

LES TURBINES À VAPEUR EN BELGIQUE (1)

par R. LEJEUNE,

Ing. A. I. Lg., Ingénieur aux Ateliers de Construction de La Meuse

avec la collaboration de :

Ch. HANOCQ,

Ing. A. I. Lg., Professeur à l'Université de Liège

A. JADOT,

Ing. A. I. Lg.,
Administrateur de la Faculté polytechnique de Mons

F. FRENAY,

Ing. A. I. Lg.,
Directeur de la Construction à la S. A. John Cockerill

P. LEPICARD,

Ingénieur principal
à la Société d'Electricité et de Mécanique (S. E. M.)

L'importance des turbines à vapeur en Belgique ressort des quelques chiffres suivants :

La puissance totale des machines stationnaires dans notre pays s'élevait, au 31 décembre 1946, à 2.668.855 kW, dont environ 2.360.000 kW, soit 88,5 % sont représentés par des turbines à vapeur.

Ces chiffres comprennent des machines désaffectées ou alimentées par des chaudières insuffisantes, en ce sens que, dans certaines usines, les réserves en machines sont surabondantes par rapport aux réserves en chaudières.

Si nous considérons uniquement la puissance productible, les chiffres deviennent respectivement 1.900.000 kW pour le total et 1.700.000 kW soit 89 %, pour les turbines à vapeur.

Quant à l'énergie produite en 1946, elle est de 6.243.000.000 kWh, dont 5.600.000.000 par turbines à vapeur, soit environ 90 %.

On peut donc dire que la production d'énergie électrique en Belgique repose presque exclusivement sur les turbines à vapeur, et que, en ce sens, ces machines sont, avec les locomotives à vapeur, les plus importantes dans la vie économique de notre pays.

C'est la raison pour laquelle la Section de Mécanique du Congrès de l'A. I. Lg. a jugé intéressant d'en faire une étude succincte.

Cette étude sera divisée en trois parties :

1. Examen de la situation actuelle;
2. Prévisions pour les années à venir;
3. Situation de la construction des turbines à vapeur en Belgique et perspectives d'avenir.

I. Situation actuelle

Nous avons dit que la puissance totale ins-

(1) La plupart des indications numériques et des statistiques citées dans le présent rapport, nous ont été aimablement communiquées par la Fédération professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'électricité de Belgique. Nous lui adressons nos vifs remerciements.

tallée en turbines à vapeur était d'environ 2.360.000 kW.

Cette puissance se subdivise approximativement comme ci-dessous entre trois catégories de producteurs qui utilisent les turbines :

a) Sociétés privées produisant l'électricité en vue de la distribution publique	1.240.000 kW
b) Régies communales	190.000 kW
c) Autoproduiteurs produisant l'électricité principalement pour la consommation propre de leurs usines	930.000 kW

Les sociétés privées et les régies possèdent environ 110 turbines dont la puissance moyenne est de 11.250 kW.

Les autoproduiteurs possèdent environ 225 turbines mais la puissance moyenne n'atteint que 4.100 kW.

Si nous classons les turbines d'après la pression de la valeur utilisée, nous aurons le tableau ci-dessous :

a) Sociétés privées et régies	
	%
Pression de 15 kg/cm ² et moins	13
Pression de 16 à 25 kg/cm ²	37
Pression de 26 à 35 kg/cm ²	28
Pression de 36 kg/cm ² et plus	22
Total	100

b) Autoproduiteurs	
	%
Pression de 15 kg/cm ² et moins	50
Pression de 16 à 25 kg/cm ²	19
Pression de 26 à 35 kg/cm ²	22
Pression de 36 kg/cm ² et plus	9
Total	100

Cette subdivision est établie en fonction du nombre des machines.

Si on tient compte des puissances, on constate qu'un peu plus de la moitié est produite par de la vapeur dont la pression est comprise entre 26 et 35 kg/cm², valeur modérée par conséquent.

Nous n'avons pas de données précises sur l'âge des turbines en service en Belgique.

La plus ancienne doit dater de 1908; en 1946 ont été installées quelques unités pour une puissance totale de 60.000 kW.

Examinons ensuite la consommation de charbon des centrales à vapeur.

En 1946, la consommation des principales centrales produisant pour la distribution publique (sociétés privées et régies) a été de 3.168.800 tonnes, soit environ 13,5 % de la consommation totale de la Belgique.

Compte tenu des fournitures de vapeur à des industries privées, la consommation unitaire moyenne a été de 760 grammes de charbon par kWh.

Le charbon fourni aux centrales ayant été de qualité fort irrégulière, cette consommation doit plutôt être exprimée en calories.

Chaque kilowattheure effectivement distribué a ainsi coûté 4.590 calories. Le rendement des centrales est évidemment très varié; nous ne connaissons pas la consommation de la plus mauvaise centrale de Belgique; par contre, nous connaissons la consommation la plus basse en 1946; elle a été de 3.790 calories par kWh. Cette consommation représente un rendement de 22,8 %, chiffre que l'on peut considérer comme très favorable si l'on tient compte qu'il est le produit de plusieurs rendements: cycle, chaufferie, tuyauteries, turbine, alternateur, transformateur, et que l'on a retranché de la production la consommation propre de la centrale pour le chauffage, l'éclairage, la manutention, etc. Le rendement que l'on pourrait considérer comme l'idéal actuel serait de 25 % dans les mêmes conditions que ci-dessus.

Nous n'avons pu nous procurer le tableau de l'évolution de la consommation dans le temps; il est certain qu'elle a diminué régulièrement et de façon considérable jusqu'en 1939 inclus.

Le manque d'entretien et l'arrêt des renouvellements pendant la guerre a fait baisser les rendements d'une façon sensible; en 1939, en effet, la consommation par kilowattheure distribué était de 700 grammes de charbon ou 4.350 calories, soit donc un peu plus de 5 % moins élevée qu'actuellement.

Considérons maintenant la production possible en face de la demande d'énergie en 1946.

