

Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 59 (1968)
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>

14^e congrès de l'Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Énergie Électrique (UNIPEDA)

Utilisation des turbines à gaz pour la production d'énergie électrique

par F. Faux, Londres

621.438:621.31

Suite du N° 1/68

3.4. Turbines à gaz de 55-70 MW.

Le tableau I en conjonction avec la figure 3 indique la situation et le taux de répartition des 724 MW de capacité en turbines à gaz d'appoint pour la pointe de charge sur le réseau du Generating Board.

Tableau I

Centrale	Nombre de machines par centrale	Puissance des machines MW	Constructeurs des machines	Générateurs de gaz
Norwich Hastings	2 2	55	Associated Electrical Industries.	Rolls Royce Avon.
Rye House Croydon	2 2	70	Bristol Siddeley	Bristol Siddeley Olympus.
Earley Lister Drive	2 2	56	English Electric	Rolls Royce Avon.

Les groupes de 55 MW comprennent chacun quatre générateurs de gaz Rolls Royce Avon tous situés à une extrémité de la centrale et conçus pour débiter sur une seule turbine motrice à deux étages; les grandes lignes de ce type d'équipement sont indiquées dans la figure 8. Un point offrant un intérêt particulier dans ces machines est l'aubage de la turbine motrice qui est manufacturé en nimonique 80 A; les aubes du second étage ont un peu moins de 50 cm de long et figurent parmi les plus grandes pièces de forge jamais réalisées en nimonique.

Les machines de 56 MW sont pourvues chacune de quatre moteurs Avon situés deux par deux à chaque extrémité d'un générateur électrique de 56 MW et disposés de façon à débiter sur deux turbines motrices de 28 MW; la figure 9 est l'illustration de ce dispositif. Ce type d'installation exige l'utilisation d'une excitatrice séparée entraînée par un moteur.

Les groupes de 70 MW sont équipés chacun de quatre générateurs de gaz à moteurs d'avion Bristol Siddeley Olympus qui sont placés de façon à actionner quatre turbines motrices

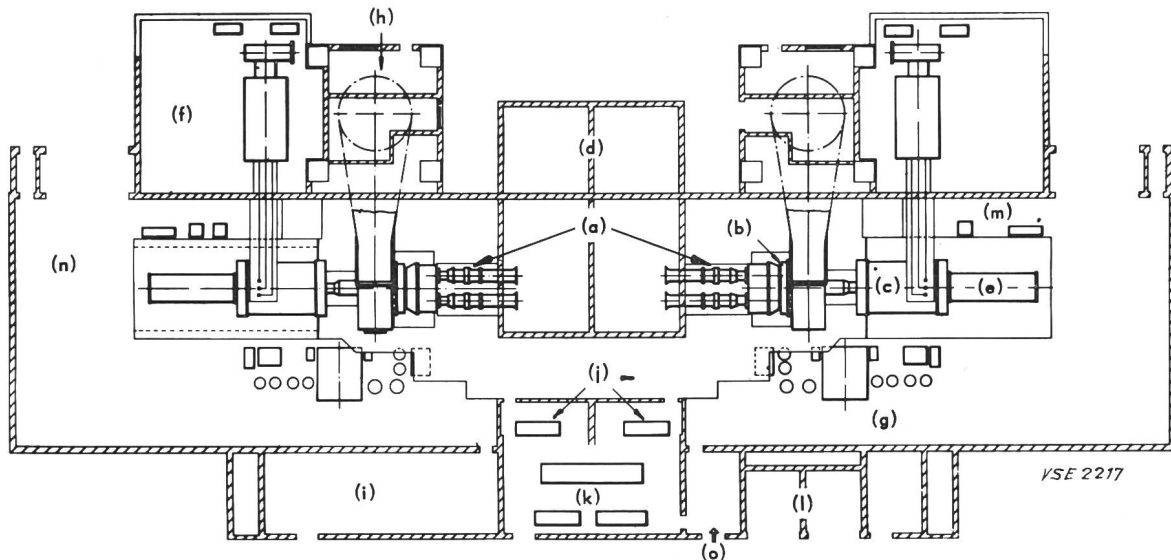


Fig. 8

Installation de deux générateurs de 55 MW à turbines à gaz

(a) Générateurs de gaz; (b) Turbines motrices; (c) Générateur électrique; (d) Prises d'air; (e) Excitatrice; (f) Transformateur de l'un des générateurs; (g) Équipement pour l'huile de graissage; (h) Approvisionnement en hydrogène et gaz carbonique; (i) Batteries; (j) Appareillage de manœuvre auxiliaire; (k) Dispositif de commande pour le précédent; (l) Transformateur de la station; (m) Caisson à hydrogène; (n) Salle de charge; (o) Entrée principale

individuelles qui sont disposées en ligne et entraînent en tandem un seul générateur électrique de 70 MW. L'installation de ce type de machine est illustrée à la figure 10. Le moteur d'avion Olympus utilisé pour les machines de 70 MW est semblable à celui qui a été décrit pour la machine expérimentale de 15–17,5 MW à Hams Hall.

Dans chaque modèle, l'arbre de commande de la turbine motrice est accouplé au générateur électrique par un embrayage à synchronisation automatique. Cet embrayage permet le fonctionnement en compensateur synchrone et est réalisé de façon à ce que la turbine motrice puisse être accouplée au générateur en marche.

L'ensemble des machines est fixé sur des fondations comparativement simples au niveau du sol; lorsque cela est nécessaire, des tranchées et des aires encastrées sont utilisées pour les auxiliaires des turbo-alternateurs. Les connexions du générateur avec ses transformateurs sont effectuées par câbles aériens à travers la salle des turbines.

Afin de minimiser la propagation du bruit à l'intérieur de la salle des turbines, les moteurs du générateur de gaz sont enfermés soit dans des cabines construites en briques soit sous des capots acoustiques déplaçables. Les gaz d'échappement sont conduits dans des cheminées en béton dont l'intérieur est revêtu de briques résistant à la chaleur et aux acides. Des

atténuateurs de bruit ont été installés à la base de chaque cheminée dont la hauteur dépend des circonstances locales mais ne peut en tout cas être inférieure à 53,35 m. Le diamètre intérieur des cheminées varie à partir de 4,60–5,20 m et est conçu pour assurer une vitesse d'écoulement de 41,15 m/s à une température de gaz approximative de 450 °C. Elles sont conçues ainsi pour assurer la dispersion adéquate des gaz d'échappement et pour éviter autant que possible les inconvénients de la fumée visible et de l'odeur. Approximativement 39 220 m³/min de gaz (19 % d'oxygène) sont évacués dans chaque cheminée desservant une puissance de 55 MW. Bien que la présence des cheminées soit moins discrète qu'il n'ait été prévu la patine du temps aidera à estomper leur silhouette. Les bâtiments ont une charpente en acier revêtue d'un mur en briques de 0,355 m d'épaisseur ne comportant aucune fenêtre. Les portes d'accès sont doubles pour empêcher le bruit des machines de s'échapper. Les prises d'air du compresseur sont disposées au niveau du toit et des silencieux appropriés ont été installés.

En général, les grues de la salle des machines ont une capacité de levage de 32 t, qui est suffisante pour déplacer les rotors des générateurs. Les stators des générateurs sont mis en place à bras et sont les seuls poids lourds dans la salle des turbines.

