quatorze ans avant.

Le premier plan

Pour l'EDF seule, c'est-à-dire à l'exclusion des autres industries telles que les houillères et la sidérurgie qui ont, de leur côté, construit d'importantes centrales thermiques, le premier plan de modernisation a comporté 980 MW de puissance répartie entre 12 centrales, 19 machines, 34 chaudières; la puissance moyenne par machine dépasse 51 MW; la plupart des chaudières sont chauffées au charbon pulvérisé.

Le programme complémentaire au premier plan

Le programme du premier plan devait suffire, pensait-on, à supprimer toute restriction de la consommation et à répondre à la demande jusqu'en 1955. Mais, devant la croissance de la consommation, il est apparu nécessaire d'entreprendre en 1951 et 1952 d'autres équipements hydrauliques et thermiques. Ce programme complémentaire a comporté, pour le thermique de l'EDF, 830 MW composés de:

1 groupe de 50 MW
2 groupes de 100 MW
5 groupes de 100 à 125 MW à resurchauffe.

Ces groupes sont alimentés par 9 chaudières chauffées essentiellement au charbon pulvérisé. La puissance moyenne par machine atteint 104 MW.

Le deuxième plan

Le deuxième plan a débuté en 1953. Il a été prévu pour répondre à la demande de l'hiver 1960/61, c'est-à-dire que, pour le thermique, le début des travaux s'échelonne de 1953 à 1957 inclus.

Il comporte, pour le thermique de l'EDF, 2525 MW produits par 22 machines et 22 chaudières, à savoir:

19 groupes de 115/125 MW
2 groupes de 55 MW sur un gisement de lignite
1 groupe de 230/250 MW.

Toutes ces machines sont à une seule ligne d'arbre tournant à 3000 t/m.

La pression de vapeur à l'admission de l'un des groupes est 89 kg/cm² (il s'agit d'une extension). Il en est de même pour les deux groupes de 55 MW. Le groupe de 250 MW admet la vapeur à 141 kg/cm². Les 18 autres groupes sont à 127 kg/cm².

Toutes les machines sont à resurchauffe, les températures sont 540 °C/540 °C, sauf pour le groupe de 250 MW pour lequel on a prévu 565 °C/565 °C.

19 chaudières sont chauffées au pulvérisé
1 comporte des foyers cyclones
2 sont chauffées au fuel et au gaz naturel

Le troisième plan

Un troisième plan, en cours d'examen par les pouvoirs publics et dont le début s'engage cette année, doit permettre de répondre à la demande de l'hiver 1965/66.

Il comporte, pour le thermique de l'EDF, environ 30 groupes de 115/125 MW ou l'équivalent en unités de 230/250 MW. Il augmentera de 3450 MW la puissance des moyens thermiques.

Nous avons vu, au début, que le thermique de l'EDF devait passer de la pointe fournie en 1946, soit 1750 MW, à une pointe de 9000 MW en 1965. Si on ajoute à 1750 les 7785 MW des quatre programmes ci-dessus, on trouve 9,5 millions de kW environ. Cela serait insuffisant car les matériels les plus anciens s'éliminent d'eux-mêmes des moyens de production; d'autres, hors d'âge également, coûtent tellement cher à maintenir en état de marche qu'un certain nombre sont, chaque année, placés hors de service.

Aussi compte-t-on sur des centrales nucléaires, à raison de 800 MW, ou peut-être davantage. Depuis 1955, l'EDF s'est engagée dans un programme nucléaire: actuellement 110 MW sont en construction, et 100 MW décidés.

Comme il ne nous paraît pas possible de tirer actuellement des conclusions certaines des expériences nucléaires, nous nous en tiendrons ici à l'expérience de l'EDF en matière de centrales thermiques, disons «classiques». Nous résumons ci-dessous les constatations qu'on peut tirer de l'évolution de l'équipement depuis 1946.

L'accroissement des puissances unitaires

Entre 1946 et maintenant, on constate une forte augmentation de la puissance des machines, qui se résume ainsi:

- en 1946: 12 MW en moyenne pour les 274 machines pour le 1^{er} plan, engagé de 1946 à 1952: 51 MW pour le plan complémentaire, engagé en 1951 et 1952: 104 MW
- pour le 2^e plan, engagé de 1953 à 1957: 115 MW
- enfin le 3^e plan, pour son année de départ (1957), comporte deux unités courantes de 115 MW et un deuxième groupe de 250 MW, donnant le point moyen à 153 MW.

En considérant que les turbo-alternateurs de 50 MW tournant à 3000 t/m étaient déjà classiques en 1940, que ceux de 230/250 MW le seront devenus en France avant 1965, on voit qu'en 25 ans (ou en 20 ans si on neutralise les années de guerre) on aura plus que quadruplé les puissances unitaires des machines en service; on aura été encore plus loin pour les chaudières dont la *vaporisation horaire* aura été multipliée par 6 (passant de 120 à plus de 700 t/h).

Les *pressions d'admission* seront passées de 60 à 141 kg/cm² et probablement davantage, la resurchauffe aura été adoptée et généralisée, enfin les températures seront passées de 450 °C à 565 °C.

Pendant le même temps, la *consommation* aura quadruplé. Du fait des circonstances géographiques: équipements hydro-électriques situés dans la moitié Sud-Est du pays, gros centres de consommation notamment dans la moitié Nord-Ouest, le réseau d'interconnexion français est très étoffé; sa première ligne à 380 kV entre en service cette année. On peut donc installer des unités thermiques de puissance beaucoup plus élevée que 250 MW, qui représentent moins du vingtième de la pointe probable en 1960 du thermique de l'EDF. Un rapport d'un dixième serait admissible sans que la disparition de la puissance unitaire correspondante entraîne un arrêt d'alimentation de la clientèle.

L'évolution du schéma des centrales

Entre le thermique ancien et celui d'aujourd'hui, d'autres différences apparaissent:

a) Les centrales prises en charge par l'EDF en 1946 sont caractérisées par une liaison horizontale entre les divers organes homologues. On trouve une chaufferie nettement séparée dans laquelle toutes les chaudières sont interconnectées, côté eau et vapeur, souvent par des collecteurs doubles. La capacité de vaporisation de chaque chaudière est très inférieure à la consommation d'une turbine. On trouve une salle des machines dont les turbines sont alimentées par le collecteur de vapeur et dont les alternateurs débitent généralement sur un double jeu de barres. Les agents d'exploitation sont placés au voisinage du matériel, qu'ils conduisent et surveillent directement, sauf pour les tableaux électriques.

b) Les centrales du 1^{er} plan de modernisation sont disparates; elles portent la marque des circons-

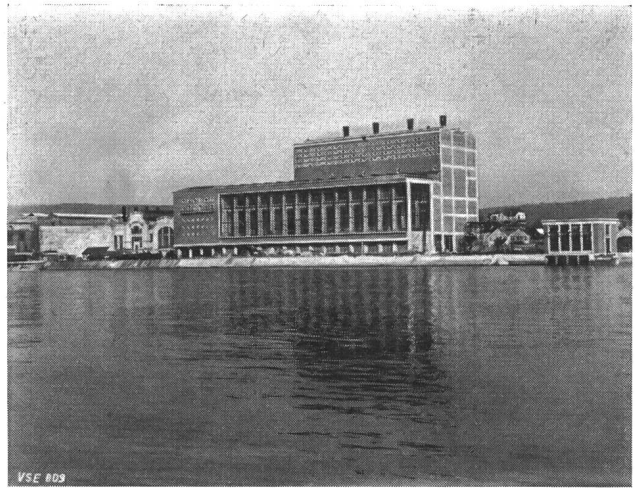


Fig. 1

La centrale thermique de Yainville

Cette centrale comporte 2 groupes de 50 MW et 4 chaudières, suivant la technique de 1945. Une extension en deux unités de 125 MW est en cours de construction

tances; l'occupation du territoire a empêché les contacts avec les pays fortement industrialisés. On a généralement préféré conserver plusieurs chaudières par machine avec interconnexion eau et vapeur; on continue à préférer la conduite locale. Cependant, la mise en service en 1949 du premier groupe 110 MW montre que la sécurité de fonctionnement des chaudières modernes permet d'envisager le schéma «bloc», qu'on réalise effectivement en deux endroits dès 1949/50. On y trouve en même temps l'emploi poussé de l'automatisme et du contrôle à distance et un seul agent pour surveiller et conduire le bloc.

