

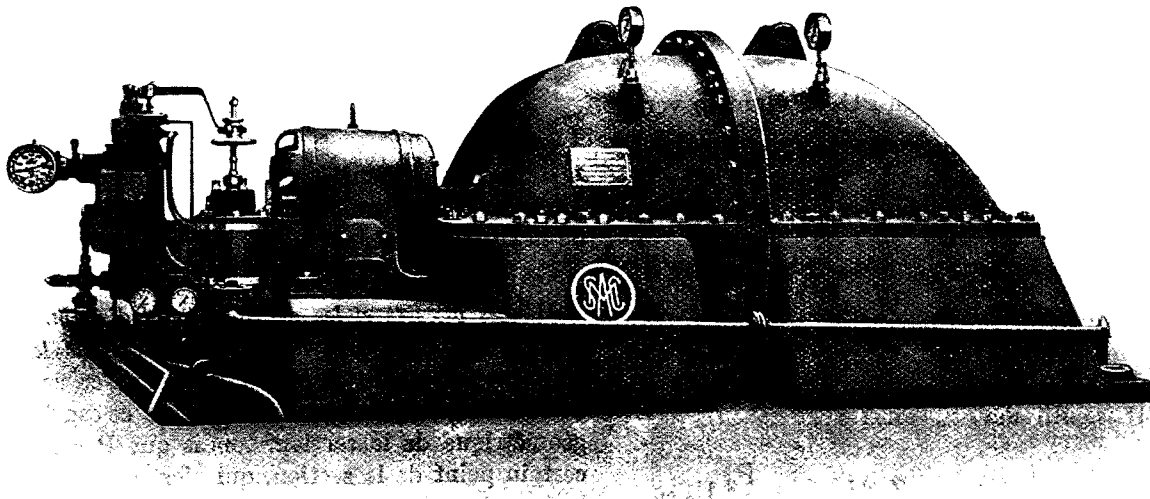
ÉLECTRICITÉ

Groupe turbo-dynamo pour l'essai du procédé "Claude-Boucherot" d'utilisation des faibles différences de température

Le groupe turbo-dynamo utilisé aux premiers essais pratiques du procédé imaginé par MM. Georges Claude et Boucherot pour l'utilisation des faibles différences de température et notamment de la différence de température entre les eaux de fond et de surface des mers tropicales, a été étudié et construit par les usines de Belfort de la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques et mis en service sur les bords de la Meuse, à la Société Anonyme d'Ougrée-Marihaye (Belgique), en mai 1928.

de vapeur a été dictée par la nécessité d'obtenir des sections très importantes de passage, afin d'éviter les pertes de charge dans les conduites.

L'ensemble du groupe, dynamo comprise, prend appui, par l'intermédiaire de larges pattes, venues de fonderie avec le corps côté admission et côté échappement, sur deux poutres parallèles à l'axe des machines et disposées de part et d'autre de celles-ci.



Groupe turbo-dynamo pour l'essai du procédé « Claude-Boucherot » d'utilisation des faibles différences de température.

L'étude qui suit est consacrée à donner un aperçu des caractéristiques de ce groupe et des résultats obtenus à ses essais.

TURBINE

La turbine est d'un type entièrement nouveau et présente, dans sa construction, quelques dispositions particulières imposées par l'utilisation des vides poussés.

Les conditions de fonctionnement prévues par MM. Claude et Boucherot étaient les suivantes :

Charge.	50 kW
Pression de la vapeur à l'admission	0,0323 kg abs. : cm ²
Température de la vapeur à l'admission. . .	25°
Pression de la vapeur à l'échappement	0,0125 kg abs : cm ²
Température de la vapeur à l'échappement .	11,5°

Dispositions générales. -- La turbine comprend un étage unique, du diamètre moyen de 800 mm.

La disposition particulière de l'admission et de l'échappement

La dynamo est placée sur le corps côté arrivée de vapeur et la régulation a été reportée sur le palier placé en bout du groupe, côté dynamo, celui entre dynamo et turbine étant trop enveloppé par l'admission de vapeur et ne pouvant pas permettre de dégager facilement le levier reliant le relais au tiroir de réglage et à la soupape de rentrée d'air dont il sera fait mention plus loin.