Chacun sait que l'hiver dernier, il a encore été journalièrement nécessaire de faire des coupures de courant électrique dans presque toutes les régions du pays, quoique sur une moindre échelle que dans les autres pays européens.

Citons quelques chiffres.

On admet généralement que la journée la plus chargée en demande d'énergie électrique est le mercredi précédant la fête de Noël. Avant 1940, la pointe se situait à 4 heures de l'après-midi. En 1946, le même jour a vu la pointe maximum;

par suite du décalage de l'heure, elle a été atteinte entre 8 et 9 heures du matin.

Examinons donc la situation le mercredi 18 décembre 1946 à 8 heures du matin.

a) La puissance maximum développable dans le réseau interconnecté était de 1.575.000 kW.

b) La puissance effectivement disponible dans ce réseau, compte tenu des révisions, entretiens, incidents normaux, était de 1.160.000 kW.

Toutes les machines en ordre de marche à ce moment étaient effectivement en service.

Le rapport de 1.160.000 à 1.575.000 donne le coefficient de disponibilité qui était donc de 74 %; ce chiffre est extrêmement faible.

c) La charge maximum du réseau interconnecté a été de 1.230.000 kW, valeur supérieure à la puissance disponible. Les 70.000 kW manquants ont été importés d'Allemagne.

Ainsi donc, ce n'est pas par suite du manque de charbon, comme en Angleterre par exemple, c'est par manque de turbines que nous avons subi des coupures de courant. En fait, les stocks de charbon dans les centrales ne sont pas descendus en dessous de la quantité nécessaire à quinze jours de fonctionnement normal.

Quant à la charge minimum du même jour (18 décembre 1946) elle a été de 540.000 kW. On peut donc dire que les machines demeurant en service pour couvrir cette charge, compte tenu de 5 % pour réserve tournante, représentaient environ 50 % de la puissance effectivement disponible des machines qui ont été mises en service pour couvrir la pointe maximum.

Bien qu'il n'y ait pas de renseignements officiels à cet égard, il est vraisemblable que plus de la moitié des turbines sont arrêtées chaque soir, compte tenu du fait que les unités de base sont généralement les plus puissantes.

Nous avons vu qu'en un jour la puissance demandée varie de 1 à 2,25.

Nous avons relevé de même le creux minimum en 1946; il s'est présenté le 14 août entre 5 et 6 heures du matin; sa valeur était de 340.000 kW.

Au cours de l'année, la puissance demandée varie donc de 1 à 3,62.

Dans l'ensemble, l'utilisation moyenne annuelle des turbines est d'environ 3.300 heures soit 38,2 %.

Quelles seront donc les conclusions de cette première partie?

1° Depuis 1939, la consommation d'énergie électrique a augmenté d'environ 13 %.

2° Les moyens de production ont diminué, de 2,5 % si on parle de puissance installée, de 20 à 30 % si on parle de puissance réellement productive.

3° Par suite de la guerre, les extensions de centrales et les remplacements d'unités anciennes par de nouvelles machines ont été suspendues.

4° L'entretien et les réparations de turbines ont été négligées.

5° Pour ces deux motifs, la consommation de chaleur par kilowattheure a augmenté de plus de 5 %.

En résumé, les moyens de production sont inférieurs à la demande et leur rendement n'est pas à la hauteur des possibilités actuelles.

Quelles perspectives les prochaines années à venir nous offrent-elles? C'est ce que nous allons essayer de voir dans une seconde partie.

II. Prévisions pour les années à venir

A. QUE DEVIENDRONT LES BESOINS EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE?

Il n'y a aucun doute que les besoins en énergie électrique vont continuer à croître.

Les consommateurs, non compris les autoproductions, sont classés en cinq catégories:

a) L'éclairage privé et les usages domestiques continuent à augmenter; ils sont actuellement au coefficient de 1,5 environ par rapport à 1939; toutefois ils ne représentent encore que 675.000.000 de kWh sur un total de 3.240.000.000 soit environ 20 %. Y a-t-il lieu de favoriser ou de freiner l'usage du courant électrique à domicile? Cette question est traitée à la Section d'Électricité avec plus de détails que nous ne pouvons en introduire dans ce rapport.

b) L'éclairage public est un consommateur relativement modeste, dont les besoins n'augmentent guère.

c) Les consommateurs de force motrice en basse tension sont les petits industriels dont les besoins ne paraissent pas augmenter sensiblement.

d) Les consommateurs de courant à haute tension sont les grands et moyens ateliers de construction, la métallurgie, l'industrie chimique, en général toute l'industrie transformatrice lorsqu'elle ne fait pas partie du groupe des autoproductions.

La consommation de ces utilisateurs est en forte augmentation (1.940.000.000 de kWh en 1946 contre 1.600.000.000 en 1939, soit 21 % de plus). Cet accroissement ira en s'amplifiant selon toute vraisemblance.

e) La dernière catégorie des utilisateurs comprend les chemins de fer et les tramways, qui ont consommé en 1946 environ 240.000.000 de kWh.

Si les projets d'électrification des chemins de fer belges se réalisent à l'échelle et au rythme prévus, la consommation dépassera 750 millions de kWh vers 1953, avec une pointe de puissance d'environ 150.000 kW.

La production totale citée plus haut, soit 6.243.000.000 de kWh correspond à une production de 753 kWh par habitant.

La Belgique est ainsi au 7^e rang dans le monde, au point de vue de l'électrification; elle est dépassée par la Grande-Bretagne (862 kWh), les États-

Unis (1.808), la Suisse (2.398), le Canada (3.654) et la Norvège (3.667).

A noter que tous ces pays, sauf la Grande-Bretagne, disposent d'énergie hydraulique dont notre pays est presque entièrement dépourvu.

Il nous paraît néanmoins vraisemblable que, d'ici quelques années, compte tenu de l'électrification des chemins de fer, nous dépasserons les 1.000 kWh par habitant.

B. AVEC QUELS MOYENS FERONS-NOUS FACE À CET ACCROISSEMENT DE CONSOMMATION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE?