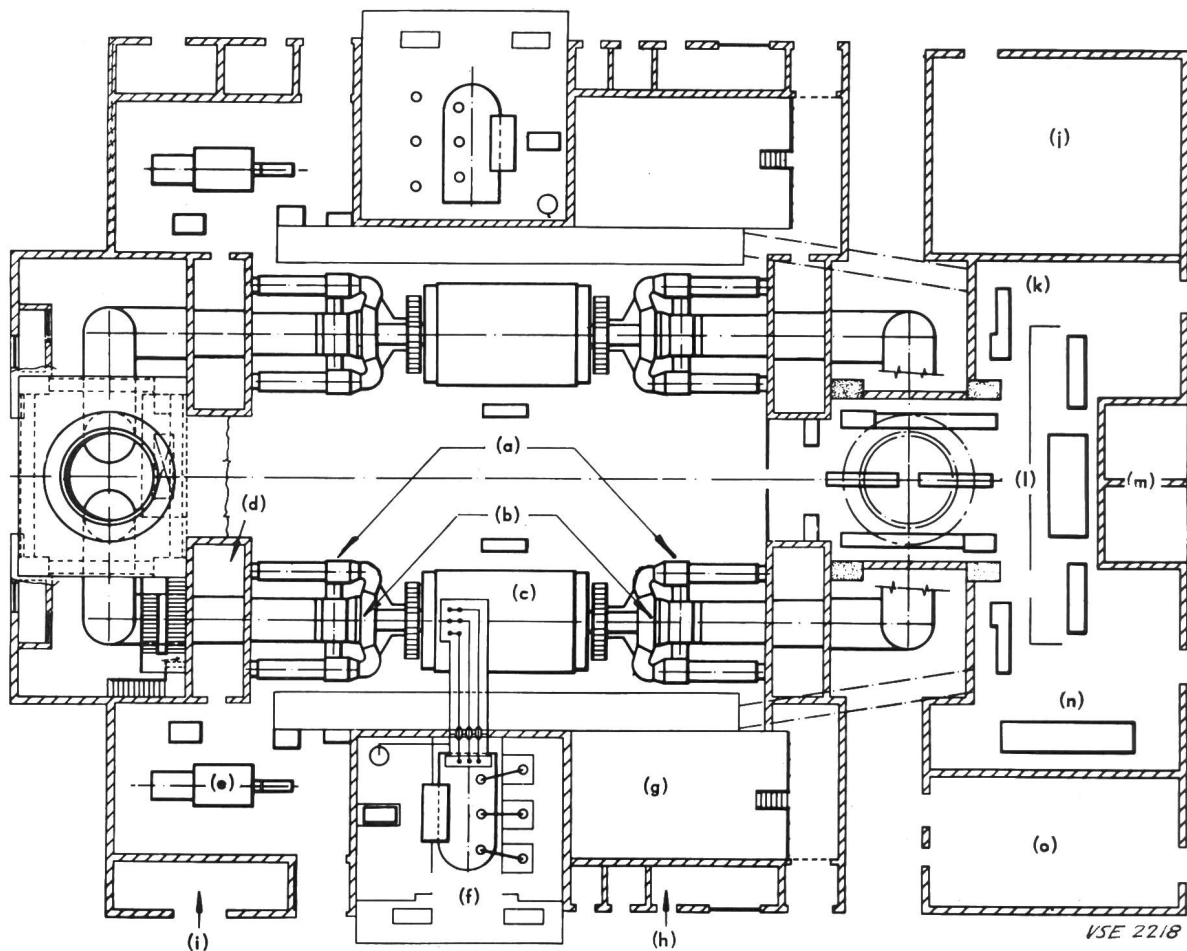


Fig. 9

Installation de deux générateurs de 56 MW à turbines à gaz

- (a) Générateur de gaz; (b) Turbines motrices; (c) Générateur électrique; (d) Prises d'air principales; (e) Excitatrice entraînée par moteur; (f) Transformateur du générateur; (g) Équipement pour l'huile de graissage; (h) Collecteurs d'hydrogène et de gaz carbonique; (i) Installation pour l'hydrogène et le gaz carbonique; (j) Batteries; (k) Tableau de l'appareillage de manœuvre auxiliaire; (l) Panneau de commande; (m) Transformateur de la station; (n) Tableau auxiliaire de la station; (o) Équipement contre l'incendie

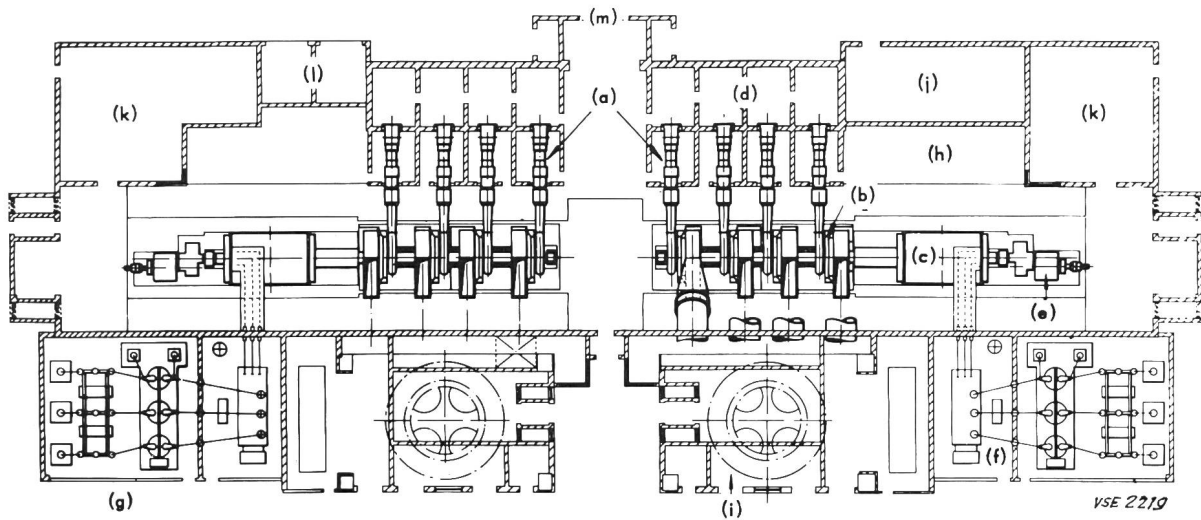


Fig. 10
Installations de deux générateurs de 70 MW à turbines à gaz

(a) Générateur de gaz; (b) Turbines motrices; (c) Générateur électrique; (d) Chambres de prise d'air; (e) Excitatrice entraînée par engrenage; (f) Transformateur du générateur; (g) Appareillage de manœuvre à 132 kV; (h) Equipement pour l'huile de graissage; (i) Approvisionnement en hydrogène et gaz carbonique; (j) Batteries; (k) Appareillage de manœuvre et tableaux de commande auxiliaires; (l) Transformateur de la station; (m) Entrée principale

Les transformateurs des générateurs sont refroidis par air et l'eau de réfrigération pour les auxiliaires des générateurs provient soit du système de la centrale principale soit d'une petite tour de réfrigération indépendante à tirage mécanique.

Les approvisionnements en combustibles sont contenus dans des réservoirs cylindriques verticaux situés à une courte distance de chaque station et prévus pour contenir la quantité de combustible nécessaire pour une période de 70 à 80 heures à pleine charge. Le combustible est livré normalement aux usines par livraisons de 453 t par wagon citerne.

L'alimentation de secours des auxiliaires des turbines à gaz est fournie par des générateurs diesel. Les systèmes de commande des générateurs diesel sont prévus de telle sorte que, dans le cas d'une interruption de la charge sur les turbines à gaz principales due à une perturbation sur le réseau, les diesels démarrent automatiquement et assurent le fonctionnement des auxiliaires des turbines à gaz principales. Ceci permet aux turbines à gaz principales de reprendre la charge en quelques secondes après suppression de la cause de la perturbation.

Etant donné le fonctionnement prévu à faible facteur d'utilisation et par conséquent à personnel réduit, le chauffage des bâtiments n'a pas été jugé utile. Le nécessaire a été fait cependant pour maintenir l'huile de graissage à une température convenable et pour empêcher les basses températures d'affecter les installations du mazout et de l'eau. En outre, il a été jugé nécessaire de prévoir des réchauffeurs anti-condensation dans l'équipement électrique.

Le type de construction des bâtiments empêche la ventilation naturelle de ceux-ci et, afin d'assurer une ventilation convenable lorsque les machines fonctionnent, on a prévu des prises d'air séparées et des points d'extraction munis de ventilateurs et de dispositifs atténuateurs incorporés.

3.5. Caractéristiques des commandes

En raison de leur situation isolée et pour réaliser des économies d'exploitation, les machines de 3 MW sur le réseau du

South Western Area Board sont complètement automatiques et sans surveillance. Elles sont visitées seulement pour l'entretien de routine et pour la réception des fournitures de combustible.

L'équipement de télécommande est du type dénommé «Dataphonique». Cet équipement permet le démarrage et l'arrêt à distance des turbines à gaz et il commande aussi automatiquement tous les principaux paramètres d'exploitation.

Des signaux en code sont envoyés par l'intermédiaire du réseau téléphonique public pour fournir les informations au poste de commande central et pour envoyer les instructions à chacune des stations qui peuvent se trouver à une distance de 160 km. En tout quarante opérations de commande peuvent être effectuées.

Les turbines à gaz Rolls Royce Avon de même que les turbines à gaz Bristol Siddeley Olympus utilisées par le Generating Board sont pourvues de commandes entièrement automatiques. Lorsque ces turbines à gaz sont utilisées comme générateurs de secours pour alimenter les auxiliaires des principaux groupes à vapeur, elles sont munies d'un système de commande sensible à la fréquence, de sorte que le démarrage est automatique lorsque la fréquence baisse jusqu'à un niveau prédéterminé. A ce moment-là, les générateurs de gaz démarrent et accélèrent jusqu'à ce qu'ils soient automatiquement synchronisés avec le groupe.