Exemples: centrales de Yainville et de Nantes (fig. 1...3).

c) Les centrales du programme complémentaire marquent une nette transition: le passage à l'échelon 115/125 MW à resurchauffe. Cette fois, on n'hésite

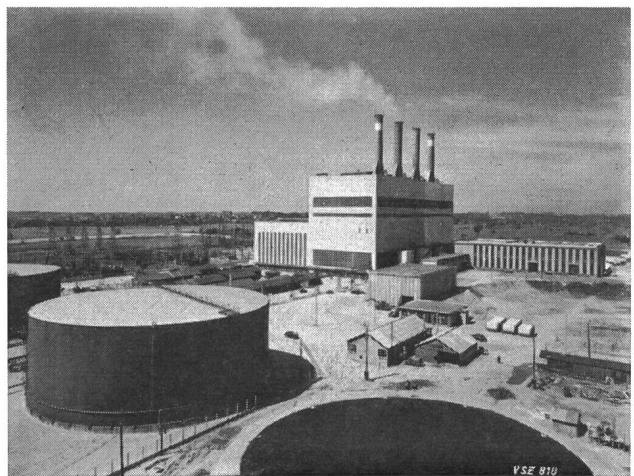


Fig. 2

La centrale thermique de Nantes-Cheviré

Cette centrale comporte 2 unités de 50 MW et 1 groupe de 100 MW sans resurchauffe. Une extension avec un groupe de 125 MW à resurchauffe est en construction

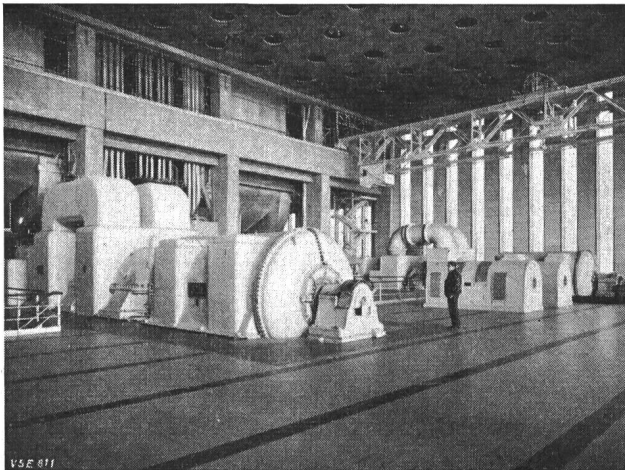


Fig. 3

Salle des machines de la centrale de Nantes-Chevire

On remarque qu'il n'y a pas de séparation entre la chaufferie et la salle des machines

plus à adopter le schéma bloc: une chaudière, un groupe, un transformateur, une ligne. On trouve la séparation totale entre les blocs, d'autant plus justifiée qu'on adopte la resurchauffe. Tout le bloc est conduit d'un tableau établi dans une salle qui est commune à deux blocs; on arrive à grouper sur ce tableau tous les appareils de mesure, de télécommande et de commande automatique. L'extension de l'automatisme et du contrôle à distance supprime toute intervention manuelle, sauf au moment du démarrage.

Exemple: centrale de Creil (fig. 4 et 5).

d) Les centrales du 2^e plan sont l'affirmation systématique de ces principes, qui constitue un palier technique dont les réalisations vont se poursuivre avec le 3^e plan, mais en parallèle avec le nouveau palier technique 230/250 MW, qui conserve d'ailleurs le même schéma bloc.

La centrale de Porcheville

Voici maintenant comment se présente la centrale thermique que nous appellerons «normalisée».

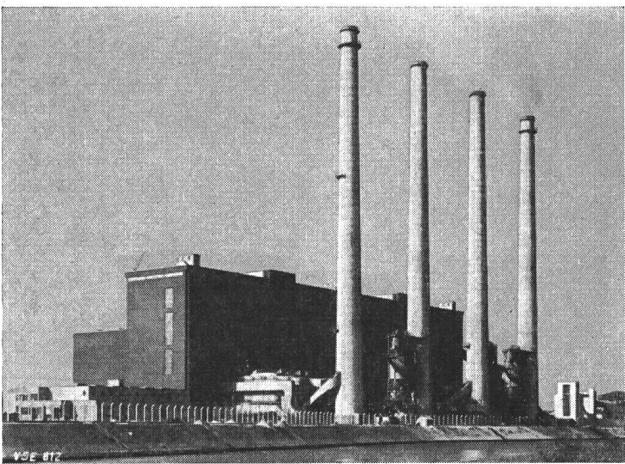


Fig. 4

La centrale thermique de Creil

Cette centrale comporte 4 unités de 125 MW à resurchauffe

Nous considérons une centrale à quatre groupes identiques, placée sur une rivière où elle dispose d'assez d'eau de réfrigération pour ses condenseurs, et dont les chaudières sont chauffées au charbon pulvérisé. Pour préciser, il s'agit de la centrale de Porcheville (fig. 6...8) située sur la Seine, en aval de Paris; elle est entrée progressivement en service depuis un an.

Quatre unités sont actuellement installées, mais l'usine peut être étendue, le débit d'étiage de la Seine étant 60 m³/s, et les quatre premiers condenseurs n'en prenant que 20. Tout a donc été prévu pour d'importantes extensions.

L'énergie produite à 15,5 kV par les alternateurs est élevée à 63 kV pour une machine, 225 kV pour les autres, et un très grand poste d'interconnexion a été construit sur le terrain de la centrale.

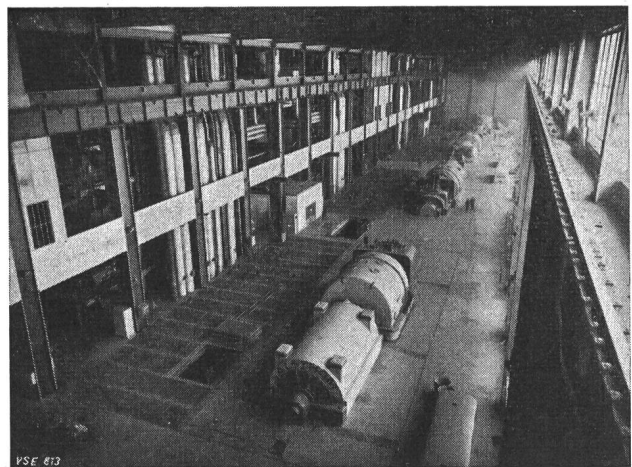


Fig. 5

Salle des machines de la centrale de Creil

Les turbo-alternateurs sont disposés en long et symétriques deux à deux. Une salle de commande pour chaque groupe de deux unités. A gauche de la figure, la chaufferie

Caractéristiques des groupes générateurs

Chaque unité comprend un turbo-alternateur dont voici les caractéristiques:

1. La turbine

un corps HP, un corps haute température (après resurchauffe)
 un corps MP-BP à trois flux d'échappement
 pression de vapeur à l'admission 127 kg/cm² absolus
 pression de vapeur à la sortie du corps HP, vers le resurchauffeur 29 kg/cm² abs.
 pression de vapeur à l'admission après resurchauffe 26,2 kg/cm² abs.
 pression de vapeur à l'échappement 0,035 kg/cm² abs.
 température de la vapeur 540 °C/540 °C
 puissance normale maximum continue 115 MW, en surcharge temporaire 125 MW
 température de réchauffage de l'eau d'alimentation (à 115 MW): 234,5 °C
 débits de vapeur à l'admission à 115 MW: 323 t/h
 à 125 MW: 362 t/h
 la consommation par kWh est minimum à 115 MW