Il n'y a aucun doute à notre avis que ce sera au moyen de turbines à vapeur.

Il est souvent question dans la littérature de vulgarisation scientifique de deux concurrentes possibles pour la turbine à vapeur: nous voulons parler de la turbine à gaz et de l'énergie atomique. En ce qui concerne la turbine à gaz, une mise au point de la question est exposée dans un rapport spécial, par un des membres du Comité de rédaction de la présente communication, M. le professeur Jadot.

En tant que machine de base, d'une puissance minimum de 20.000 kW, la turbine à gaz est encore loin de pouvoir concurrencer la turbine à vapeur.

Elle lui est encore légèrement inférieure par le rendement; son prix et son encombrement sont légèrement supérieurs.

Si on admet que le rendement doit passer avant toute autre considération, un des principaux avantages de la turbine à gaz disparaît, à savoir la faible consommation d'eau.

Il ne peut guère y avoir de doute que la turbine à vapeur restera la meilleure machine de centrale pendant un temps suffisamment long pour qu'on puisse amortir les installations commandées d'ici trois ou quatre ans.

Quant à l'énergie atomique, son utilisation à des fins de production d'électricité en est encore à peine au stade du laboratoire; pour autant qu'on puisse le savoir, une des façons les plus sérieusement envisagées de l'employer consiste à lui faire remplacer le charbon dans les chaudières à vapeur alimentant les turbines.

Nous pouvons donc considérer les programmes d'extension pour les années à venir en tenant compte uniquement des turbines à vapeur.

Dès 1945, un programme de renforcement de nos moyens de production a été établi par une commission d'étude réunissant les représentants des entreprises privées, des régies et des unions de centrales groupant la grosse majorité des autoproductions.

Ce programme comportait l'installation de 835.500 kW en groupes turbo-alternateurs; il devait être réalisé au cours de la période quinquennale 1946-1950.

Les commandes passées au 31 décembre 1946

portent sur 373.000 kW de nouveaux groupes, soit environ 44 % du programme.

La réalisation des travaux rencontre malheureusement de gros retards.

A ce jour, 60.000 kW seulement ont été installés.

Il faut donc craindre que, pendant deux ans encore au minimum, la situation des centrales reste critique au cours des mois d'hiver.

Il saute aux yeux que, pour simplifier l'exécution des commandes de machines et accessoires leur exploitation, il y a intérêt à normaliser autant que possible les caractéristiques des groupes à installer prochainement. Dans ce but, une Commission pour la standardisation des groupes turbo-alternateurs a été constituée le 21 décembre 1945; elle a déposé son rapport le 28 mars 1946.

Pour l'établir, elle a dû tenir compte de plusieurs éléments, notamment :

- Le rendement à la charge économique;
- L'allure plate de la courbe du rendement;
- Les frais de premier établissement;
- La sécurité d'exploitation;
- Les commodités d'entretien;
- La rapidité de mise en service;

La possibilité de remise en service après un arrêt de courte durée.

Après une étude comparative des normes admises et des réalisations exécutées à l'étranger, la Commission a retenu deux échelons de pressions et de températures de vapeur à l'entrée des turbines :

- a) Pression 60 à 66 kg/cm², température 482 à 500° C;
- b) Pression 80 à 88 kg/cm², température 510° C.

Les conclusions du rapport sont les suivantes :

» Il semble que les producteurs d'électricité, qui ont la responsabilité d'assurer sans défaillance la continuité de la fourniture d'énergie aux activités du pays, considéreront qu'il n'est pas possible d'adopter un standard qui comporterait un risque, lequel, pour des durées d'utilisation normales (de 4.000 à 5.000 heures), ne trouve pas sa contre-partie dans une économie appréciable.

» Bon nombre d'entre eux se rallieront sans nul doute aux caractéristiques suivantes :

- a) Caractéristiques de la vapeur au modérateur : pression effective 60 kg/cm², température 485° C.;
- b) Nombre de soutirages pour réchauffage de l'eau : 4;
- c) Température de réchauffage : 190° C.;
- d) Puissance des unités : économique, 40.000 kW, maximum 50.000 kW.

» La Commission considère cependant qu'il est indispensable de permettre aux producteurs de choisir, s'ils le jugent opportun, des caractéristiques plus poussées et notamment le cycle à 85 kg/cm² 510° C. Outre l'économie qui en résultera pour de grandes durées d'utilisation,

ils trouveront dans ce cycle l'occasion de préparer pour l'avenir une nouvelle étape du progrès.

» Pour tenir compte des progrès de la technique et des résultats obtenus, la Commission suggère en outre que soient périodiquement revues les présentes conclusions. »

Nous pouvons souscrire à ces conclusions, avec deux réserves toutefois :

1° Quant à la puissance, il est intéressant notamment de signaler que la puissance du creux minimum annuel peut être couverte par 9 machines fonctionnant à 40.000 kW, la puissance minimum du jour le plus chargé par 14 machines fonctionnant à 40.000 kW, tandis que la couverture de la pointe maximum annuelle exigerait 25 machines de 50.000 kW développant leur charge maximum.

Il n'y aurait donc lieu d'installer qu'un nombre réduit d'unités de cette puissance, disons entre 9 et 14 sur la base de la situation actuelle.

D'autre part les caractéristiques de vapeur ci-dessus conviennent pour des machines de base rarement arrêtées, elles sont trop poussées pour des machines qu'on destine à être arrêtées tous les soirs.

Dans ce cas, nous préconiserions, sur la foi de l'expérience, les caractéristiques plus modérées ci-après :

Vapeur au modérateur 36 à 42 kg 440 à 465° C. ;
Réchauffage de l'eau d'alimentation en 3 étages jusqu'à 150° C. ;

Puissance économique 20.000 à 25.000 kW ;
Puissance maximum 25.000 à 30.000 kW.

2° Les autoproducteurs ne peuvent être tenus de suivre les normes convenant aux centrales distributrices.