La figure 11 reproduit un spécimen de graphique de synchronisation établi d'après le comportement approximatif, représenté en lignes pointillées, de la fréquence et de la tension sur le réseau d'interconnexion au cours de la perturbation qui s'est produite en 1961 sur le réseau CEGB. On a émis l'hypothèse que, pour assurer une commande appropriée, il faudrait prévoir une baisse de fréquence d'une période toutes les 25 secondes et une chute de tension de 1,5 % toutes les 25 secondes. Il est possible de faire passer les générateurs de gaz du régime de repos à la pleine charge en un temps ne dépassant pas 2 minutes. Le graphique de synchro-

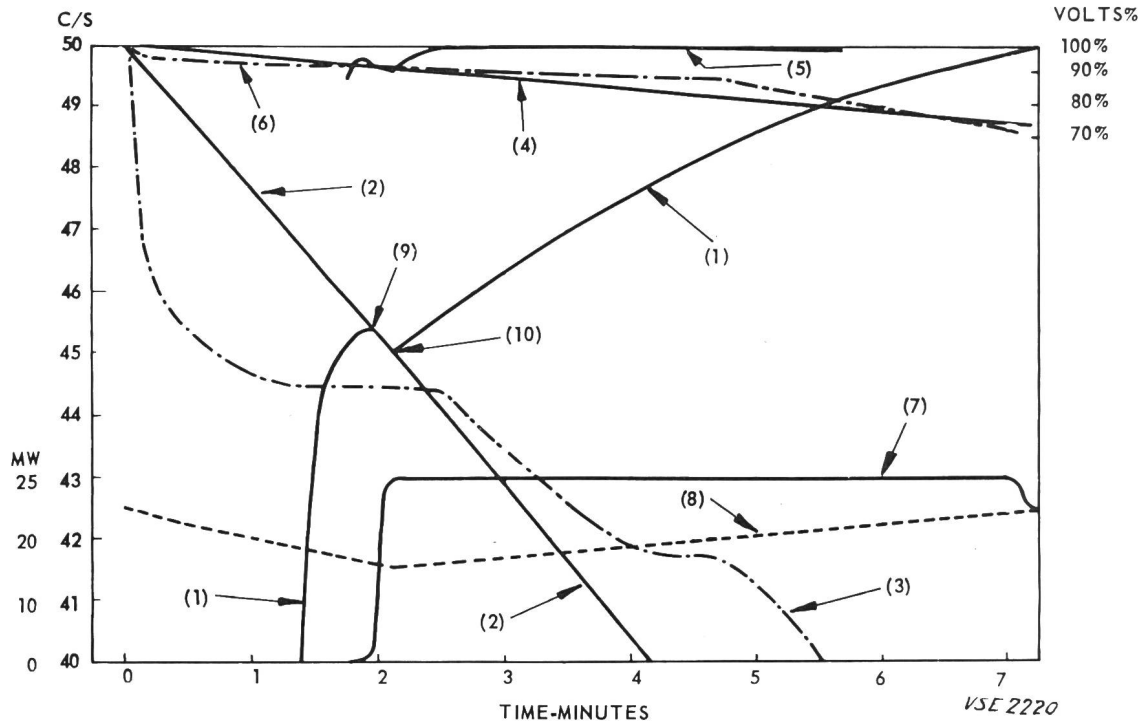


Fig. 11
Schéma de synchronisation

(1) Fréquence du turbo-alternateur à gaz; (2) Fréquence du réseau d'interconnexion (spécifiée); (3) Fréquence du réseau d'interconnexion (15 mai 1961); (4) Tension en volts du réseau d'interconnexion (spécifiée); (5) Tension en volts du turbo-alternateur à gaz; (6) Tension en volts du réseau d'interconnexion (15 mai 1961); (7) Production du turbo-alternateur à gaz (à 15 °C); (8) Charge auxiliaire du groupe; (9) Synchronisation; (10) Ouverture de l'interrupteur du transformateur du groupe

nisation indique en traits pleins que l'accélération de la turbine à gaz est contrôlée à 40 Hz et est réduite lorsque sa fréquence se trouve à environ 2 Hz de la fréquence régnant sur le réseau afin de réaliser une synchronisation satisfaisante.

Lorsque la synchronisation est réalisée, le régulateur du combustible de la turbine à gaz est ouvert complètement, la charge auxiliaire étant ainsi transférée du transformateur du groupe au turbo-alternateur à gaz. On estime que ce transfert demande de 10 à 20 secondes et le transformateur du groupe reste en circuit pendant ce temps. Lorsque la charge est transférée, le disjoncteur du transformateur est déclenché et, si besoin est, le disjoncteur de connexion entre le tableau du groupe et le tableau de la centrale est également déclenché bien que ce dernier disjoncteur soit normalement ouvert. Par la suite, la fréquence d'alimentation des auxiliaires du groupe est rétablie à 50 Hz et contrôlée par le régulateur.

Le système de régulation a été prévu de façon à ce que la turbine motrice ne puisse dépasser sa vitesse de sécurité dans le cas d'un déclenchement intempestif et rejet de la pleine charge.

En plus des utilisations déjà décrites, les turbines à gaz sont également destinées à être utilisées comme appoint pour la pointe de charge. Dans ces circonstances, le démarrage du groupe se fait manuellement par bouton-poussoir, puis la synchronisation avec le transformateur du groupe s'effectue automatiquement. Cette méthode de démarrage ne comporte pas l'ouverture automatique du disjoncteur pour isoler la charge auxiliaire. La commande manuelle de la charge est prévue.

Similairement, le démarrage des groupes dans les stations d'appoint pour la pointe de charge se fait manuellement à distance par bouton-poussoir, ensuite les opérations automati-

ques se déroulent jusqu'à ce que les groupes soient synchronisés. La mise en charge est alors effectuée manuellement.

Pour les machines de 55-70 MW qui utilisent des générateurs de gaz multiples, chaque générateur de gaz est pourvu d'un système individuel complet de commande pour le combustible capable d'assurer toutes les opérations nécessaires au démarrage, au fonctionnement et à l'arrêt. De plus, une commande d'ensemble est pourvue d'un groupe régulateur de base et d'entraînement d'où un signal de pression est envoyé à chacun des systèmes de commande du combustible. Les mesures nécessaires ont été prises pour assurer l'équilibre entre les puissances de sortie de chaque générateur de gaz. Sur les moteurs Olympus, ce résultat est obtenu en envoyant un signal de vitesse commun à chaque groupe. Les puissances de sortie du moteur Avon sont égalisées par la perception et l'équilibrage des pressions du gaz.

Le système de commande complet pour les moteurs Olympus et Avon permet d'effectuer les opérations suivantes pour chaque générateur de gaz ou pour le groupe complet:

- Démarrage du moteur et fonctionnement jusqu'aux vitesses à vide minimales;
- Calage de l'accélération libre et délestage sans sortie de flamme;
- Fonctionnement à n'importe quel régime de puissance choisi;
- Limitation de la puissance maximale soit à la vitesse maximale admissible du compresseur soit à la température limite de la turbine motrice quoi qu'il arrive en fonction surtout des conditions atmosphériques;
- Marche de la turbine motrice à la vitesse de base fixée, pour toute la gamme de charge quelle que soit la baisse de vitesse désirée;

f) Synchronisation manuelle ou automatique à n'importe quelle fréquence possible du réseau d'interconnexion entre 48 et 51 Hz.

g) Robinets de combustible à fermeture ultra-rapide sur chaque générateur de gaz permettant l'arrêt normal ou l'arrêt d'urgence, commande par bouton poussoir ou par des circuits de déclenchement.

Les systèmes d'alimentation en combustible sont prévus pour minimiser les effets de la crasse du combustible. Sur chaque moteur Olympus, on utilise deux pompes d'alimentation en combustible, capables chacune de couvrir la presque totalité de l'alimentation. Une seule pompe est utilisée pour chaque moteur Avon.

La défaillance d'une partie quelconque du système de commande ne peut provoquer une situation dangereuse et on peut toujours arrêter chaque moteur dans le cas de n'importe quelle défaillance d'une des pièces constituant ce dernier. Normalement un défaut dans le système de commande provoquera une réduction du débit du combustible; dans certains cas, toutefois, le débit ne subira aucun changement ou subira peut-être un accroissement, mais dans ce dernier cas d'autres dispositifs de sécurité empêcheront des situations dangereuses de se développer.

En ce qui concerne les instruments, les machines sont pourvues de la dotation habituelle se rapportant aux commandes du régulateur de vitesse et au transformateur du générateur. Le système d'alarme est divisé en trois catégories principales: «déclenchement sur défaut», «déclenchement imminent» et «non-urgent». Ceci permet à l'opérateur de mesurer le degré d'urgence de la situation et lui donne le temps de décider de l'action appropriée à entreprendre. Tous les instruments et l'équipement de relais qui leur sont associés sont logés dans un compartiment insonorisé à l'intérieur du bâtiment principal.

3.6. Personnel

On a l'intention, en ce qui concerne à la fois les petites et les grandes installations de turbines à gaz, de n'employer qu'un nombre d'opérateurs réduit au minimum. Dans ce but, on a installé une quantité considérable d'équipements automatiques et on a prévu des dispositifs de télécommande. Cependant la complexité et la nouveauté des machines et de l'équipement, en ce qui concerne les grands groupes d'appoint pour la pointe de charge, ont nécessité une supervision assez étendue et exigé l'intervention du personnel des centrales à vapeur classiques proches pour leur exploitation.

Alors qu'aucun personnel supplémentaire n'a été spécifiquement employé par le Board pour les stations de turbines à gaz, les constructeurs ont dû recourir aux services d'experts pour la mise en service et pour l'exploitation initiale des installations et pour faire disparaître les troubles de première exploitation.

A l'heure actuelle, aucune politique précise n'a encore été établie en ce qui concerne le personnel des stations de turbines à gaz d'appoint pour la pointe de charge sur le réseau du Board car ces postes pourraient à l'avenir se trouver très éloignés des centrales classiques existantes. Il pourrait alors être nécessaire de prévoir du personnel en particulier si les durées d'utilisation augmentent. D'autre part la monotonie du service dans une telle station exigerait que le nombre du personnel soit très restreint ou nul avec l'installation d'une

commande automatique complète à partir du point de commande le plus proche occupé par du personnel.

3.7. Description de l'embrayage mécanique

L'embrayage utilisé avec les grands groupes de turbines à gaz est du type à déplacement automatique synchronisé (SSS) et on en trouvera la vue en coupe à la figure 12. Un type d'embrayage similaire est utilisé depuis plusieurs années sur les turbines à gaz de la marine.