2. L'alternateur

nombre de tours 3000 t/m

puissance 100 MW avec pression d'hydrogène de 0.035 kg/cm², 115 MW avec 1 kg/cm², 125 MW avec 2 kg/cm² d'hydrogène

L'excitation est assurée par un groupe séparé tournant à 1500 t/m¹)

longueur du turbo-alternateur 26 m

largeur du turbo-alternateur 6,5 m

longueur de démontage du rotor 10 m

pooids du stator 200 t

3. Le condenseur

Il est à 1 corps, un seul passage, diamètre 4,514 m, longueur des tubes 8,95 m, surface d'échange 5620 m². A la sortie de l'appareil, la teneur en oxygène dans l'eau condensée est inférieure à $14 \cdot 10^{-6}$ g/kg. Une pompe verticale assure la circulation de l'eau de Seine dans le condenseur; elle tourne à 240 t/m, sa hauteur manométrique est de 8,5 m, son débit 5,6 m³/s, elle absorbe 536 kW. L'extraction de l'eau condensée est assurée par deux pompes à axe vertical (une pompe est en réserve en marche normale). Deux pompes, dont une en réserve en marche normale, assurent l'extraction de l'air.

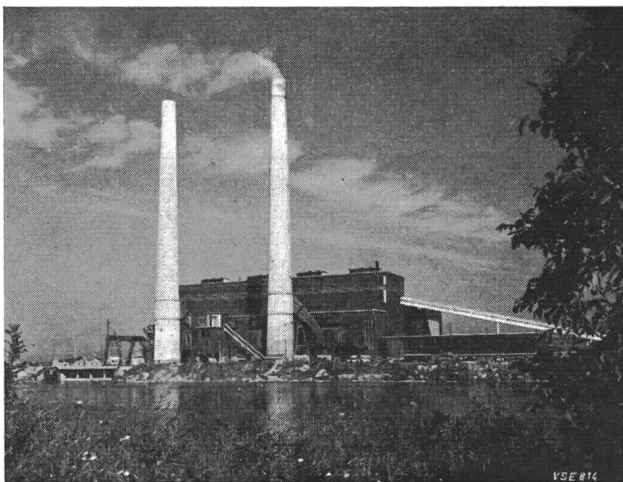


Fig. 6

La centrale thermique de Porcheville

Cette centrale, des plus modernes, comporte 4 unités de 125 MW à resurchauffe. Une cheminée pour deux unités

4. Le poste d'eau

Il comporte sept étages de réchauffage et des distillateurs permettant d'obtenir une eau contenant moins de 0,5 mg de sels par kg d'eau, cette eau est dégazée jusqu'à $5 \cdot 10^{-6}$ g d'oxygène par kg d'eau.

5. Les électropompes alimentaires

Chacune des trois pompes d'un groupe a un débit de 215 m³/h, une hauteur manométrique de 1863 m, tourne à 3880 t/m, est couplée à son moteur par l'intermédiaire d'un accouplement hydraulique et d'un multiplicateur de vitesse; le moteur de 2000 cv tourne à 1500 t/m. En service normal deux pompes sont en service, une en réserve.

L'approvisionnement en combustible

Comme il s'agit d'une centrale de la région parisienne, le charbon provient essentiellement des mines du Nord et des mines de Lorraine; mais comme elle est en aval de Paris, elle a été prévue pour recevoir du charbon arrivant par mer, sans construire pour l'instant des installations correspondantes. On a aussi réservé la possibilité d'y recevoir et d'y brûler du fuel lourd.

¹) Dans d'autres centrales l'excitatrice est entraînée par l'intermédiaire d'un réducteur, par l'arbre principal.



Fig. 7

Salle des machines de la centrale de Porcheville

Le parc à charbon occupe 8 ha et peut être alimenté par trains et par bateaux:

capacité de stockage 400 000 t, soit 3 mois de marche.

capacité de réception et de manutention par poste de 8 h:

par wagons tombereaux 6000 t

par wagons trémies 8000 t

par péniches de 300 t: 1800 t

par chalands de 600 t et 1200 t: 2500 t

pour la montée en chaufferie 4000 t, ce qui correspond à la consommation maxima de 24 h.

Le stockage est organisé de telle manière qu'on puisse recevoir diverses qualités de charbon, laisser s'égoutter les charbons humides, et faire des mélanges avant l'expédition en chaufferie.

La capacité des silos de chaufferie de chaque chaudière est d'environ 1000 t.

Un réseau de voies ferrées permet de recevoir les trains et de mettre en attente les trains vides, de décharger les trains, de desservir l'usine et les postes électriques. Il comporte quatre voies de 500 m de longueur utile chacune, en plus des voies de circulation; cette longueur pourra être portée à 800 m quand des trains de 2000 t de charge (au lieu de 1000 t actuellement) arriveront à la centrale.

La manutention utilise des tapis de caoutchouc,



Fig. 8

Une des deux salles de commande de la centrale de Porcheville

des bull-dozers, des roues pelles de reprise, commandées d'un poste central.

Les chaudières

Chaque unité comprend une chaudière, dont voici les caractéristiques:

charge normale continue 360 t/h
surcharge temporaire 400 t/h
timbre 145 hectopièzes
rendement un peu inférieur à 89 %
hauteur de la chambre de combustion 27 m
largeur de la chaudière 19 m
longueur de la chaufferie 120 m
hauteur de la chaufferie 44,5 m

Quatre *broyeurs à charbon* par chaudière, dont un de réserve, produisent chacun 15 t/h de charbon pulvérisé. Ils envoient directement le charbon aux brûleurs.

Chaque chaudière comporte des *ramoneurs à air comprimé* (à 17 kg/cm²) commandés à distance.

Après les *réchauffeurs d'air* sont placés, à l'extérieur et sur le sol, les *dépoussiéreurs multicyclônes* suivis des *dépoussiéreurs électrostatiques*; leur rendement global atteint 98 %. On pousse maintenant ce rendement encore plus haut, vers 99 %. Au voisinage des agglomérations, on attache en effet de plus en plus d'importance au dépoussiérage et les rendements ci-dessus indiqués, combinés avec une hauteur de cheminée convenable, rendent insensibles les dépôts de poussières, même dans le secteur qui se trouve sous les vents dominants. Ce dépôt, mesuré en grammes par m² et par mois, n'est que le dixième ou le vingtième des poussières recueillies dans les grandes capitales.

Les *ventilateurs de tirage et de soufflage d'air* sont également placés au sol entre les dépoussiéreurs et la cheminée. Il y a une *cheminée* en béton d'une certaine de mètres de hauteur pour deux unités.

Les cendres recueillies dans les *chendriers* des chaudières sont évacuées hydrauliquement et utilisées comme remblais. Les suies et les cendres volantes sont collectées pneumatiquement.

Prise et rejet d'eau

La prise d'eau en Seine comporte les grilles, les filtres rotatifs et les pompes verticales dont nous avons parlé. Le rejet d'eau est à 350 m en aval. Des tuyaux de liaison de 1,7 m de diamètre, enterrés, travaillant sous une hauteur maximum de 8,5 m de siphonnage, relie la prise d'eau au rejet d'eau à travers les condenseurs.

Services généraux

Les bureaux, ateliers, magasins, le laboratoire et les services sociaux sont accolés à une extrémité des bâtiments de la centrale; les dimensions et la disposition en sont normalisées.