Il s'agit en général de charbonnages, d'usines métallurgiques, ou, à une échelle sensiblement plus modeste, d'industries chimiques, de sucreries ou de papeteries.

Ces producteurs sont d'habitude liés à une puissance qui est déterminée, soit par celle qu'ils consomment eux-mêmes, soit par la quantité de combustible dont ils disposent, soit enfin par la quantité de vapeur dont ils ont besoin (cas des turbines à contrepression).

Il est essentiel de laisser aux autoproducteurs une liberté beaucoup plus grande qu'aux centrales produisant pour la distribution.

Cependant, même dans leur cas, il faut insister pour qu'ils sacrifient une partie de leurs exigences et acceptent, avant de soumettre aux constructeurs des cahiers des charges composés *ne varietur*, de voir si un type de turbine existant ne pourrait leur convenir. Cela simplifierait la tâche des constructeurs, mais bien plus encore serait à l'avantage de l'utilisateur au point de vue prix, délai de livraison et sécurité de marche.

Conformément au vœu exprimé *in fine* par la Commission de standardisation, son rapport va être revu prochainement; il a été transmis à cette

fin à la Société belge des Mécaniciens qui publiera vraisemblablement en 1949 ses propres recommandations, basées sur les toutes dernières expériences faites en Belgique et à l'étranger.

Quelle que soit la normalisation adoptée, la commande d'une turbine donnera lieu à une spécification, à un cahier des charges et à des essais de réception. A cette fin, nous préconisons que les exploitants aussi bien que les constructeurs se réfèrent aux Recommandations publiées par la Société belge des Mécaniciens sous le numéro 503.

III. Situation de la construction des turbines à vapeur en Belgique et perspectives d'avenir

La turbine à vapeur est une machine qui incorpore beaucoup de travail intellectuel et manuel; c'est une machine chère, dont le prix au kilo est au moins double de celui d'une locomotive ou d'un compresseur.

C'est donc une machine dont la construction conviendrait particulièrement bien aux ateliers belges.

Or, nul n'ignore que la part de la Belgique dans la fabrication mondiale des turbines est extrêmement mince; elle est même très modeste dans le marché national, comme on en jugera par le tableau ci-après dans lequel toutes les turbines installées en Belgique sont classées par leur pays d'origine :

Pays d'origine	Puissances moyennes en kW			
	Sociétés privées et Régies %	Centrales industrielles %	Sociétés privées et Régies	Centrales industrielles
Belgique	19	32	8.100	6.500
Suisse	57	26,5	13.200	3.000
France	6,5	13,5	12.000	4.000
Angleterre	2,5	1,5	17.500	3.000
Hollande	1,5	—	12.500	—
Suède	8	16	7.400	3.650
Allemagne	5,5	10,5	14.000	4.000
Totaux	100	100	11.250	4.100

Rechercher les raisons de cette situation extrêmement regrettable nous entraînerait à une polémique qui serait déplacée dans ce Congrès. Notre collègue, M. le professeur Jadot, a fait à ce sujet, en 1937, une étude extrêmement fouillée, dont nous extrairons quelques idées.

La responsabilité première de cette infériorité incombe certainement aux constructeurs, qui n'ont pas cru assez tôt à l'avenir de la turbine à vapeur; leur excuse à cette erreur de jugement peut être que, dans les dernières années du XIX^e siècle, ils comptaient dans les meilleurs constructeurs de machines à piston. Quand ils s'aperçurent qu'ils s'étaient trompés, les étrangers avaient sur eux une avance considérable.

Deux solutions étaient possibles : la plus simple était d'acquiescer des licences, on profitait ainsi de l'expérience des autres, mais en revanche on

risquait de payer en argent et en réputation leurs erreurs; on oubliait aussi que les bureaux d'études dressent leurs plans en fonction de l'outillage et des procédés de fabrication de leurs propres usines et ne tiennent aucun compte des possibilités de leurs licenciés.

L'autre solution consistait à créer de toutes pièces un bureau d'études et les outillages nécessaires à la fabrication des turbines; cette solution était la meilleure à condition de consentir les dépenses importantes qu'elle impliquait. La construction mécanique belge n'a pas disposé des capitaux suffisants, et on hésite à condamner sa prudence quand on pense aux faillites retentissantes subies par des usines étrangères de réputation mondiale. Celles-ci furent renflouées par les pouvoirs publics. Une semblable attitude serait-elle concevable en Belgique? Elle est tout au moins en dehors de nos mœurs.

La décision de garder son indépendance entraînerait ainsi la décision de garder une envergure modeste et de ne pas trop risquer dans des constructions d'avant-garde.

On voit que les deux solutions présentaient chacune des avantages et des inconvénients.

Trois des principaux ateliers belges s'intéressèrent à la construction des turbines à vapeur :

1° La société Cockerill acquit la licence Brown-Boveri en 1904. En 1914, elle avait construit 25 turbines terrestres d'une puissance totale de 50.000 kW et 5 turbines marines d'une puis-

sance totale de 52.700 chevaux. Toutes ces machines étaient du type à réaction. En 1919, elle fut amenée à prendre la licence Rateau d'après laquelle elle construisit un peu plus de 100.000 kW en 27 unités. En même temps, elle conservait la licence Parsons pour les turbines marines et 10 groupes, totalisant 150.000 chevaux, furent ainsi construits. Enfin, en 1931, la construction des turbines terrestres fut à nouveau orientée vers le type Brown-Boveri; depuis lors, une quinzaine de machines totalisant 103.000 kW ont été livrées, plus 43.000 chevaux en turbines marines.

2° Les Ateliers Van den Kerchove, de Gand, dont la machine à piston était sans doute la première du monde, acquirent la licence Rateau en 1905, puis la licence Bergman en 1908. Avant 1914, ils avaient construit 100.000 kW environ.

Après 1919, ils conservèrent quelque temps la même licence, mais bientôt préférèrent y renoncer pour construire d'après leurs propres plans et procédés.

