

Auteur ou collectivité : Compagnie électromécanique
Auteur : Compagnie électro-mécanique
Titre : Turbines à vapeur système Brown, Boveri-Parsons

Adresse : Paris : Imprimerie H. Baudat, (1908)
Collation : 1 vol. (34-[21]) p.. 28 cm.
Cote : CNAM-MUSEE EN0.4-COM
Sujet(s) : Turbines hydrauliques ; Machines hydrauliques -- France ; Catalogues commerciaux
Langue : Français

Date de mise en ligne : 21/11/2017
Date de génération du PDF : 23/11/2017

Permalien : <http://cnum.cnam.fr/redir?M14306>

TURBINES A VAPEUR

Système

BROWN, BOVERI - PARSONS

Compagnie Electro-Mécanique
PARIS

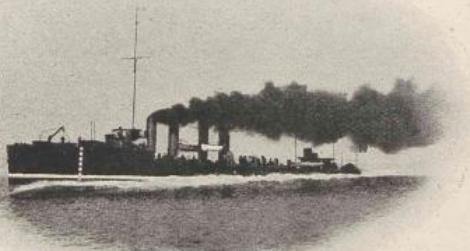


Ensl.com

TURBINES A VAPEUR

Système

BROWN, BOVERI - PARSONS



Contre-Torpilleur "BOUCLIER" à Turbines PARSONS
construites par la Compagnie Electro-Mécanique

Compagnie Electro-Mécanique

Siège Social : 12, Rue Portalis — PARIS

Usines au BOURGET (Seine) et à LYON

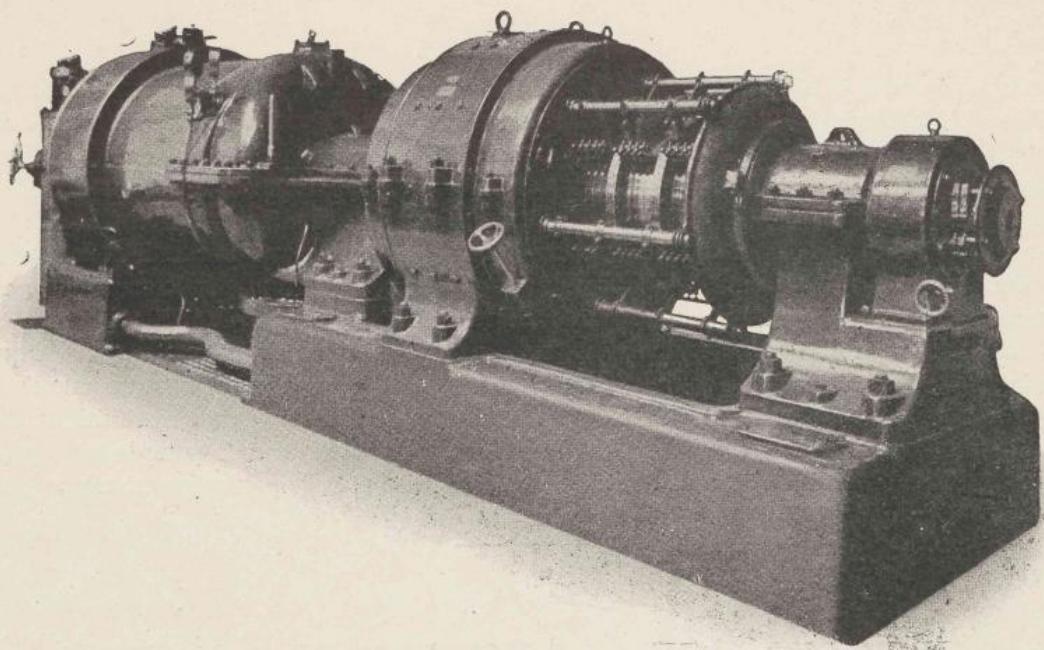


Fig. 1. — Turbine à vapeur combinée de 1.500 chevaux, accouplée directement à une dynamo à courant continu de 1.000 kw, 460 volts, 1.500 tours.

INTRODUCTION



Fig. 2. Eolypile d'Héron d'Alexandrie

A première vue, la construction d'une turbine à vapeur ne semble pas présenter de grandes difficultés. Il suffit de munir un cylindre d'ajutages de profil déterminé et d'y admettre de la vapeur sous pression : la vapeur en s'échappant par les ajutages fait tourner le cylindre (type de turbine à réaction). On peut encore transformer dans une tuyère l'énergie potentielle de la vapeur en énergie cinétique et utiliser cette force vive sur une roue à aubes (Type de turbine à action). — Le premier mode de fonctionnement paraît s'être présenté tout d'abord à l'esprit humain ; l'eolypile d'Héron d'Alexandrie, en l'an 120 avant Jésus Christ, en fut la première réalisation connue, mais ne reçut jamais d'utilisation pratique.

Le deuxième mode de fonctionnement n'est pas aussi facile à réaliser qu'il le paraît et la construction d'une turbine à action présente de sérieuses difficultés. Pour une détente de 12 atmosphères au vide du condenseur, la vapeur atteint à la sortie de la

tuyère une vitesse de 1.200 mètres par seconde : or, pour qu'une roue à action travaille dans des conditions théoriques les plus favorables, sa vitesse périphérique doit être la moitié de la vitesse de la vapeur, c'est-à-dire atteindre, dans le cas actuel, 600 mètres par seconde. Même en tenant compte des pertes par frottement, la vitesse périphérique doit être encore de 400 mètres, ce qui dans l'état actuel des matériaux de construction est considérable.

Malgré ces difficultés, de Laval construisit de petites turbines à une seule roue tournant de 10.000 à 30.000 tours par minute et donnant d'assez bons résultats économiques, mais ce genre de turbine ne peut pas être exécuté facilement au-dessus de 300 chevaux.

De nombreux inventeurs s'appliquèrent à diminuer la vitesse de rotation et, quel qu'ait été le mérite particulier de chacun d'eux, on doit reconnaître que c'est à Parsons que revient l'honneur d'avoir construit dès 1884 les premières turbines pratiquement utilisables. Dans les années qui suivirent, ce furent encore ses efforts persévérandrs qui, pour la plus grande part, amenèrent la turbine à vapeur de grande puissance à l'état de perfection où elle se trouve actuellement.

GÉNÉRALITÉS SUR LES TURBINES A VAPEUR

Sans avoir l'intention de développer la théorie des turbines à vapeur, nous nous bornerons à donner ci-après une classification des différents types de ces machines et à les comparer avec la turbine Brown, Boveri-Parsons.

Turbines à action à étages de vitesses. — Si l'on empêche de tourner à sa vitesse normale la partie mobile d'une turbine à action, constituée élémentairement comme nous l'avons vu, par des ajutages détendeurs et une roue à aubes, la vapeur quittera les aubages mobiles avec une vitesse résiduelle susceptible d'être utilisée sur une deuxième roue qui recueillera le reste de l'énergie motrice.

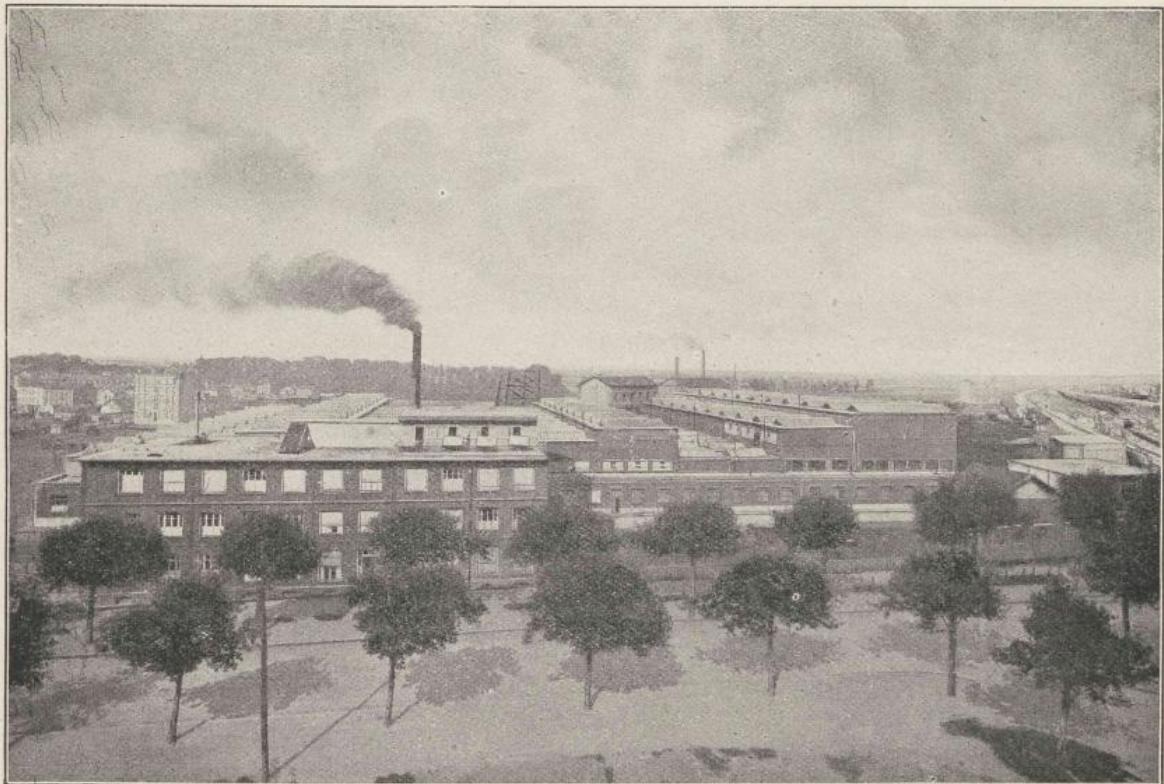
Une turbine du type à étages de vitesse comprendra donc une série d'ajutages fixes détendant en une seule fois la vapeur à la pression de l'échappement ; celle-ci passe ensuite dans une série de roues à aubes mobiles calées sur le même arbre et entre lesquelles sont intercalées des séries d'aubages directeurs fixes donnant uniquement à la vapeur la direction voulue pour agir sur la roue suivante.

La vitesse périphérique des roues mobiles ne correspond qu'à la fraction de l'énergie abandonnée sur chacune d'elles et est donc considérablement réduite.

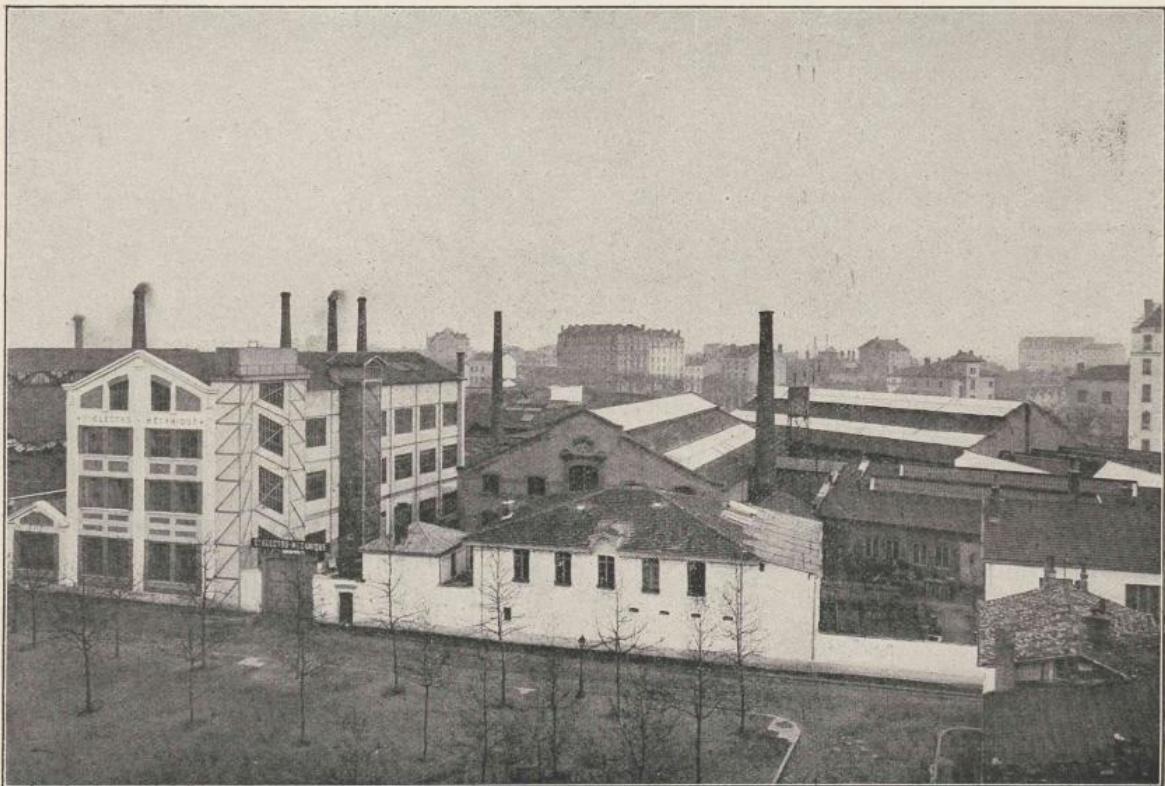
Malheureusement les pertes produites dans les étages de vitesses ainsi constitués sont très élevées et ont fait rejeter presque complètement l'adoption de turbines de ce type.

Turbines à action à étages de pression. — Les turbines de ce genre (Rateau, Zoelly) sont constituées par la réunion d'un certain nombre de turbines à action, dont chaque disque mobile est calé sur l'arbre de la machine.

La vapeur se détend jusqu'à une certaine pression dans une couronne d'aubes ou d'ajutages, traverse, sans changer de pression, les aubages mobiles d'une roue à action et quitte celle-ci avec une vitesse théoriquement nulle ; elle parcourt ensuite une autre série d'ajutages où elle se détend à une pression inférieure à la première, pour acquérir une certaine vitesse, et la nouvelle quantité d'énergie, transformée en énergie cinétique, est reçue par une deuxième roue à action et ainsi de suite pour tous les nouveaux passages.



Vue générale des Usines de la Compagnie Electro-Mécanique au Bourget.



Vue générale des Usines de la Compagnie Electro-Mécanique à Lyon.

Chaque roue à action dont il est question plus haut est donc enfermée dans une chambre où la pression reste constante. La pression décroît d'une chambre à l'autre (puisque chacune d'elles se trouvent les organes fixes détendeurs), mais sans diminuer régulièrement ; la différence de pression peut atteindre 2 atmosph., 5 entre les premières, et seulement 0,1 à 0,6 entre les dernières, pour une pression initiale de 10 atmosphères et 10 étages de pression. La vitesse de la vapeur ne diminue pas non plus en proportion du nombre d'échelons et si, avec une roue, la vitesse périphérique est de 600 mètres, avec 10 roues, elle sera encore de 130 mètres.

Turbines à action à étages de vitesse et étages de pression. — Cette machine, combinaison des deux premiers types, sera constituée en plaçant dans chaque étage de pression, non plus

une seule roue à action, mais un certain nombre de roues séparées par des aubages directeurs, analogues à ceux des turbines à étage de vitesse et jouant le même rôle (turbines Curtis).

Formes d'aubages. — Dans les types précédemment étudiés, les aubes produisant la détente doivent présenter une section d'écoulement se rétrécissant vers la sortie (fig. 3) ; la vitesse de passage y sera donc plus grande, ce qui ne peut se produire que par une chute de pression ; la pression à la sortie est donc plus faible qu'à l'entrée.

Fig. 3. — Aubage présentant une section d'écoulement allant en se rétrécissant.

Les aubages mobiles où ne se produit aucune détente, présentent le profil de la figure 4, donnant une section constante à l'écoulement de la vapeur, de sorte que sur les deux faces de la roue mobile règne théoriquement la même pression.

Le jet de vapeur, obligé de suivre la surface courbe de l'aubage moteur, exerce sur lui une poussée qui met la roue mobile en mouvement ; cette poussée résulte uniquement de la diminution de force vive due à la forme courbe épousée par le jet.

Turbine à action et à réaction. — Dans la turbine Brown-Boveri-Parsons décrite ci-après, on a réalisé la combinaison d'une partie à action dans laquelle la vapeur agit par sa puissance vive et d'une partie à réaction dans laquelle elle agit par sa pression, de manière à utiliser dans les meilleures conditions possibles l'énergie contenue dans la vapeur.

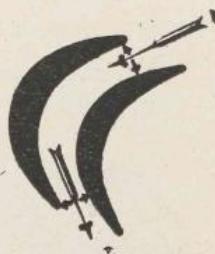


Fig. 4. — Aubage présentant une section d'écoulement constante.

GÉNÉRALITÉS sur les TURBINES PARSONS

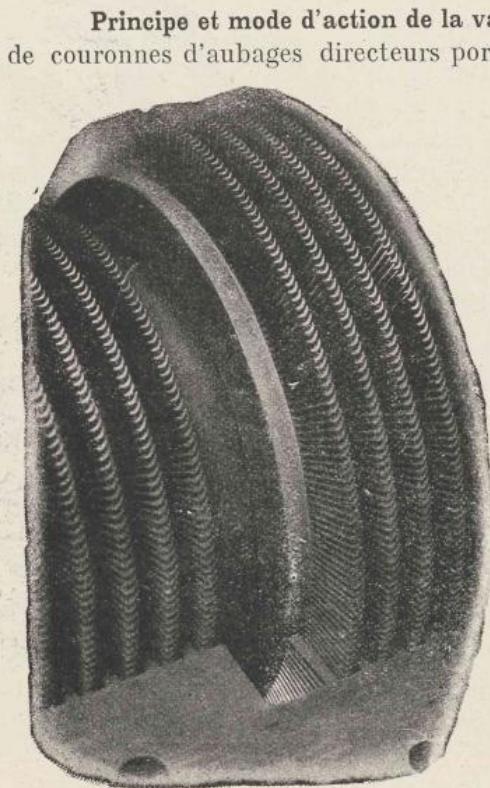


Fig. 5. — Dispositions des aubes directrices et motrices dans la turbine Brown, Boveri-Parsons.

aubages, la vapeur frappant une couronne mobile quelconque avec une vitesse résultante à la fois de la vitesse de sortie de la couronne mobile précédente et de l'augmentation de vitesse résultant de la détente dans la couronne directrice qui les sépare.

De ce qui précède, il résulte immédiatement qu'il est inexact de voir dans la turbine Parsons une turbine à réaction pure, puisque les deux modes de travail de la vapeur, action et réaction, se produisent en même temps pour chaque aube mobile.

Ces aubages présentent le profil indiqué, sur la figure 3, c'est-à-dire avec section rétrécie vers la sortie, aussi bien pour les aubes fixes que pour les aubes mobiles, ce qui différencie en principe cette turbine des autres précédemment étudiées.

Au sortir de la première couronne d'aubes fixes, la vapeur détendue à une certaine pression et possédant une certaine vitesse, agit donc par action sur la première couronne mobile et subit de ce fait une perte de vitesse ; mais la couronne mobile présentant aussi des sections d'écoulement se rétrécissant vers la sortie, la vapeur s'y détend également et acquiert une augmentation de vitesse ; en quittant la rangée mobile, la vapeur exerce donc sur celle-ci un effort (par réaction) qui se combine avec le premier et l'augmente. Cet effet de réaction existe naturellement aussi pour les turbines dites à action, dans les aubages ou ajutages détendeurs, mais ceux-ci étant fixes ne produisent aucun effort moteur.

Le phénomène se continue pour tous les aubages, la vapeur frappant une couronne mobile quelconque avec une vitesse résultante à la fois de la vitesse de sortie de la couronne mobile précédente et de l'augmentation de vitesse résultant de la détente dans la couronne directrice qui les sépare.

La chute de pression ou, en d'autres termes, la transformation de la pression en vitesse

est donc répartie entre les aubages directeurs et les roues motrices ; il existe, par suite, entre les deux faces des couronnes mobiles et fixes, une différence de pression qui doit avoir une faible valeur pour limiter les pertes par fuites entre les extrémités des aubes fixes et l'arbre, d'une part, et celles des aubes mobiles et les parois du cylindre, d'autre part. Ce résultat est obtenu par le très grand nombre d'étages de pression, c'est-à-dire de rangées d'aubes qui, dans la turbine Parsons, fractionnent la chute de pres-

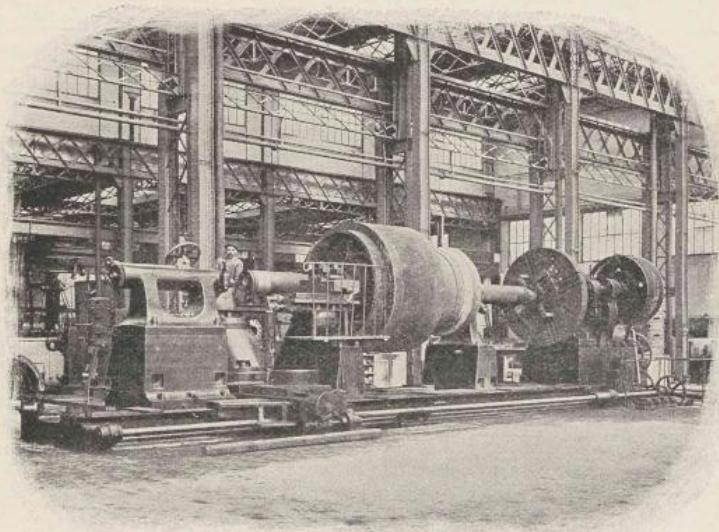


Fig. 6. — Arbre d'une turbine de 25.000 chevaux sur le tour.

sion totale entre l'admission et l'échappement. Nous reviendrons plus loin sur les avantages considérables qui découlent du principe de cette disposition, ainsi que sur l'importance des jeux radiaux dont il vient d'être question.

Qu'il nous suffise pour l'instant de déclarer que leur influence sur les fuites avait été exagérée à plaisir, jusqu'à ce que la pratique vînt démontrer qu'on pouvait leur donner, sans aucune diminution de rendement, une valeur assurant une sécurité de fonctionnement mécanique absolue.

Supériorité des Aubages Parsons.
La principale source de pertes dans une turbine réside dans les frottements, les chocs et les tourbillons qui se produisent à la sortie d'une rangée d'aubes et à l'entrée de la suivante, une partie de la force vive créée par la détente de la vapeur se trouvant ainsi détruite sans produire de travail. Or, l'expérience montre que ces pertes croissent très rapidement avec la vitesse du courant de vapeur ; elles se trouvent donc réduites au minimum dans la turbine Parsons qui travaille avec la vitesse de vapeur de beaucoup plus réduite.

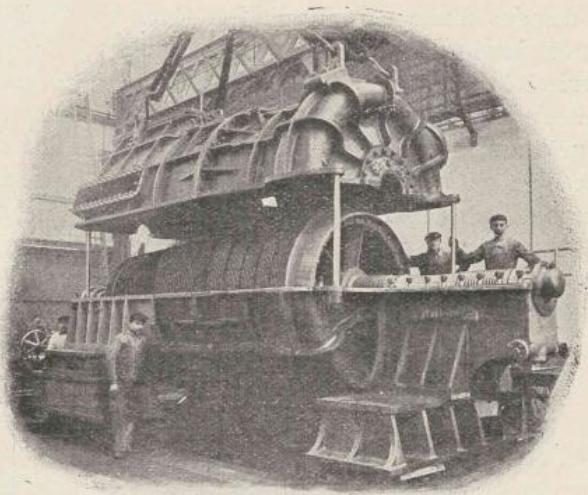


Fig. 7. — Turbine marine BP en montage sur fosse d'essais.

de vapeur ; elles se trouvent donc réduites au minimum dans la turbine Parsons qui travaille avec la vitesse de vapeur de beaucoup plus réduite.