Divers

On a fait un large emploi de pieux bétonnés et de puits forés de longueur variant de 15 à 23 m, de charpentes métalliques, de façades en tôles d'acier. Comme le montre la fig. 7, les turbo-alternateurs

sont placés perpendiculairement à l'axe longitudinal de la salle des machines et les deux ponts-roulants sont des portiques de 35 m de portée, portant chacun deux chariots de 50 t. On tend actuellement à supprimer ces moyens de levage lourds pour les remplacer par un portique démontable qui permet de rentrer le stator dans la salle des machines et de le placer sur son massif. Ce portique démontable est transporté ensuite dans une autre centrale pour démonter ou monter des stators semblables.

On n'enterre plus la centrale; tout est au-dessus du sol. A Porcheville, le plancher général de service est à 8 m au-dessus du sol.

Les auxiliaires sont tous électriques, alimentés en 5,5 kV ou 380 V, soit par transformateur de soutirage 5,5 kV aux bornes de l'alternateur principal, soit en secours par le réseau.

Postes de commande et de contrôle

Il y a deux salles de commande et de contrôle pour les quatre unités, c'est-à-dire qu'une salle comporte les appareils indicateurs, enregistreurs et de commande de deux unités (voir fig. 8). Cette disposition, qui est encore perfectible surtout dans la disposition relative des différents appareils et leurs dimensions, permet de réduire à très peu de monde le personnel de conduite, en le plaçant d'ailleurs dans les meilleures conditions de travail.

Dispositifs de démarrage rapide

Les grosses machines à haute pression et haute température nécessitent une surveillance précise des dilatations, afin d'éviter tout accident mécanique. Les démarrages, les prises de charge, les variations de charges, sont commandés par des différences de températures entre la vapeur et les parties de l'installation avec lesquelles elle est en contact, d'une part, entre les parties fixes et mobiles d'autre part et, d'une manière générale, entre les différents points du métal.

Si une unité doit être arrêtée fréquemment la nuit ou pour des durées plus longues, il peut être utile et économique de réaliser ce qui a été mis en service à Porcheville et qui permet de raccourcir notablement le temps de démarrage et de prise de charge:

a) Des registres permettent d'isoler de la cheminée la chambre de combustion de la chaudière, ce qui empêche le refroidissement de celle-ci.

b) Un by-pass de la turbine permet de faire vaporiser 80 t/h par la chaudière avant le démarrage quand la turbine, arrêtée depuis peu, est restée à une température élevée. On n'envoie alors dans la turbine qu'une vapeur dont la température est voisine de celle conservée par la turbine.

La réduction du prix du kWh

Généralités

On peut classer en trois catégories les dépenses d'une centrale thermique:

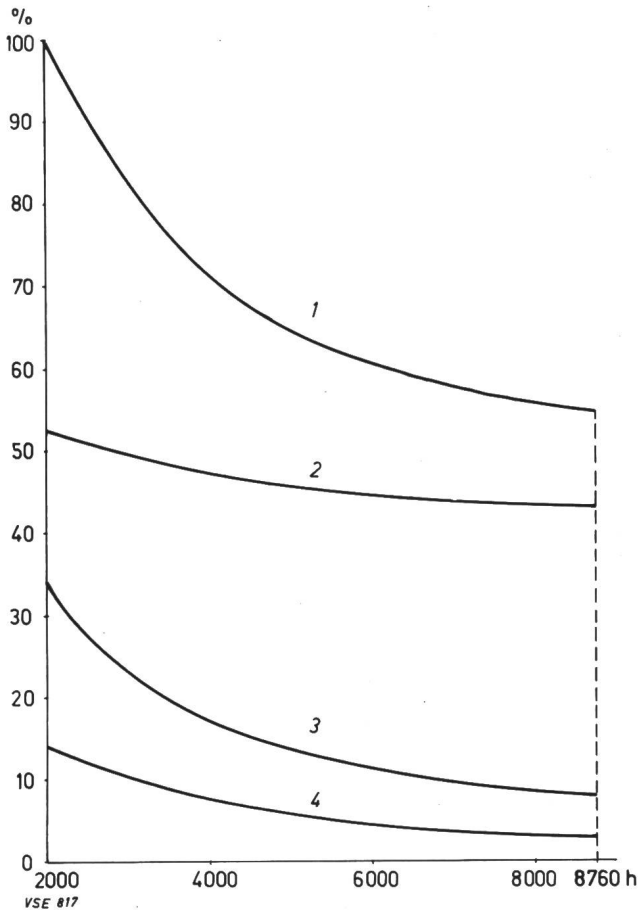


Fig. 9
 Prix de revient du kWh produit par une centrale-type, en fonction de l'utilisation annuelle
 1 charges globales
 2 charges de combustible
 3 charges de premier établissement
 4 charges fixes d'exploitation

1. les charges annuelles correspondant aux dépenses de premier établissement, qui sont indépendantes de la quantité plus ou moins grande d'énergie produite dans l'année
2. les frais fixes d'exploitation
3. les dépenses proportionnelles à la quantité d'énergie produite, qui sont les dépenses de combustible.

La deuxième catégorie comprend les salaires et charges sociales du personnel de conduite et d'entretien, les frais généraux de direction et d'administration, les impôts.

Influence de la durée d'utilisation

Le graphique de la fig. 9 permet de se faire idée de la manière dont varient ces trois catégories de dépense et, par suite, le *prix de revient du kWh mesuré aux bornes de sortie des transformateurs principaux de la centrale considérée* quand le *nombre d'heures d'utilisation annuelle* varie.

En considérant les points alignés sur l'ordonnée de 5000 h, on voit que les trois catégories de charges entrent dans le prix de revient à raison de :

- charges de premier établissement 21 %
- charges fixes d'exploitation 9 %
- charges de combustible 70 %

Pour un même type de centrale, le prix de revient du kWh est influencé par d'autres facteurs que le

nombre d'heures d'utilisation annuelle, de sorte que les courbes du graphique n'ont qu'une valeur indicative; mais elles montrent bien tout l'intérêt de réduire la consommation de combustible d'une semblable centrale si, au cours de sa vie, elle doit avoir une utilisation élevée.

Evolution des charges unitaires de premier établissement

Examinons maintenant l'évolution, au cours des années, des différentes dépenses de production thermique de l'EDF, en rapportant ces dépenses au kW de puissance.

En ce qui concerne tout d'abord les charges de premier établissement, les variations de prix des travaux et du matériel (ce dernier entrant pour environ 70 % dans le coût total) au cours des dernières années rendent difficile une comparaison précise. Nous pouvons toutefois indiquer les ordres de grandeur relatifs suivants :

Si une centrale normalisée (type Porcheville) coûte un certain prix par kW net, une centrale à deux groupes de 50 MW 66 kg/cm² 500 °C, et deux chaudières par machine, comme on en trouve dans le premier plan, coûte le double par kW net. Pour une puissance encore moitié (deux fois 25 MW, même caractéristiques, même nombre de chaudières), le rapport passe de 2 à 2,5. Pour une centrale à deux unités de 230/250 MW, on escompte un rapport de 0,9, qui sera vraisemblablement réduit quand les constructeurs auront réalisé avec succès les premières machines de ce type.

Si, au lieu de construire une centrale à quatre unités de 125 MW on la construit pour deux unités seulement, le coût du kW net augmente de 9 %.

Si la centrale doit brûler non seulement du charbon, mais aussi du fuel lourd, le coût augmente de 2 à 3 %, suivant l'importance du parc à fuel. Si la centrale est équipée pour brûler uniquement du fuel au lieu de charbon, le coût baisse de 10 à 15 %.

Réduction du poids de l'équipement

Les *alternateurs* de 70 MVA de Nantes, refroidis à l'hydrogène (pression 1 kg/cm²), pèsent 1,8 t par kVA.

Ceux de 156 MVA de Creil, sous pression de 2 kg/cm² d'hydrogène, pèsent 1,5 t par kVA.