Sa méthode de fonctionnement est la suivante. La machine étant au repos on fait démarrer la turbine motrice. Alors les dents de l'embrayage glissent doucement en prise et y restent aussi longtemps que le moment de torsion est appliqué. Si au cours de la synchronisation du générateur avec le réseau l'alimentation en combustible de la turbine à gaz est arrêtée soit accidentellement soit intentionnellement, l'inversion du moment de torsion provoque le débrayage. De même, si après la synchronisation le fonctionnement en compensateur synchrone est nécessaire, on peut couper l'alimentation en combustible et le générateur continuera à tourner à 3000 tours par minute, la turbine étant débrayée. Si, par la suite, on a besoin de produire de l'énergie, on peut faire redémarrer la turbine et l'embrayage se refait sans à-coup quand la turbine motrice atteint la vitesse du générateur.

Le mécanisme avec lequel cette opération est effectuée se compose essentiellement d'un rochet connecté à la moitié d'un manchon d'accouplement, et des cliquets d'engrenage chargés par ressort connectés à l'autre moitié. Chaque fois que la vitesse de la turbine tend à dépasser celle du générateur, les cliquets embrayent et réagissent sur une cannelure hélicoïdale pour faire glisser les dents du couplage en prise. La synchronisation exacte des dents est assurée par l'alignement des dents du rochet sur celles du couplage. On peut apporter des perfectionnements parmi lesquels un amortisseur pour empêcher les cliquets de provoquer un «encliquetage» pendant la marche lorsque le couplage est débrayé. Comme ces embrayages sont parmi les plus grands jamais réalisés on utilise des dispositifs en hélice primaire et secondaire pour réaliser un engrenement en douceur des dents.

4. Conditions économiques de l'exploitation des turbines à gaz

4.1. Généralités

Pendant de nombreuses années, le réseau du Board a disposé principalement d'usines thermiques utilisant le charbon comme combustible. A mesure que les besoins de puissance se sont accrus, on a trouvé qu'il était de bonne économie d'installer de nouvelles usines thermiques au charbon à haut rendement souvent de plus grandes dimensions et à un coût d'investissement moindre par kW, en affectant les usines plus anciennes et moins efficaces d'abord à la fourniture de la charge médiane et enfin comme appoint pour la pointe de charge. Alors que cette méthode est toujours en vigueur et que les centrales au mazout y tiennent également leur rôle, l'avènement de l'énergie nucléaire avec ses faibles coûts d'exploitation signifie néanmoins qu'elle absorbera la charge de base et qu'il est essentiel de considérer différents types d'équipement pour remplir les autres fonctions. A l'heure actuelle, il n'existe aucun cas justifiant de prévoir de nouvelles installations spéciales pour la charge médiane et jusqu'ici l'attention s'est portée sur l'équipement nécessaire pour la pointe de charge. Différents types d'équipements existent

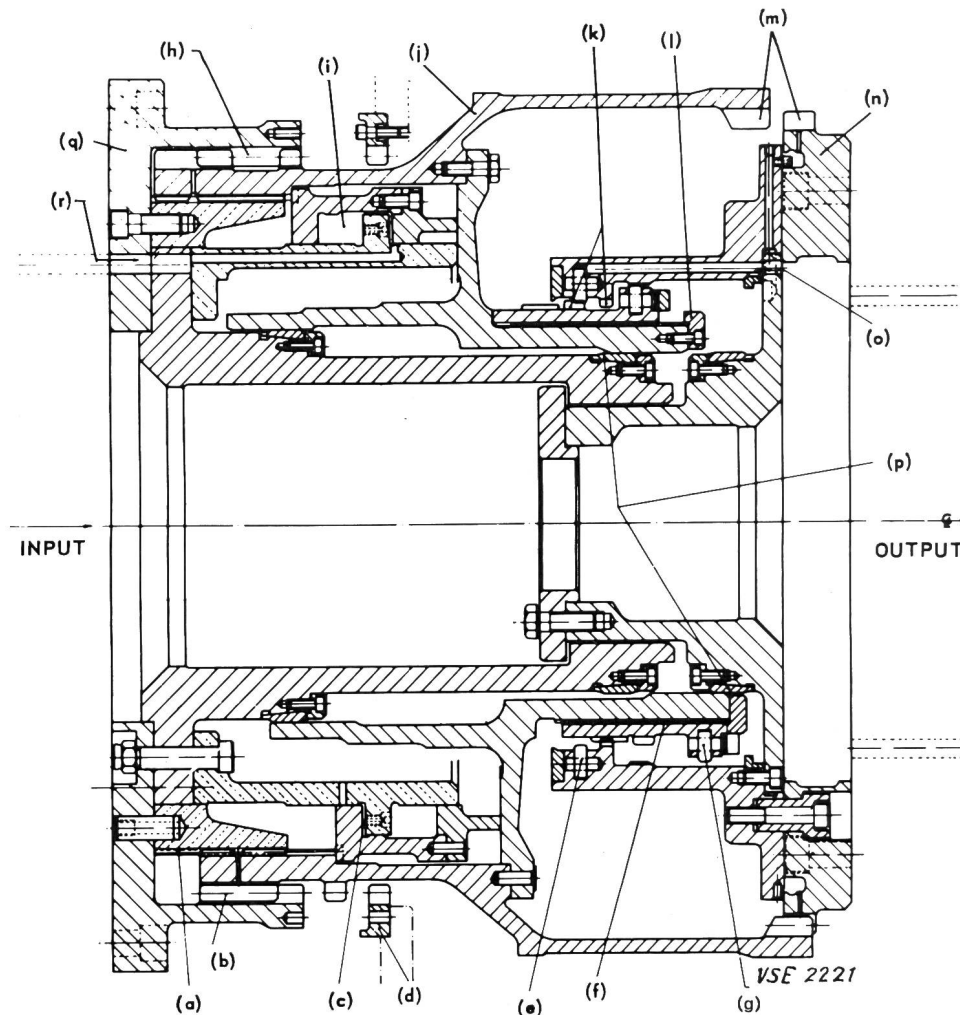


Fig. 12

Coupe d'un embrayage à déplacement automatique synchronisé

Vue en coupe de la moitié supérieure, l'embrayage décliné

Vue en coupe de la moitié inférieure l'embrayage enclenché

- (a) Cannelures hélicoïdales principales; (b) Dents d'entraînement (chargées); (c) Amortisseur (fermé); (d) Anneaux de verouillage (secours); (e) Cliquet primaire; (f) Canelures hélicoïdales de relais; (g) Cliquet secondaire; (h) Dents entraînement (libres); (i) Amortisseur ouvert; (j) Manchon d'embrayage principal; (k) Embrayage à relais SSS; (l) Butée; (m) Dents entraînées par embrayage; (n) Montage sur le demi manchon d'accouplement de l'alternateur; (o) Graissage du cliquet et des dents d'embrayage; (p) Couronnes de centrage; (q) Montage sur le demi manchon d'accouplement de la turbine; (r) Graissage et alimentation de l'amortisseur

pour répondre à ce besoin mais deux seulement sont utilisables immédiatement car les dimensions de leurs groupes répondent aux exigences actuelles et ils sont tous deux également intéressants du point de vue économique. Ce sont les aménagements à accumulation par pompage et les stations de turbines à gaz utilisant des moteurs d'avion comme générateurs de gaz.

L'aménagement à accumulation par pompage peut fournir économiquement une puissance de pointe à des facteurs d'utilisation annuels allant jusqu'à environ 10 % en utilisant des groupes de grandes dimensions. Il peut mettre à profit la puissance des centrales modernes et économiques aux heures creuses pour remplir le réservoir supérieur. Il peut passer rapidement du pompage à la production. Il peut fournir un contrôle substantiel de l'énergie réactive et de même passer rapidement de cette fonction à la production. Il peut également fournir une puissance de secours substantielle au lieu d'une réserve tournante et d'un secours maintenu à chaud. L'accumulation par pompage devient automatiquement plus avantageuse au fur et à mesure de l'installation d'usines plus modernes et plus efficaces pour la production de la charge

de base sur le réseau. Par la suite les installations d'accumulation par pompage pourront utiliser la puissance des centrales nucléaires dont les coûts d'exploitation sont très réduits, comme source d'énergie lorsque la puissance des centrales nucléaires dépassera la charge de base.

Cependant les limitations imposées par les conditions d'implantation des réservoirs à accumulation par pompage régies par les facteurs topographiques et géologiques signifient qu'en Angleterre et au Pays de Galles cette implantation est rarement praticable près des centres de consommation, de sorte que si le réservoir est sans aucun doute d'une utilisation pratique et économique pour répondre à la demande de pointe de charge, il reste encore une place importante pour les turbines à gaz dans le renforcement du réseau de distribution dans les centres de «conurbation»¹⁾ de même qu'à des points choisis sur le réseau. En outre elles offrent des avantages évidents pour assurer la compensation synchrone et une capacité de réserve facilement disponible.

¹⁾ Groupes de villes ou de villages formant un ensemble industriel et commercial tout en restant indépendants.

On reconnaîtra que le facteur d'utilisation économique des turbines à gaz est dû en grande partie au prix des huiles diesel par comparaison avec le coût d'autres combustibles. Il existe actuellement en Grande-Bretagne une taxe sur les combustibles appliquée à l'huile diesel équivalente à 2,32 Fr. le million de kcal. Lorsque les premières études ont été effectuées on pensait que des facteurs d'utilisation d'environ 2 % seraient appropriés. On pense cependant que des facteurs d'utilisation plus élevés pourraient se justifier économiquement.