En 1934, la Société d'Electricité et de Mécani-

puissant groupe international comprenant entre autres la General Electric Co américaine, la Metropolitan Vickers Electrical Export Co, la British Thomson-Houston et l'Alsthom (Société Alsacienne de Constructions Mécaniques et Com-

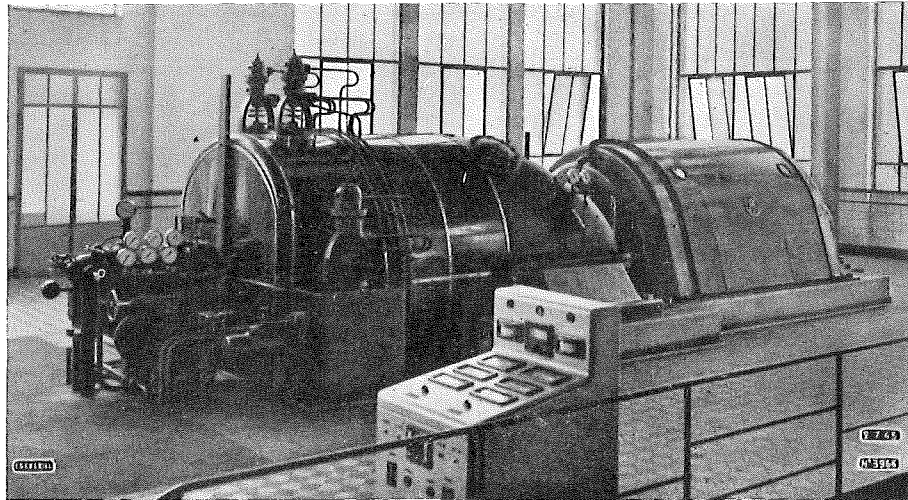


FIG. 1. — S. A. John Cockerill, à Seraing.

Groupe turbo-alternateur Cockerill-Brown-Boveri installé aux charbonnages de Wérister.
18/22.000 kW — 3.000 t/min. Vapeur à 32 kg/cm² — 425°. Soutirage pour réchauffage et distillation.

que (S. E. M.) — procédés Thomson-Houston et Carels — absorba les Ateliers Van den Kerchove. La S. E. M., actuellement Société d'Electricité et de Mécanique — Procédés Thomson-Houston, Van den Kerchove & Carels — fait partie d'un

pagnie Française Thomson-Houston), tous constructeurs de turbines réputés ayant une longue expérience dont la S. E. M. bénéficie. Ces constructeurs ont exécuté de nombreuses machines à haute pression et à haute température.

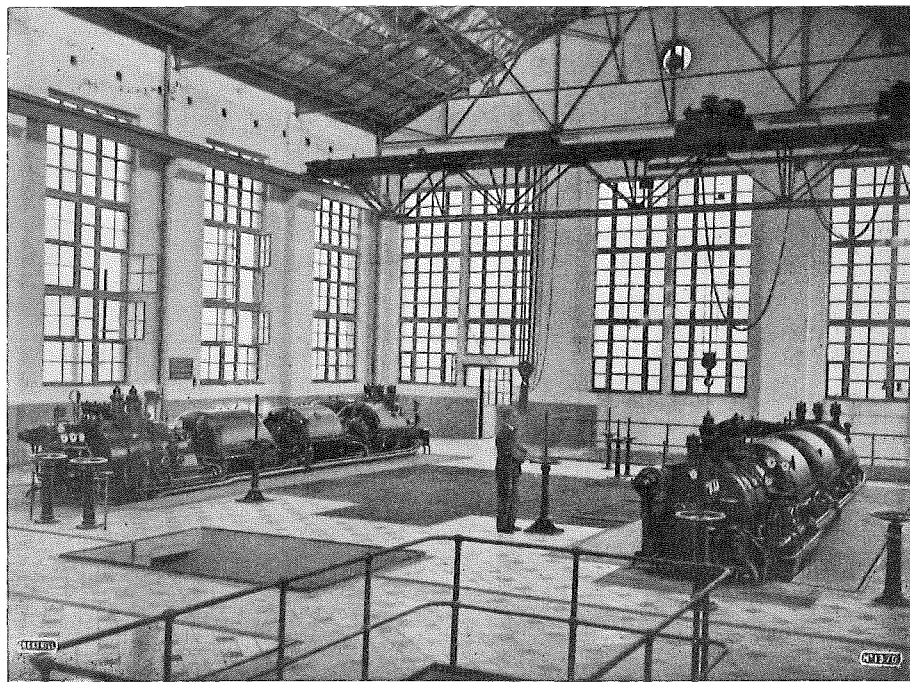


FIG. 2. — S. A. John Cockerill, à Seraing.

Groupes turbo-compresseurs Cockerill-Brown-Boveri installés à la Société Carbochimique, à Tertre.
1.330 kW — 20.000 m³/h — 7.000 t/min. Vapeur : 26,5 atm. — 390° — Pression de refoulement compresseur 4 kg/cm².

Depuis 1919 Van den Kerchove et S. E. M. ont construit 40 turbines totalisant environ 250.000 kW (fig. 3 et 4). La majeure partie est constituée

fabrication des turbines qu'en 1913. Ils ne recoururent à aucune licence, les études et plans étant entièrement de leur cru. Jusqu'en 1929, ils le