Dans la turbine à action, la vitesse n'est créée, en effet, que dans les aubages directeurs, tandis que dans la turbine à réaction, la vitesse prend naissance aussi bien dans les aubages mobiles que dans les aubages directeurs, et il en résulte que la vitesse de la vapeur n'est que $\sqrt{\frac{1}{2}}$ soit 0.70 environ de la valeur qu'elle prendrait dans une turbine à action ayant le même nombre d'étages. Comme, dans la pratique, pour des raisons de construction, le nombre des étages des turbines à action est limité à 20 au maximum, tandis qu'il peut atteindre 70 dans les turbines Parsons, les vitesses de la vapeur sont dans le rapport de $\sqrt{\frac{1}{20}}$ à $\sqrt{\frac{1}{2 \times 70}}$; on voit donc que dans ce dernier système de turbines, la vitesse de la vapeur est de beaucoup inférieure à la vitesse de la vapeur de toute turbine à action. Le rendement de la turbine Parsons se trouve par suite être de beaucoup plus élevé.

On pourrait objecter, en examinant superficiellement la question, que, par suite du grand nombre de couronnes, la turbine Parsons doit avoir un rendement total plus mauvais que les turbines à action, bien que le rendement particulier de chaque étage soit meilleur; en réalité, c'est le contraire qui se produit, car l'énergie correspondant aux pertes par frottement et aux pertes par les jeux dans un étage est entraînée par la vapeur sous forme de chaleur dans l'étage suivant dont elle augmente le rendement propre, et la théorie montre que la répartition des pertes entre les différents étages a sur le rendement une influence d'autant plus favorable que le nombre de ces étages est plus grand.

La turbine Parsons qui possède une grande quantité d'étages de pression présente donc, au point de vue économique, un avantage considérable sur les autres systèmes de turbines.

Limite de la supériorité des Aubages Parsons. — Au point de vue théorique, les aubages à réaction conservent dans tous les cas leur supériorité vis-à-vis de ceux des autres systèmes. Dans la pratique, ces avantages se conservent tant que la longueur des ailettes et l'épaisseur du courant annulaire de vapeur, caractéristique de la turbine à réaction, ne descendent pas au-dessous d'une certaine limite. Quand les aubages sont de faible longueur, le rendement est diminué moins par les pertes dans les jeux que par l'influence néfaste des parois et des extrémités des ailettes; cette influence se fait, en effet, sentir alors beaucoup plus que si les ailettes sont de grande longueur et que si le courant de vapeur a une épaisseur suffisante. Pour augmenter l'épaisseur du courant annulaire de vapeur, le diamètre du tambour doit être d'autant plus petit que le volume de la vapeur qui traverse la turbine dans l'unité de temps est plus faible; mais alors, la vitesse circonférentielle correspondant à la vitesse de la turbine se trouve réduite ainsi que la quantité de chaleur que l'on peut utiliser dans chaque étage, et le nombre d'étages doit croître en proportion. Lorsqu'il devient assez grand pour que la dépense ne soit plus en rapport avec le but à réaliser, on atteint la limite à partir de laquelle cesse la supériorité des aubages Parsons.

Dans les circonstances normales, ce cas ne se présente que pour la partie à haute pression des turbines et lorsqu'il s'agit en particulier de machines de faible puissance alimentées par de la vapeur à haute pression. Dans la partie à basse et à moyenne pression, où la vapeur est déjà détendue, les ailettes ont, en effet, toujours une longueur suffisante pour que les aubages Parsons conservent leurs avantages. On a donc été conduit à remplacer la partie à haute pression des turbines Parsons par une roue à action à une ou plusieurs couronnes d'ailettes, d'après la disposition qui fait déjà l'objet du brevet anglais n° 144 de Harthan en 1858. Cette roue à action, placée devant un tambour Parsons qui fournit la plus grande partie de la puissance de la machine, caractérise la turbine combinée Brown, Boveri et Cie (brevet français n° 379 478).

LA TURBINE A ACTION ET A REACTION BROWN, BOVERI-PARSONS dite Turbine combinée

C'est en 1902 que la Compagnie Electro-Mécanique a commencé à construire la turbine à vapeur, système Brown, Boveri-Parsons. Partie de la turbine Parsons, elle n'a cessé d'y apporter d'importantes améliorations, perfectionnant la turbine proprement dite, ses

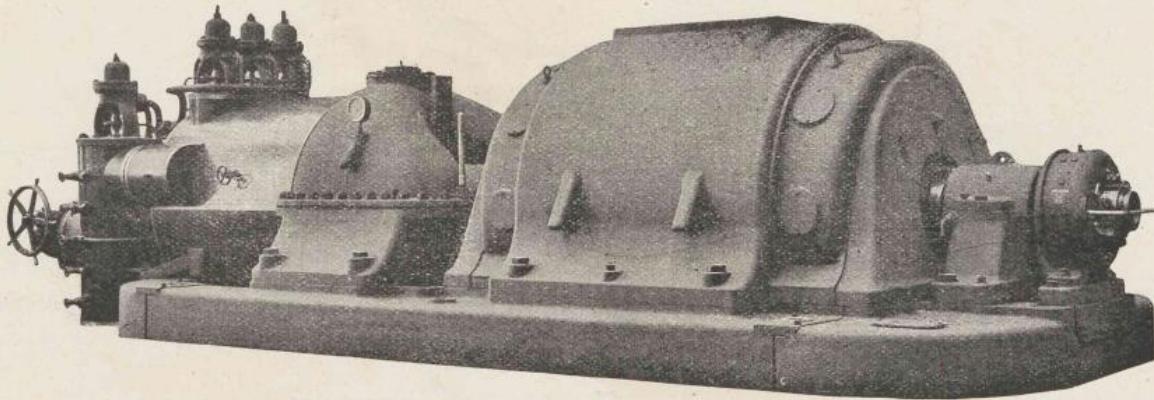


Fig. 8. Turbo-alternateur triphasé de 10.000 chevaux, 3.000 tours par minute, 3.200 volts, 50 périodes destiné à la COMPAGNIE du GAZ de CLERMONT-FERRAND (Puy-de-Dôme).

organes de régulation et ses appareils accessoires. En 1908, elle créait le type dit combiné dont, comme nous venons de le voir, la caractéristique réside dans la combinaison d'une parti, à action et d'une partie à réaction. Nous allons dans ce qui suit donner quelques détails de construction sur cette machine, expliquer le fonctionnement général de ses organes de régulation, puis, comme conclusion, exposer les avantages réalisés par la turbine Brown, Boveri-Parsons, type combiné.

CONSTRUCTION

La turbine Brown, Boveri-Parsons se caractérise par la simplicité de sa construction. Elle est constituée essentiellement par une partie fixe ou **cylindre** divisé en deux parties suivant le plan médian horizontal et par une partie mobile ou **tambour** tournant à l'intérieur du cylindre. Dans les turbines de puissance et de vitesse élevées, ce tambour est venu de forge avec l'arbre même de la machine (fig. 13); dans les autres turbines, il est constitué par plusieurs pièces emmanchées (fig. 9). La partie **haute pression** du tambour porte les **roues à action** (b fig. 9 et 13); les parties **moyenne** et **basse pression** portent l'**aubage à réaction** (c et d fig. 9 et 13).

La **distribution de vapeur** se fait au moyen d'**huile** sous pression, comme il est indiqué ci-après à l'article régulation.

La vapeur est admise en premier lieu par des **tuyères** dans la partie à action, puis ensuite dans la partie à réaction où elle se détend progressivement dans les différentes couronnes d'aubes. Du fait de cette détente, le volume de la vapeur augmente; par suite la section d'écoulement doit aller également en croissant au fur et à mesure que la vapeur se rapproche de l'orifice d'échappement et il en est de même des diamètres du cylindre et du tambour. La vitesse périphérique croît dans la même proportion; aussi dans les turbines de grande puis-

sance, on est amené à disposer les dernières couronnes d'aubages non plus directement sur le tambour, mais sur des disques en acier forgé emmanchés à chaud sur l'arbre (voir en *d*, fig. 13).

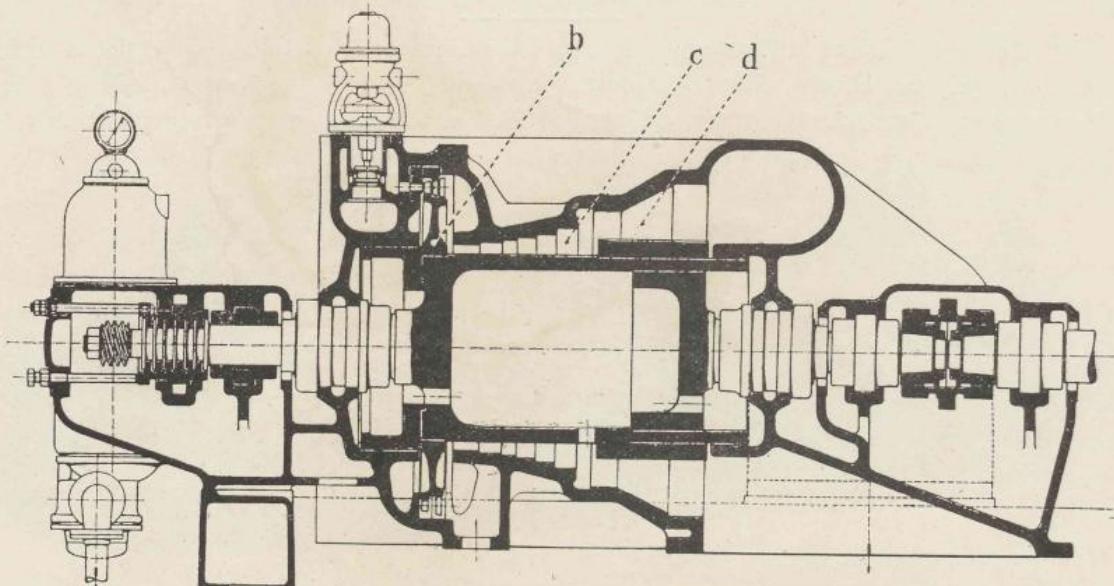


Fig. 9. — Coupe schématique d'une turbine type combiné.

L'arbre de la turbine ainsi que celui de la machine qui lui est directement accouplée sont portés chacun par **deux paliers indépendants** et réunis entre eux dans l'intervalle des deux coussinets contigus par un **manchon d'accouplement semi-rigide** (fig. 10). L'indépendance des deux machines est ainsi réalisée et par suite le montage et le démontage de celles-ci sont rendus faciles. L'accouplement est d'ailleurs prévu pour permettre de rattraper les petites différences de centrage des axes et d'éviter ainsi les vibrations qui pourraient en résulter.

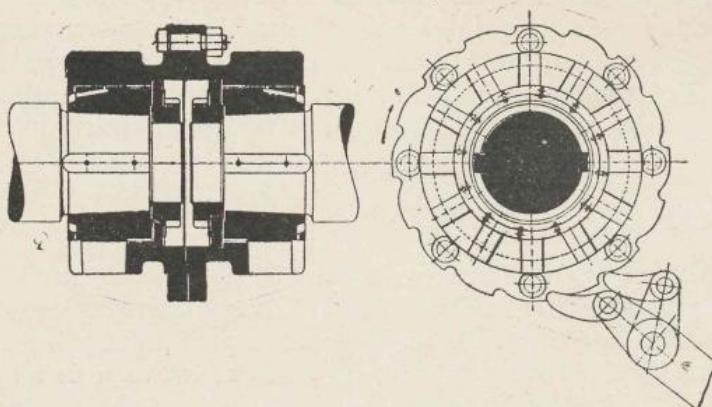


Fig. 10. — Manchon d'accouplement.

Le manchon d'accouplement est en outre construit de manière à ce que l'on puisse faire tourner à la main le tambour au moyen d'un vireur en vue du montage ou bien pour les vérifications.

Les **coussinets** (fig. 11), garnis de métal blanc, comportent de grandes surfaces portantes qui ne sont par suite soumises qu'à de faibles pressions. Même, après de nombreuses années de marche ininterrompue, les paliers ne présentent aucune trace d'usure.

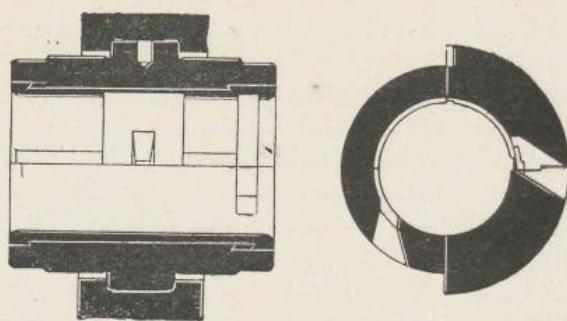


Fig. 11. — Coussinets.

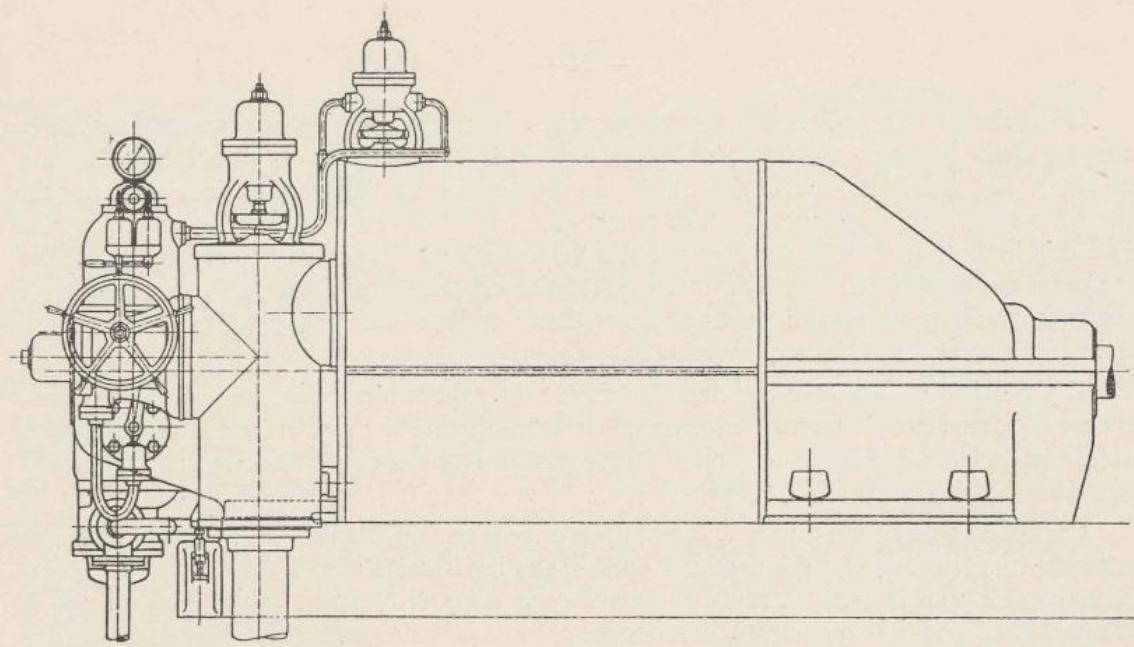


Fig. 12. — Vue extérieure d'une turbine type combiné.

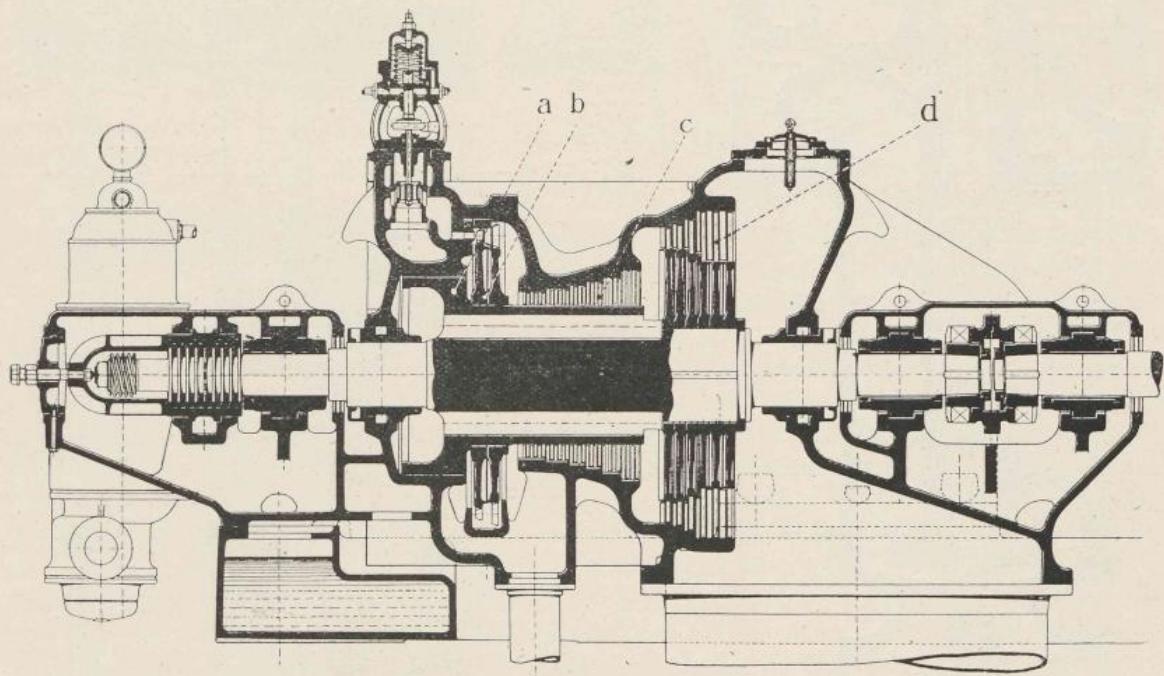


Fig. 13. — Coupe d'une turbine de 9.000 chevaux. — 3.000 tours par minute.

Le graissage des paliers est assuré par une circulation d'huile **sous pression** réalisée au moyen d'une **pompe** actionnée par l'arbre même de la turbine (voir plus loin à l'article régulation). Le circuit parcouru par l'huile est fermé sur un réseau extérieur dans lequel l'huile est refroidie par un courant d'eau avant de faire retour aux organes de la turbine. La pompe de circulation d'huile ainsi que toutes les conduites d'huile sont largement établies et la bonne répartition de l'huile entre les différents paliers est obtenue sans aucun réglage. Ce mode de graissage ne nécessite aucune surveillance et donne une grande sécurité de marche dans les meilleures conditions économiques.

Il y a lieu de remarquer que dans la turbine, la vapeur n'est à aucun moment en contact avec des surfaces frottantes nécessitant une lubrification ; par suite cette vapeur ne contient **pas de trace d'huile** et peut après condensation être employée directement à l'alimentation des chaudières.

Comme la pompe qui assure la circulation d'huile est actionnée par la turbine même et n'entre par conséquent en fonctionnement que lorsque la vitesse a acquis une certaine valeur, il est nécessaire pour la mise en route et l'arrêt de la machine d'avoir recours à une **pompe à huile auxiliaire** ; celle-ci est entraînée directement par une petite turbine à vapeur constituée par

une roue à action à axe vertical (fig. 14). Lors du démarrage, cette turbo-pompe à huile auxiliaire est arrêtée aussitôt que la pression de l'huile de la pompe principale a atteint la

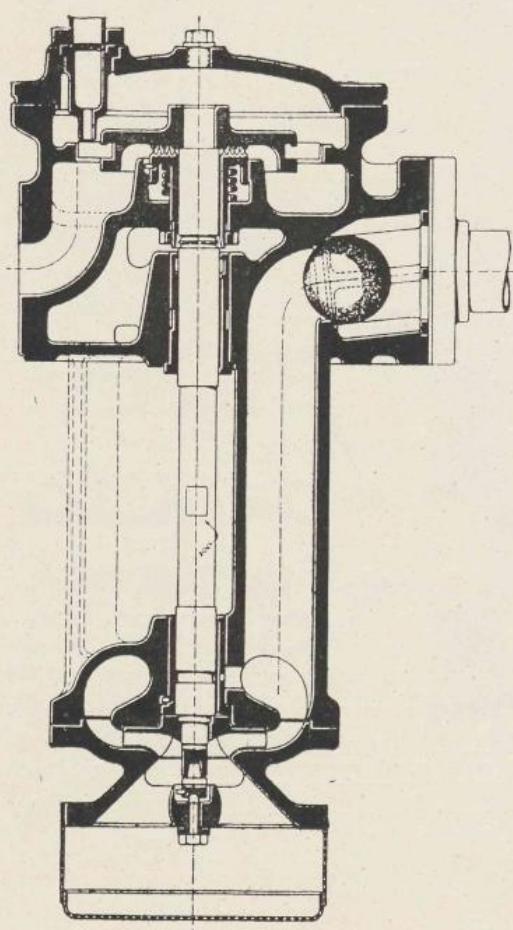


Fig. 14. — Turbo-pompe à huile auxiliaire.

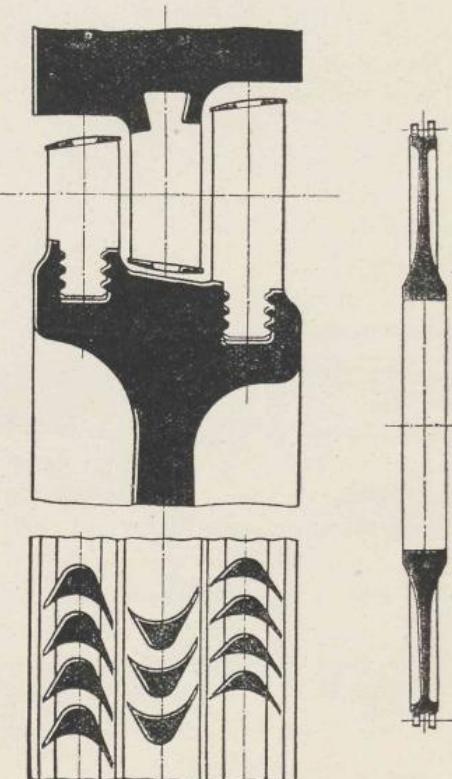


Fig. 15. — Aubage à action.

valeur voulue ; inversement lors de l'arrêt de la turbine, la turbo-pompe est mise en marche lorsque la pression fournie par la pompe principale devient trop faible.

Nous donnons ci-après les détails de construction concernant la disposition et le mode de fixation des aubes de la turbine.

Les **aubes de la partie à action**, en acier au nickel, sont fixées dans les rainures des roues au moyen d'embases et serrées entre elles par des cales qui s'adaptent exactement dans les rainures de la roue (fig. 15.).

La dernière cale, dite **cale d'arrêt**, est munie d'un prolongement spécial qui est introduit dans une ouverture percée dans le fond de la rainure de la roue, puis rivé à l'intérieur de celle-ci. Toutes les aubes sont réunies à leur partie supérieure par des segments en tôle qui limitent l'espace réservé au passage de la vapeur de manière à canaliser celle-ci et à éviter les remous. Les deux rangées d'aubes mobiles de la roue à action dans les turbines qui ne comportent qu'une seule de ces roues (fig. 9) ou bien les rangées successives d'aubes de diverses roues dans les turbines qui en comportent plusieurs (fig. 13) sont, dans le secteur d'admission de la vapeur, séparées par un segment d'ailettes directrices fixées dans le cylindre.