Bien que l'amélioration du rendement thermique soit essentielle partout où cela est possible, il n'en reste pas moins qu'à l'heure actuelle l'effet le plus important sur le facteur d'utilisation de la durée de vie moyenne sera réalisé par une réduction du prix du combustible.

Pour compléter la description, la figure 13 montre une courbe type de durée d'utilisation pour le réseau du CEGB

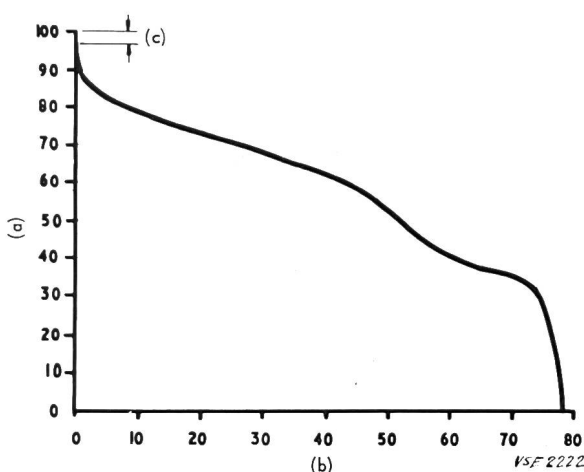


Fig. 13
Courbe de durée d'utilisation pour 1970
(a) Pourcentage de puissance; (b) Facteur d'utilisation (%);
(c) Turbines à gaz 3 % de la puissance installée

et indique l'ampleur que l'on peut donner à l'utilisation des turbines à gaz.

4.2. Coûts d'investissement des turbines à gaz

Les coûts d'investissement de turbines à gaz diminuent proportionnellement à l'accroissement des dimensions des groupes. On constate également une amélioration des coûts d'ensemble globaux proportionnelle à l'augmentation du nombre de groupes installés dans une station. La tendance des coûts approximatifs est indiquée dans la figure 14 en prenant le coût du groupe individuel de 17,5–25 MW comme étant égal à 100 %.

Les avantages obtenus par une augmentation du rendement d'un groupe unique sont plus limités que ceux obtenus pour des groupes classiques puisque les économies proviennent principalement du générateur électrique et de l'équipement associé, tandis que la section des générateurs de gaz reste un multiple de groupes individuels à moteurs d'avion et n'offre ainsi que peu de prise aux économies.

4.3. Economies sur les coûts de transmission

Indépendamment des coûts d'investissement pour la production, on peut réaliser des économies sur la transmission

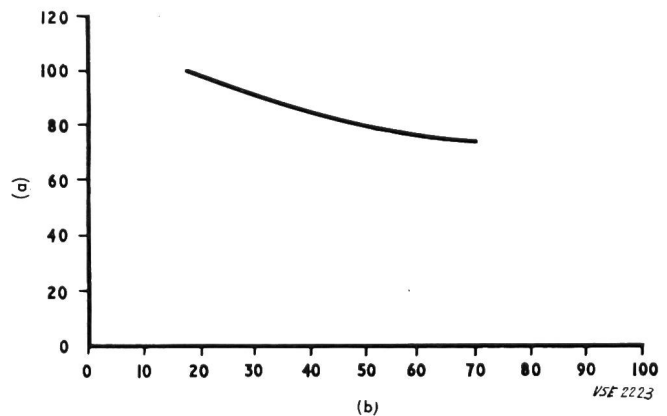


Fig. 14
Coût de turbines à gaz en fonction de leur puissance
(a) Coût en %; (b) Puissance du groupe en MW

au moyen d'une implantation convenable des installations de turbines à gaz en des points stratégiques du réseau. Par exemple, en Grande-Bretagne, la production d'électricité des grandes centrales classiques sera transmise par des réseaux de super-interconnexion à 400/275 kV avec transformation près des centres de consommation pour alimenter les réseaux de répartition à plus basse tension. D'autre part, il est possible de situer les petites stations de turbines à gaz de façon à ce qu'elles alimentent directement les réseaux de répartition ou de distribution, ce qui permettrait d'économiser le coût de la transmission sur le réseau de super-interconnexion et la transformation consécutive.

Les études qui ont été faites indiquent que, entre 1970 et 1980, la transmission associée à la nouvelle production classique coûtera approximativement 236 Fr. par kW tandis que, pour les turbines à gaz connectées aux réseaux à 132 kV ou 66 kV, elle coûterait environ 105 Fr. par kW. Ces économies sont des chiffres moyens pouvant être appliqués à des conditions générales, mais on doit admettre qu'il y aura des variations dans certains cas individuels et que les stations de turbines à gaz implantées dans des «conurbations» offriront des avantages considérables.

Pour réaliser les économies de transmission maximales, les turbines à gaz devraient être connectées aux points d'alimentation. Lorsque la tension de distribution est de 33 kV, l'installation appropriée serait d'environ 25 MW et, pour 11 kV, d'environ 8 MW. On considère cependant qu'une augmentation du coût spécifique de l'installation de turbine à gaz annulerait généralement toute économie sur les coûts de la transmission. Une telle installation sur un réseau à plus basse tension ne pourrait se justifier que si le coût d'exploitation d'une ligne établie jusqu'à un point particulier était excessif et si les difficultés de droit de passage étaient insurmontables.

4.4. Conditions économiques de différents équipements

Après avoir décrit les facteurs qui influent sur les conditions économiques des turbines à gaz, il reste à les comparer avec d'autres moyens de production.

Toute proposition tendant à ajouter un type particulier d'équipement de production au réseau du Generating Board doit être évaluée techniquement et économiquement.

La méthode d'évaluation économique adoptée à présent vise à évaluer le coût d'ensemble de chaque projet concernant

le réseau en fonction de sa vie économique supposée. Les résultats prennent la forme des coûts annuels moyens de l'équipement permettant de faire face à une augmentation de la croissance de la charge. Ils tiennent compte:

a) Des coûts d'investissement pour les équipements de production et de transmission jusqu'aux points d'alimentation principaux de la distribution (c'est-à-dire les points d'alimentation des Area Boards);

b) Des coûts d'exploitation par ordre de mérite;

c) Des effets résultants sur le reste des autres équipements du réseau.

Tous les coûts sont «actualisés» par rapport à l'année de l'installation et la somme qui en résulte est répartie en annuités sur la vie économique supposée de l'équipement pour donner un chiffre annuel moyen équivalent, pouvant être utilisé pour la comparaison.

Les problèmes de combustible, d'implantation, de commodité et d'éloignement par rapport à la puissance appelée sont tous des facteurs importants qui varieront considérablement d'un projet à l'autre.

Les résultats types d'une récente évaluation faite sur la base de coûts de réseau normalisés sont ceux du tableau II.

Tableau II

Centrale (combustible)	Nucléaire	Mazout	Accumulation par pompage	Turbines à gaz	Charbon	
					A la mine	A distance de la mine
1. Rendement thermique (%)	41,5	36,5	72 ¹⁾	26	37	37
2. Durée de vie économique (années)	20	30	55	30	30	30
3. Facteur d'utilisation de vie moyenne (%)	75	60	11	2	43	11
4. Coût annuel moyen réel pour le réseau: (Fr./kW par an)	119,9	134,2	141,5	142,2	145,8	156,9

¹⁾ Rendement du système.

5. Résultats réels de l'exploitation des turbines à gaz

Les stations de turbines à gaz du CEGB se sont révélées comme étant d'un grand secours pour parer au manque de capacité de production et ont parfois fonctionné durant de longues périodes. Il en est résulté qu'un nombre substantiel d'heures de service ont été enregistrées au cours de l'hiver 1965-1966. Les résultats réels pour les trois derniers mois de 1965, y compris les groupes auxiliaires de turbines à gaz à Hams Hall «A» et Tilbury «B», furent les suivants:

	Trois derniers mois de 1965
Puissance moyenne (MW)	573
Facteur d'utilisation moyen (%)	6,26
Rendement thermique (%) ¹⁾	22,75
Coût proportionnel total (frs./kWh)	0,055

²⁾ Il est intéressant de noter que dans une station avec un facteur d'utilisation moyen de 5,68 % et 102 heures de service, le rendement thermique était de 23,8 % tandis que des contrôles par sondages dans la même station en régime de pleine charge ont donné des résultats variant entre 25,4 % et 26,3 %.

En temps voulu, lorsque la puissance de réserve nécessaire aura été installée sur le réseau, les turbines à gaz seront utilisées de façon plus rationnelle comme appoint pour la pointe de charge et en cas d'urgence.

6. Problèmes du bruit et des émissions

Les problèmes de voisinage revêtent une importance considérable en Grande-Bretagne et en conséquence une attention toute particulière est consacrée aux différents aspects du bruit et de la pollution.

Les bâtiments qui abritent les turbines à gaz de 3 MW sont construits en brique avec un toit en béton renforcé. La figure 15 donne le modèle d'une installation de ce genre. La prise d'air est munie d'atténuateurs de bruit et, sur un modèle plus récent, les gaz d'échappement sont évacués dans une chambre de ventilation pourvue d'atténuateurs de bruit avant de pénétrer dans la cheminée.