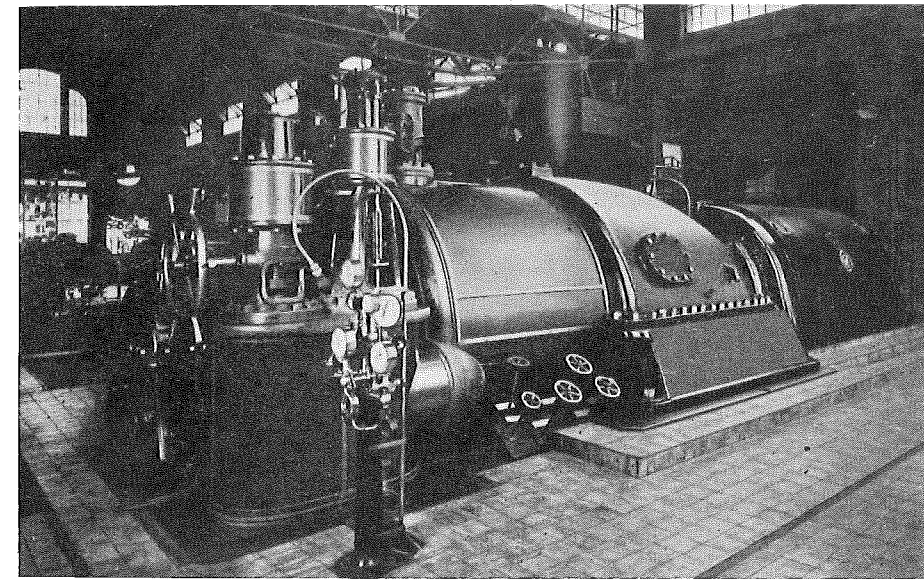


FIG. 3. — Société d'Electricité et de Mécanique (S. E. M.), Gand.

Charbonnages de Limbourg-Meuse, à Eysden-Mines.
Turbine de 20.000/25.000 kW à 35 kg 425°.

par des groupes de centrales jusqu'à 25.000 kW, le restant par des groupes industriels de 1.000 à 5.000 kW à soutirage ou à contre-pression.

furent avec un succès remarquable, mais ils n'évoluèrent pas à temps et fournirent encore cette année-là des machines du type qui avait donné satisfaction en 1925. Ce retard leur coûta

3° Les Ateliers de la Meuse n'entreprirent la

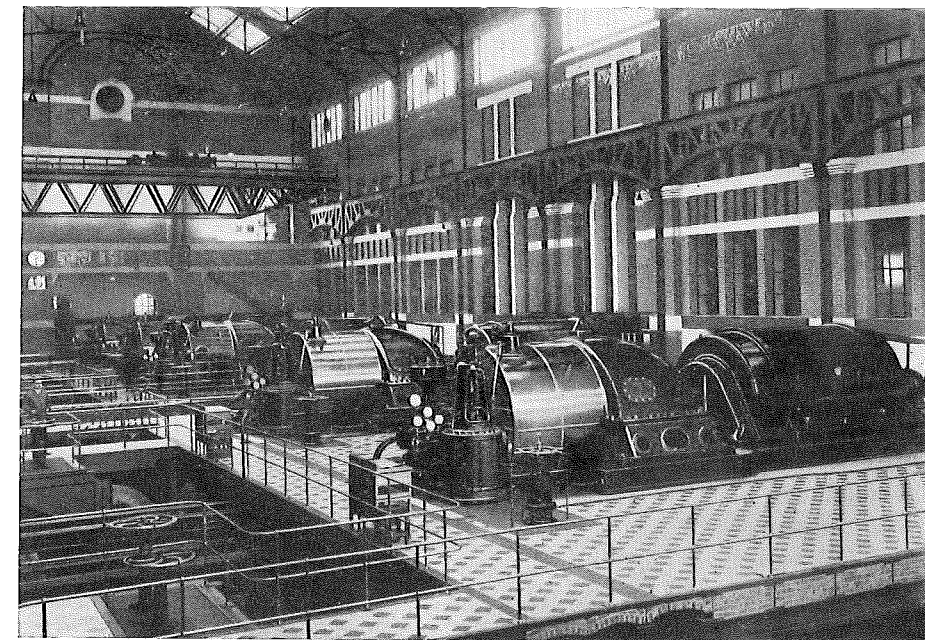


FIG. 4. — Société d'Electricité et de Mécanique (S. E. M.), Gand.

Centrale de la ville de Gand, comportant :
5 turbines dont 3 de 15.000 kW et 2 de 10.000 kW à 20 kg 350°.

cher et ils durent faire un effort technique considérable pour mettre leurs turbines à même de montrer qu'ils y ont réussi, mais malheureusement pour des conditions de vapeur trop modé-

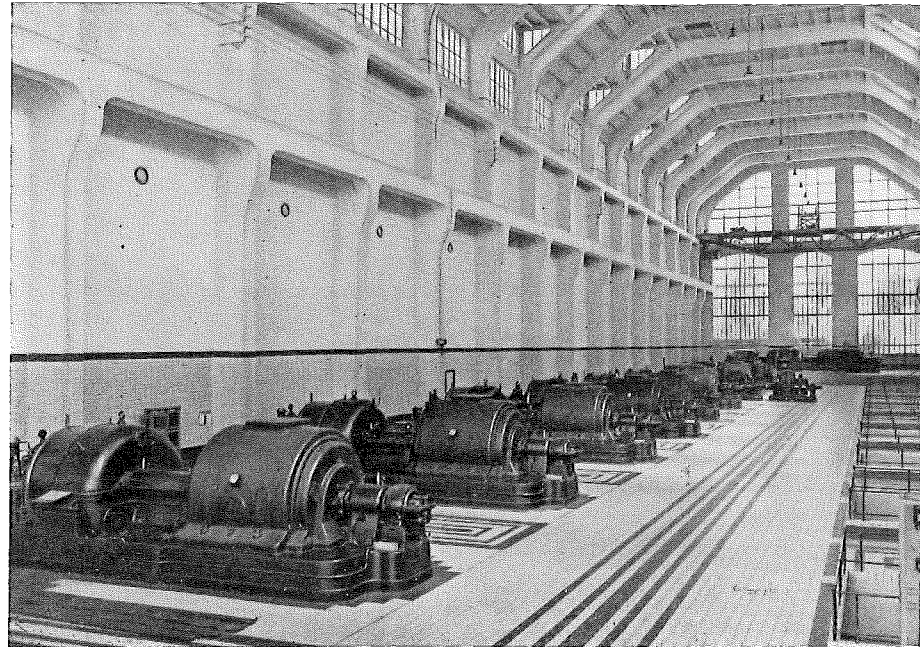


FIG. 5. — S. A. Ateliers de Construction de la Meuse, Sclessin-Liège.