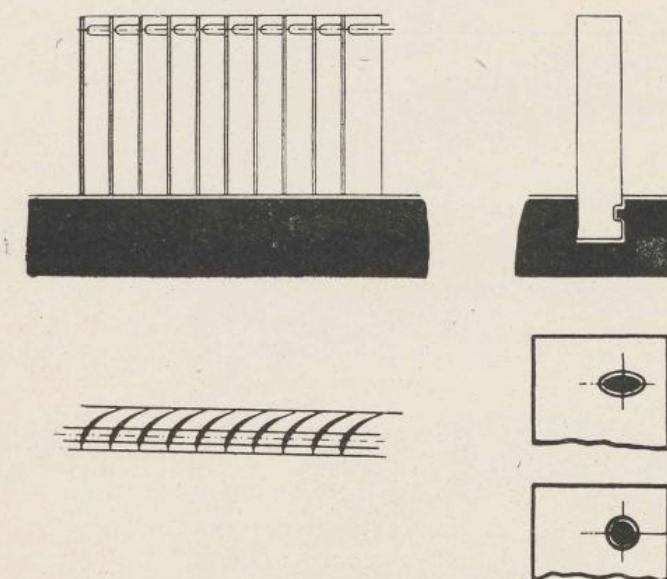


Fig. 16 — Aubage à réaction.

sieurs points de leur hauteur par un fil de liaison bimétallique brasé sur chacune d'elles et constitué par une âme en acier recouverte de cuivre. On obtient ainsi des couronnes absolument rigides et indéformables. La distance qui sépare une couronne d'aubes mobiles des deux couronnes d'aubes fixes voisines est de plusieurs millimètres et l'expérience a montré que la consommation de vapeur ne varie guère lorsqu'on augmente ou diminue légèrement cet intervalle. Les jeux radiaux (c'est-à-dire les jeux existant aux extrémités des aubes) sont variables suivant l'étage de la détente et suivant les dimensions de la turbine, mais tous ces jeux, aussi bien ceux du côté de l'admission que ceux du côté du condenseur ont des proportions telles qu'ils ne peuvent en rien compromettre la sécurité de fonctionnement. L'expérience a montré, en effet, qu'on avait au début, considérablement exagéré l'influence de ces jeux sur la consommation de vapeur et il a été reconnu

Les **aubes de la partie à réaction**, en métal spécial, sont fixées dans des rainures du tambour et du cylindre comme l'indique la figure 16 ; cette disposition, remarquable par sa simplicité, donne une sécurité absolue puisque, une fois en place, ni les cales d'écartement, ni les ailettes ne peuvent sortir de la rainure ; en outre, elles peuvent, sans aucun inconvénient, supporter toute variation de température. Les aubes basse pression disposées sur des disques sont fraîchies d'un bloc avec les cales et amincies à leur extrémité de façon à leur donner sensiblement la forme d'un solide d'égale résistance. A partir d'une certaine dimension, les aubes sont réunies entre elles en un ou plu-

ensuite que les fuites de vapeur se trouvent en fait limitées par le matelas de vapeur soumis à l'action de la force centrifuge dans l'espace constitué par ces jeux radiaux. D'ailleurs, comme nous l'avons dit au début, la petite quantité de vapeur ayant pu passer en bout des aubes n'est pas inutilisée, car elle réchauffe la vapeur ayant traversé les aubes et qui se trouve à une température inférieure ; de plus en raison du nombre d'expansions, la différence de pression entre l'entrée et la sortie des couronnes tant fixes que mobiles est faible et ne peut donner naissance à une grande déperdition de vapeur.

L'admission de vapeur sur la roue à action se fait par des tuyères (fig. 17), dont la construction a été spécialement étudiée pour que les consommations aux faibles charges soit aussi réduites que possible ; à cet effet, des soupapes automatiques (fig. 26) dont nous reparlerons dans le paragraphe « régulation » découvrent ou obtiennent chacune un certain nombre de tuyères en s'ouvrant ou se fermant suivant les variations de la charge ; l'injection de vapeur est donc partielle et automatiquement variable.

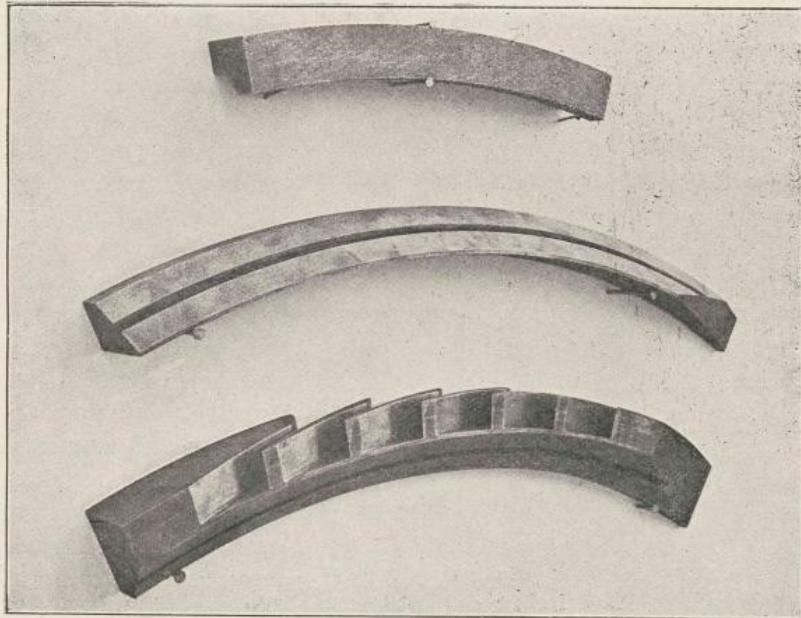


Fig. 17. — Tuyères.

Les deux joints que traverse la partie mobile à la sortie du cylindre sont du type dit à labyrinthe, ne comportant ni pièces frottantes, ni dispositif de graissage (fig. 18 et 19). Ils sont construits de façon à permettre le déplacement libre de l'arbre dans le sens axial sous l'influence de la dilatation. Il est à remarquer que par suite de la disposition même de la machine, ces joints n'ont à assurer l'étanchéité que par rapport au vide régnant dans le condenseur : un peu de vapeur détendue y pourvoit.

Afin d'éviter la **poussée longitudinale** sur l'arbre due à l'action de la vapeur et agissant dans le sens de l'écoulement de celle-ci, l'arbre des turbines du type Parsons simple portait, à l'extrémité située du côté de l'admission, des pistons dont la face interne était en communication avec l'étage d'une couronne d'aubes soumise à la même pression, celle-ci agissant en sens inverse sur le piston compensait l'action due à la poussée longitudinale.

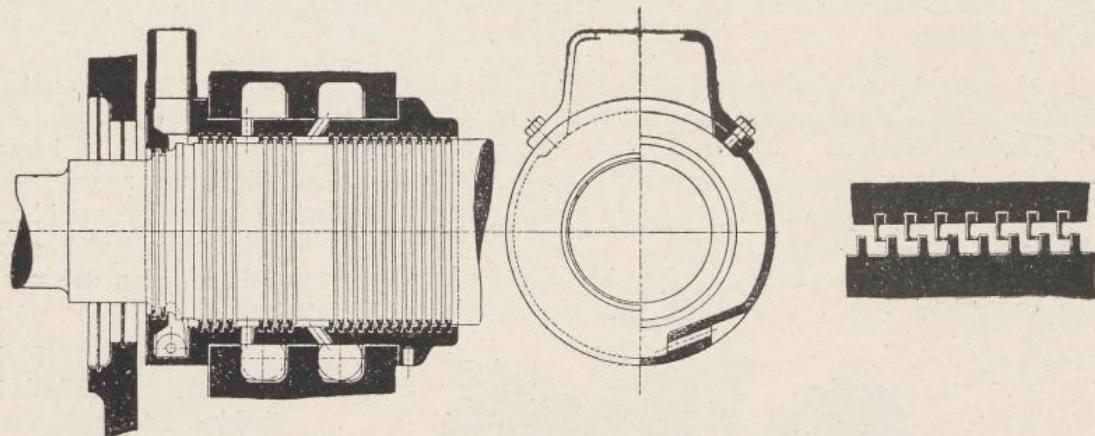


Fig. 18. — Boîte étanche avant avec joints à labyrinthe.

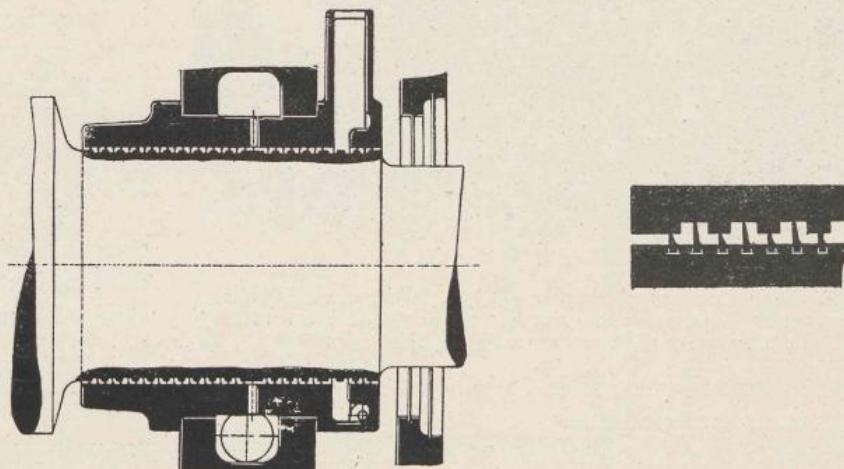


Fig. 19. — Boîte étanche arrière avec joints à labyrinthe.

Dans les turbines Brown, Boveri-Parsons, les pistons équilibreurs sont remplacés par des surfaces annulaires munies de joints à labyrinthe (fig. 9) analogues à ceux des boîtes étanches ; dans les types de machines à grande vitesse, c'est le tambour antérieur qui assure l'équilibrage.

—

RÉGULATION

Le système de régulation bien connu de Parsons avec relais actionné par la vapeur a donné d'excellents résultats et l'on sait que dès le début les turbines Brown, Boveri-Parsons qui en étaient munies ont été capables, grâce à sa sensibilité, d'assurer le fonctionnement en parallèle des alternateurs qu'elles actionnaient avec d'autres génératrices actionnées par machines à vapeur.

Le seul inconvénient de ce mode de réglage est qu'il dépendait dans une certaine mesure de la pression de la vapeur. C'est pour y remédier que, dès le début de l'année 1905, la C^e Electro-Mecanique a étudié et exécuté pour des turbo-groupes destinés à l'éclairage des navires, où la pression de la vapeur est sujette à de grandes variations, une nouvelle **distribution à huile**, dans laquelle le piston du servo-moteur est actionné directement par l'huile sous pression qui sert au graissage de la turbine. Ce dispositif est d'ailleurs particulièrement intéressant puisqu'il provoque l'arrêt immédiat de la turbine en coupant l'admission de vapeur si pour une raison ou pour une autre l'huile de graissage vient à faire défaut.

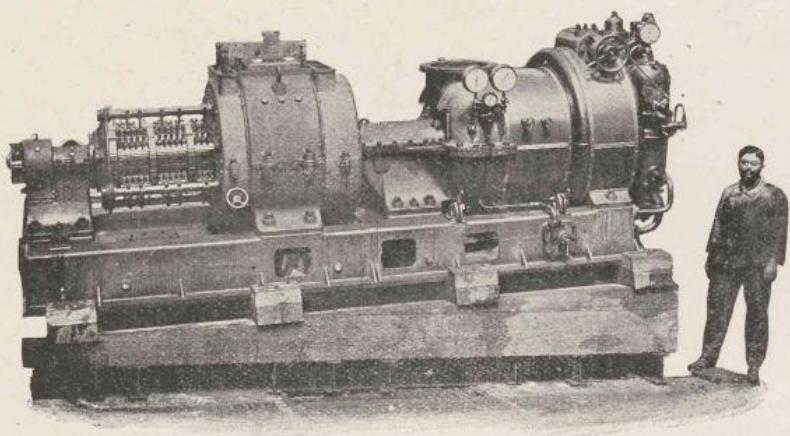


Fig. 20 Turbo-dynamo à courant continu de 400 kw., 2000 tours. 220 volts.
(4 de ces groupes assurent l'éclairage et le transport de force à bord
du transatlantique à turbines PARSONS "La France").

organes de la distribution et ceux de l'admission reposent sur le principe de la transmission de la pression par une colonne d'huile.

On voit sur la figure schématique 21 que l'action du courant d'huile sur la soupape de distribution W a été étendue aux soupapes de réglage A₁ qui ouvrent automatiquement suivant la charge les secteurs de tuyères supplémentaires de la roue à action.

Les figures 22 et 23 se réfèrent à ce qui suit :

L'arbre D du régulateur reçoit son mouvement de l'arbre A de la turbine au moyen d'une vis sans fin et d'une roue hélicoïdale, et tourne dans le palier à cannelures H.

L'arbre du régulateur porte d'une part le régulateur de sûreté J et d'autre part le régulateur principal G. Ce dernier est surmonté d'un manchon F dont le bord supérieur sert de relais et dont la position le long de l'arbre D dépend de celle des masses du régulateur à ressort. Le manchon du régulateur tourne dans un cylindre E appelé douille du relais, qui est

Depuis 1905, la distribution à huile de la turbine Brown, Boveri-Parsons s'est peu à peu modifiée et les figures 21, 22 et 23 représentent, la première schématiquement, les deux autres plus en détail, la distribution à huile actuelle qui se caractérise par sa grande simplicité.

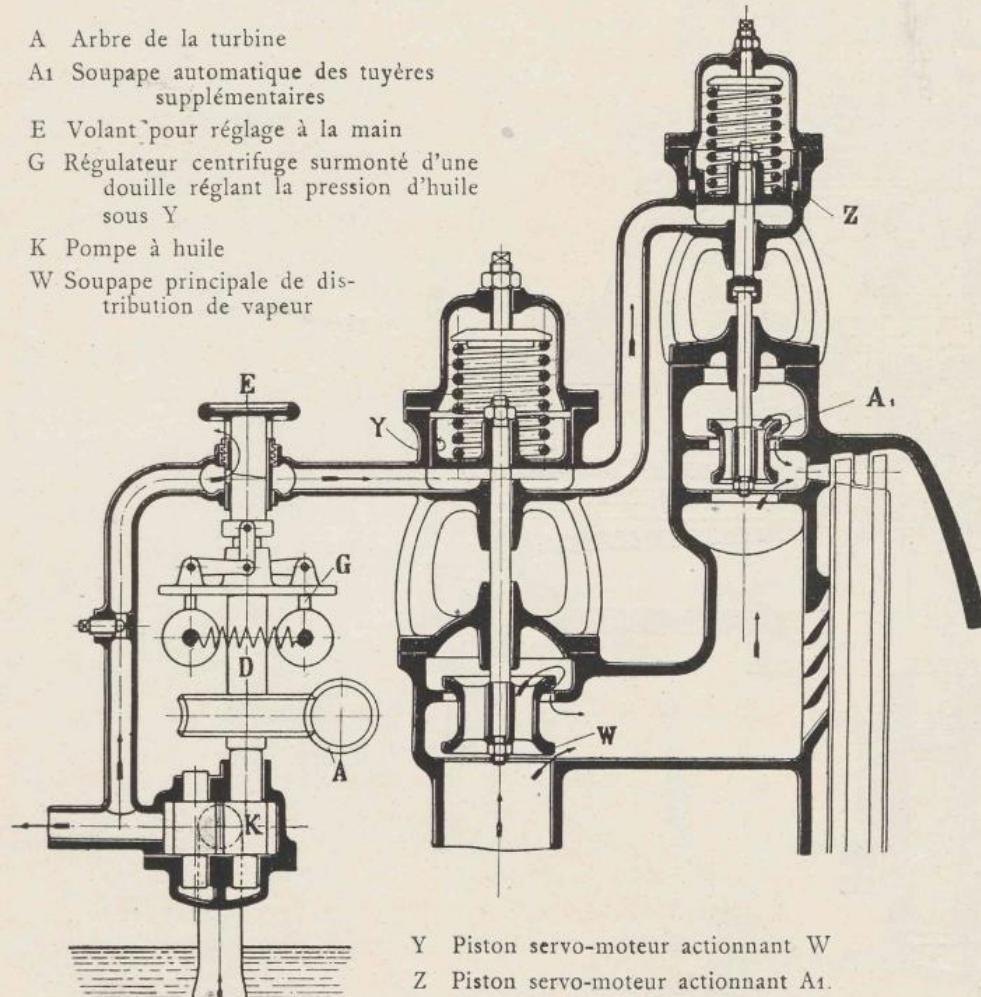
Depuis 1908, les commandes par leviers de l'ancienne distribution sont supprimées, et la liaison entre les

réglable à volonté dans le sens de la hauteur et dont l'enveloppe porte à sa partie inférieure un canal circulaire relié au piston du servo-moteur Y (fig. 23) par l'intermédiaire d'un tuyau. Le piston est relié par la tige de soupape X à la soupape de distribution W. La dérivation d'huile sous pression arrivant de la pompe K passe par un pointeau de réglage (fig. 21) qui étrangle la conduite de façon à éviter que les variations de pression d'huile produites par le dispositif de régulation aient une action sur le graissage des paliers.

La douille du relais est munie d'une fente qui la met en communication avec le canal circulaire et dont la section est plus ou moins obturée par l'extrémité du manchon F. L'huile qui s'écoule par cette fente tombe sur le régulateur ; elle lubrifie l'arbre D, ainsi que les différents organes, et retourne ensuite au réservoir d'huile. De cette façon, tous les organes de la distribution baignent dans l'huile ; un arrêt dans le fonctionnement de la régulation, par suite de coincements ou de frottements est ainsi évité, et l'usure des parties mobiles est réduite au minimum.

La distribution à huile de la turbine Brown, Boveri-Parsons fonctionne de la manière suivante :

- A Arbre de la turbine
- A₁ Soupape automatique des tuyères supplémentaires
- E Volant pour réglage à la main
- G Régulateur centrifuge surmonté d'une douille réglant la pression d'huile sous Y
- K Pompe à huile
- W Soupape principale de distribution de vapeur

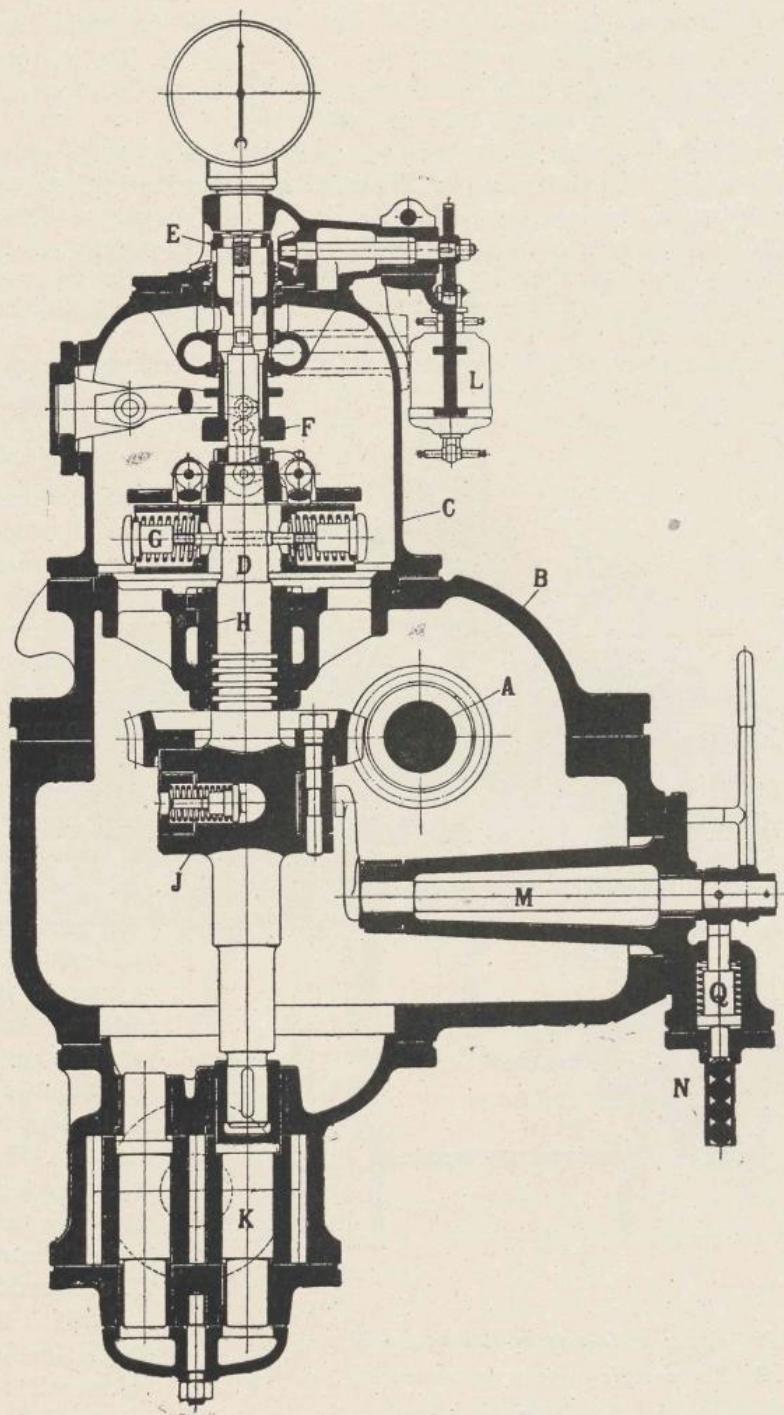


Y Piston servo-moteur actionnant W
Z Piston servo-moteur actionnant A₁.

Fig. 21. — Schéma montrant le principe de la régulation.

sens inverse, et le piston prend une position d'équilibre. A vide, la pression de l'huile sous le piston est minima ; à pleine charge, elle est maxima.

La vapeur arrive par la bride U du bâti d'admission R, passe par le tamis V, par la soupape d'admission S et pénètre dans la turbine par la soupape de distribution W. La levée de la soupape de distribution, variable suivant la charge de la turbine, est produite par la pression de l'huile sous le piston Y. Cette pression est réglée par le régulateur. L'huile tend à soulever le piston tandis qu'un ressort agit sur lui en



- A Arbre de la turbine
- B Couvercle du palier de butée
- C Enveloppe du système distributeur
- D Arbre du régulateur
- E Douille du relais
- F Manchon du régulateur dont l'extrémité forme relais
- G Régulateur principal
- H Palier porteur cannelé
- J Régulateur de sûreté
- K Pompe à huile
- L Électro-aimant pour la commande électrique à distance
- M Arbre de commande du déclic du régulateur de sûreté.

Fig. 22. — Mécanisme de la distribution.