Celui de 156 MVA de Nantes, sous 3 kg/cm² d'hydrogène, pèse 1,2 t par kVA.

Il s'ensuit, bien entendu, des réductions de prix sur les massifs, les fondations, les appareils de manutention.

De même, par l'emploi de tôles à pertes réduites, de meilleurs isolants, de meilleurs dispositifs de refroidissement, le poids des *transformateurs* diminue; il diminue encore, par kVA, quand on passe du monophasé au triphasé, généralement employé maintenant.

Pour les *groupes évaporatoires*, la question ne se présente pas de la même façon. Quand les pressions

et les températures augmentent, les poids par MW augmentent, mais cet effet est corrigé dans une grande mesure par l'augmentation de la puissance unitaire de la chaudière. Par contre, le rapport du poids des *surchauffeurs* et *resurchauffeurs* au poids total de la chaudière augmente rapidement du fait de la part croissante de chaleur transmise au fluide par ces échangeurs. Comme ils sont construits en métaux plus coûteux que ceux utilisés pour la construction des autres parties de la chaudière, il y a là un facteur qui tend à augmenter les prix.

Réduction des surfaces et des volumes

De 50 m² de surface par MW net pour les groupes de 50 MW du premier plan, lorsqu'il y a deux chaudières par groupe, on passe à 22 m² pour les groupes de 110 MW sans resurchauffe, et à 17 m² pour la centrale normalisée.

De même, les volumes passent de 1,9 m³ à 0,97 m³ et 0,56 m³.

Evolution des frais fixes d'exploitation

Pour ce qui concerne cette catégorie de dépenses, le nombre d'agents d'exploitation et d'entretien dépassait 4 par MW de puissance nette dans les centrales dévolues en 1946 à l'EDF. Au thermique du 1^{er} plan correspond 1,4 agent par MW; au thermique du second plan, 0,4. Pour les unités de 250 MW, on escompte environ 0,25.

Cela n'est pas surprenant si l'on se reporte à l'augmentation des puissances unitaires et à l'évolution du schéma des centrales qui aboutit au schéma «bloc».

En outre, il ne faut pas plus de monde pour démonter une grosse machine qu'une plus petite, les dépenses de *matières d'entretien* sont dans une certaine mesure fonction du poids des machines; la répétition de matériel identique dans une même centrale permet d'effectuer l'entretien mieux et plus rapidement. Enfin, un bureau des méthodes institué dans chaque centrale nouvelle prépare le travail d'entretien dans le détail, bien avant de l'exécuter; d'autre part, le service technique de la centrale ausculte constamment le matériel en service. Ces deux moyens conjugués permettent d'espacer les visites, des turbines notamment, et par suite de réduire les dépenses d'entretien et les durées d'immobilisation.

En contre-partie de la réduction du nombre d'agents, leur qualification s'accroît tout naturellement, et par suite *leur salaire*.

Evolution des dépenses de combustible

En réduisant, depuis 1946, le nombre des centrales thermiques en service de 75 à 36, tandis que la puissance livrée se trouvait plus que doublée, l'EDF a réduit de plus de 5000 kcal, à moins de 3600 kcal la consommation de combustible par kWh net. Cette consommation diminue chaque fois qu'une nouvelle unité de 125 MW entre en service et vient se placer à la base du diagramme de charge. Un

turbo-alternateur de 125 MW consomme moins de 2000 kcal vapeur par kWh et les rendements élevés de la chaudière et du transformateur permettent d'abaisser la consommation de la centrale normalisée vers 2500 kcal à 2600 kcal combustible par kWh en marche industrielle. Cette consommation est d'ailleurs variable en fonction de l'utilisation, comme on l'a vu; à la charge économique maintenue pendant de nombreuses heures, elle peut descendre à 2400 kcal. Le passage de 125 à 250 MW conduit à une économie de l'ordre de 3% avec des pressions et des températures relativement peu augmentées.

Si la centrale, au lieu d'avoir la rivière pour source froide, fonctionne sur réfrigérants atmosphériques, la consommation augmentera d'environ 3%.

Conclusion

On vient de voir l'intérêt économique de l'évolution du thermique à l'EDF. Pour en tirer le bénéfice maximum il faut, bien entendu, un fonctionnement sans défaillances du matériel. Les constructeurs doivent donc contrôler soigneusement la qualité des matières et leur mise en œuvre, les montages en ateliers et sur place; de son côté, le personnel de l'exploitation doit être instruit et muni de consignes précises afin d'empêcher toute fausse manœuvre à l'occasion des démarrages, pendant les marches à vide et à diverses charges, ainsi qu'au moment des arrêts.

En conclusion de cette étude sur l'évolution du prix de revient du kWh thermique, on voit constamment diminuer chacune des trois catégories de dépenses malgré le renchérissement de certains matériels, du fait de l'augmentation des pressions et des températures. La collaboration active des constructeurs, des métallurgistes et de l'EDF a été indispensable pour obtenir ces résultats.

Tendances actuelles

Grâce aux nouveaux équipements thermiques passés en revue, la *consommation de combustible* de l'ensemble des centrales de l'EDF devrait décroître asymptotiquement vers 2500 kcal combustible par kWh net. Le nombre d'agents par MW continuera aussi à diminuer.

D'autres perfectionnements seront apportés qui réduiront aussi les *dépenses de premier établissement*. Mais il ne faut pas s'attendre à des résultats aussi importants que ceux obtenus depuis 1946. Il s'agira, en conservant le même cycle de vapeur, d'économies mineures telles que la suppression des bâtiments de décuvage, l'allègement de certains matériels, en particulier des ponts-roulants, des transformateurs, la simplification de certains schémas, une normalisation plus poussée qui n'entrave cependant pas l'émulation génératrice de nouveautés.

La centrale de Bordeaux

Parmi ces perfectionnements, il y a lieu de signaler la nouvelle centrale de *Bordeaux*, devant brûler du gaz naturel et du fuel lourd, et dont la construc-

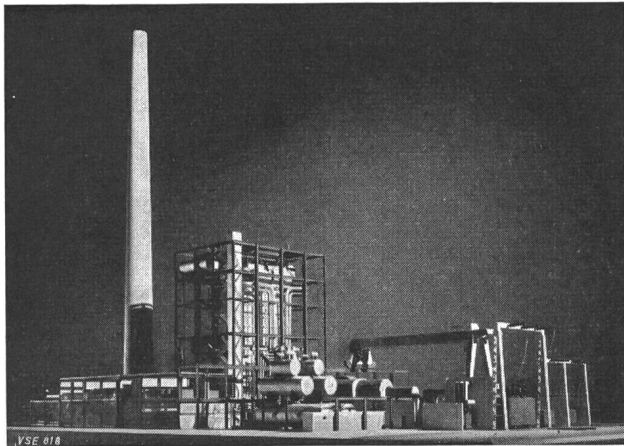


Fig. 10

Maquette de la centrale thermique de Bordeaux
Cette centrale, du type «out-door», est actuellement
en construction

tion est commencée. Elle sera du type «out-door». D'autre part, comme le coût du terrain représente le plus souvent une très faible part du coût d'un équipement thermique, on diminue le coût des ouvrages en plaçant tout le matériel au plus près du sol, plutôt que de l'installer en hauteur, ce qui supprime les planchers lourds à divers étages.

A Bordeaux on a pu réduire à 5,5 m la distance du plancher de service au sol et supprimer en même temps les planchers lourds, les toitures et les façades. Il est trop tôt pour dire si l'économie de premier établissement ressortira à 2 ou 3 %.