Dans les modèles plus anciens les atténuateurs étaient placés à l'intérieur des canalisations d'échappement. Il n'y a pas de fumée et ces installations ont fonctionné sans provoquer de réclamations.

Les turbines à gaz de 17,5-25 MW qui sont installées en conjonction avec les centrales principales comme générateurs de secours n'ont pas été implantées suivant un arrangement type. Lorsqu'elles sont situées dans un bâtiment séparé loin de la centrale, les dispositions ressemblent beaucoup à celles décrites pour les stations de turbines à gaz importantes et indépendantes sauf que l'on n'a pas jugé nécessaire jusqu'ici d'installer des atténuateurs de bruit dans la base des cheminées. Ceci est dû au fait que les emplacements sont généralement vastes et leurs limites espacées de sorte que les habitants de la région se trouvent à une distance suffisante de l'usine.

Lorsque les turbines à gaz sont installées à l'intérieur des bâtiments principaux, les générateurs de gaz sont logés dans des cabines spéciales insonorisées et leur échappement se fait à environ 7,60 m au-dessus du niveau du toit de la salle des machines. Là encore, étant donné l'éloignement des limites du site d'implantation, il n'a pas été jugé nécessaire de placer des atténuateurs de bruit dans les cheminées.

Comme il a été indiqué précédemment, les bâtiments principaux des stations importantes et indépendantes de turbines à gaz sont de construction compacte conçue spécialement pour confiner à l'intérieur tout le bruit des machines. Le bruit de la prise d'air du compresseur est minimisé en maintenant les vitesses de la prise d'air à un minimum de 2,30 m/s et en installant des dispositifs silencieux dans les canalisations de la prise. On avait décidé à l'origine d'exploiter ces stations sans atténuateurs dans les bases des cheminées. Cependant, en raison de l'objection du public à l'une de ces stations en particulier, on a pris la décision d'en installer dans toutes les stations d'appoint pour la pointe de charge. La figure 16 montre un atténuateur en position.

Le degré d'atténuation réalisé par l'installation de cet équipement est illustré par la figure 17 qui indique les niveaux de bruit relevés en un point situé à 365 m de l'une de ces stations avant et après la pose des atténuateurs. Bien que ne correspondant pas à l'intensité de bruit désirée, les résultats sont généralement satisfaisants, mais puisqu'ils n'atteignent pas ceux prévus pour le fonctionnement théorique, on poursuit les études sur cet équipement.

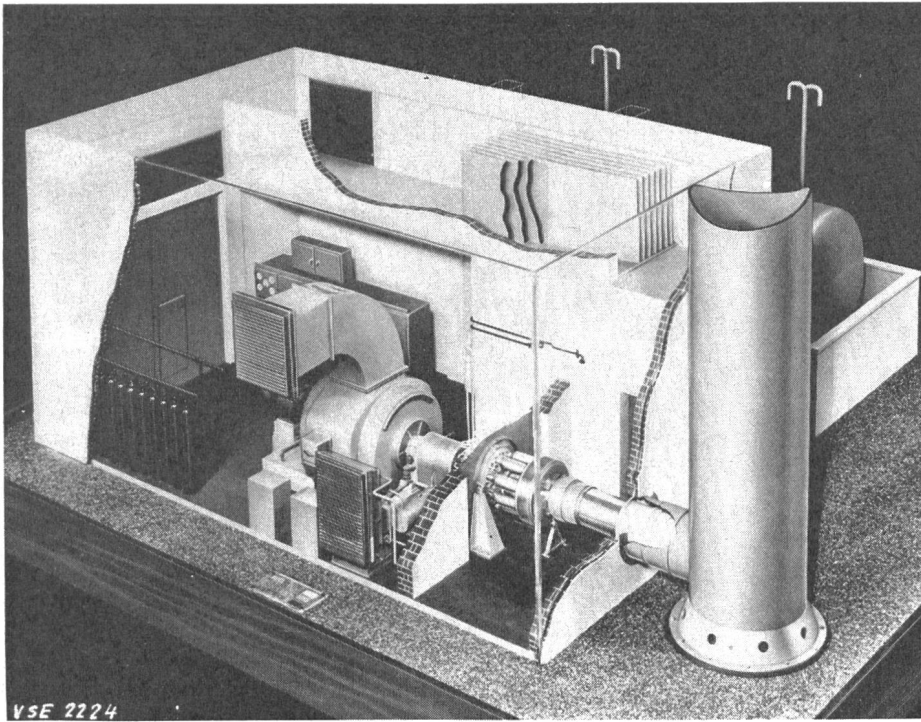


Fig. 15
Modèle d'une station de turbine à gaz
de 3 MW

Les niveaux du bruit à l'intérieur de la salle des turbines lorsqu'une machine de 70 MW fonctionne sont indiqués sur la figure 18. Normalement le personnel de service doit se tenir dans la salle de commande insonorisée où l'isolation est remarquablement efficace. Les autres sources de bruit extérieures au bâtiment principal des turbines à gaz proviennent surtout des transformateurs à refroidissement par air; cependant, celles-ci étant d'une faible intensité, aucune mesure spéciale d'insonorisation n'a été nécessaire.

En général, l'expérience a démontré que les mesures prises sont efficaces et que l'on ne perçoit actuellement que peu de bruit à l'extérieur des stations. Comme il fallait s'y at-

tendre, la réaction des différents groupes de population aux mêmes niveaux de bruit varie considérablement en fonction du type de milieu urbain et du degré d'industrialisation.

Etant donné que la combustion entièrement sans fumée n'est pas essentielle pour un moteur d'avion utilisé selon sa destination première, on a souligné la nécessité d'éviter l'émission de fumée et de vapeur par ces moteurs lorsqu'ils sont adaptés à la production de l'énergie électrique. De plus, les évacuations des turbines à gaz sont soumises aux clauses du Décret sur la pureté de l'air (Clean Air Act) de 1956 qui interdit l'émission de fumée noire sauf dans certains cas spécifiés. Les résultats ont été très satisfaisants, mais n'ont pas

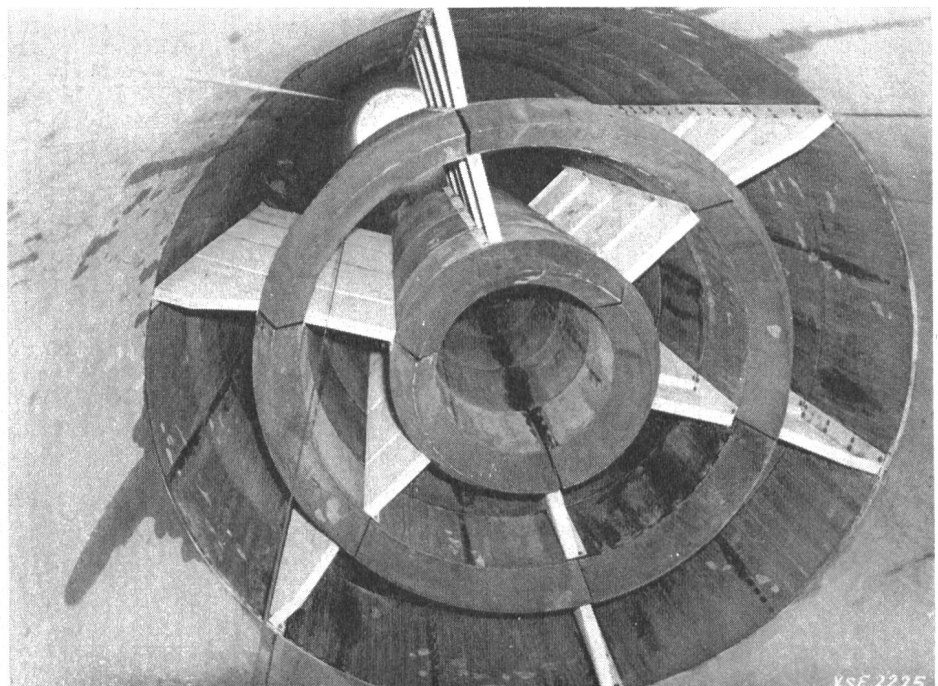
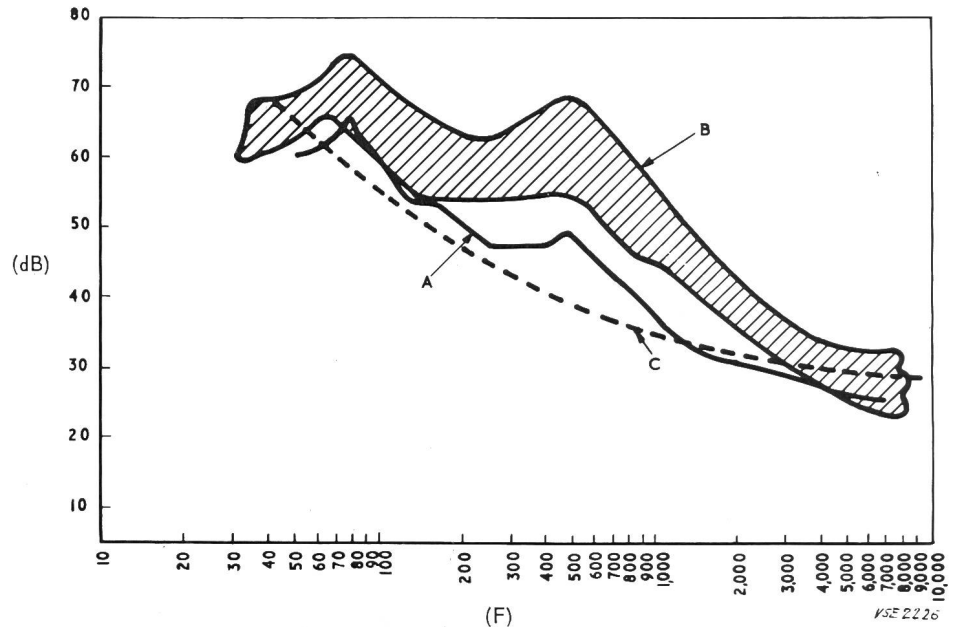