- N Transmission à billes
- O Écrou de la tige de soupape
- Q et P Pièces de déclenchement commandées par le régulateur de sûreté
- R Bâti d'admission
- S Soupape d'admission
- T Tige de commande de la soupape d'admission
- U Bride d'arrivée de vapeur
- V Tamis de vapeur
- W Soupape principale de distribution
- X Tige de soupape
- Y Piston à huile commandant la soupape principale de distribution

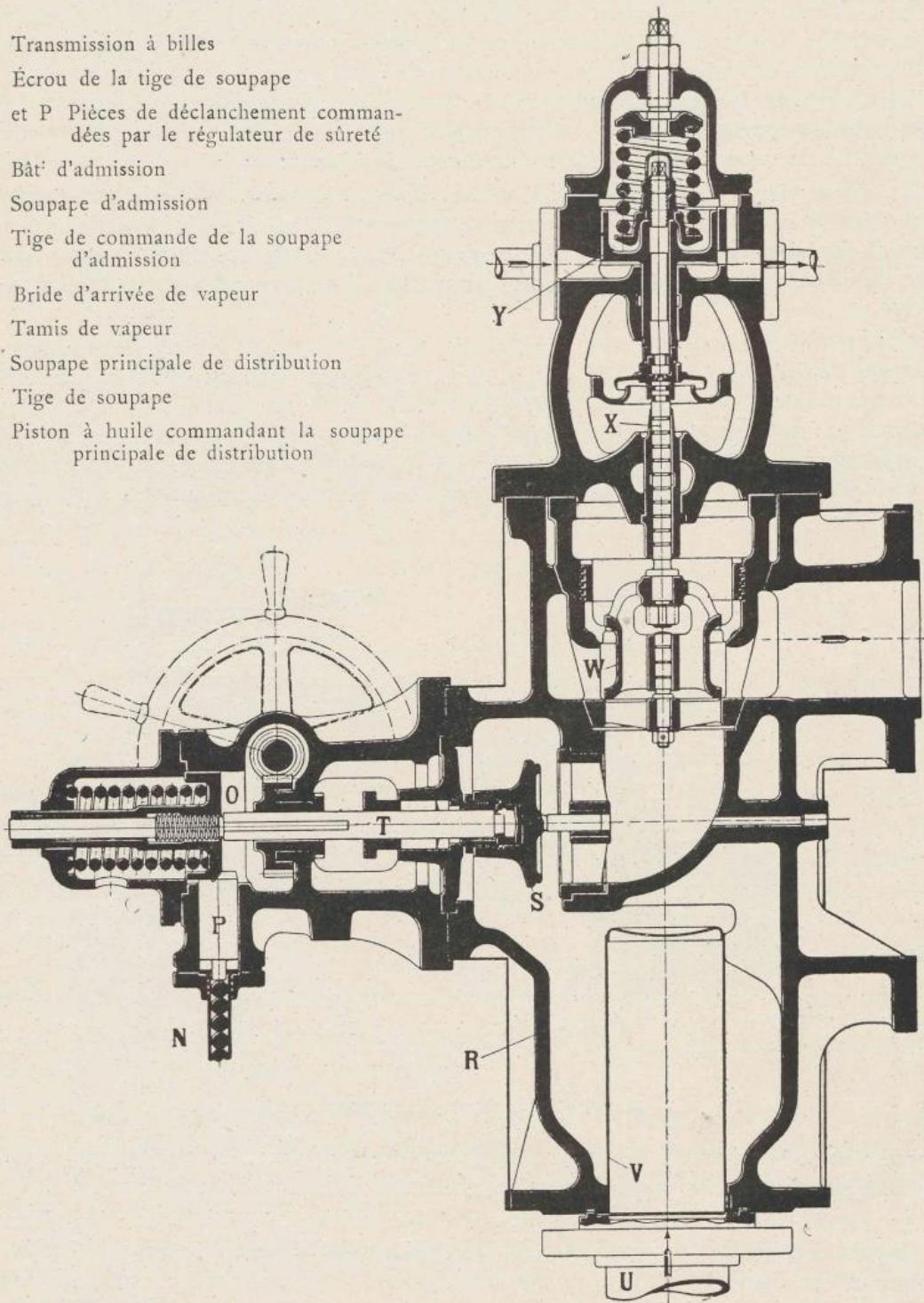


Fig. 23. — Bâti d'admission et soupape de distribution.

Si la charge vient à décroître, la vitesse augmente ; les poids du régulateur s'écartent, tirent vers le bas le manchon F du régulateur, et la section libre de la fente de la douille du relais E augmente. La pression diminue alors dans la conduite qui aboutit sous le piston Y et l'action du ressort devient prépondérante. Le piston descend jusqu'à ce que la pression de l'huile et celle du ressort s'équilibrent, et la soupape de distribution ne laisse passer à ce moment que la quantité de vapeur correspondant à la charge de la turbine.

La charge vient-elle à augmenter, la vitesse diminue ; les poids du régulateur se rapprochent de l'axe, le manchon s'élève ; la section de passage de l'huile dans la fente de la douille du relais E diminue, la pression de l'huile augmente et le piston Y s'élève, de sorte que la soupape de distribution peut laisser passer la quantité de vapeur nécessaire à la charge de la turbine.

Pour rendre la régulation aussi sensible que possible on donne à la tige de soupape X, à la soupape de distribution W et au piston Y, un **mouvement oscillant** continu. A cet effet, l'arête formant relais du manchon F qui règle l'ouverture de passage de l'huile est coupée obliquement par rapport à l'axe, de sorte qu'à chaque tour de l'arbre du régulateur, la section offerte à l'huile par la fente de la douille du relais E augmente et diminue. La pression de l'huile croît et décroît, et par conséquent le piston se lève et s'abaisse. Les petites pulsations

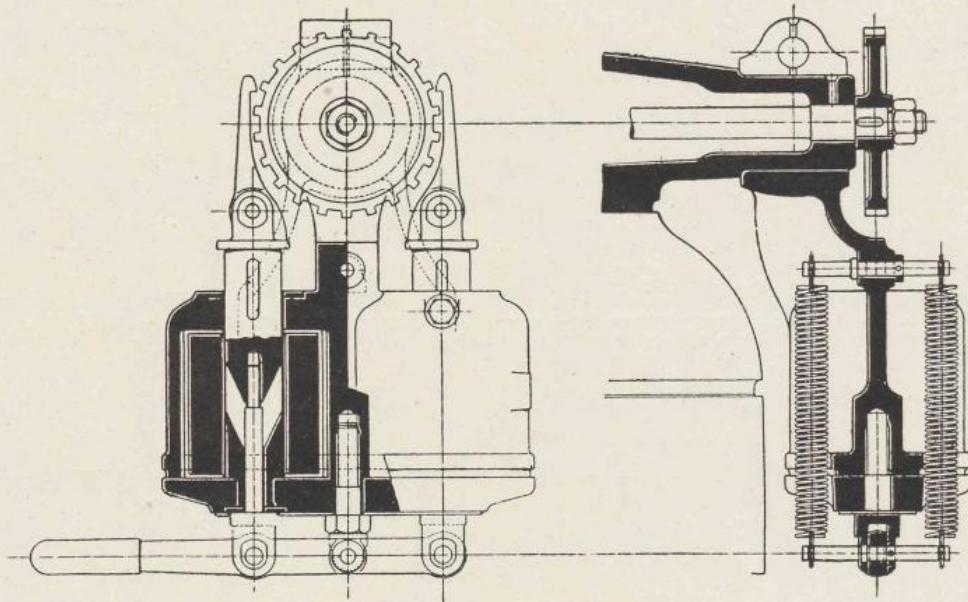


Fig. 24. — Dispositif de commande electro magnétique à distance.

ainsi produites se succèdent à des intervalles si rapprochés (200 à 400 par minute) qu'elles n'entraînent que des variations absolument insignifiantes dans la pression de la vapeur.

Le manchon F du régulateur a en définitive deux actions bien distinctes : une première action, régulatrice, qui est la principale, résultant de son déplacement le long de l'arbre du régulateur et une deuxième action, oscillatoire, résultant du mouvement de rotation de son arête oblique formant relais. Cette dernière action augmente beaucoup la sensibilité de la régulation.

La douille du relais E porte un filetage qui permet de la régler en hauteur à l'aide d'un petit volant extérieur dont le mouvement est transmis à la douille par un engrenage d'angle. La section libre de la fente de réglage et par suite la pression de l'huile sont ainsi modifiées, et la soupape de distribution prend une autre position qui entraîne soit une augmentation, soit une diminution du nombre de tours de la turbine. La variation de vitesse que l'on peut obtenir de cette façon est de + 5 % de la vitesse de régime.

Le volant de réglage peut être actionné soit à la main, soit depuis le tableau de distribution à l'aide d'un système de commande électrique à distance (fig. 24).

Variations brusques de la charge à la tension normale.

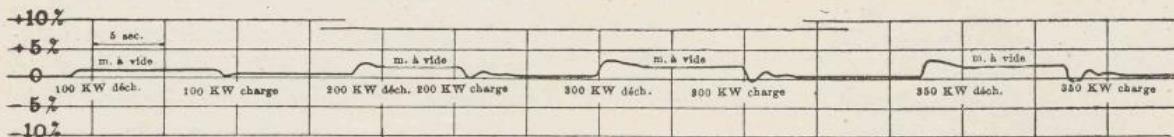


Fig. 25.

Cette dernière disposition est particulièrement intéressante ; car elle facilite la mise en parallèle des groupes électrogènes.

Le régulateur de sûreté J ferme l'admission de vapeur lorsque la vitesse dépasse une valeur donnée. Il agit par l'intermédiaire d'un arbre M qui commande, par une transmission à billes N, un déclanchement. Ce déclanchement libère un puissant ressort qui, par l'intermédiaire de la tige T, ferme la soupape d'admission S et intercepte ainsi d'un seul coup et d'une façon complète l'arrivée de vapeur. Le même résultat peut être obtenu à la main, en actionnant un levier spécial.

Pour laisser arriver à nouveau la vapeur, on agit sur le volant de manœuvre de la soupape d'admission qui, par son action sur la tige T, arme en même temps le ressort.

L'arbre du régulateur porte à sa partie supérieure un tachymètre indiquant à tout moment la vitesse exacte de la turbine.

La courbe de la figure 25 relevée sur une turbine de 350 KW permet de se rendre compte de la façon parfaite dont se comporte la régulation à huile système Brown, Boveri-Parsons. Elle permet en particulier de constater l'absence de toute tendance à un mouvement pendulaire.

Pour utiliser complètement la pression de la vapeur aux différentes charges et éviter ainsi des laminages diminuant le rendement, les tuyères de la turbine sont réparties en plusieurs groupes qui, à l'exception du premier, sont commandés chacun par une **soupape automatique** (Brevets).

L'emploi de ces soupapes dispense de tout réglage à main : le réglage est absolument automatique.

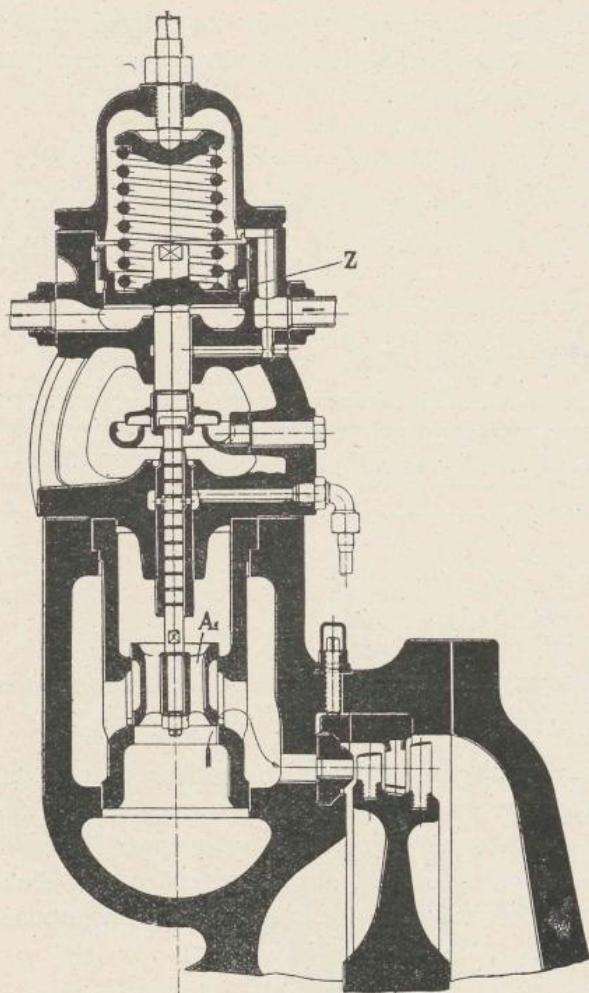


Fig. 26. — Soupape automatique commandant l'admission aux tuyères.

régulation. Il est à remarquer qu'en tout temps la soupape principale W, la vapeur passant en totalité par cette soupape.

Le fonctionnement est le suivant (fig. 21 et 26) : la vapeur, après avoir passé par la soupape principale de distribution W, arrive directement au premier groupe de tuyères, tandis que pour arriver aux groupes suivants elle doit passer également par les soupapes automatiques additionnelles A₁ (brevetées). Les pistons de ces soupapes sont sous l'influence de la même pression d'huile que le piston Y de la soupape principale. Si par suite de la charge croissante la pression de la vapeur à l'entrée du premier groupe de tuyères augmente, la pression d'huile sous Y et Z augmente en même temps. Le ressort du piston Z est réglé de façon que la soupape A₁ se lève au moment où la pression de la vapeur à l'entrée des tuyères atteint une valeur voisine de celle de la pression à l'admission. Par suite de la forme spéciale du piston Z, la soupape A₁ ne peut s'arrêter dans des positions intermédiaires. Après l'ouverture d'une soupape, la pression de la vapeur en amont des tuyères baisse légèrement à cause de l'augmentation du nombre des tuyères utilisées. Si la charge continue à augmenter, la pression augmente de nouveau jusqu'à ce que la soupape automatique suivante entre en fonctionnement et ainsi de suite. Le fonctionnement des soupapes est si doux qu'il n'influence en aucune façon la régulation.

Qualités Économiques de la Turbine Brown, Boveri - Parsons

La turbine Brown, Boveri-Parsons se caractérise par une consommation de vapeur des plus avantageuses, grâce à son principe et aux soins apportés à sa construction, en particulier à l'ailettage.

La courbe de la figure 27 donne les consommations de vapeur à pleine charge pour des turbines de petites et de moyennes puissances, tournant à 3.000 tours à la minute, et travaillant avec de la vapeur à 10—12 kg de pression, surchauffée à 300—330° C sur un vide de 94—95 %.

La courbe de la figure 28 donne la consommation de vapeur à pleine charge de turbines de moyennes et de grandes puissances tournant à 1.500 tours à la minute, les caractéristiques de vapeur et de vide restant les mêmes que ci-dessus.

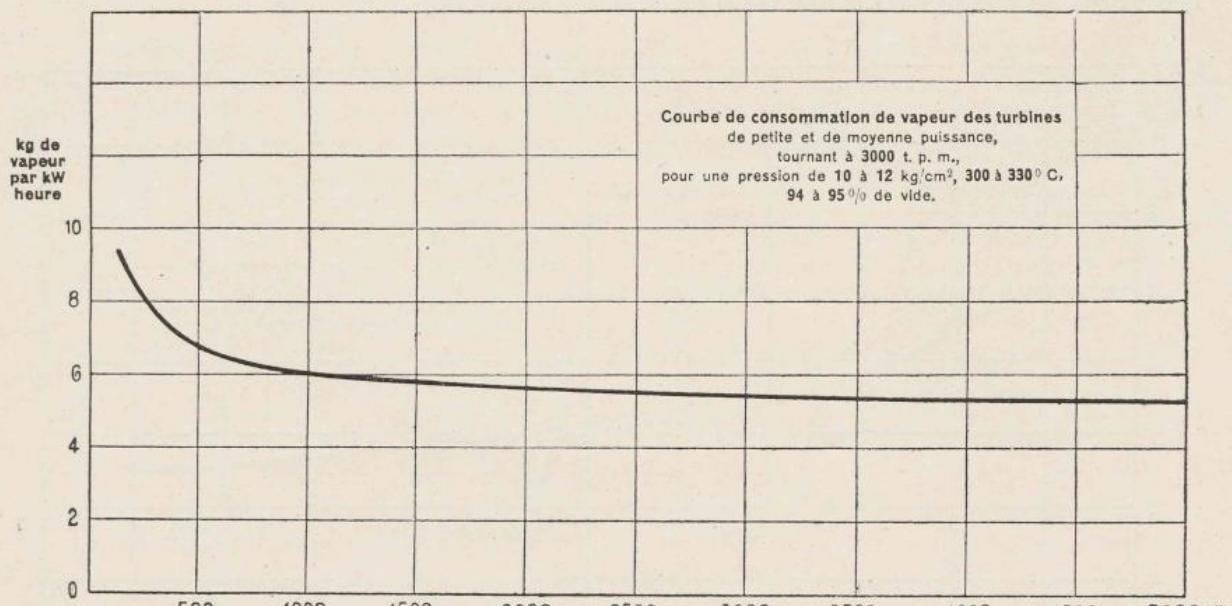


Fig. 27.

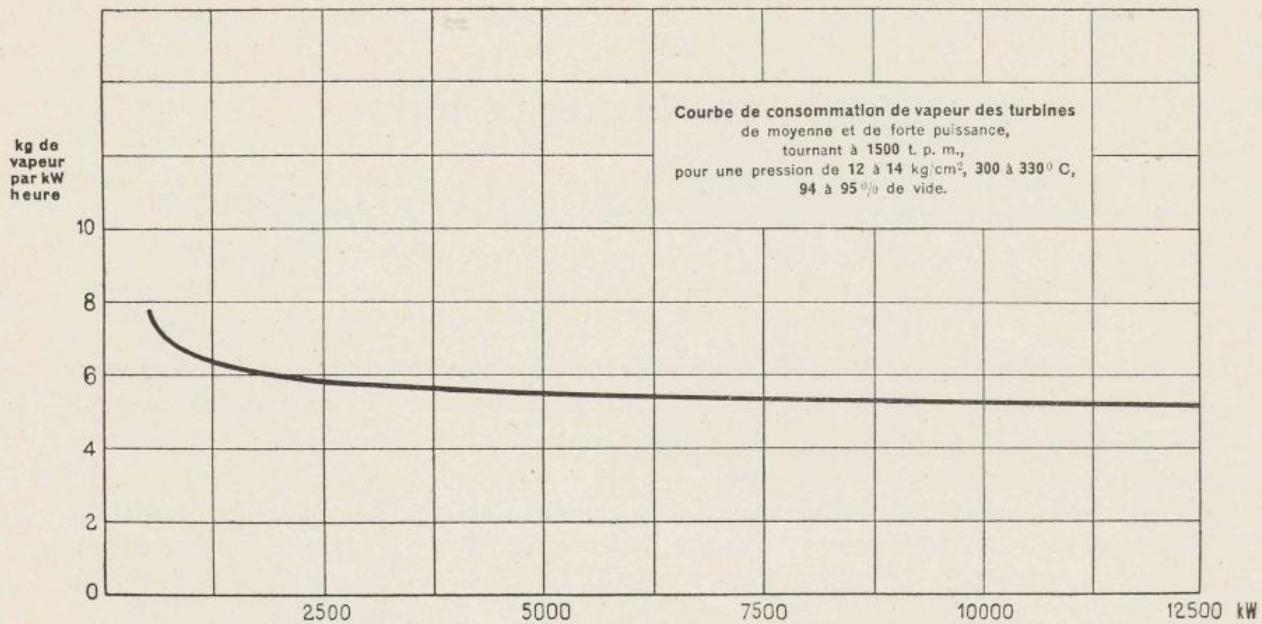


Fig. 28.

Grâce aux soupapes automatiques décrites plus haut et qui permettent d'éviter tout laminage de vapeur, les consommations à charge partielle sont également aussi favorables que possible. La figure 29 donne la courbe des consommations de vapeur qu'il est possible de réaliser ainsi à pleine charge et aux charges partielles, sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'ouverture ou à la fermeture à la main de tuyères additionnelles.

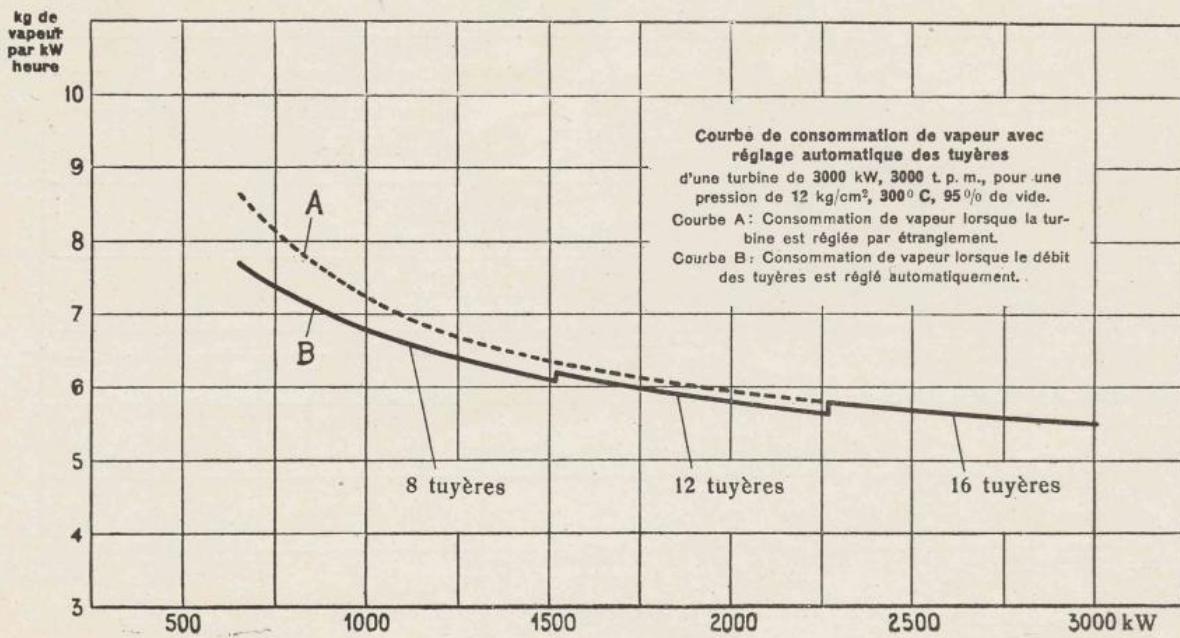


Fig. 29.

Dans la figure 29 la courbe A, du haut, est la courbe de la consommation de vapeur que l'on obtiendrait avec le réglage par laminage de vapeur. La courbe B, en échelons, du bas, est par contre la courbe de la consommation de vapeur que l'on obtient avec le réglage automatique par les tuyères, et les échelons représentent la marche avec 8, 12 et 16 tuyères par exemple. Les courbes de cette figure 29 correspondent à une turbine de 3.000 KW tournant à 3.000 tours à la minute, travaillant avec de la vapeur à 12 kg de pression, surchauffée à 300° C sur un vide de 95 %.

La turbine Brown, Boveri-Parsons, grâce aux soins apportés à l'ensemble de sa construction, consomme très peu d'huile.

Sa **mise en marche** étant des plus simples et son fonctionnement absolument automatique, le personnel nécessaire à son service peut être réduit au minimum et être employé conjointement à d'autres besognes.

Les frais d'exploitation en sont réduits d'autant.

La turbine Brown, Boveri-Parsons, a tous ses organes d'admission de vapeur disposés au-dessus du plancher et en dehors de la plaque de fondation. Ils sont par conséquent d'un accès facile pour le contrôle.

Les joints de la tuyauterie comportent seuls une matière plastique ; toutes les pièces mécaniques telles que cylindre, valves et bâts, aussi bien pour la vapeur que pour l'huile, sont assemblées métal sur métal et l'étanchéité est assurée par le seul contact des faces correctement usinées. De ce fait le **service d'entretien** est simplifié, certains défauts de montage ne pouvant se produire.