Les fig. 10 et 11 reproduisent une maquette des installations principales de cette centrale. On y voit :

le groupe (excitatrice en bout d'arbre entraînée par réducteur)

la chaudière, dont la chambre de combustion sera sous pression

l'aire de déchargement libre entre les rails de roulement du portique, les extensions se faisant à l'opposé

le transformateur principal et deux transformateurs auxiliaires

la salle de commande pour deux unités

les bâches d'eau condensée et dégazée pour deux unités

Des progrès plus sensibles paraissent possibles. L'EDF s'intéresse à toutes les techniques ouvrant un espoir; elle s'intéresse aux essais poursuivis dans des directions qui ne semblent pas devoir donner prochainement des solutions économiques.

Puissances unitaires

Il y a en premier lieu un nouvel échelon à franchir dans les puissances unitaires. On a vu précédemment qu'une machine de 500 MW, et même davantage, aurait bientôt sa place dans le réseau français.

Superpressions

Ensuite, en dehors du nucléaire, un autre avenir s'ouvre, dont les premières grandes réalisations vont bientôt entrer en service aux Etats-Unis. Il s'agit, en conservant la vapeur d'eau comme fluide moteur, de cycles à pressions et températures nettement plus

élevées, à deux resurchauffes. On voit ainsi la possibilité de réduire à 2000 ou 2200 kcal par kWh le chiffre de 2500 indiqué tout à l'heure. L'EDF s'emploie, avec l'aide des constructeurs et des métallurgistes, à avancer dans cette voie.

Turbines à gaz

Ce type de machines est déjà largement répandu dans le monde. Dans le domaine de la production d'énergie électrique, ces machines semblent pouvoir concurrencer les turbines à vapeur pour des puissances de 20 à 30 MW. Depuis sa constitution, l'EDF poursuit des essais d'emploi de ces machines. Les installations réalisées et en cours de réalisation doivent lui permettre de disposer de puissances de secours et de pointe, à démarrage rapide, quelquefois automatique; l'alternateur peut être débrayé de la turbine et fonctionner en compensateur.

Associées à des cycles utilisant d'autres fluides (air, vapeur d'eau), les turbines à gaz peuvent trouver d'autres débouchés.

Une variante des turbines à gaz, également employée par l'EDF pour de petites puissances, comporte des générateurs de gaz à pistons libres, type *Pescara*, dont la puissance unitaire est de 900 kW; associés à une turbine à gaz, ils ont un bon rendement.

Energie thermique des mers

L'EDF poursuit l'étude d'une installation de 3500 kW pouvant produire 7000 m³ d'eau douce par jour si elle est munie d'un condenseur par surface.

L'énergie solaire

Il ne semble pas, malgré les réalisations actuelles, que de l'énergie électrique puisse être économiquement produite ainsi.

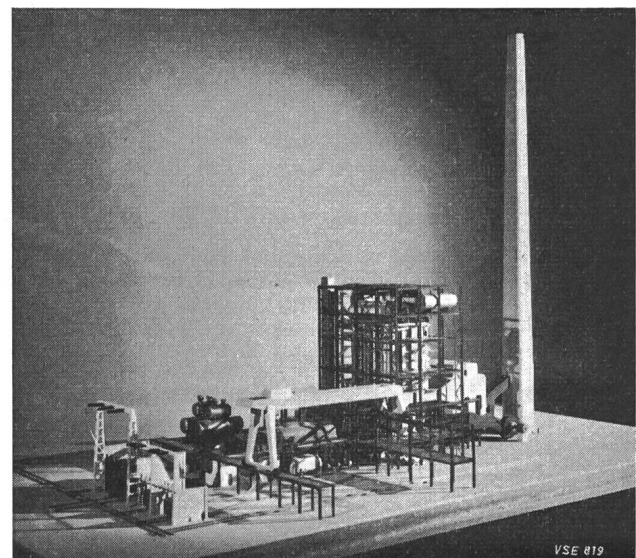


Fig. 11

Maquette de la centrale thermique de Bordeaux

Adresse de l'auteur:

A. Charbonnier, contrôleur général à la Direction de l'Équipement, Electricité de France, Paris.

Communications de nature économique

Un vote par correspondance à la Ligue suisse pour la protection de la nature

Après quelques milliers de démissions la *Ligue suisse pour la protection de la nature* compte encore 40 000 membres environ; 7780 d'entre eux, soit un peu moins du 20 %, ont pris part récemment à un vote par correspondance sur l'initiative concernant le Parc national. Il s'agissait pour la Ligue d'établir par ce vote si ses membres désiraient qu'elle soutienne officiellement l'initiative, déjà lancée par ailleurs.

Parmi les 7780 membres de la Ligue qui se sont prononcés sur cette question en renvoyant la carte insérée dans le fascicule d'octobre 1957 de la «Protection de la Nature», 4977 votèrent pour, et 3412 contre un soutien de l'initiative. Ce sont donc presque exactement le 10 % de tous les membres de la Ligue qui, après les deux consultations populaires sur l'usine de Rheinau, réclament de nouveau une votation fédérale contre une centrale projetée.

Il est regrettable que certains journaux aient publié prématurément sur ce vote des chiffres inofficiels erronés, émanant des milieux favorables à l'initiative. Pareil procédé ne pouvait qu'influencer tendancieusement l'opinion et diffamer les membres de la Ligue qui pensaient autrement. Il n'est nullement prouvé que ceux-ci soient réellement en minorité, étant donné la faible participation au vote. D'autre part, comme le nombre des oui ne dépasse pas considérablement celui des non, on ne peut que s'étonner de la virulence de ton employé contre les partisans d'une politique modérée au sein de la Ligue et d'une solution de conciliation pour la mise en valeur des forces hydrauliques de la Basse-Engadine, telle que la préconise aussi le Conseil fédéral. Tout se passe aujourd'hui comme s'il fallait mettre sur pied de force une troisième consultation populaire, qui entraînerait la Ligue pour la protection de la nature dans une nouvelle lutte politique de grande envergure. Il sera d'autant plus nécessaire de veiller à ce que la propagande des promoteurs de l'initiative ne soit pas financée en partie par le produit de collectes publiques (vente d'écus), qui sont destinées à de tout autres fins.

L'avenir dira si la lutte contre une solution d'entente pour le Spöl, où il s'agit de l'utilisation des plus importants forces hydrauliques encore disponibles de notre pays, facilitera, ou au contraire compromettra les pourparlers en vue de l'admission dans la Constitution fédérale d'un article concernant la protection des sites et de la nature. Il ne fait aucun doute, d'autre part, que l'initiative du Parc national est une tentative d'intervention contre l'autonomie des communes de la Basse-Engadine et du canton des Grisons. L'action de la «Lia Naira», notamment, qui recueille des voix hors des Grisons en vue d'invalider des décisions communales relatives à l'octroi de concessions, décisions déjà en vigueur et obtenues à de grandes majorités, soulève de difficiles questions de droit pour la démocratie suisse.

F. W./Sa.

L'exposition «L'Atome» à Schipol, près d'Amsterdam

Une exposition internationale ayant pour sujet «L'Atome» a eu lieu durant l'été à Schipol, l'aéroport d'Amsterdam. Nous donnons ci-dessous les impressions qu'a rapportées de cette exposition un visiteur suisse. Cette exposition, qui est destinée au grand public, peut être considérée comme un modèle de genre. Avant de prendre contact avec l'énergie nucléaire, le visiteur fait tout d'abord connaissance avec les sources d'énergie «classiques». Différents modèles de moulins à bras, de moulins à vent et de roues à aubes illustrent l'utilisation de l'énergie musculaire, éolienne et hydraulique. Une partie historique permet de comparer divers objets d'utilisation courante d'autrefois et d'aujourd'hui. Une machine à vapeur, un moteur électrique, une automobile à vapeur, une automobile avec moteur à combustion interne, un moteur diesel, un bateau à moteur, etc. montrent l'utilisation de diverses formes d'énergie modernes. Une autre partie de l'exposition présente les réalisations les plus récentes, un four solaire, la centrale solaire française, le modèle d'une centrale marémotrice, etc. Après s'être familiarisé avec ces diverses sources d'énergie, le visiteur arrive devant de grands tableaux qui figurent l'accroissement futur probable des besoins du monde en énergie et l'épuise-

ment progressif correspondant des réserves de charbon et de pétrole. A partir de l'année 2150, les besoins d'énergie ne pourront plus être couverts sans que l'on ait recours à l'énergie nucléaire.