Fig. 16
Atténuateur en place dans une cheminée

Fig. 17
Niveaux du bruit avant et après la pose d'atténuateurs
dB: Réf. 2×10^{-4} dynes/cm² ($\frac{1}{3}$ du niveau d'octave); F: Fréquence en Hz; A: Niveau du bruit après la pose d'atténuateurs, 29 septembre 1965, charge 100 MW; B: Enveloppe des niveaux du bruit avant la pose d'atténuateurs (56-112 MW); C: Intensité désirée



été sans poser de problèmes. La combustion entièrement sans fumée entraîne la modification des brûleurs et des chambres de combustion. Dans certains cas, l'équilibre entre des cheminées propres et le fonctionnement satisfaisant de l'équipement est une question d'expérience.

7. Entretien

En premier lieu, la base de l'entretien consiste à enlever les générateurs de gaz de chacun des groupes après un nombre déterminé d'heures de service et à les remplacer par un élément de rechange. Les éléments enlevés sont ensuite remis en état dans les ateliers du constructeur et conservés comme pièces de rechange à utiliser en cas de besoin.

Dans le cas des groupes de 3 MW, les turbines à gaz sont examinées après 1000 heures de service. Des visites sont effectuées par le personnel d'entretien toutes les 7 semaines, pour veiller à ce que tout soit en ordre. On prévoit que des révisions complètes devront être effectuées toutes les 5000

heures; ce point n'a pas encore été atteint jusqu'ici dans l'exploitation de ces machines.

La durée de vie à atteindre pour les générateurs de gaz des groupes les plus importants va jusqu'à 2000 heures entre les révisions. En raison de l'importance de la disponibilité des groupes à turbines à gaz, il a été essentiel de prendre des mesures pour pouvoir disposer de machines de secours adéquates afin de réduire au minimum le temps d'interruption de service de n'importe quel groupe particulier. Ainsi, la possibilité d'enlever et de monter un générateur de gaz de rechange en 12 heures de temps devrait permettre d'atteindre un degré de disponibilité élevé même pendant les périodes d'hiver. Naturellement les révisions majeures devraient s'intégrer dans les exigences générales de l'entretien et être normalement entreprises en été.

(Suite dans le prochain numéro)

Adresse de l'auteur:

F. Faux, Station Planning Engineer, Central Electricity Generating Board, London.

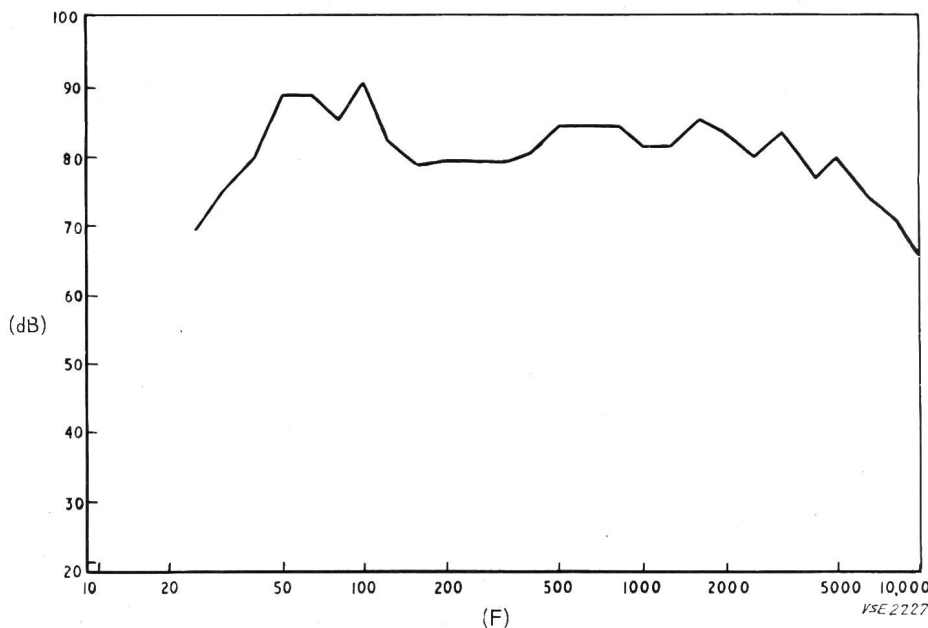


Fig. 18
Niveaux du bruit à l'intérieur de la salle des turbines

dB: Réf. 2×10^{-4} dynes/cm² ($\frac{1}{3}$ du niveau d'octave); F: Fréquence en Hz; la turbine fonctionnant à 64 MW

Communications des organes de l'UCS

Commission Suisse d'Electrothermie (CSE)

Lors de la séance du 26 septembre 1967, présidée par M. U. V. Büttikofer, Directeur, la commission d'études de la CSE a parlé des travaux en cours selon son nouveau programme de travail. A l'ouverture de la séance, le Président informa les membres que la Commission de Patronat de la CSE avait approuvé le rapport de gestion 1966/67, le compte d'exploitation 1966/67, le budget pour l'année 1967/68, le bilan au 31 mars 1967 ainsi que le programme de travail.

Ensuite on aborda la discussion des travaux de la commission d'études. L'étude relative au chauffage par rayonnement infrarouge, qui fut présentée sous une nouvelle forme, passa au premier plan. Un groupe de travail a avancé cette étude à tel point qu'elle pourra être soumise à examen au cours d'une prochaine séance de la commission complète qui décidera de son achèvement. L'élaboration de l'étude parallèle concernant les possibilités des applications industrielles a dû cette fois-ci être reportée. Par contre, les travaux préparatifs pour les vastes études dans les secteurs du chauffage, de la climatisation et de l'aération électriques des locaux font de grands progrès.

La CSE a remis à la commission d'études un exposé sur les possibilités de la promotion du traitement thermique et de la fusion par des dispositifs inductifs ou capacitifs. Le travail fonda-

mental dans ce secteur spécialisé de l'électrothermie s'avère particulièrement difficile. De ce fait, il est également utile pour les entreprises d'électricité d'intensifier les contacts avec l'industrie en vue de chercher en commun les meilleures solutions à ces problèmes. La CSE continuera donc à l'avenir d'apporter son aide à la promotion de ce sujet.

Les travaux relatifs à la prise accélérée du béton au moyen de l'échauffement électrique, les problèmes du chauffage des bassins de natation et du chauffage des routes en vue d'éliminer la glace et la neige sont également au stade d'étude. En outre, un groupe de travail pour la promotion du chauffe-eau électrique à accumulation a été créé. L'Electrodifusion assumera la direction de ce groupe.

La commission décida enfin l'organisation d'une journée de discussion sur le thème «Applications modernes de l'électrothermie dans l'industrie». Cette assemblée aura lieu en mars 1968. On constate que les entreprises d'électricité accordent un vif intérêt à ces travaux ayant comme but la promotion de la vente d'énergie pour les applications thermiques. Elles considèrent chaque information relative à une nouvelle application comme extrêmement précieuse. La CSE espère qu'elle pourra fournir, grâce à sa journée d'orientation, une contribution dans cette voie. La date ainsi que le programme seront publiés prochainement.

Electrodifusion

Littérature

Le régime juridique de l'approvisionnement communal en énergie

Monsieur Günter Püttner a publié sous ce titre, dans le volume 19 du bulletin périodique de l'Association des sciences communales, édité chez W. Kohlhäuser, à Stuttgart, Berlin, Cologne et Mayence, une étude qui, en Suisse également, mérite de retenir l'attention. Le lecteur suisse sera surpris de voir traiter tout au long de 268 pages, avec une telle minutie et un tel luxe de détails, selon des méthodes scientifiques, un état de fait qui, dans ses grandes lignes, est aussi connu qu'incontesté. Le résultat est d'autant plus propre à rassurer tous ceux qui, en Allemagne, s'occupent de politique communale; c'est d'ailleurs à eux que l'ouvrage s'adresse en première ligne. Est-il juste et judicieux que l'approvisionnement local en énergie soit aux mains des communes? L'auteur résout cette question de manière résolument affirmative, en se fondant sur la législation allemande et en comparant la loi fédérale sur l'économie énergétique édictée en 1935 et le droit communal allemand. Il arrive à cette conclusion qui, en soi, n'a rien de nouveau, en passant à la loupe toutes les formes juridiques qui peuvent entrer en considération pour la distribution d'énergie, qui a toujours été une tâche publique. Dans son enquête divisée en sept parties, Püttner analyse de façon approfondie le droit des entreprises et celui des sociétés à partenaires le droit à l'approvisionnement, le régime des tarifs, des prix et de la responsabilité, le droit allemand et européen des cartels, le droit fiscal, le droit des fonctionnaires et celui du travail.