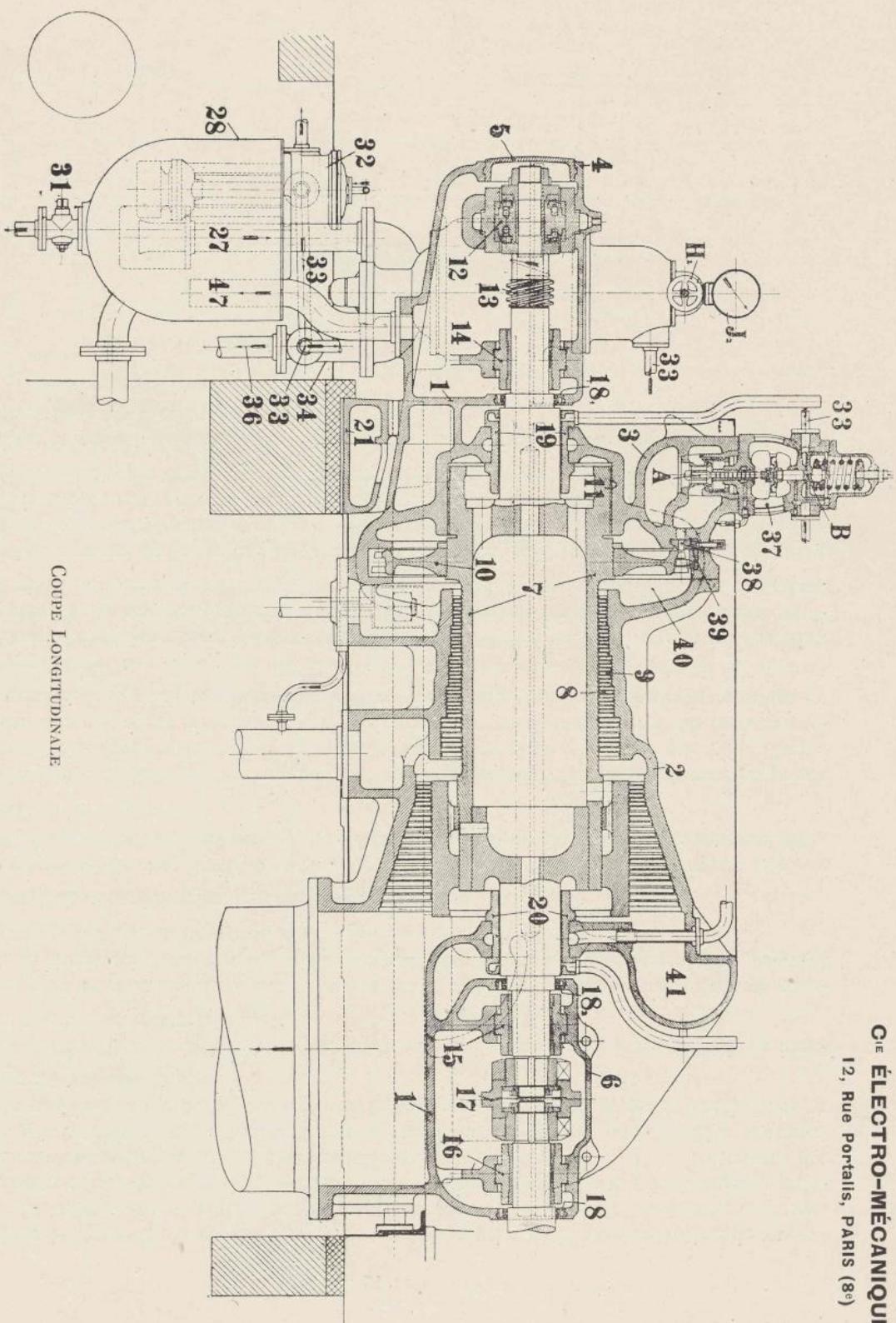
Enfin, l'expérience acquise dans la fabrication des turbines, ainsi que la construction parfaite de tous les organes et le choix des matières premières rendent les réparations extrêmement rares. Les pièces de rechange à tenir en réserve sont peu nombreuses et peu coûteuses.

Aussi l'emploi de la turbine Brown, Boveri-Parsons est-il tout indiqué non seulement dans les stations centrales importantes et les centres industriels, mais en particulier dans les usines éloignées de tout centre important, ne disposant pas d'un personnel mécanicien habile et dans lesquelles toute avarie prend par conséquent une importance considérable.

C'est ce qui a fait le succès de cette machine non seulement dans toute l'Europe, mais même dans les pays d'outre-mer.

TURBINE COMBINÉE BROWN, BOVERI-PARSONS

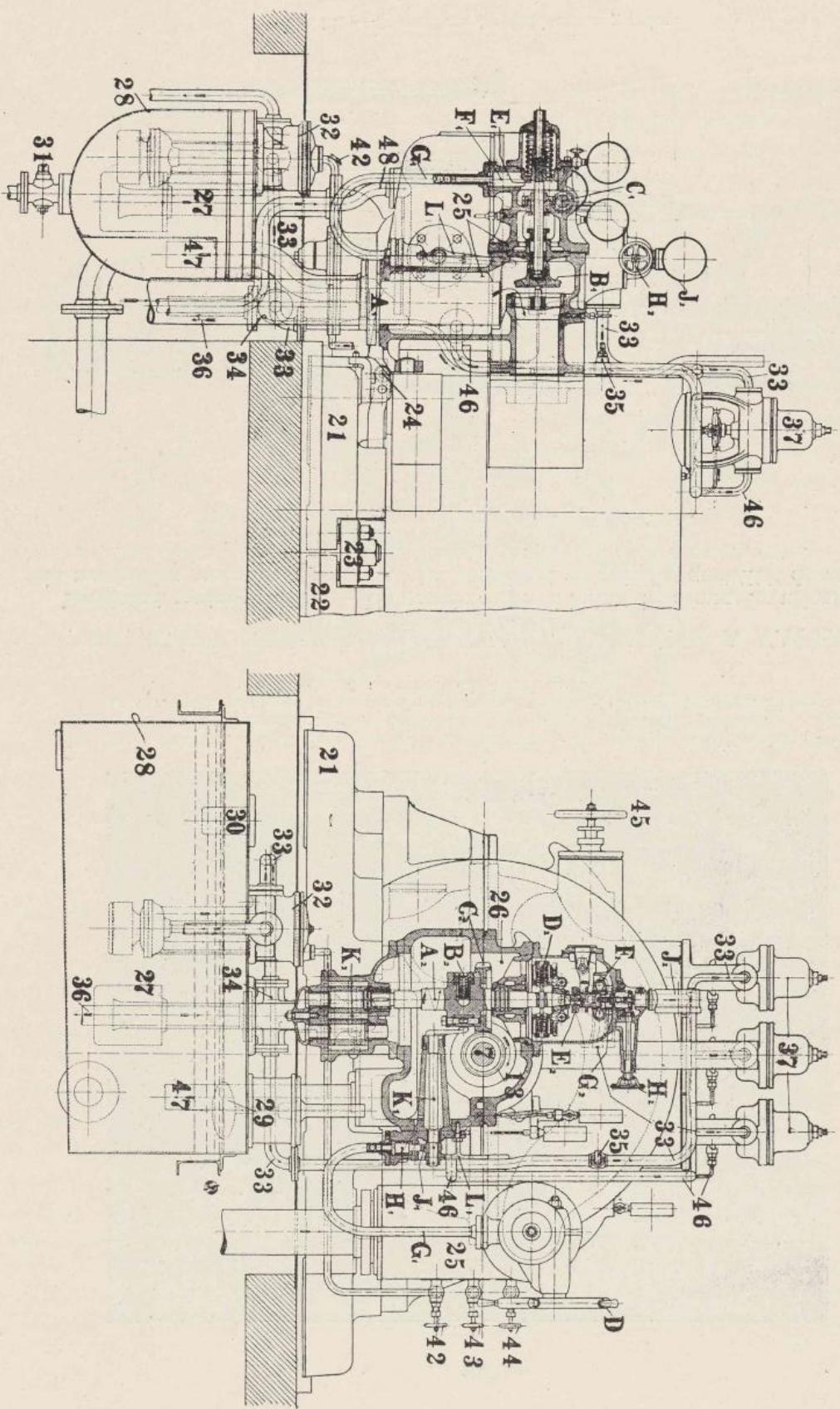
C^{IE} ÉLECTRO-MÉCANIQUE
12, Rue Portalis, PARIS (8^e)



COUPE LONGITUDINALE

NOMENCLATURE

- 1. — Cylindre. Partie inférieure.
- 2. — Cylindre. Partie supérieure.
- 3. — Cylindre. Bati de distribution.
- 4. — Cylindre. Convexe du palier de butée.
- 5. — Cylindre. Parcave du fermêtre.
- 6. — Cylindre. Convexe du palier intermédiaire.
- 7. — Arbre de turbine.
- 8. — Aléatage de l'arbre.
- 9. — Aléatage du cylindre.
- 10. — Roue à action.
- 11. — Joints à labyrinth.
- 12. — Palier de butée à billes.
- 13. — Vis sans fin.
- 14. — Coussinet n° 1
- 15. — Coussinet n° 2
- 16. — Coussinet n° 3.
- 17. — Accouplement.
- 18. — Bagne d'arrêt d'huile.
- 19. — Boîte étanche avant.
- 20. — Boîte étanche arrière.
- 21. — Plaque de fondation du groupe.
- 22. — Plaque de fondation du groupe.
- 23. — Boulons de fondation.
- 24. — Support du bati d'admission.
- 25. — Bati d'admission et déclic de fermeture automatique de la vanne d'admission.
- A1. — Brise d'arrivée de vapeur.
- B1. — Vanne d'admission.
- C1-D1. — Dispositif de commande à la main de la vanne d'admission.
- E1-F1-G1-H1-I1-L1. — Dispositif de déclenchement automatique à transmission à billes de la vanne d'admission.
- H1. — Distribution à huile avec pompe à huile à engrangées.
- A2. — Arbre de distribution.
- B2. — Régulateur de distribution.
- C2. — Roue tangente de commande de la distribution.
- D2. — Régulateur de vitesse.



E₂ F₂ G₂. — Relais de la distribution commandé par le régulateur à

33.— Tuyauterie d'huile sous pression de la distribution et des sou-

41. — Calotte d'échaufement.

H₂.— Dispositif de réglage de la vitesse à la main.
 vitesse.
 J₃.— Tachymètre.
 K₂.— Engrenages de la pompe à huile principale.
 L₂.— Réservoir de la pompe à huile principale.
 M₂.— Aspiration de la pompe à huile principale.
 N₂.— Réservoir d'huile.
 O₂.— Indicateur du niveau d'eau du réservoir d'huile.
 P₂.— Tamis de remplissage d'huile.
 Q₂.— Vidange du réservoir d'huile.
 R₂.— Turbopompe à huile auxiliaire.

34. — Tubulure de renflement de la pompe à huile.
 35. — Ponteau de réglage de la distribution d'huile.
 36. — tuyau de huile entre la pompe et le refroidisseur d'huile.
 37. — Soupeuse automatique additionnelle à huile.
 A. — Piston du servo-moteur de la soupeuse de distribution.
 B. — Tuyeres.
 C. — Secteur d'aubes directrices.
 D. — Chambre de la roue à actions.

42. — tuyauterie d'admission de vapeur de la turbo-pompe à huile.
 43. — tuyauterie d'admission de vapeur des boîtes étanches.
 44. — purge de la soupape d'admission.
 45. — dispositif de commande de la soupape de surcharge.
 46. — tuyauterie de retour d'huile des soupapes additionnelles automatiques.
 47. — tuyauterie de retour d'huile.
 48. — tuyauterie d'amende d'huile aux paliers.

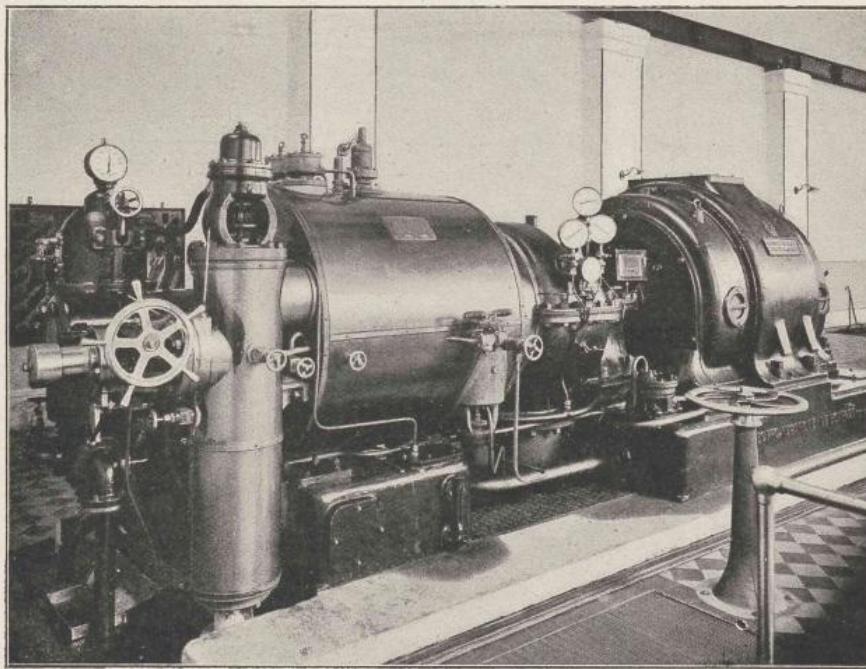


Fig. 30. — Installation de Madame Veuve Henry Mougeot. — Papeterie de Laval-Bruyères (Vosges).

Turbo-alternateur triphasé de 500 Kw, 3.000 tours, 530 volts, 50 périodes.
(La turbine de ce groupe est munie d'une prise prévue pour 4.000 kgs. de vapeur à l'heure
à une pression de 4 atm. abs.).

APPLICATIONS SPÉCIALES DE LA TURBINE A VAPEUR

Turbines à contre-pression. — Un grand nombre d'industries comme les usines d'apprêts, les teintureries, les sucreries, papeteries, etc..., utilisent de notables quantités de vapeur pour des services auxiliaires, chauffage, réchauffage de bains, séchage, cuisson, etc...

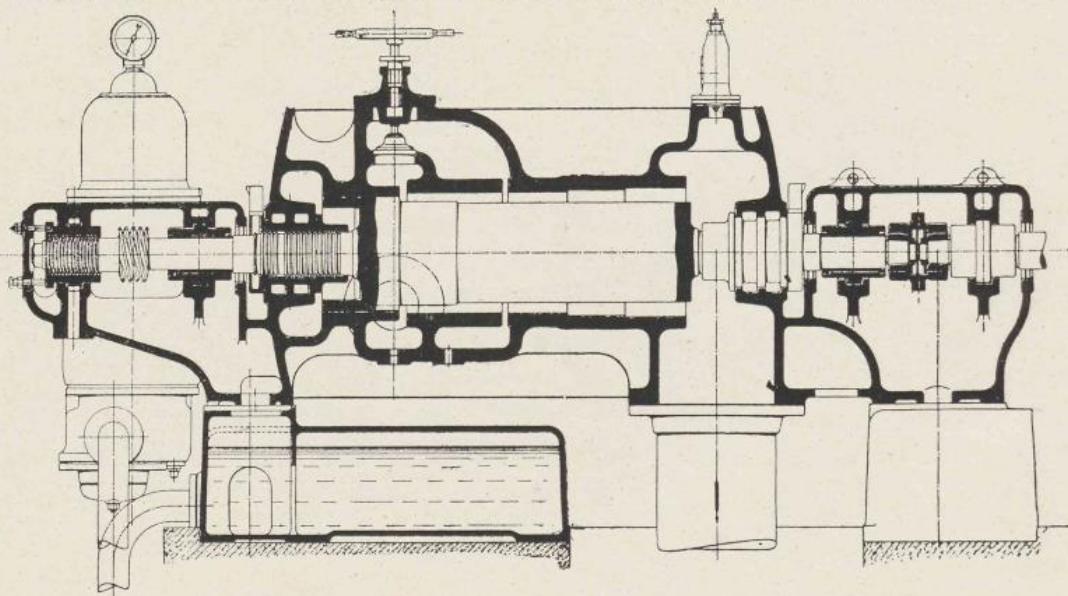


Fig. 31. — Coupe d'une turbine à contre-pression.

Au lieu de prélever directement cette vapeur sur les chaudières et d'en réduire la pression au moyen de détendeurs, ces industries emploient maintenant avec avantage des turbines construites pour fonctionner en laissant échapper leur vapeur à la pression voulue pour ces services auxiliaires ; ces turbines sont dites turbines à contre-pression. La vapeur sortant d'une turbine est, comme on le sait, absolument exempte d'huile et peut être employée à tous usages.

La valeur de la contre-pression nécessaire varie suivant les industries ; elle est en général de 1 à 2 kgs au-dessus de la pression atmosphérique pour les sucreries ; elle atteint 3 à 4 kgs au moins dans les usines d'apprêts. Certaines turbines ont même été construites pour fonctionner avec une contre-pression atteignant 7 k. 5.

Comme construction, la turbine à contre-pression ne se distingue du type normal de machines à condensation que par la suppression de la partie à basse pression.

La quantité de vapeur étant plus importante, les sections de passage dans la partie à haute pression sont suffisantes pour que l'ailetage à réaction puisse y être utilisé d'une façon avantageuse et la turbine à contre-pression, pourra généralement être construite sans roue à action et être en conséquence du système Parsons.

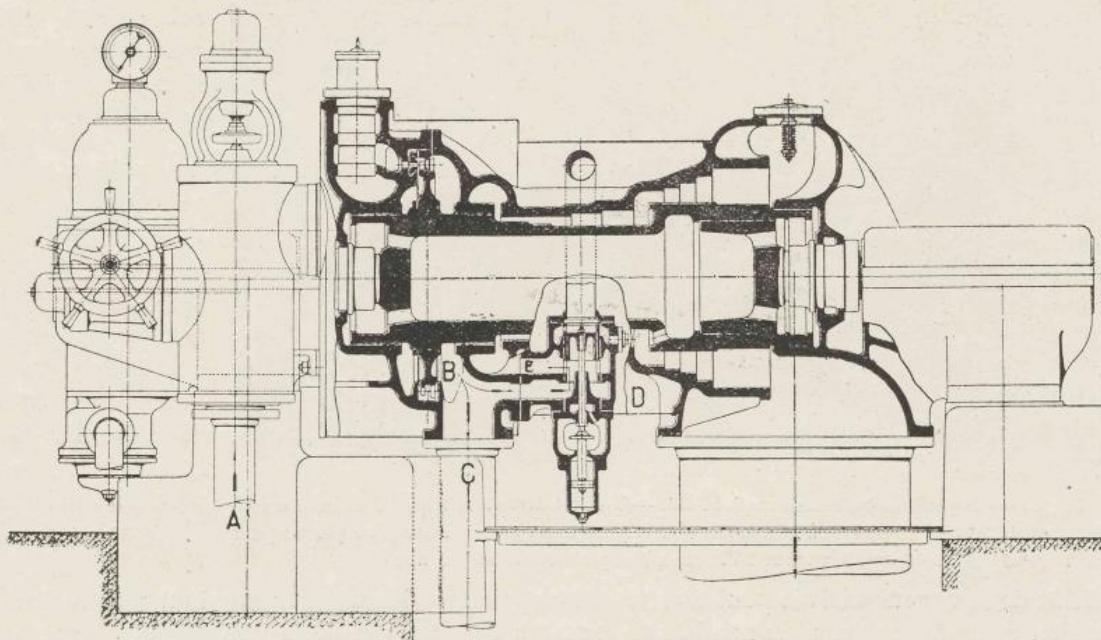


Fig. 32. — Coupe d'une turbine à prise de vapeur.
C à la conduite de chauffage. — D Soupe de prise de vapeur. — E à la partie basse pression.

La figure 31 représente une de ces turbines à contre-pression.

Turbines à prise de vapeur. — Les turbines à contre-pression sont employées principalement dans les installations où la demande de force motrice varie en même temps et dans

le même sens que la demande de vapeur pour les services auxiliaires, mais lorsque la quantité de vapeur nécessaire pour ces services auxiliaires varie dans de notables proportions alors que la demande de force motrice reste constante, la turbine à contre-pression est avantageusement remplacée par la turbine à prise de vapeur.

Cette turbine est construite pour fonctionner à condensation, mais comporte une valve permettant de prélever, en un point convenablement choisi de la détente, la quantité de vapeur nécessaire aux besoins des services auxiliaires ; le point de la détente dépend de la pression demandée par les appareils d'utilisation.

La figure 32 donne la coupe d'une turbine Brown, Boveri-Parsons du type combiné avec prise de vapeur. La vapeur après s'être détendue en passant dans la roue à action arrive dans une chambre B, d'où une partie est emmenée par le tuyau C vers les appareils d'utilisation ; le reste revient dans la partie à basse pression en passant par la valve automatique D. Cette partie à basse pression est séparée de la partie à haute pression par un joint à labyrinthe.

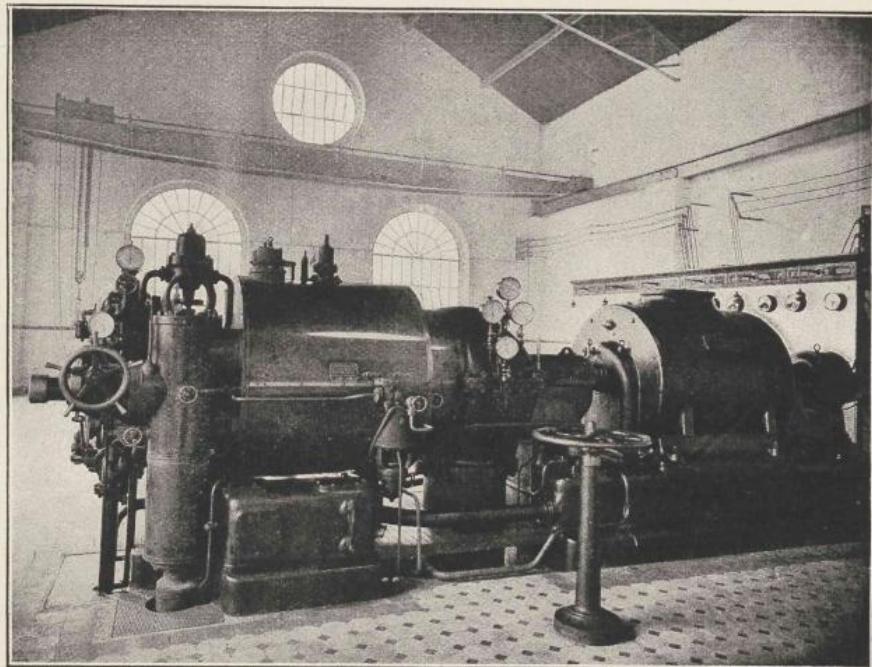


Fig. 33. — Papeteries des Mureaux (S.-et-O.). — Turbo-alternateur triphasé de 500 kw., 3.000 tours, 525 volts, 50 périodes. (La turbine de ce groupe est munie d'une prise prévue pour 2.000 kgs de vapeur à l'heure à une pression de 3 atm. abs.)

le débit de la vapeur dérivée peut ainsi varier depuis zéro jusqu'à son maximum sans que la pression de cette vapeur ni le nombre de tours ou la puissance de la turbine en soit modifié.

Cette valve permet d'ailleurs de faire varier entre certaines limites, suivant les exigences momentanées des machines et de la fabrication, la pression de la vapeur dérivée pour laquelle la turbine a été construite. C'est ainsi que si cette pression est de 4 atmosphères par exemple, on pourra obtenir à la prise de vapeur une pression supérieure ou inférieure à ce chiffre de 1/2 atmosphère environ.

Il y a lieu de remarquer que, lorsque la turbine marche uniquement à condensation

sans aucun prélèvement de vapeur, le fonctionnement est à peu près aussi économique que celui d'une turbine normale de même puissance construite pour marcher à condensation.

D'ailleurs, grâce à l'emploi pour ce genre de machines, de turbines du type combiné, les consommations de vapeur à faible charge ou avec une quantité de vapeur dérivée très variable sont bonnes sur toute l'échelle, du fait que l'admission de vapeur dans la turbine est réglée, suivant la demande, par les valves automatiques ouvrant un nombre plus ou moins grand de tuyères.

Dans certaines installations qui, pour l'alimentation de leurs services auxiliaires, employaient de la vapeur prélevée directement sur les chaudières après son passage dans des détendeurs et qui, par la suite, ont installé des turbines Brown-Boveri-Parsons à prise de vapeur, les résultats obtenus ont montré que l'économie de combustible réalisée était telle que les frais de première installation se trouvaient complètement amortis en fort peu de temps.

On comprend, par suite, la faveur que la turbine Brown-Boveri-Parsons à prise de vapeur a rencontré dans les industries de ce genre et particulièrement dans l'industrie textile.

Turbines à vapeur d'échappement. — Ces turbines sont construites pour être alimentées par de la vapeur provenant de machines à vapeur fonctionnant à échappement libre, comme par exemple les machines d'extraction de mines, les machines actionnant les lamoins, etc..., l'admission se fait donc à une pression absolue peu différente de la pression atmosphérique et il est par suite du plus grand intérêt de réaliser des vides élevés au condenseur.

Si la quantité de vapeur fournie par la ou les machines à vapeur est constante et que les périodes d'arrêt de cette machine ne soient que de quelques secondes, comme dans les machines de mines, il suffit, en général, pour régulariser le débit de vapeur et parer à des moments d'arrêt, d'interposer entre la machine et la turbine un accumulateur de vapeur qui emmagasine la vapeur et la restitue sous forme d'un flux régulier.