Plus loin, un modèle de l'atome d'uranium explique la structure de l'atome (protons, neutrons, électrons). Un autre modèle donne une idée des dimensions du noyau par rapport à celles de l'atome: au centre d'un tube à néon de forme circulaire est placée une sphère de la grosseur d'une noix, représentant le noyau. Un cristal montre la structure de la matière: noyau — atome — molécule — matière. A la sortie du «canon» d'un appareil qui ressemble à un canon de DCA se trouvent de petites lampes bleues et rouges (protons et neutrons) que l'on peut allumer et éteindre à volonté. On peut d'autre part faire tourner autour de ce noyau 1 à 7 électrons à choix sur diverses trajectoires. Le guide accompagnant les visiteurs peut ainsi construire un atome après l'autre de façon très suggestive. Quelques autres modèles expliquent la nature des isotopes. Puis le visiteur fait connaissance avec la fission du noyau; des modèles lui font assister enfin à une réaction en chaîne non contrôlée et une autre contrôlée.

Après s'être ainsi familiarisé avec les bases scientifiques, le visiteur peut être mis en contact avec les problèmes pratiques. On lui explique tout d'abord l'emploi d'un compteur de Geiger comme détecteur de la radio-activité, puis lui présente le modèle d'une mine d'uranium. Les étapes historiques du progrès de la science nucléaire sont symbolisées par un portrait de Démocrite, le laboratoire de M^{me} Curie, la table de travail du professeur Hahn et un portrait d'Einstein. L'attraction principale de l'exposition est un réacteur du type à piscine en service. Dans le voisinage sont exposés de nombreux modèles de réacteurs, le modèle des installations du CERN à Genève, celui d'un navire mu par un moteur atomique, etc. Une dernière partie de l'exposition est consacrée aux possibilités d'utilisation des isotopes radio-actifs en médecine et en agriculture.

Pour terminer, le visiteur pénètre dans la «cuisine de l'avenir», où toutes les opérations sans exceptions sont commandées par simple pression sur un bouton. Les armoires, le réfrigérateur, etc. sont escamotables automatiquement. Un serviboy télécommandé apporte tout à la salle à manger. A peine une recette sur carte perforée, sélectionnée automatiquement, est-elle introduite dans une mystérieuse fente que déjà apparaît une casserole et que les quantités nécessaires de farine, de lait, etc. s'y déversent automatiquement, venant d'on ne sait où. L'impression est irréaliste et fantastique!

O. M./Sa.

«Die Erzeugung elektrischer Energie — eine nationale Schicksalsfrage»

Exposition pendant la Semaine Suisse sous le patronat de l'UCS aux Grands Magasins Jelmoli S. A. à Zurich

Bien que l'énergie électrique fasse depuis longtemps partie de notre patrimoine national et bien qu'elle soit utilisée quoti-



Fig. 1
Entrée de l'exposition

diennement, la position-clé qu'elle occupe dans notre vie économique est encore trop peu connue dans de nombreux milieux. Il n'est pas exagéré de prétendre que les méthodes modernes de production sont pratiquement inconcevables sans l'énergie électrique. Si nous ne voulons pas que soit menacé l'avenir de notre économie et par conséquent le bien-être de chacun d'entre nous, il faut que les entreprises d'électricité mettent tout en œuvre pour assurer la couverture des besoins en énergie toujours croissants en créant de nouvelles installations de production. Tant que l'énergie atomique n'est pas à notre disposition — et cela peut durer encore des années — les entreprises d'électricité sont obligées d'aménager rapidement nos forces hydrauliques. Cet aménagement nécessaire traies Suisses d'électricité et les Grands Magasins Jelmoli à des forces hydrauliques risque actuellement d'être ralenti par la situation sur le marché des capitaux, aussi bien par l'idée qui se fait à tort le public d'une mise en œuvre prochaine de l'énergie nucléaire. Les entreprises d'électricité ont donc le devoir de convaincre le public de l'urgence qu'il y a de réunir les capitaux nécessaires à l'exploitation de nos forces hydrauliques.

Ce sont ces réflexions qui ont conduit l'Union des Consommateurs à consacrer l'exposition que cette maison organise chaque année durant la Semaine Suisse à l'information du public en faveur de la construction de centrales et de leur financement. Cette exposition, qui a eu lieu du 19 octobre au 2 novembre a été bien accueillie par le public comme par la presse, et a reçu la visite de près de 30 000 personnes.

Une roue Pelton, qui se dressait sur le trottoir devant l'entrée principale des Grands Magasins Jelmoli, attirait l'attention de la population sur l'exposition, qui était installée au deuxième étage et occupait 500 m² environ au total. Elle comprenait 5 sections différentes:

La première, servant d'introduction, donnait un *court aperçu historique*, allant de la roue à aubes jusqu'aux centrales hydro-électriques modernes. Quelques panneaux rappelaient entre autres au public que c'est l'électricité qui a permis à notre industrie de «tenir» durant la seconde guerre mondiale.

Une deuxième section était consacrée à la *construction de centrales* et aux divers problèmes qu'elle pose. Des photographies et des modèles présentaient au public des centrales à haute et à basse pression, les divers types de barrages, le percement de galeries, la construction de barrages, les transports sur les chantiers de haute montagne, etc. D'autres photographies montraient que si la construction de centrales transforme la nature, elle crée souvent de charmants paysages.

Une troisième section avait pour thème: «L'électricité facilite la vie.» A côté de quelques vues illustrant les diverses possibilités d'application de l'électricité, un diagramme montrait que l'énergie électrique a fortement diminué de prix durant les cinquante dernières années, alors que tous les autres produits de la vie courante ont renchéri.

La quatrième partie montrait combien de familles gagnent leur pain grâce à notre industrie de l'électricité et quels sont



Fig. 2

Une partie de la section «construction de centrales»



Fig. 3

«Le mot d'ordre actuel: énergie hydraulique et énergie nucléaire»

les capitaux qui sont investis aujourd'hui dans cette industrie. D'autres panneaux avaient pour but de faire comprendre au public que l'aménagement nécessaire de nos forces hydrauliques n'est possible que si les capitaux qu'il exige peuvent être réunis à temps.

Pour terminer, l'exposition donnait un aperçu de *l'avenir de notre industrie de l'électricité*. Des graphiques et des textes essayaient d'expliquer au public que si les entreprises d'électricité se préparent déjà à l'utilisation de l'énergie nucléaire, ce n'est que dans quelques années que celle-ci pourra contribuer à notre approvisionnement en énergie.