Les éléments du groupe se présenteront donc dans l'ordre suivant :

- palier supportant la régulation et la pompe à huile,
- dynamo,
- palier intermédiaire entre dynamo et turbine,
- turbine,
- palier sous vide, côté échappement turbine.

Cette disposition a l'avantage de dégager l'admission et l'échappement dans l'axe général du groupe, avec le minimum de coudes et avec les formes les meilleures permettant d'éviter les zones

locales de compression et de remous qui donnent toujours lieu à des pertes de charge importantes.

Le palier côté échappement est un palier sous vide, qui permet de supprimer de ce côté la garniture d'étanchéité. Il est doté d'une circulation d'huile indépendante, obtenue au moyen d'une pompe à engrenages particulière actionnée par une roue hélicoïdale et une vis sans fin calée en bout d'arbre de la turbine, d'un petit réfrigérant indépendant à serpentin et d'un réservoir constitué par le corps du palier lui-même.

La garniture d'étanchéité forme joint hydraulique à la sortie de l'arbre du corps côté admission de vapeur. Elle est constituée par un disque, claveté sur l'arbre de la turbine, tournant dans un logement circulaire prévu dans le corps à l'aplomb de la sortie de l'arbre. Une injection d'eau permet à un anneau liquide de se former à la périphérie du disque, formant ainsi joint hydraulique ; cet anneau est maintenu en place par la force centrifuge.

du groupe que nous décrivons, des pertes de charges importantes, on a songé à agir sur les conditions de vapeur à l'échappement, par rentrée d'air sur la conduite entre turbine et condenseur.

Un régulateur de sûreté, placé sur le couvercle du régulateur, agit par relais à huile sur la soupape de réglage d'air, et, simultanément, sur un clapet de sécurité placé sur l'échappement. L'ouverture de la vanne de réglage et de ce clapet crée une rentrée d'air suffisante pour casser le vide.

D'autre part, pour adapter la puissance de la turbine à la charge demandée, on peut agir sur la quantité d'eau admise au bouilleur ou au condenseur, le régulateur pouvant commander directement ces variations de débit.

Graissage. — Le graissage et la réfrigération des coussinets se font par circulation d'huile, comme dans tous les autres groupes turbo-générateurs de la Société Alsacienne. Seul, le