Cet aperçu complet et fouillé amène nécessairement le lecteur suisse à se convaincre que *le législateur allemand laisse moins de latitude aux entreprises qui assument l'approvisionnement en énergie que ce n'est le cas en Suisse; il en est notamment ainsi de la politique des tarifs, du personnel et des finances.* La crainte que l'on abuse des monopoles, et celle d'une délimitation des zones a conduit à des interventions plus accentuées dans la liberté des entreprises et à des pouvoirs de surveillance et de contrôle accrus. Cela surprend, car en Suisse aussi, on trouve dans les statuts de presque toutes les entreprises électriques, quelle que soit leur forme juridique, *le même objectif, qui consiste à assurer un «approvisionnement en énergie avantageux et sûr».* Il n'y a pratiquement pas de limites, en Allemagne, à la décentralisation de l'approvisionnement en énergie, parce qu'il s'agit d'un élément de l'activité communale qui ne saurait en être détaché. Le droit fédéral impose, il est vrai, une sorte d'obligation de promouvoir le progrès

technique et d'encourager la coordination, mais il s'agit là d'avantage de postulats de l'opinion publique que d'obligations impératives.

Fait intéressant, il n'y a pas en Allemagne de mouvement poussant à liquider les entreprises, petites ou naines, de distribution d'énergie. Bien plus, dans son travail, Püttner souligne la priorité du droit communal sur la loi fédérale régissant l'économie énergétique. Ce n'est que lorsque les conditions d'exploitation sont manifestement inrentables, ainsi qu'en présence de grandes différences dans le prix du courant, qu'une petite commune peut être tenue, soit de s'affilier à une entreprise intercommunale, soit de délivrer une concession.

En ce qui concerne la concurrence entre le gaz et l'électricité, il importe de retenir que chaque commune a le droit de se décider pour un approvisionnement unilatéral, et de renoncer à être ravitaillée en gaz. Mais elle a également le droit d'affecter les excédents de recettes que laisse la distribution soit à couvrir les déficits d'une entreprise de trafic interne (trams), soit ceux d'une usine à gaz. Il faut toutefois ajouter qu'une telle politique trouve ses limites lors de la réélection des autorités. C'est notamment dans le domaine de la propagande que la concurrence entre le gaz et l'électricité est soumise à des limites étroites. *Le législateur n'admet ni propagande à base de comparaison, ni faveurs: remise gratuite d'appareils à gaz ou courant gratuit.*

En plus d'un endroit, le régime juridique de l'approvisionnement en énergie de l'Allemagne de l'Ouest, tel que Püttner l'a exposé de façon claire et complète, appelle une comparaison avec la Suisse. Il subsiste, en Allemagne, plus d'une incertitude quant à l'incidence de la loi fédérale régissant l'économie énergétique sur le droit communal. La loi fédérale en question, qui est toujours en vigueur, remonte à l'époque du national-socialisme naissant; elle était certainement conçue comme un premier pas vers la dislocation des vues fédératives dans le développement de l'économie énergétique allemande. Les tentatives de modifier cette loi n'ont pas manqué jusqu'ici; ce qui manque en revanche pour l'instant, tout comme dans l'aménagement de la loi fédérale régissant le trafic, c'est une orientation nouvelle. En conséquence, l'approvisionnement communal en énergie et l'autonomie des communes continueront, dans le proche avenir, de jouer le rôle principal.

F. Do

Adresse de l'auteur:

Dr. F. Wanner, Directeur des EKZ, Dreikönigstrasse 18, 8022 Zurich.

Communications de nature économique

Prix moyens (sans garantie)

le 20 du mois
Métaux

		Juin	Mois précédent	Année précédente
Cuivre (fils, barres) ¹⁾	fr./100 kg	435.—	479.—	745.—
Etain (Banka, Billiton) ²⁾	fr./100 kg	1475.—	1469.—	1532.—
Plomb ¹⁾	fr./100 kg	108.—	109.—	119.—
Zinc ¹⁾	fr./100 kg	125.—	126.—	129.—
Aluminium en lingot pour conducteurs électriques 99,5 % ³⁾	fr./100 kg	230.—	230.—	230.—
Fer barres, profilés ⁴⁾	fr./100 kg	58.80	58.80	58.80
Tôles de 5 mm ⁴⁾	fr./100 kg	48.—	48.—	48.—

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 par 100 kg, franco gare destinataire, par quantité de 10 t et plus.

⁴⁾ Prix franco frontière, marchandise dédouanée, par quantité d'au moins 20 t.

Combustibles et carburants liquides

		Juin	Mois précédent	Année précédente
Benzine pure/Benzine éthylée	fr./100 l	48.40 ¹⁾	47.15 ¹⁾	45.05 ¹⁾
Carburant Diesel pour véhicules à moteur	fr./100 kg	58.25 ²⁾	56.05 ²⁾	44.90 ²⁾
Huile combustible légère	fr./100 kg	13.30 ²⁾	11.10 ²⁾	12.— ²⁾
Huile combustible moyenne (III)	fr./100 kg	8.90 ²⁾	8.60 ²⁾	9.— ²⁾
Huile combustible lourde (V)	fr./100 kg	7.50 ²⁾	7.20 ²⁾	7.60 ²⁾

¹⁾ Prix citerne pour consommateurs, franco frontière suisse Bâle, dédouané, ICHA compris, par commande d'au moins 1 wagon-citerne d'environ 15 t.

²⁾ Prix pour consommateurs franco Bâle-port, dédouané, ICHA non compris.

Charbons

		Juin	Mois précédent	Année précédente
Coke de la Ruhr I/II ¹⁾	fr./t	126.—	126.—	126.—
Charbons gras belges pour l'industrie				
Noix II ¹⁾	fr./t	84.50	84.50	94.50
Noix III ¹⁾	fr./t	80.50	80.50	90.50
Fines flambantes de la Sarre ¹⁾	fr./t	84.50	85.50	85.50
Coke français, nord (franco Genève)	fr./t	145.40	145.40	145.40
Coke français, Loire (franco Genève)	fr./t	132.40	132.40	132.40
Charbons flambants de la Lorraine				
Noix I/II ¹⁾	fr./t	94.50	94.50	95.50
Noix III ¹⁾	fr./t	94.50	94.50	93.50
Noix IV ¹⁾	fr./t	90.50	90.50	93.50
Charbons flambants de la Pologne				
Noix III/IV ²⁾	fr./t	70.—	70.—	70.—
Fines flambantes ²⁾	fr./t	64.—	64.—	64.—

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

²⁾ Prix moyens contractés à l'industrie, wagon franco Bâle.

Données économiques suisses

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

N°		Juin	
		1966	1967
1.	Importations (janvier-juin)	1 469,6	1 590,1
	Exportations (janvier-juin)	(8 301,6)	(8 881,4)
	en 10 ⁶ Fr. {	1 227,7	1 319,9
		(6 802,2)	(7 282,2)
2.	Marché du travail: demandes de places	288	360
3.	Index du coût de la vie ¹⁾	99,6	103,9
	(sept. 1966 = 100)	(225,0)	(234,7)
	Index du commerce de gros ¹⁾	104,3	104,5
	(moyenne 1963 = 100)		
	Index de gros des porteurs d'énergie ci-après:		
	combustibles solides	106,8	104,6
	gaz (pour l'industrie)	102,4	102,4
	énergie électrique	106,4	108,9
4.	Permis délivrés pour logements à construire dans 65 villes	2 062	2 213
	(janvier-juin)	(11 042)	(10 871)
5.	Taux d'escompte officiel %	2,5	3,5
6.	Banque Nationale (p. ultimo)		
	Billets en circulation 10 ⁶ fr.	9 770,6	10 289,7
	Autres engagements à vue 10 ⁶ fr.	2 705,7	3 033,1
	Encaisse or et devises or 10 ⁶ fr.	12 933,5	13 989,0
	Couverture en or des billets en circulation et des autres engagements à vue %	91,85	91,67
7.	Indices des bourses suisses	24.6.66	30.6.67
	Obligations	93,89	91,95
	Actions	501,7	458,0
	Actions industrielles	667,6	606,1
8.	Faillites	60	92
	(janvier-juin)	(514)	(366)
	Concordats	10	7
	(janvier-juin)	(65)	(38)
9.	Statistique du tourisme		
	occupation moyenne des lits existants, en %	41	39
10.	Recettes d'exploitation des CFF seuls		
	Recettes de transport voyageurs et marchandises	113,4	121,6
	(janvier-juin)	(619,9)	(662,9 ²⁾)
	Produit d'exploitation	124,6	133,1
	(janvier-juin)	(687,1)	(731,9 ²⁾)

¹⁾ Conformément au nouveau mode de calcul appliqué par le Département fédéral de l'économie publique pour déterminer l'index général la base août 1939 = 100 a été abandonnée et remplacée par la base sept. 1966 = 100, pour le commerce de gros par la base 1963 = 100.

²⁾ Chiffres approximatifs.

Rédaction des «Pages de PUCS»: Secrétariat de l'Union des Centrales Suisses d'électricité, Bahnhofplatz 3, Zurich 1;

adresse postale: Case postale 8023 Zurich; téléphone (051) 27 51 91; compte de chèques postaux 80 - 4355;

adresse télégraphique: Electrunion Zurich, **Rédacteur:** Ch. Morel, ingénieur.

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