Centrale électrique de la ville de Bruxelles.
Douze turbines d'une puissance totale de 73.500 kW dont une turbine de 20.000 kW à deux vapeurs et deux turbines de 6.000 kW à vapeur accumulée; la vapeur vive est à 20 kg/cm² 400° C, la vapeur accumulée est à une pression variant entre 13 et 2 kg/cm².

concurrer du point de vue rendement les machines étrangères. Leurs dernières réalisations réelles pour que ce succès puisse convaincre les non-professionnels.

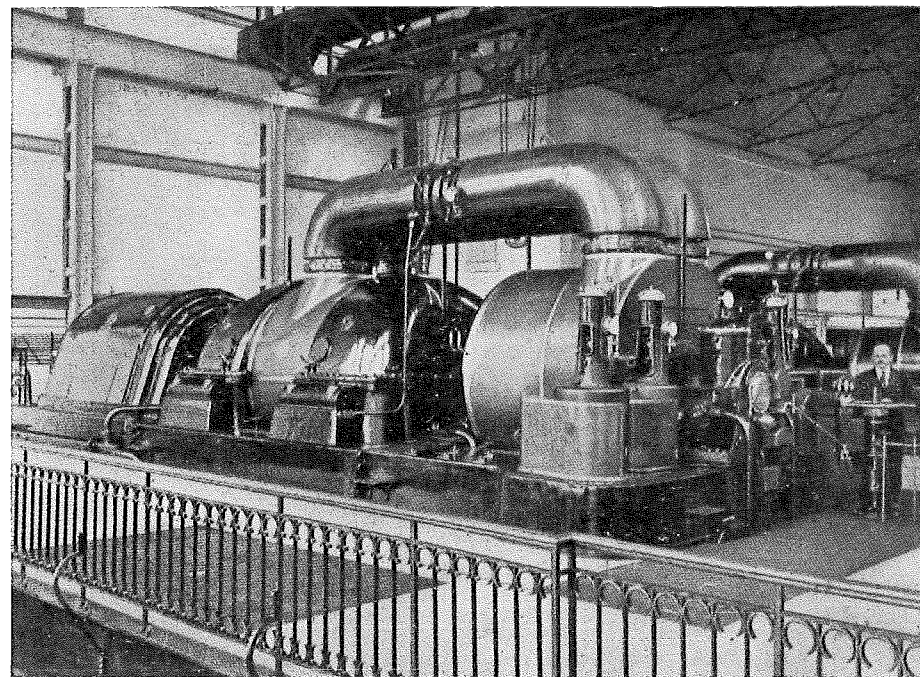


FIG. 6. — S. A. Ateliers de Construction de la Meuse, Sclessin-Liège.

Centrale électrique de la ville de Liège.
Une turbine de 20.000 kW; on voit à l'arrière-plan une turbine de 15.000 kW.
Vapeur à 20 kg 350° C.

La production des Ateliers de la Meuse depuis 1919 jusqu'à ce jour comporte 65 turbines d'une puissance totale de 305.000 kW (fig. 5 et 6).

*
**

Nous avons dit au début de ce chapitre que les premiers responsables chronologiquement du retard de la Belgique dans le domaine des turbines à vapeur étaient les constructeurs.

Ils ne sont pas les seuls en cause, cependant. Les événements y sont aussi pour quelque chose.

La première guerre mondiale porta aux ateliers belges un coup très dur, d'abord en les coupant du monde extérieur pendant quatre ans, ensuite par le fait que leur outillage s'était démodé et détérioré, et que l'urgence des tâches de reconstruction à accomplir ne leur permit pas de le moderniser en temps utile.

Ce que nous constatons actuellement permet d'espérer que la deuxième guerre aura fait moins de tort à ce point de vue que la première. On assiste en effet partout à un vaste effort de modernisation. Notamment les Ateliers de la Meuse, qui furent ravagés par les bombardements aériens, font d'énormes sacrifices pour renouveler et perfectionner leurs installations.

Une part de responsabilité dans l'infériorité où se trouvent les turbiniers belges incombe aussi aux exploitants.

Il est bien connu que le Belge du xx^e siècle souffre d'une espèce de complexe d'infériorité vraisemblablement unique au monde.

Nous sommes portés, d'une façon quasi invincible, à dénigrer nos compatriotes et à admirer tout ce qui vient de l'étranger. Nous sommes tous d'accord, par exemple, de payer le prix fort pour nous vêtir de tissus anglais, si même on nous démontre que les tissus de Verviers sont équivalents, ou même que les soi-disant tissus anglais ont été en réalité fabriqués à Verviers, et n'ont reçu de l'Angleterre qu'une estampille « d'origine » de complaisance.

Il n'en va pas autrement dans le domaine de la construction mécanique.

Si un turbinier belge fait une offre pour une machine d'un type nouveau, on lui objecte qu'il n'a pas de références, en sachant bien qu'en refusant de lui faire confiance on le condamne à n'avoir jamais de références.

Qu'on ne prétende pas qu'on refuse de courir des risques : en turbines aussi la Belgique est une terre d'expérience, et les expériences faites dans ce pays par des firmes étrangères ont abouti plus d'une fois à des échecs complets.

Il faut remarquer aussi que l'organisation commerciale et publicitaire des grands constructeurs étrangers est supérieurement organisée, et

on conçoit que la clientèle y soit très sensible.

En fait, dans les centrales de distribution appartenant à des sociétés privées, il n'y a, sauf erreur, que 5 turbines construites en Belgique.

Si cette constatation n'est pas à la gloire des constructeurs belges, elle n'est pas non plus à l'honneur des sociétés exploitantes.

Quelle est donc la situation technique réelle de constructeurs belges en face des constructeurs étrangers?

Au point de vue rendement, ils sont à égalité; les derniers essais par des organismes indépendants tels que l'Association Vinçotte l'ont montré.