Si au contraire la quantité de vapeur à basse pression est variable alors que la demande de puissance reste constante, il faut prévoir la possibilité d'alimenter la turbine avec de la vapeur prise directement aux chaudières et dont la pression est avant l'admission réduite à la valeur pour laquelle la turbine est construite.

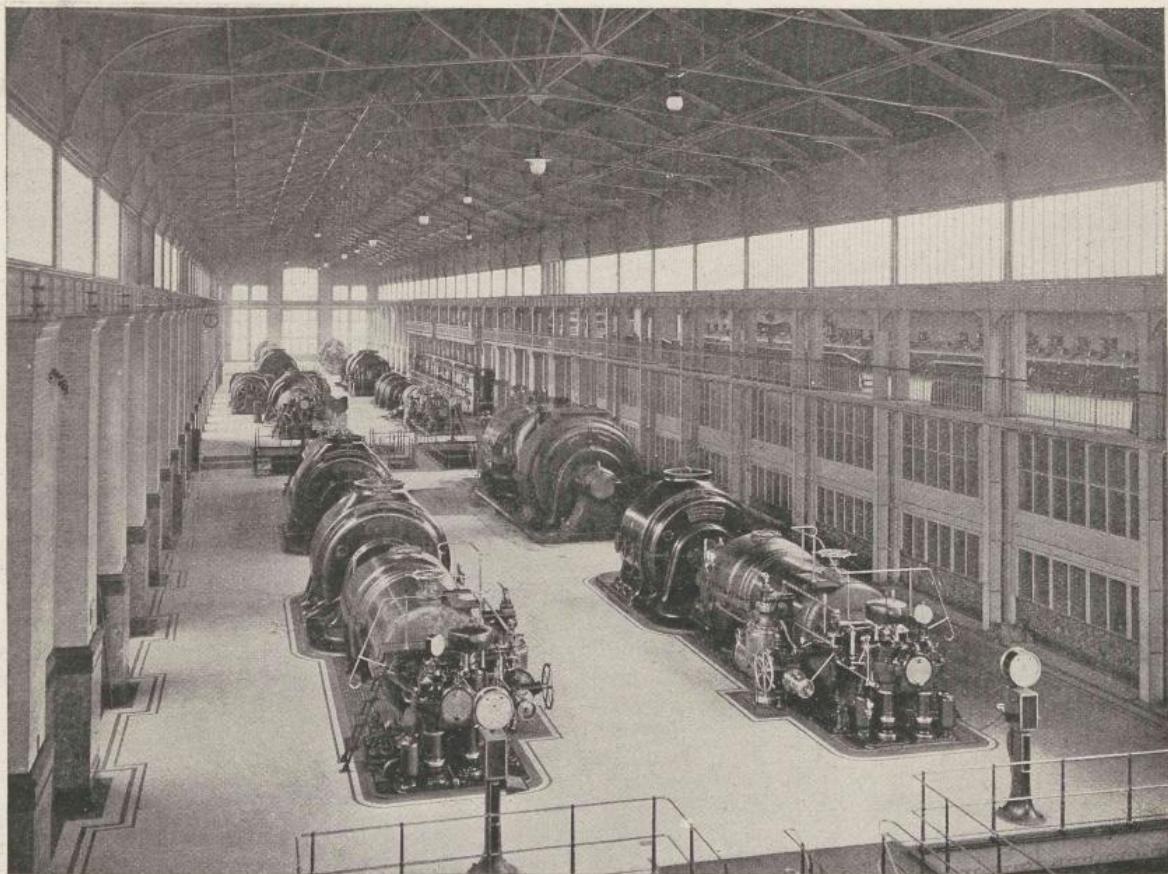
Cette prise de vapeur ainsi que le détendeur doivent être établis pour laisser passer la quantité de vapeur supplémentaire nécessaire pour permettre à la turbine de maintenir la charge. Par suite si, à certains moments, la vapeur d'échappement fait défaut, il faut que la prise de vapeur soit suffisante pour fournir la quantité de vapeur qui correspond à la marche à pleine charge de la machine.

Dans le cas où le besoin de vapeur supplémentaire se fait sentir à des moments imprévus, la vanne de prise de vapeur à la chaudière, au lieu d'être manœuvrable à la main, doit être automatique, de façon à s'ouvrir et à se fermer elle-même suivant que la quantité de vapeur à basse pression est suffisante ou non pour satisfaire à la demande de force motrice.

Turbines à deux vapeurs. — Pour éviter ces détendeurs et les pertes d'énergie auxquelles ils donnent lieu, on emploie avantageusement des turbines dites à 2 vapeurs; ce sont des turbines à basse pression comportant également un corps à haute pression construit pour recevoir directement la vapeur venant des chaudières, lorsque le débit de vapeur à basse pression devient insuffisant.

Ce corps à haute pression peut être prévu, soit pour développer à lui seul la puissance que fournirait normalement la turbine lorsqu'elle est alimentée exclusivement par de la vapeur à basse pression, soit au contraire pour ne développer qu'une fraction de cette puissance.

Le passage de la marche avec de la vapeur à basse pression à la marche avec de la vapeur à haute pression se fait automatiquement sous l'action des régulateurs ; la turbine à haute pression n'entre en jeu qu'au moment où la quantité de vapeur à basse pression devient insuffisante et inversement, l'admission de la vapeur fraîche est coupée dès que la quantité de vapeur à basse pression redevient suffisante pour assurer à elle seule la puissance demandée à la turbine.



SOCIÉTÉ d'ÉLECTRICITÉ de PARIS. — Usine de Saint-Denis.

La salle des machines comporte : 1 **turbo-alternateur** de 11.000 kw., 10 **turbo-alternateurs** de 6.000 kw.
et 1 **turbo-dynamo** de 300 kw.



COMPAGNIE PARISIENNE de DISTRIBUTION d'ÉLECTRICITÉ (Usine Nord) à Saint-Ouen
Vue de la Salle des machines comportant 5 **turbines à vapeur** sur huit du système « Brown, Boveri-Parsons »
d'une puissance unitaire de 22.500 chevaux.

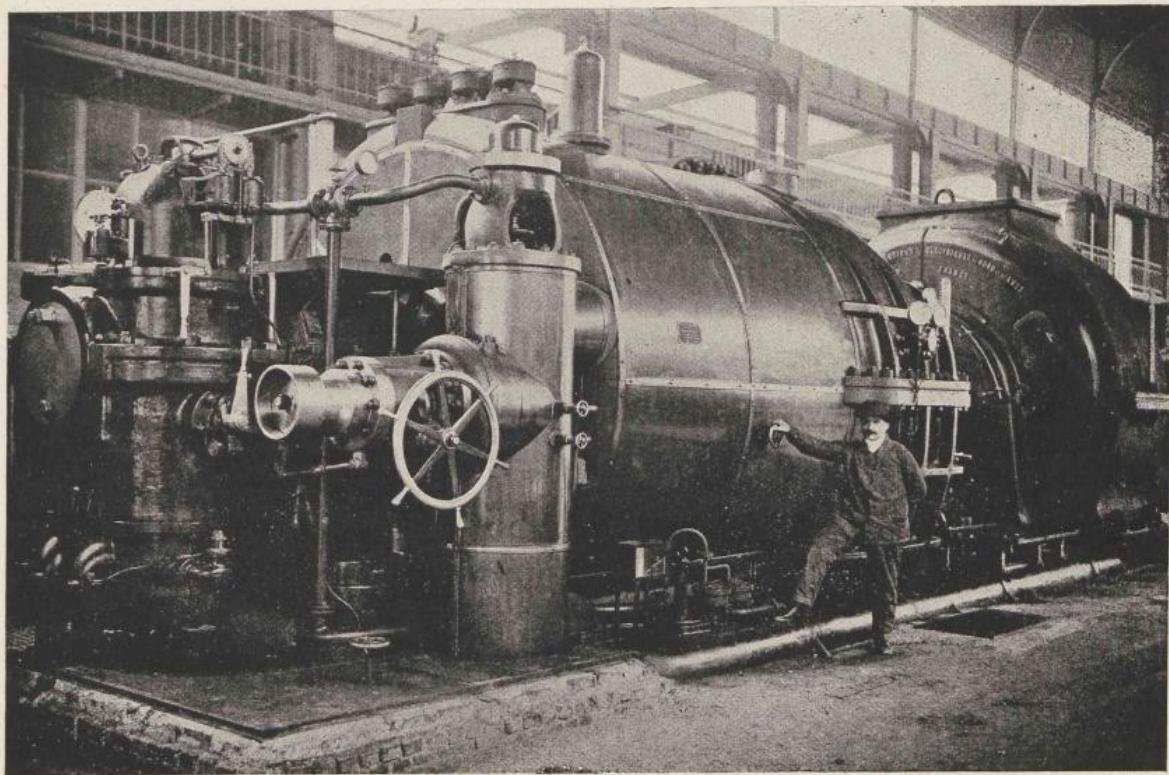
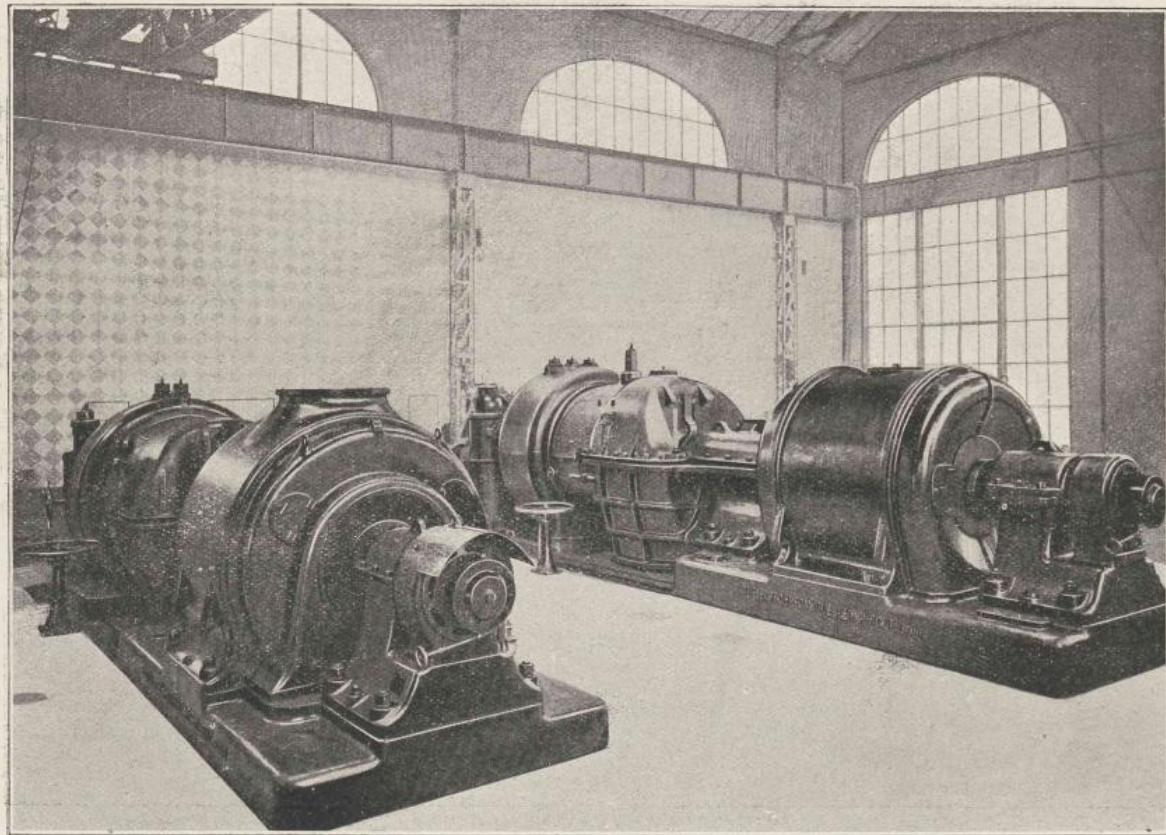
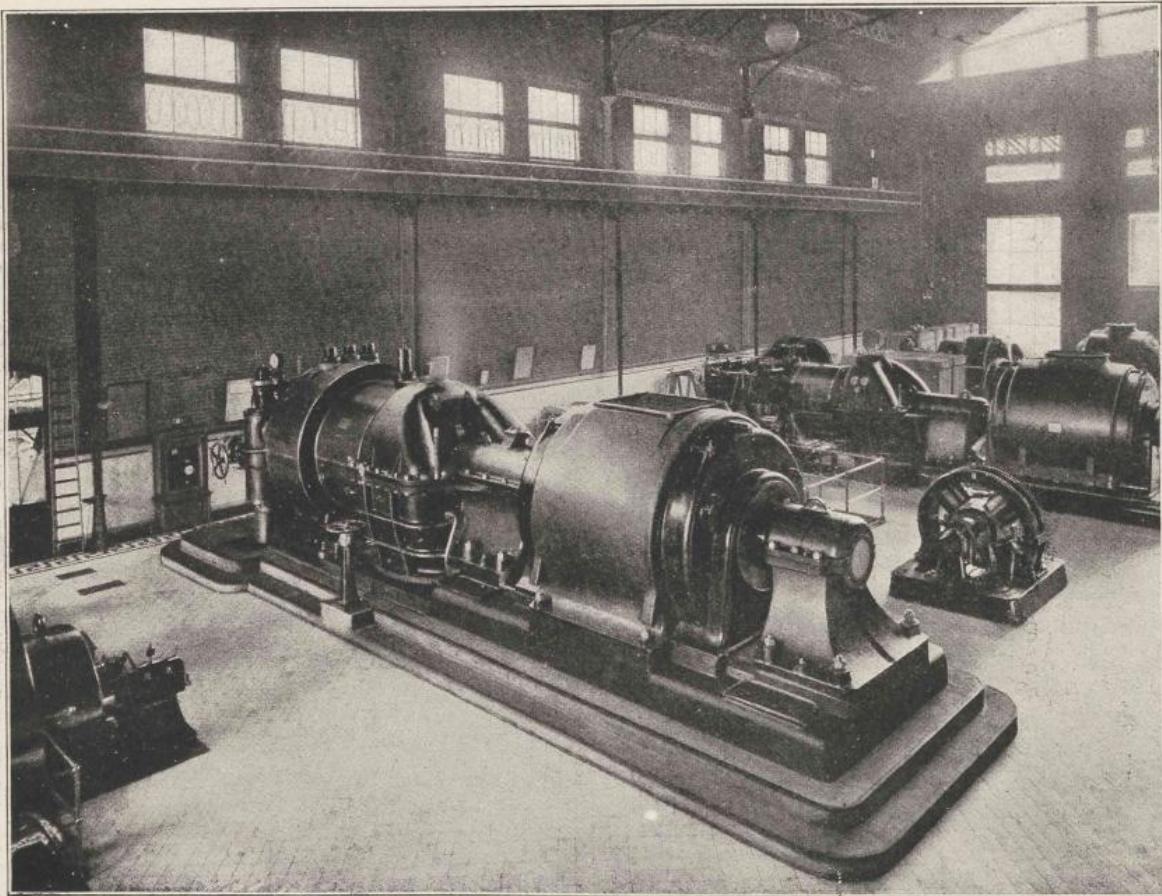


Fig. 22. — Turbine à vapeur de 25.000 chevaux, 750 tours installée à la SOCIÉTÉ d'ÉLECTRICITÉ de PARIS à Saint-Denis



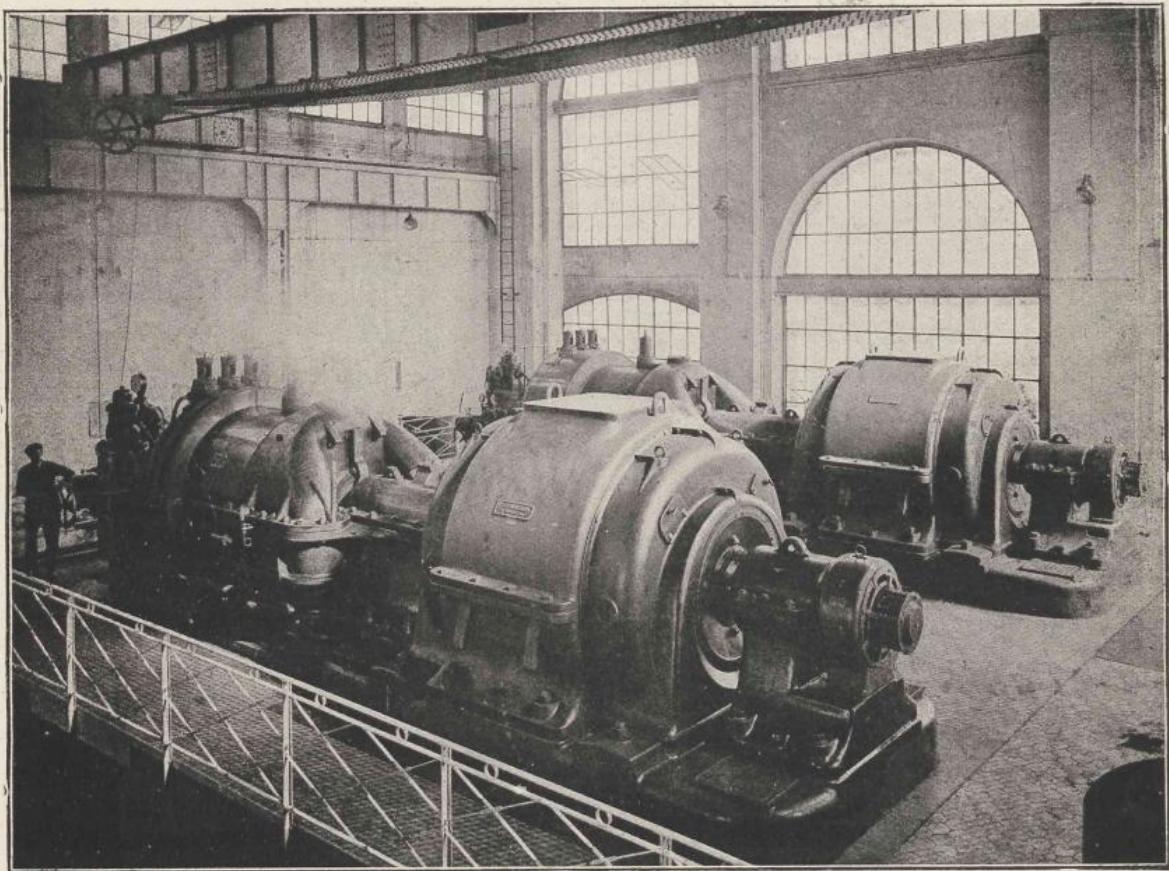
COMPAGNIE LORRAINE d'ÉLECTRICITÉ à NANCY (Meurthe-et-Moselle)

2 Turbo-alternateurs triphasés de 10.000 et 4.000 chevaux, 1.500 tours par minute, 5.500 volts, 50 périodes.

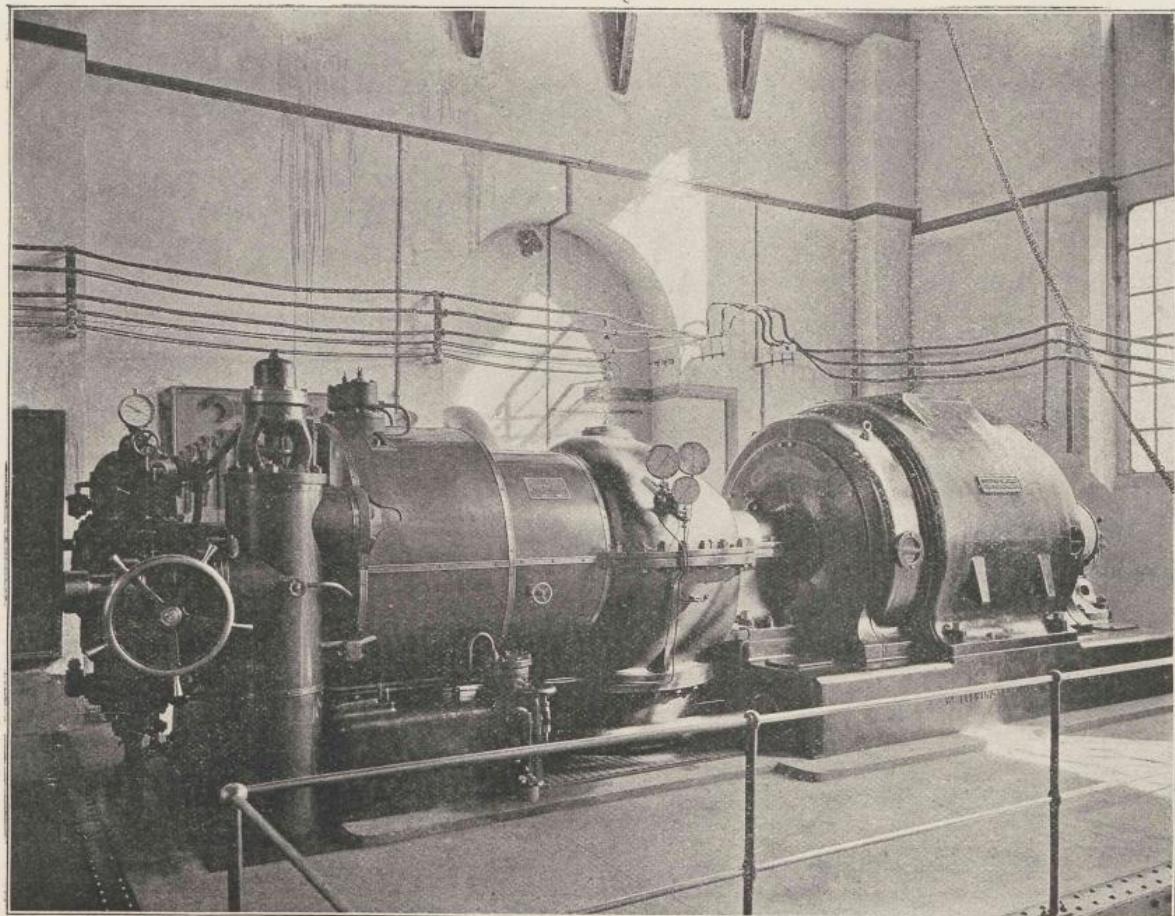


COMPAGNIE des TRAMWAYS ELECTRIQUES de LILLE et de sa BANLIEUE

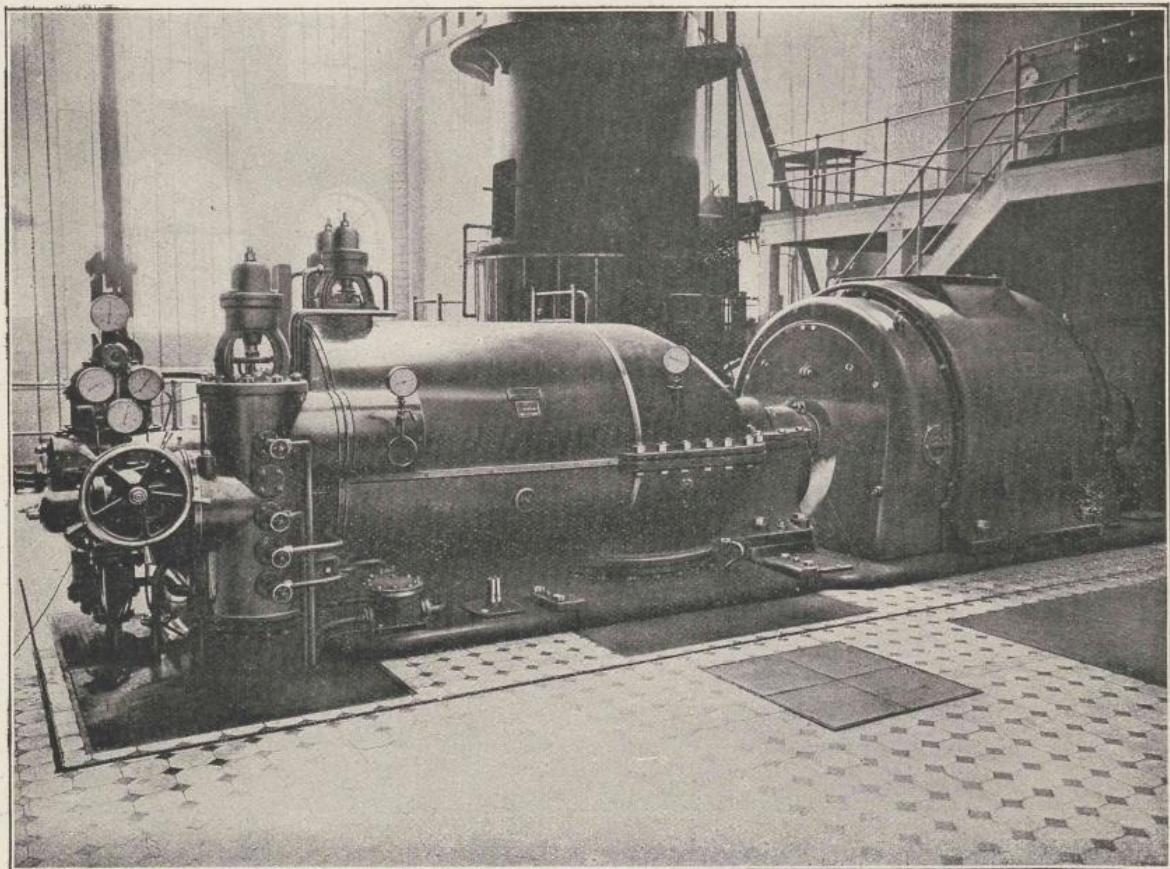
Turbo-alternateur triphasé de 10.000 chevaux } 1.500 tours par minute,
Turbo-alternateur triphasé de 6.000 chevaux } 5.500 volts, 25 périodes.