On nous a suggéré de différents côtés de présenter cette exposition à un public plus étendu — avant tout à la jeunesse des écoles des plus grandes villes de Suisse. Un premier pas a déjà été fait dans cette direction, puisque les Services Industriels de la ville d'Aarau ont montré une partie de l'exposition du 8 au 15 novembre 1957 dans leur salle de démonstration. Au cours des prochains mois, elle sera probablement visible à Bâle, St-Gall et dans d'autres villes. *Wi./Sa.*

Deuxième échange de vues entre rédacteurs en chef et directeurs d'entreprises d'électricité

Une deuxième rencontre entre quelques rédacteurs en chef et les membres de la Commission de l'UCS pour les questions d'information a eu lieu le 13 novembre 1957 à Olten, au «quartier général» de l'ATEL. Les sujets de discussion ne manquèrent pas à cette conférence: de la situation de notre approvisionnement en énergie durant l'hiver 1957/58 et de la course engagée entre la consommation et la production à la nouvelle situation régnant sur le marché des capitaux et aux rajustements de tarifs considérés comme nécessaires par les entreprises d'électricité, toutes les questions d'actualité relatives à notre approvisionnement en électricité furent l'objet d'un échange de vues. Pour les représentants des entreprises, il fut précieux d'apprendre de la bouche des rédacteurs que la presse *demande d'être informée de façon encore plus intense*. Espérons que cet appel sera entendu dans nos milieux. Au cours de la discussion, qui fut menée très ouvertement des deux côtés, on put constater une fois de plus combien une amélioration de l'information dépend de la confiance personnelle et de la connaissance des climats de travail réciproques. Il s'agit moins de créer de nouvelles institutions que de se convaincre qu'informer systématiquement l'opinion publique constitue une nouvelle tâche, que doit assumer chaque entreprise en particulier aussi bien que l'UCS et les autres associations. Les entreprises d'électricité auront d'autant plus de satisfaction à remplir cette tâche d'information et en tireront d'autant plus de profit pour l'industrie de l'électricité dans son ensemble qu'elles se familiariseront mieux avec les méthodes de travail et les possibilités de notre presse quotidienne. *F.W./Sa.*

Communications des Organes de l'UCS

Commission de l'UCS pour les tarifs d'énergie électrique

Les profondes transformations que subit actuellement la structure du marché de l'énergie ont une répercussion sur les travaux de la *Commission de l'UCS pour les tarifs d'énergie électrique*. Les questions tarifaires de détail, qui furent durant de nombreuses années au premier rang des préoccupations de la commission, ont perdu de l'importance par rapport aux problèmes fondamentaux qui se posent aujourd'hui aux dirigeants de nos entreprises d'électricité. Une des tâches les plus urgentes est actuellement *d'adapter les prix de vente de l'énergie aux prix de revient fortement en hausse et à la nouvelle structure de la demande*. Des corrections de détail apportées aux tarifs actuels peuvent certes permettre une solution provisoire. A la longue, cependant, seul un programme d'ensemble, tenant compte des conditions véritables qui règnent sur le marché de l'énergie, d'une part, et de celles qui sont déterminantes pour notre approvisionnement en énergie dans la plus large acception du terme, d'autre part, peut nous mener au but.

Dans cet ordre d'idées, la commission a procédé à un premier échange de vues sur les prix de l'énergie en général; d'autres discussions suivront, et les résultats de ces réflexions et de ces travaux seront mis à la disposition des membres de l'UCS.

La commission s'est occupée, d'autre part, de questions particulières qui sont actuellement à l'ordre du jour. Deux de ces questions ont déjà fait l'objet de rapports qui ont été approuvés par le Comité.

Le premier de ces rapports est relatif aux *machines à laver* et aux applications thermiques similaires consommant une puissance élevée, avec une faible durée d'utilisation et un fort degré de simultanéité. Ces applications se répandent de plus en plus. Leurs caractéristiques, que le rapport décrit en détail, justifient en règle générale un traitement particulier et l'application de mesures appropriées, ayant pour but d'éviter autant que possible une influence défavorable sur la charge du réseau. Le rapport se termine par des recommandations concernant la façon de traiter les machines à laver dans les tarifs et l'exploitation.

La deuxième étude est relative à la *forme des tarifs pour*

revendeurs. Les recommandations qu'on y trouve sont le fruit d'un examen détaillé des tarifs de ce genre en vigueur et de discussions très approfondies au sein de la commission.

Nous rappelons pour terminer que la commission des tarifs a publié récemment un rapport sur le *tarif à compteur unique pour le petit artisanat lié au ménage*.

Les entreprises membres de l'UCS peuvent obtenir ces rapports auprès du Secrétariat de l'UCS, case postale Zurich 23.

Mo./Sa.

80^e examen de maîtrise

Les derniers examens de maîtrise pour installateurs-électriciens ont eu lieu du 15 au 18 octobre 1957 à l'*Ecole d'Agriculture de Marcelin* à Morges. Les candidats suivants, parmi les 35 qui s'étaient présentés de la Suisse alémanique et de la Suisse romande, ont subi l'examen avec succès:

Amherd Albert, Brig
Bonetti Robert, Meggen
Chevallier Jean, Lausanne
Dällenbach Maurice, Ecublens
Dupertuis Samuel, Crebelley-Noville
Emery Jean-Louis, Lausanne
Fracheboud Gilbert, Epagny
Gilliéron William-Louis, Carouge-Genève
Girod Walter, Moutier
Glanzmann Hans, Solothurn
Grangier Léonard, Vuadens
Hagen Ernst, Winterthur
Hauri Max, Rheinfelden
Hofmann Karl, Winterthur
Huber Josef, Entlebuch
Kaufmann Hans, Solothurn
Linder Fritz, Bern
Locatelli Max, Genève
Ruppen Hubert, Naters
Sapin Paul, Romont
Schmid Hans, Zuchwil
Schneider Edouard, La Chaux-de-Fonds
Vauthey Ernest, Châtel-St-Denis
Vernet Claude, Genève
Weber Eugen, Winterthur

Commission d'examens de maîtrise USIE/UCS

Construction d'usines

Achèvement du barrage de Moiry des Forces Motrices de la Gougria

Le nouveau barrage de Moiry des Forces Motrices de la Gougria vient de s'achever récemment. Ce barrage-voûte possède une hauteur de 145 m, une longueur au couronnement de 610 m et un volume de 810 000 m³. La capacité utile en

eau du réservoir est de 72 millions de m³, ce qui correspond à une réserve en énergie de 256 millions de kWh. Lors de l'aménagement de la Gougria sera terminé, les usines de Motec, celle de Vissoie et l'usine qui existait déjà auparavant de Chippis-Navisence auront au total une puissance maximum possible de 164 MW et une productibilité moyenne annuelle de 555 millions de kWh, dont 336 millions de kWh durant le semestre d'hiver et 219 millions de kWh durant celui d'été.

Documentation

«Production, transport et distribution de l'électricité en Europe»

L'*Agence Européenne de Productivité (AEP)* de l'Organisation Européenne de Coopération Economique (OECE) vient de publier sous forme d'une brochure intitulée *«Production, transport et distribution de l'électricité en Europe»* le rapport de sa mission n° 350. Cette mission, qui groupait, outre six représentants des Etats-Unis, 20 experts appartenant à douze pays européens, a parcouru du 16 avril au 25 mai 1956 plus de 9500 km en Europe, visitant de nombreuses installations de production et de distribution, ainsi que des centres de recherches et d'essais.

Le but de la mission n° 350 était de donner à ses participants américains et européens une vue d'ensemble des réalisations récentes effectuées en Europe et de leur permettre d'apprécier les progrès accomplis depuis la fin de la seconde guerre mondiale dans le domaine de la production thermique et hydraulique ainsi que de l'interconnexion des réseaux.

Après avoir dressé un tableau d'ensemble de la situation de l'industrie de l'électricité en Europe, notamment du point de vue de la coordination de l'exploitation à l'intérieur de chaque pays et de la coopération internationale, le rapport énumère les problèmes d'intérêt général qui se posent actuellement à cette industrie et dont la solution serait facilitée par la coopération internationale: pénurie de combustibles, recrutement et formation du personnel, planification à long terme, énergie nucléaire.

Dans une deuxième partie, le rapport présente des études par pays, basées sur les exposés qui ont été présentés aux membres de la mission par des représentants de l'industrie électrique de chacun des pays visités.

En annexe figurent des données statistiques sur les pays visités et une note sur les buts de l'organisation de l'Union pour la Coordination de la production et du transport de l'électricité (UCPTE).

En résumé, une brochure fort intéressante, dont nous ne pouvons que recommander la lecture. Sa.

Rédaction des «Pages de l'UCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'Electricité, 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.