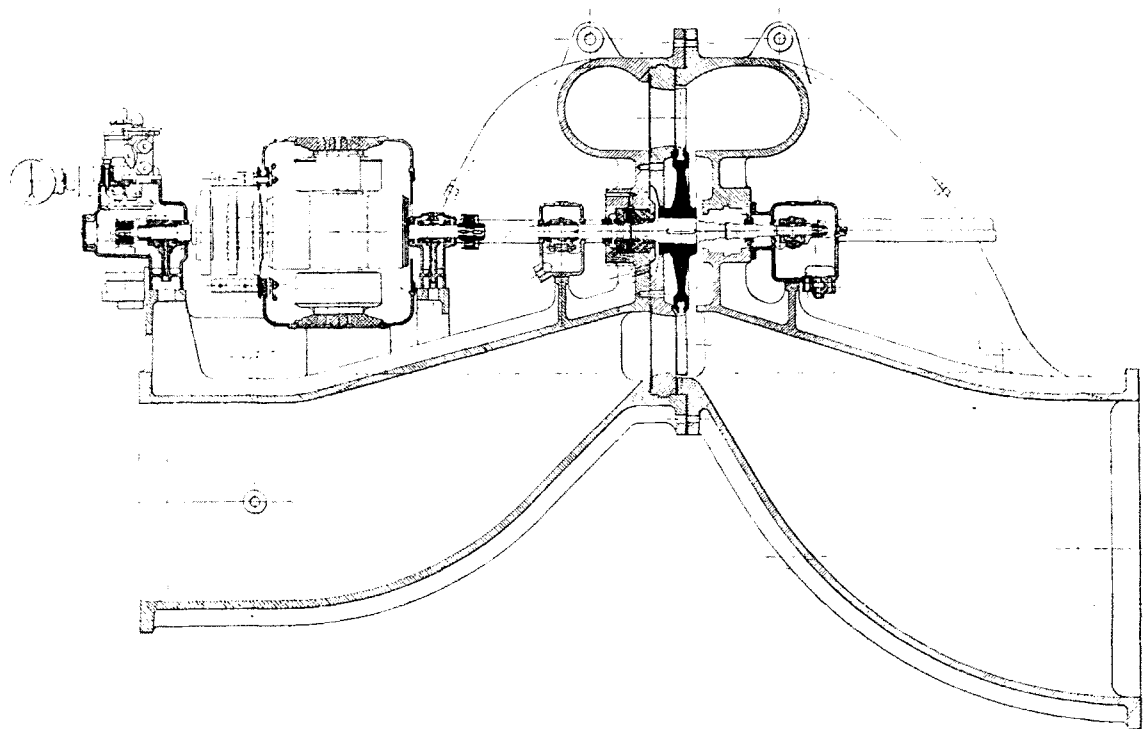


Fig. 1. — Coupe longitudinale de l'ensemble du groupe.

Les dimensions nécessaires au bon fonctionnement de cet ensemble, avec le minimum de puissance absorbée, ont été choisies d'après les indications obtenues par des essais spécialement entrepris.

Régulation. — Le réglage de la vitesse se fait, conformément à un brevet Claude-Boucherot, par variation d'addition d'air à l'échappement de la turbine. Un servo-moteur à pression d'huile, placé sous la dépendance du régulateur de vitesse, actionne une soupape de réglage dont le profil a été établi pour que la puissance correspondant au débit de vapeur soit sensiblement proportionnelle à la course de la soupape.

L'ensemble du réglage comporte les organes habituels montés sur tous les groupes turbo-générateurs de la Société Alsacienne ; nous ne reviendrons pas sur ces organes qui ont déjà fait l'objet de nombreuses descriptions.

Pour éviter l'interposition de vannes sur l'arrivée de vapeur, comme dans les groupes alimentés en vapeur à haute pression, vannes qui créeraient, dans les conditions particulières de marche

palier sous vide, côté échappement, nécessite une pompe, un réservoir et un réfrigérant indépendants. Une pompe à un étage de pression est portée par le palier en bout côté dynamo, sur le même axe que le régulateur et entraînée par vis sans fin clavetée sur l'arbre. Elle refoule l'huile à 5 kg pour l'alimentation du servo-moteur commandant la vanne de réglage et la vanne de sécurité. Un clapet de sûreté détend l'huile de 5 à 0,500 kg : cm² environ, pour satisfaire au graissage du palier en bout côté dynamo et des organes qui y sont contenus, ainsi que du palier intermédiaire entre dynamo et turbine.

Un clapet de décharge ramène au réservoir le trop plein.

Aubages. — Les aubages sont de la construction habituelle de la Société Alsacienne.

Le distributeur est en fonte et les aubes, en métal inoxydable A. T. V., sont enrobées dans celle-ci.

Les aubes mobiles, en acier inoxydable au chrome traité, sont du modèle spécial dit « aube papillon », avec variation d'angle à l'entrée de vapeur ; c'est à cette construction particulière

(brevetée) que la turbine doit d'avoir pleinement réalisé les rendements maxima théoriques, car le volume de vapeur débité est très grand par rapport au diamètre de la roue mobile.

Cette forme d'aubes permet d'utiliser au mieux la détente dans des aubages de grande longueur par rapport au diamètre



Fig. 2. — Roue mobile de la turbine.
(avant frottage extérieur des aubes papillon)

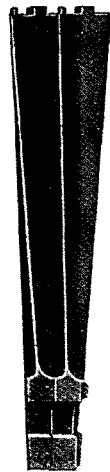


Fig. 3. — Aubes papillon.

25 % à hauteur du bandage extérieur, pour une charge de 50 kW ceci dans les conditions de marche réalisées aux essais dont-il sera fait mention plus loin.

La réalisation pratique de cette aube mobile, étant données ses dimensions, la variation totale de l'angle à l'entrée, de 30°, étant très importante pour sa hauteur, est un beau travail de fraisage.