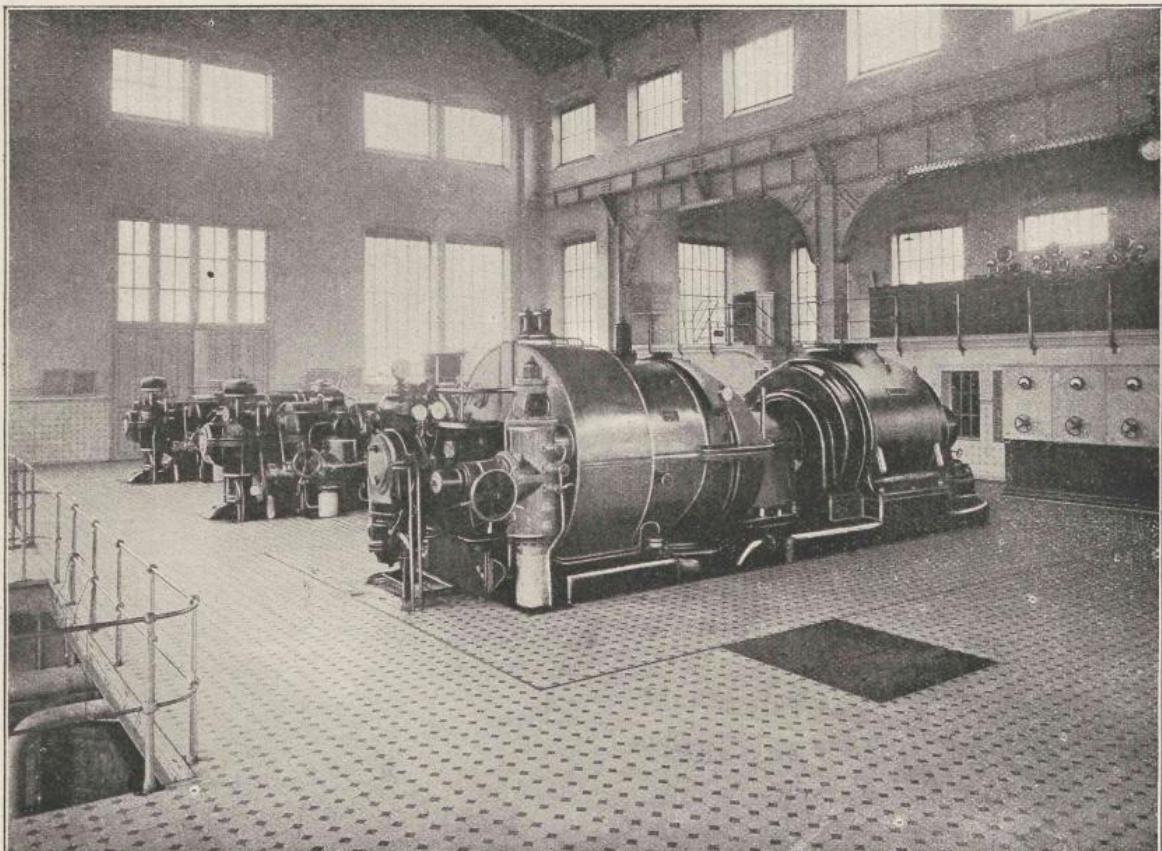
COMPAGNIE d'ÉLECTRICITÉ de l'EST-PARISIEN (Est-Lumière), à Alfortville.
Deux **turbo-alternateurs** triphasés de chacun 9.000 chevaux - 1.500 tours par minute - 5.250 volts - 50 périodes.



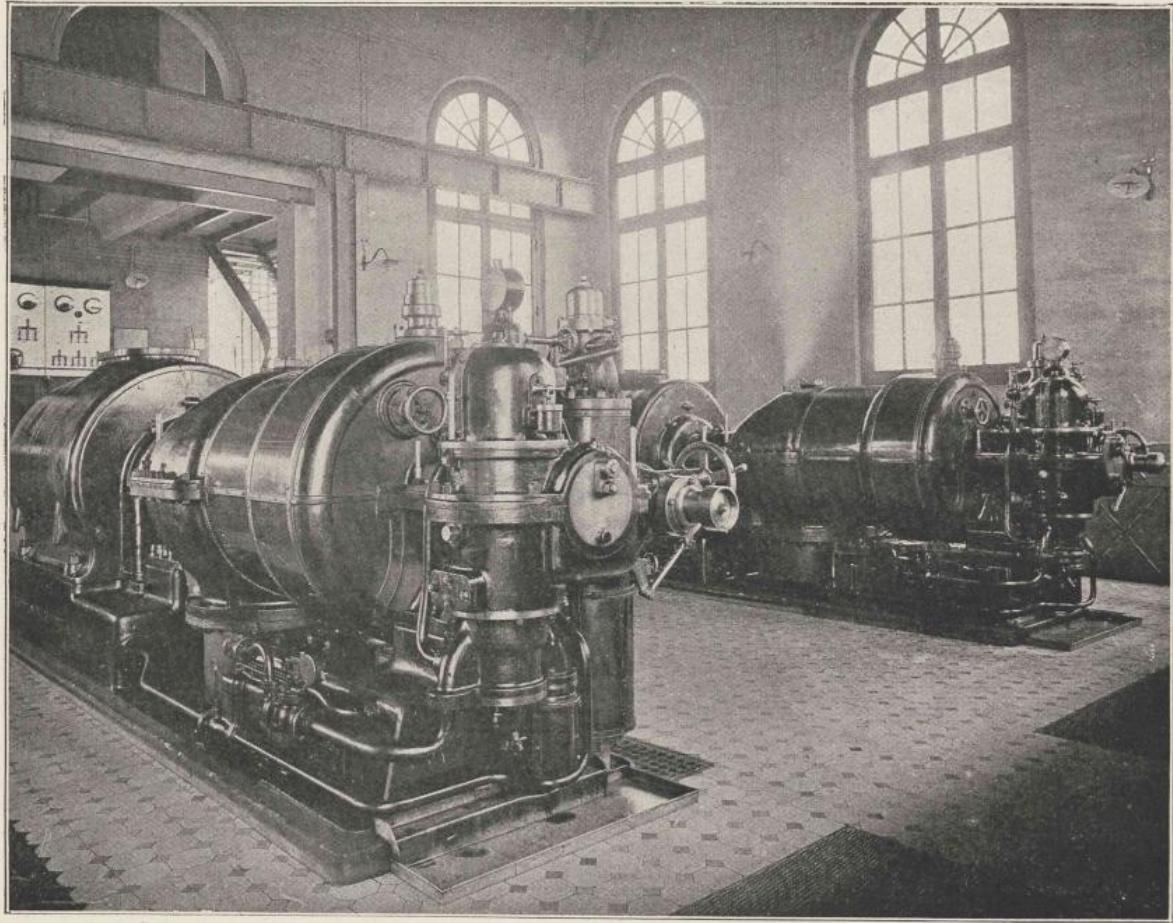
ENERGIE ÉLECTRIQUE du CENTRE, à MONTLUÇON
Turbo-alternateur triphasé de 3.000 chevaux, 3.000 tours par minute, 3.800 volts, 50 périodes.



SOCIÉTÉ du GAZ et d'ÉLECTRICITÉ à Marseille.
Turbo-alternateur triphasé de 3.000 chevaux, 3.000 tours par minute, 5.300 volts, 50 périodes.

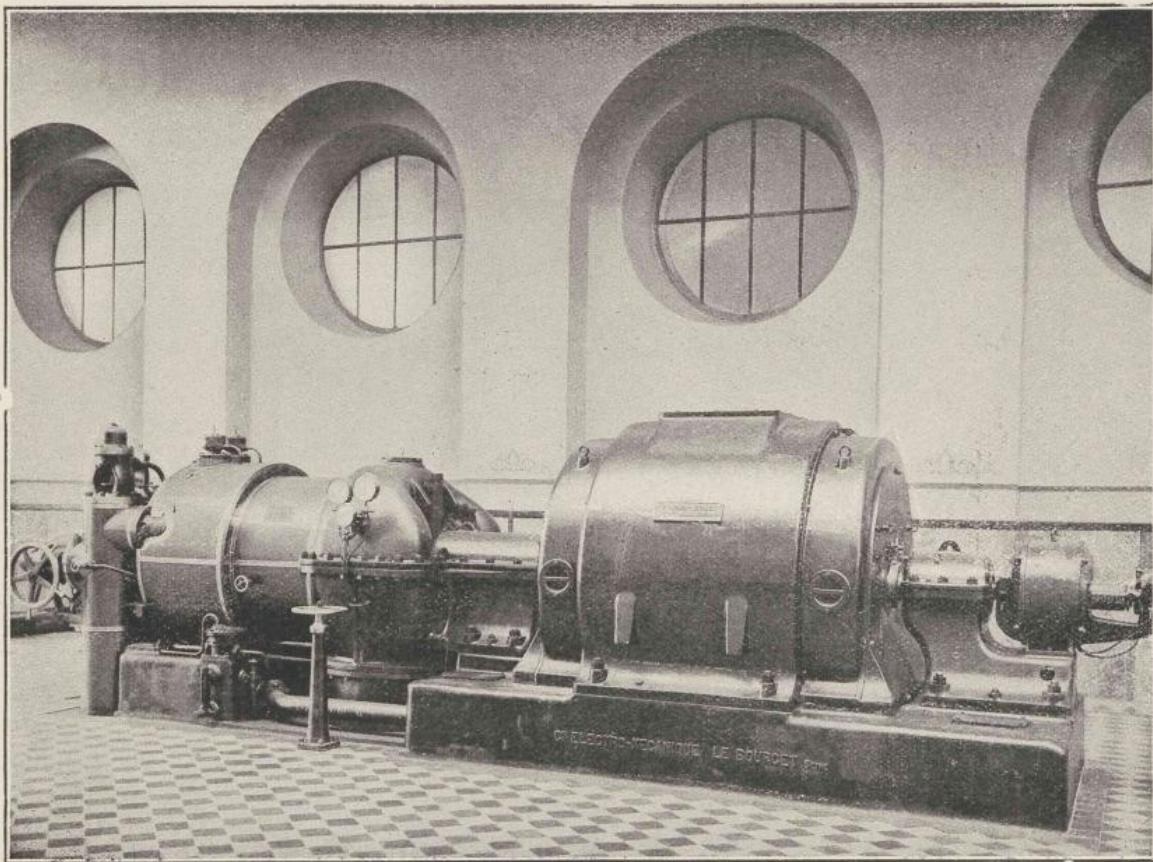


SOCIÉTÉ HOUILLÈRE DE LIÉVIN (Pas-de-Calais)

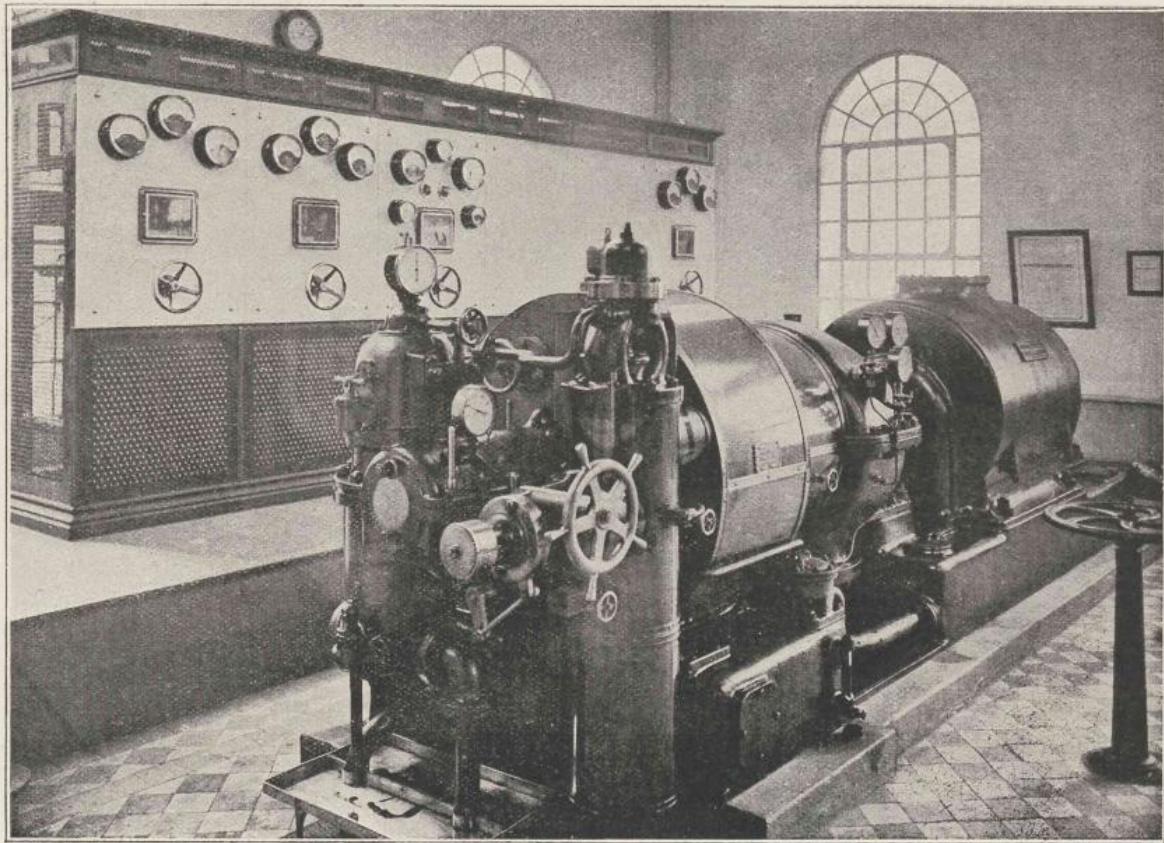


SOCIÉTÉ ANONYME des HOUILLÈRES et du CHEMIN de FER d'ÉPINAC (Saône-et-Loire)

2 Turbo-alternateurs triphasés de chacun 1.500 chevaux, 3.000 tours par minute, 5.250 volts, 50 périodes.
Un autre Turbo-alternateur de 4.000 chevaux est actuellement en construction.



SOCIÉTÉ des MINES DE LANDRES (Meurthe-et-Moselle).
Turbo-alternateur triphasé de 3.000 chevaux - 3.000 tours par minute - 3.200 volts - 50 périodes.



SOCIÉTÉ des HAUTS FOURNEAUX de MAXÉVILLE

Turbo-alternateur triphasé de 750 chevaux, 3.000 tours par minute, 3.150 volts, 50 périodes et Tableau de distribution.

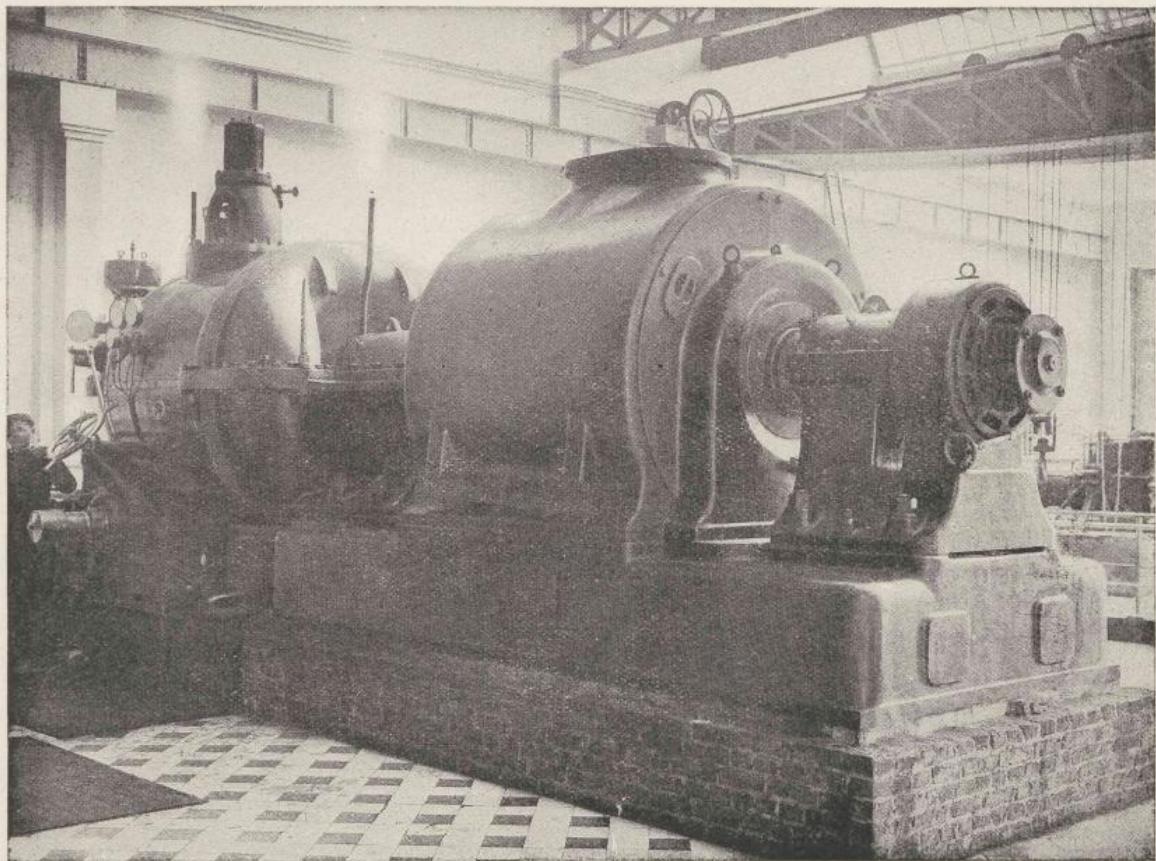


Fig. 29. — COMPAGNIE des MINES d'ANZIN (Fosse Ledoux).
Turbo-alternateur triphasé à vapeur d'échappement de 1.000 KW 1.500 tours, 5.250 volts, 25 périodes,