Au point de vue de sécurité de marche, ils sont équivalents, ainsi que l'a établi l'enquête approfondie menée en 1937 par M. le professeur Jadot.

Il reste évidemment que les firmes étrangères spécialisées ont un nombre de références plusieurs dizaines de fois équivalent à celui des firmes belges. Si on devait considérer cet argument comme décisif, il vaudrait mieux décider immédiatement la disparition des constructeurs belges.

Or, ce n'est pas là l'intérêt des producteurs d'électricité. En effet, pendant la dernière guerre et encore actuellement, combien de fois n'ont-ils pas eu recours à l'industrie belge pour dépanner des turbines étrangères, suisses, allemandes, anglaises ou françaises?

Il n'est jamais d'un intérêt négligeable d'avoir le constructeur pour ainsi dire à portée de la main.

De plus, la présence des concurrents belges a certainement contribué à maintenir les prix étrangers dans des limites modérées.

Si, dans l'intérêt national, tout le monde admet qu'il est désirable que la construction des turbines à vapeur continue à exister en Belgique, il faut en conséquence logique, lui permettre de vivre en lui passant les commandes qu'elle est en mesure d'exécuter.

Sur le marché international, le retard au départ auquel nous avons fait allusion plus haut est irréparable; la Belgique ne peut ambitionner d'occuper sur le marché une place comparable à celle de la Suisse ou de la Suède.

Sur le marché national, il y a pour longtemps encore des débouchés suffisants. Sans aller jusqu'à demander des mesures protectionnistes, nous ne pensons pas qu'il soit exagéré de suggérer que soit réservée à l'industrie nationale une part raisonnable, la moitié par exemple, des commandes de turbines à vapeur.

Nous sommes persuadés que, malgré leurs moyens limités, les constructeurs belges sont en mesure de prouver qu'ils méritent la confiance qui serait ainsi placée en eux.

Discussion

M. GUARINI. — Le rendement de la turbine à vapeur peut être augmenté en faisant la condensation de la vapeur avec la machine frigorifique fonctionnant comme pompe de chaleur. L'augmentation de rendement est de 0,6 % par degré d'abaissement de la température de condensation.

Le Diesel, construit jusqu'à des puissances de 20.000 CV, a un rendement plus élevé que les turbines à vapeur et les turbines à gaz.

En Italie et en France, il y a des tendances à employer les Diesel pour actionner les alternateurs.

M. R. W. PETER, *ing. en chef aux Usines de Construction mécanique Escher Wyss (Suisse)*. — A la question directe de M. Emile Guarini, qui demandait si la turbine à gaz et le moteur Diesel ne constitueraient pas à l'avenir une concurrence dangereuse pour la turbine, je répons :

1. *Turbine à gaz*. — Cette nouvelle machine, qui se trouve en général encore au stade des études pratiques, ne nous semble pas constituer, pour le moment du moins, un danger sérieux à l'extension ou au maintien des turbines à vapeur comme source principale d'énergie, en particulier pour la Belgique, pays riche en charbon. Au contraire, nous sommes d'avis que les études et les expériences faites par les constructeurs de turbines à gaz quant à l'emploi d'une température du fluide moteur en aval du modérateur, allant jusqu'à 650° ou 700° C, profiteront à la turbine à vapeur dont le développement actuel est précisément orienté du côté des hautes températures d'admission. Le prochain avenir nous dira si, à égalité de température à l'admission, la turbine à vapeur n'est pas susceptible de conduire à des rendements du même ordre de grandeur que ceux des turbines à gaz. Tout ceci sans parler des turbines « industrielles » fournissant non seulement de l'énergie mécanique mais encore la chaleur requise par certaines industries

sous forme de vapeur et dont l'énergie mécanique, sous forme de la turbine à contre-pression, peut être fournie avec un rendement égal à 1, maximum idéal qui ne peut être atteint par la turbine à gaz.

2. Le moteur Diesel nous paraît répondre surtout aux demandes de faibles puissances, tandis que la turbine à vapeur ne craint aucune concurrence pour les grandeurs allant de 20.000 à 50.000 kW et davantage.

En résumé, nous pensons que chaque moteur envisagé, que ce soit la turbine à vapeur, à gaz ou le moteur Diesel, correspond à un but donné, et que, loin de se faire une concurrence acharnée, il est à prévoir pour les années à venir, qu'ils pourront coexister tous les trois plus ou moins harmonieusement pourvu qu'ils soient adaptés aux conditions qui leur conviennent le mieux.

M. A. DEWANDRE, *président de la section « Mécanique » du Congrès*. — Lors de la discussion des diverses « énergies » à utiliser dans la production de force motrice, il a été fait mention de l'énergie nucléaire et des ressources d'uranium du Congo belge qui seraient affermées au bénéfice des Etats-Unis. Cette affirmation est entièrement gratuite. Le Congo belge n'a jamais concédé ou affermé sa production d'uranium à un pays déterminé. Si, jusqu'à présent, l'uranium a été fourni aux Etats-Unis, c'est bien parce que ce pays seul était à même d'en utiliser les propriétés d'une façon industrielle.

Pour situer dans chaque pays des champs d'utilisation des turbines à vapeur ou à gaz et moteur Diesel, il faut tenir compte des conditions économiques propres à chaque pays, évidemment en Suisse et en Belgique les problèmes de force motrice sont nettement différents.

La compétition entre les divers moyens de force motrice reste ouverte du fait des modifications et de l'évolution des conditions économiques dans les pays considérés.

inv. n° 8011
UNIVERSITÉ DE LIÈGE
INSTITUT DE MÉCANIQUE
Professeur J. WOLPER
Rue E. Solvay, 21 - 4000 LIÈGE

CENTENAIRE

de l'Association des Ingénieurs
sortis de l'Ecole de Liège (A. I. Lg.)

CONGRÈS 1947

SECTION MÉCANIQUE

EDITEUR : A. I. Lg.
QUAI PAUL VAN HOEGAERDEN, 12
LIÈGE