DYNAMO

La dynamo ne présente pas de particularité notable. Elle comporte les dispositions appliquées normalement par la Société

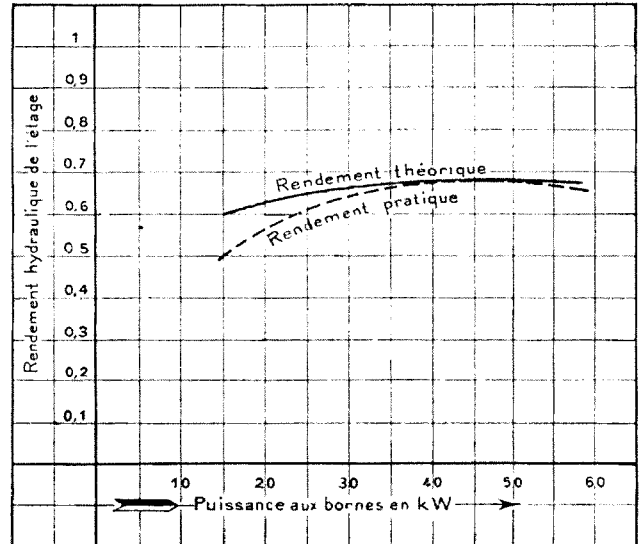


Fig. 4. — Variation du rendement théorique et pratique, en fonction de la charge.

moyen. En effet, le degré de réaction n'est pas le même sur toute la hauteur de l'aube, entre le pied et le bandage et ce phénomène crée dans un aubage ordinaire des perturbations importantes

Alsacienne pour ses machines à courant continu à grande vitesse ; en particulier, son collecteur est du type radial.

C'est une machine bipolaire, munie de pôles de commutation ; ses caractéristiques principales sont, pour la vitesse de 6000 t : mn :

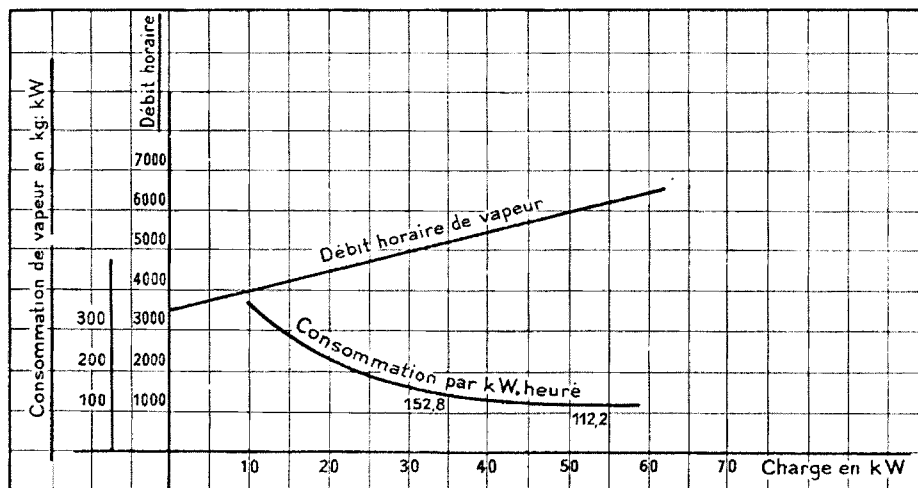


Fig. 5. — Débit de vapeur à l'heure et consommation de vapeur par kW en fonction de la charge.

qui nuisent à l'obtention des rendements théoriques. En particulier, les diagrammes montrent que l'aube mobile en question travaille à action pure à la base et avec une réaction d'environ

Puissance	50 kW
Tension	220 volts
Courant	228 ampères

RÉSULTATS DES ESSAIS DU GROUPE

Les premiers essais du groupe ont été effectués en mai dernier. Les résultats, résumés dans le tableau ci-contre, correspondent à d'autres essais effectués plus tard, au mois de juin, alors que la température de l'eau de Meuse était beaucoup plus élevée. Les résultats ci-dessous sont donc plus éloignés des conditions théoriques admises au calcul, que ceux obtenus au mois de mai.

La Meuse avait, au moment des essais effectués en juin, une température relativement élevée : 19°. Malgré ces conditions particulièrement difficiles, les résultats ont été très intéressants, comme le montre le tableau ci-contre.