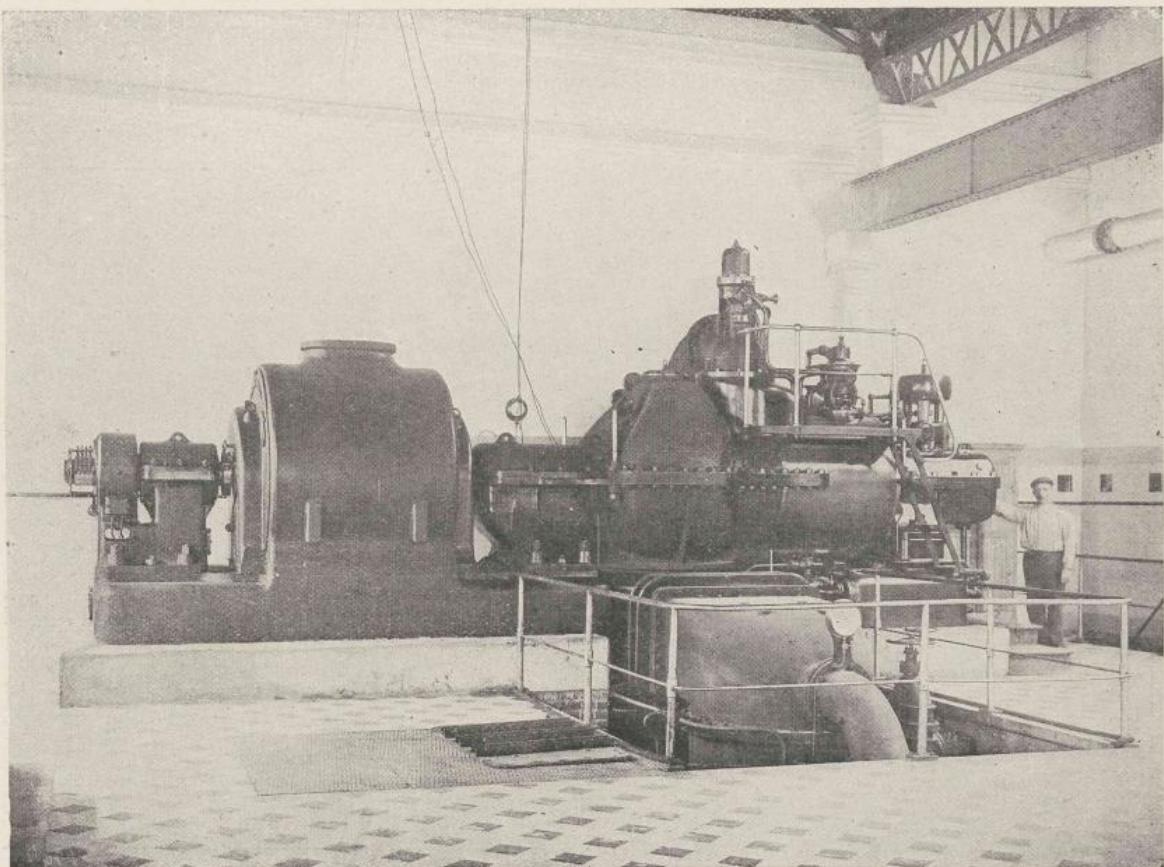
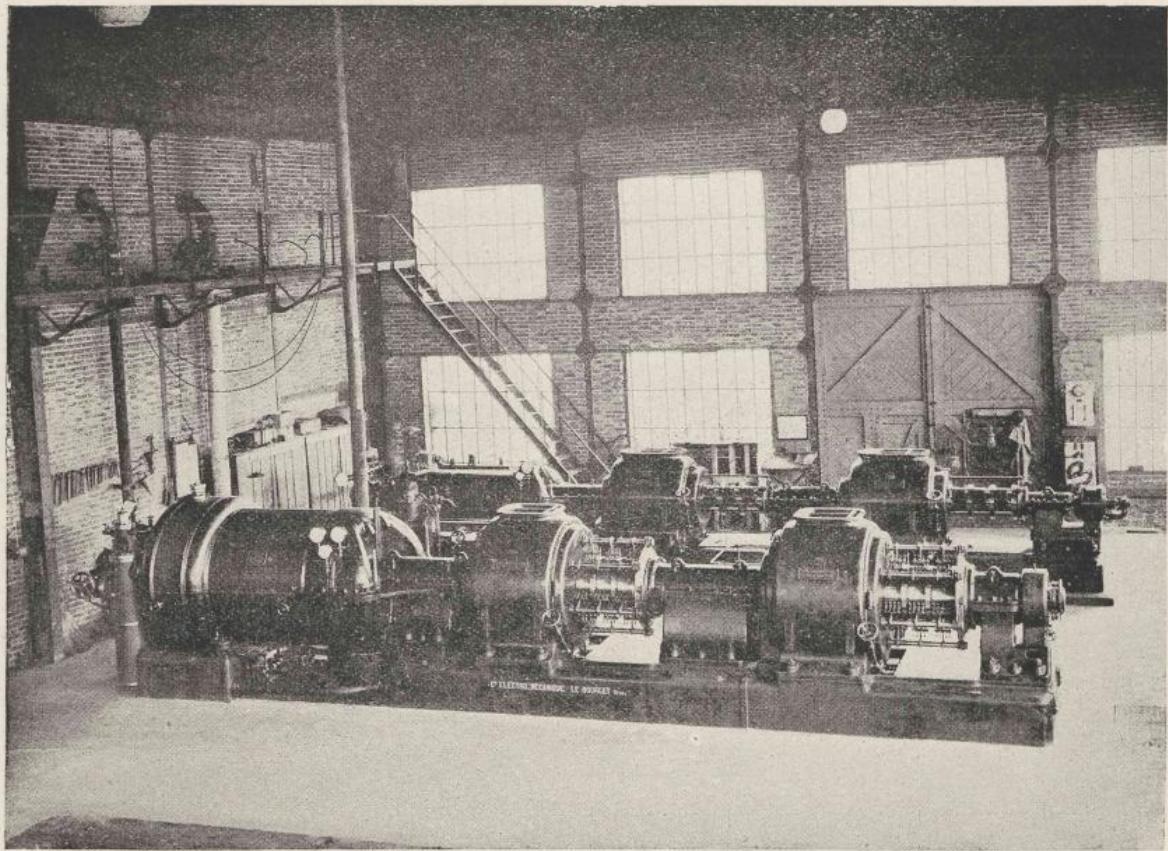
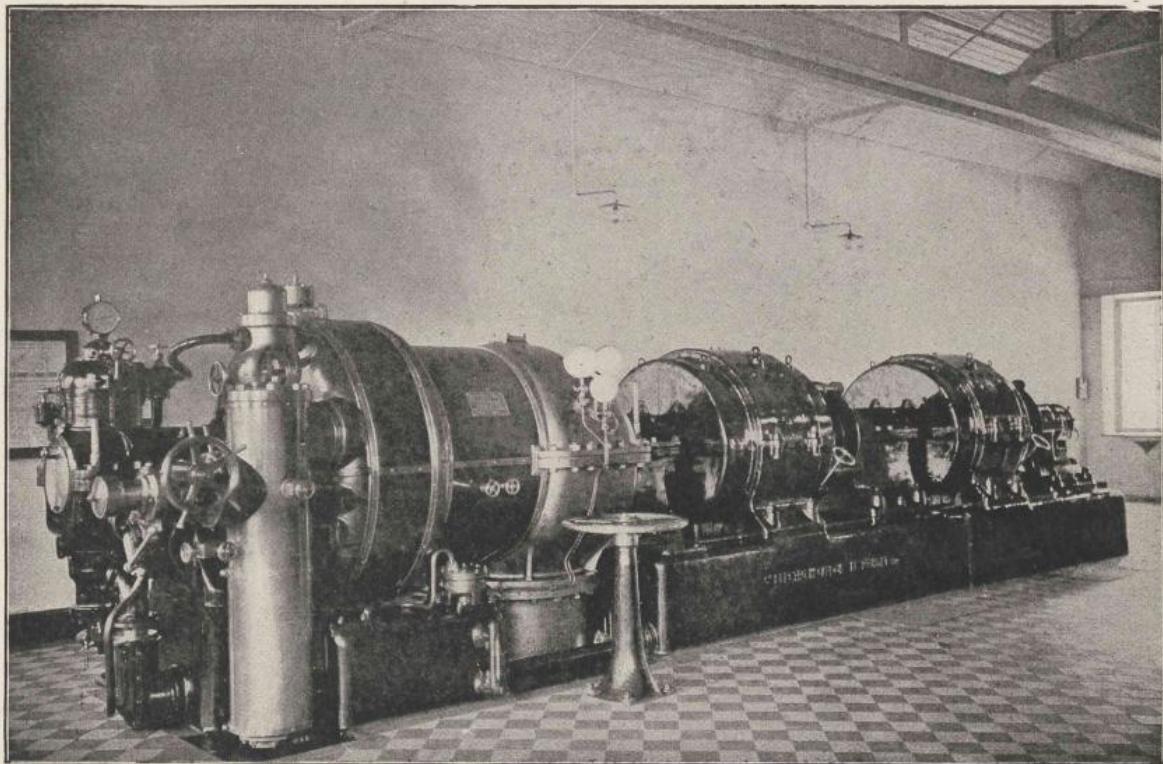


Fig. 30. — COMPAGNIE des MINES d'ANZIN (Fosse Hérim) :
Turbo-alternateur triphasé à 2 vapeurs de 740 Kw, 1.500 tours, 5.250 volts, 25 périodes. La turbine de ce groupe est prévue pour être alimentée avec de la vapeur vive à 7 kgs 5 de pression et avec de la vapeur d'échappement à 1.1 kg abs

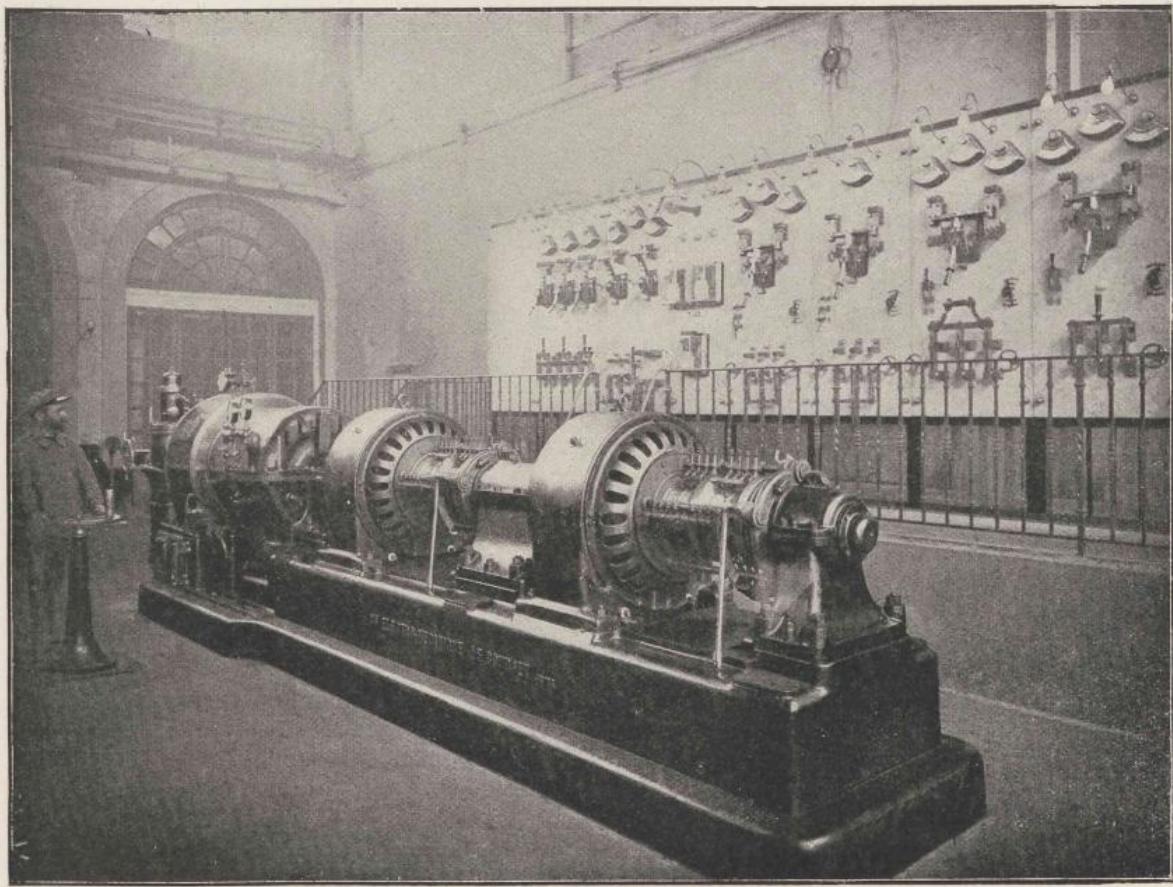


COMPAGNIE des FORGES et ACIÉRIES de la MARINE et d'HOMÉCOURT, à Saint-Chamond.
Deux **turbo-dynamos** à courant continu de 900 et 1.800 chevaux, 2×300 volts.

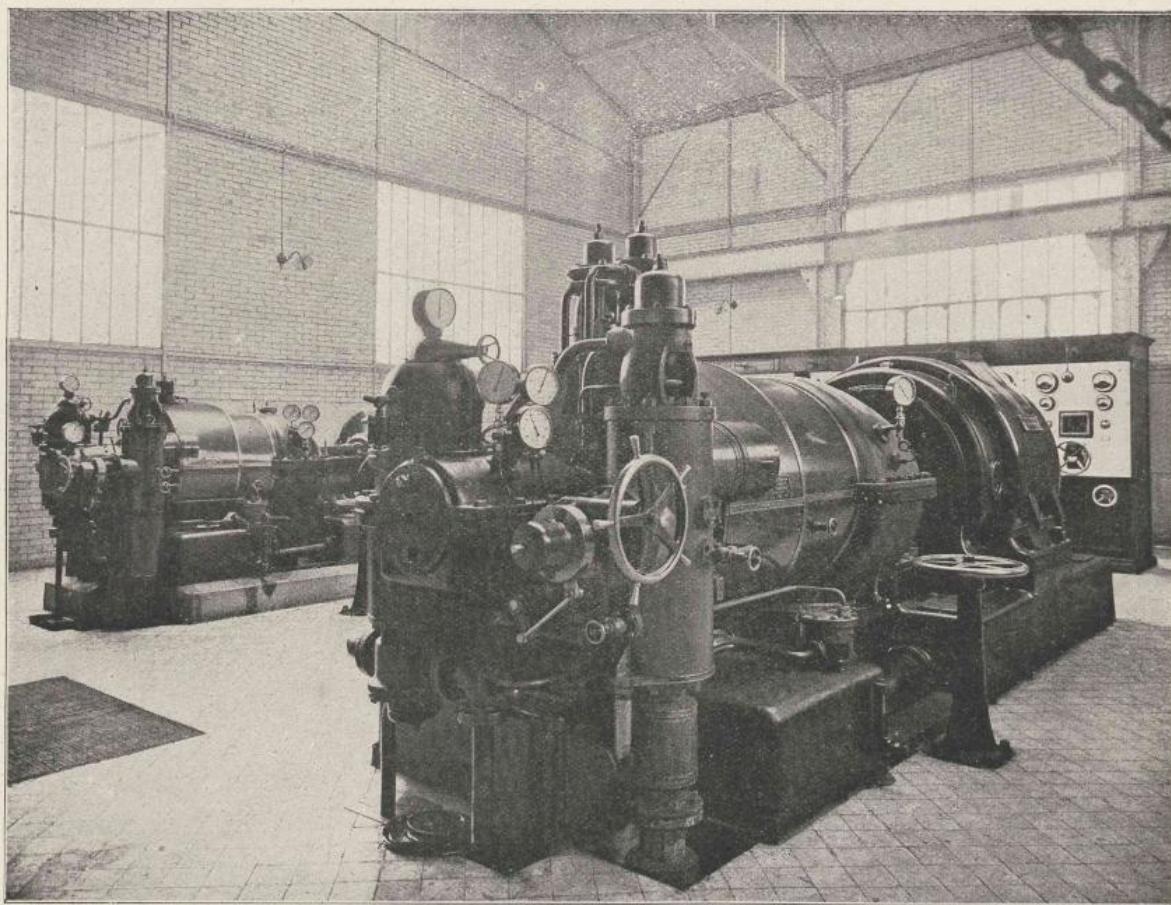


FORGES ET ACIÉRIES DE COMMERCY.

Turbo-dynamo tandem de 1.620 chevaux, 2.600 tours par minute 2×550 volts.,
(Un autre turbo-groupe de 600 chevaux est installé dans la même Station Centrale).

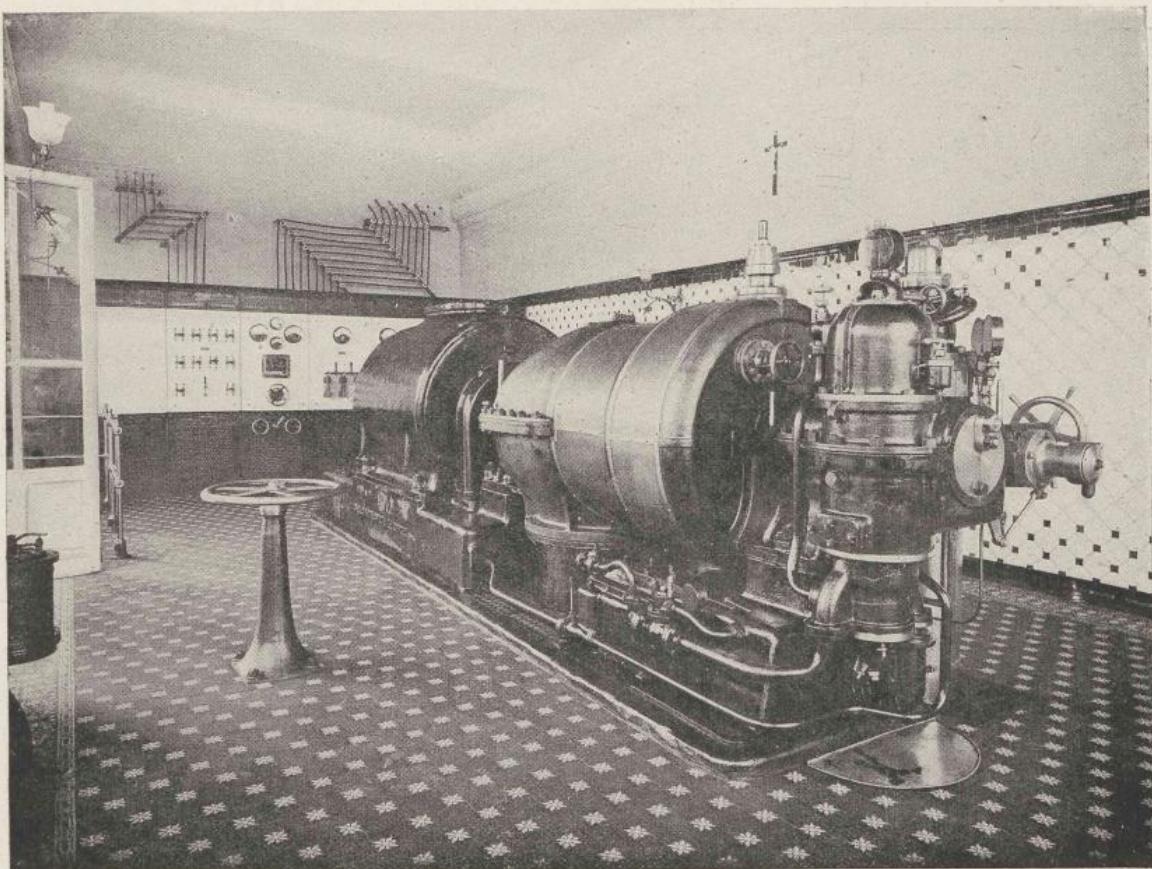


ATELIER de CONSTRUCTION DE LYON
Turbo-dynamo tandem de 450 chevaux, 3.000 tours par minute, 2×150 volts.

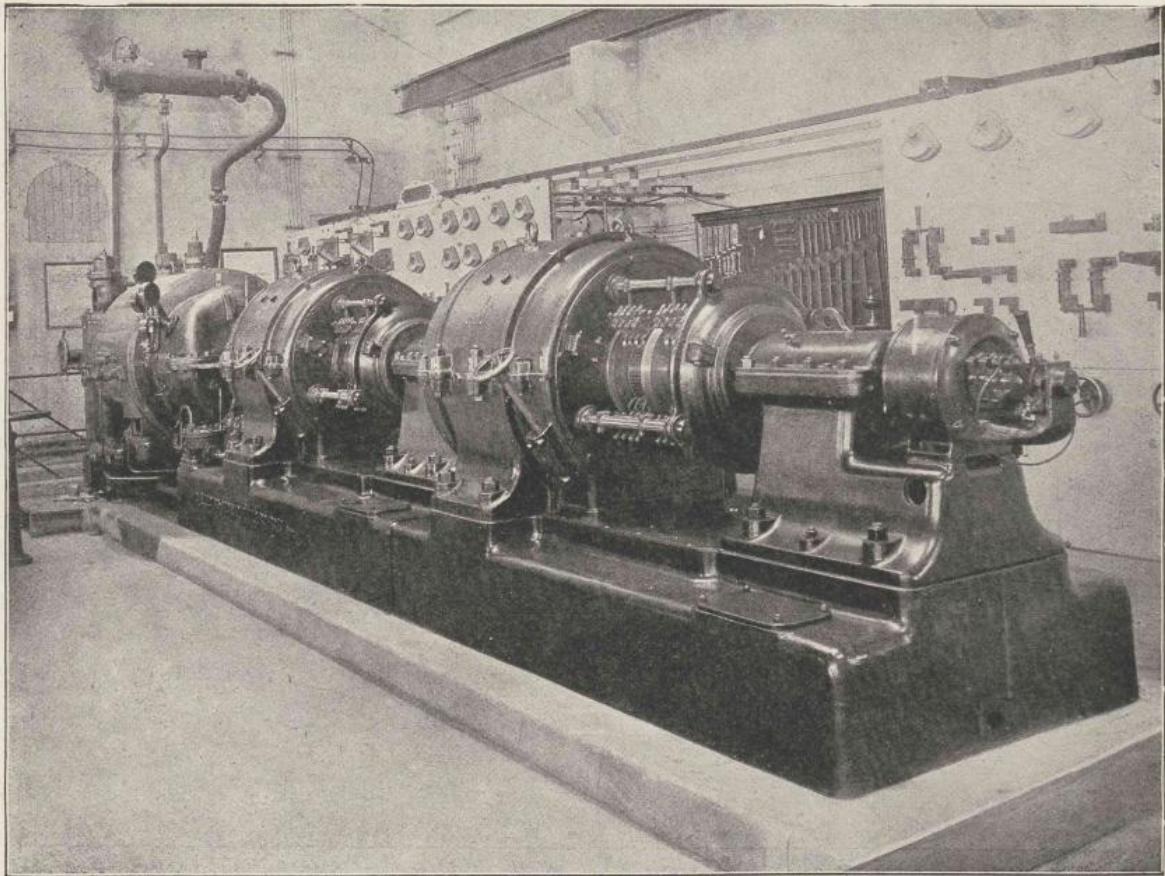


FABRIQUE de CIMENTS de PORTLAND à PERSAN-BEAUMONT (Seine-et-Oise)

Turbo-alternateur triphasé de 1.500 chevaux	{	3.000 tours par minute.
Turbo-alternateur triphasé de 400 chevaux	{	525 volts, 50 périodes.



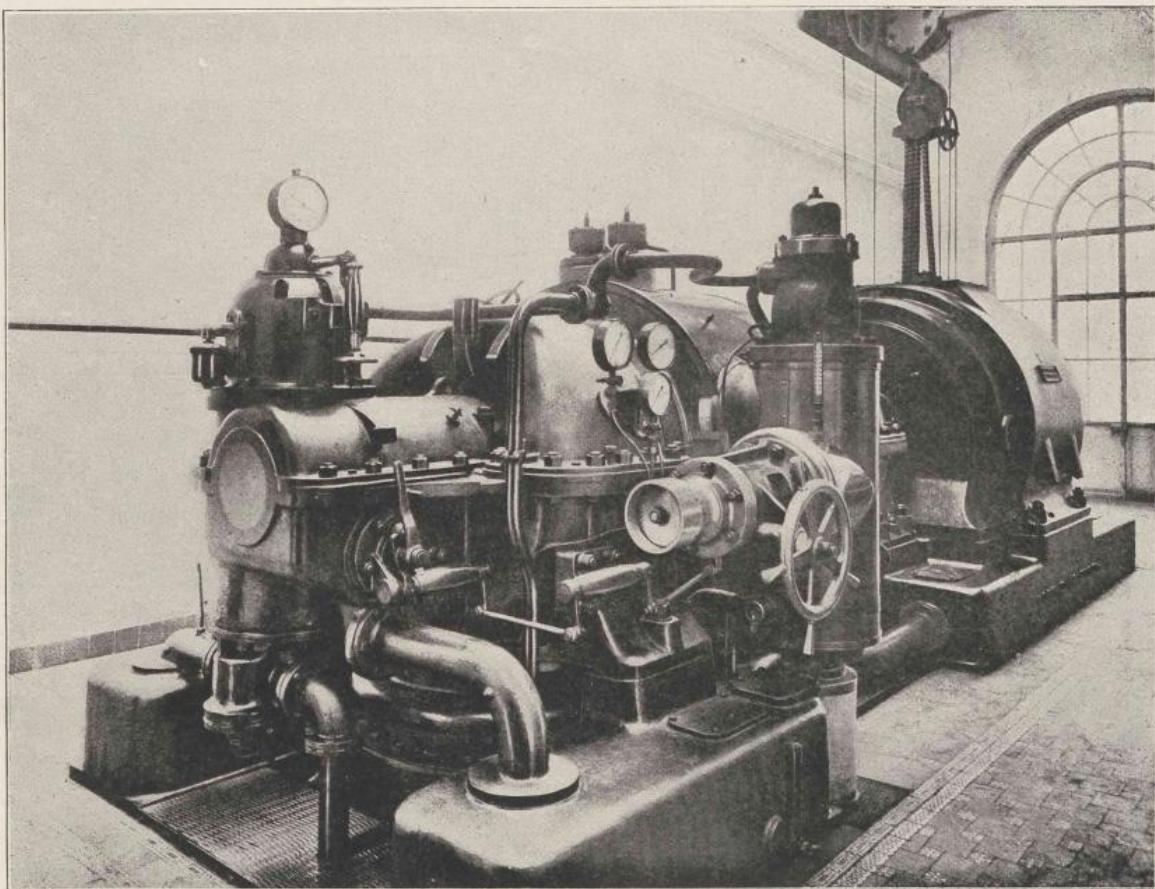
MM. CAULLIEZ et DELAOUTRE, Filateurs à Tourcoing.
Turbo-alternateur de 1.500 chevaux - 3.000 tours à la minute - 200 volts - 50 périodes.



SOCIÉTÉ ÉTIENNE FRÈRES, Papeteries d'Arles.

Turbo-dynamo tandem de 825 chevaux - 3.000 tours par minute - 2×230 volts.

(La turbine possède une prise de 4.600 kgs, de vapeur à l'heure à une pression de 2,5 Atm. abs).



FABRIQUE de PAPIER de MM. DALLE et LECOMTE à Bousbecque (Nord).
Turbo-alternateur triphasé de 4000 chevaux, 3.000 tours par minute, 500 volts, 50 périodes.
Un autre turbo-alternateur de 2.500 chevaux est également installé dans la même station centrale.

Imprimerie H. BAUDAT
53, Rue Ganneron
Paris