Le rendement hydraulique théorique calculé pour les conditions de l'essai serait de 67,1 % alors qu'on a réalisé un rendement de 68,2 %, nettement supérieur à l'estimation du calcul le plus optimiste. Ce rendement donne d'ailleurs, pour le distributeur, un rapport entre la vitesse de la vapeur à la sortie et la vitesse à l'entrée de 0,955 et pour l'aube mobile de 0,90. Cette dernière valeur est remarquable, car, dans les conditions de l'essai, la vapeur entraînait avec un léger choc sur le dos de l'aube mobile.

Le taux de siccité de la vapeur a été mesuré par analyse chimique, en recherchant la quantité d'un sel contenu dans l'eau de refroidissement du condenseur, ce sel ayant été dissout dans l'eau d'alimentation du bouilleur. Sa présence dans l'eau du condenseur résulte de son entraînement par l'eau contenue dans la vapeur. Il ne se trouvait qu'en quantité infinitésimale dans l'eau de refroidissement du condenseur avant l'entrée de celle-ci dans cet appareil.

Cette méthode a donné des valeurs qui se sont toutes recoupees avec une précision suffisante.

Le tableau de courbes de la fig. 6 donne toutes les pressions aux divers points de la turbine et permet de mieux juger des conditions exceptionnelles de marche, en particulier faible différence de pression entre amont et aval de l'étage, et des résultats atteints dans cette réalisation d'essai.

	Valeurs admises au calcul	Valeurs obtenues aux essais
Charge en kW	50	54,9
Vitesse de la turbine en t : mn	6.000	5.500
Température de la vapeur en amont de l'étage, en degrés centigrades.	25	35,8
Pression absolue de la vapeur en amont de l'étage, en kg : cm ²	0,0323	0,06
Titre de la vapeur en amont de l'étage.	0,96	0,947
Température de la vapeur en aval de l'étage en degrés centigrades.	11,5	28
Pression absolue en aval de l'étage, en kg : cm ²	0,0125	0,0387
Chute adiabatique totale en calories	23	13,9
Volume spécifique en fin de détente, en m ³ : kg.	91	33,5
Débit horaire, en kg	3.170	6.110
Co u (vitesse de vapeur : vitesse tangentielle)	1,75	1,46
Rendement hydraulique %	74,5	68,2

G. SAVOUREY.

(Extrait du Bulletin de la Société Alsacienne de Constructions Mécaniques)

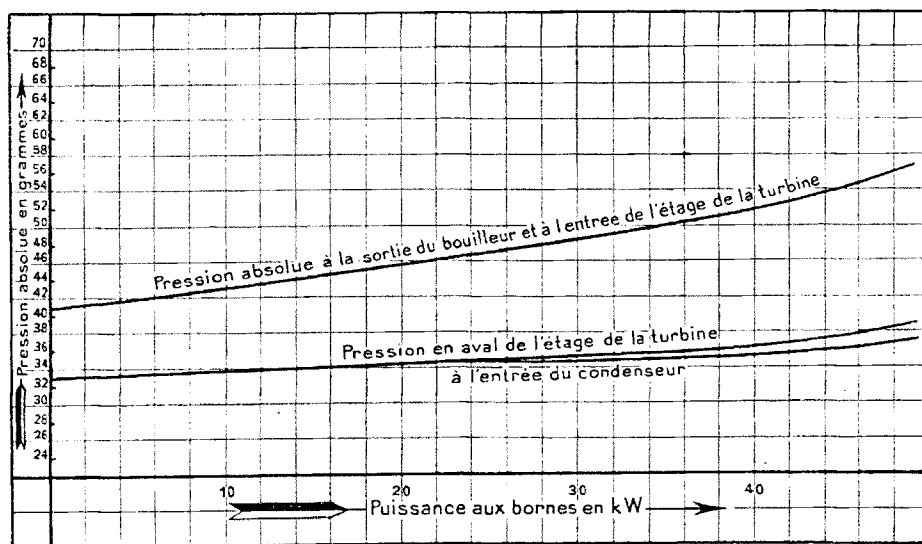


Fig. 6. — Pression absolue aux divers points caractéristiques de l'ensemble de l'installation, en fonction de la charge.