

Commission Electrotechnique Internationale

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation - ISO)

International Electrotechnical Commission

(affiliated to the International Organization for Standardization - ISO)

FASCICULE DE LA C.E.I. RELATIF AUX TURBINES A VAPEUR

1ÈRE PARTIE
SPÉCIFICATION

I.E.C. PUBLICATION ON STEAM TURBINES

PART I
SPECIFICATION



Reproduction photographique
de l'édition de 1931

Publié par le
Bureau Central de la C.E.I.
39, route de Malagnou
Genève

Droits de reproduction réservés

Photographic reprint of the
1931 Edition

Published by the
Central Office of the I.E.C.
39, route de Malagnou
Geneva

Copyright -- All rights reserved

Commission Electrotechnique Internationale.

FASCICULE DE LA C.E.I. RELATIF AUX TURBINES A VAPEUR.

1^{ère} Partie. Spécification.

1. PUISSANCE.—Une turbine à vapeur doit être capable de produire continuellement une puissance déterminée, lors du fonctionnement sous les conditions spécifiées de vitesse, pression de vapeur, pression et température à l'échappement.

NOTE : Dans le cas de turbines de 3 000 kilowatts et au-dessous, si l'on doit faire fonctionner une turbine à condenseur sans condensation, celle-ci doit pouvoir fournir 30 pour cent de sa puissance spécifiée pour la vitesse, la pression de vapeur initiale, et la température de vapeur spécifiées, à condition que la pression de vapeur spécifiée ne soit pas inférieure à 10.5 kg par cm² (150 lb. per sq. in.). Une turbine à condenseur de puissance normale supérieure à 3 000 kilowatts ne doit pas fonctionner sans condensation, sauf pour de courtes périodes de temps dues au manque de vide, et on ne doit pas s'occuper de cette condition. Dans aucun cas, on ne permettra à la température d'échappement de dépasser 149° C. (300° F.), et la puissance minimum sans condensation sera réduite en conséquence.

2. PUISSANCE ECONOMIQUE.—La puissance la plus économique d'une turbine doit être voisine de 80 pour cent de sa puissance spécifiée, mais un autre pourcentage peut être demandé dans des cas spéciaux.

3. CARACTÉRISTIQUES DE RÉGLAGE.—En cas de rupture brusque de la charge à partir du fonctionnement à vitesse et à charge normales, la pression de vapeur, la température de vapeur et la pression à l'échappement restant normales, la variation maximum de vitesse ne doit pas être suffisante pour faire entrer en action le régulateur de sécurité et la variation permanente ne doit pas dépasser 4 pour cent de la vitesse normale.

4. RÉGLAGE DE LA VITESSE.—La vitesse de la turbine à vide doit pouvoir être réglée dans les limites de plus ou moins 5 pour cent de la vitesse normale.

5. FERMETURE DE SÉCURITÉ.—Le régulateur de sécurité doit fermer l'arrivée de vapeur lorsque la vitesse de la turbine dépasse la valeur normale de 10 (± 1) pour cent. La vitesse extrême atteinte par la turbine, accélérée avec pleine pression et vide, sous le contrôle du régulateur de sécurité, à vide, et sans régulateur de vitesse ne dépassera pas 13 (± 1) pour cent.

6. VITESSE MAXIMUM.—On ne doit pas demander à la turbine de pouvoir résister à une vitesse supérieure de plus de 15 pour cent à la vitesse normale. Si un tel essai est effectué, il le sera seulement aux essais de réception et ne durera pas plus de 5 minutes.

7. CONSOMMATION DE VAPEUR (OU DE CHALEUR).—On peut demander les consommations de vapeur (ou de chaleur) par unité de puissance débitée par heure, pour toute charge spécifiée ou pour une série de charges. La garantie de consommation de vapeur (ou de chaleur) sera limitée à la charge spécifiée ou à la consommation moyenne pondérée de vapeur (ou chaleur) pour une série de charges qui seront calculées de la façon suivante :

Pourcentage de la puissance spécifiée.

100	Consommation de vapeur (ou de chaleur) par unité de puissance fournie $a_1 \times b_1$	=
80	Consommation de vapeur (ou de chaleur) par unité de puissance fournie $a_2 \times b_2$	=
60	Consommation de vapeur (ou de chaleur) par unité de puissance fournie $a_3 \times b_3$	=
40	Consommation de vapeur (ou de chaleur) par unité de puissance fournie $a_4 \times b_4$	=

Total = ...

Consommation moyenne pondérée de vapeur (ou de chaleur) Total

$= \frac{b_1 + b_2 + b_3, \text{ etc.}}{4}$

Où

$a_1, a_2, a_3, \text{ etc.}$ = consommation aux différents pourcentages de la puissance utile.

$b_1, b_2, b_3, \text{ etc.}$ = facteurs agréés pour les différentes puissances utiles.

Dans des cas spéciaux, l'acheteur peut demander, et on doit lui donner, des garanties pour des pourcentages de charge utile différents des précédents.

International Electrotechnical Commission.

I. E. C. PUBLICATION ON STEAM TURBINES.

Part I. Specification.

1. RATING.—A Steam Turbine shall be capable of giving continuously a specified output when running under the specified conditions as regards speed, steam pressure, temperature and exhaust pressure.

NOTE: In cases of turbines of 3,000 kilowatts and below if it is necessary to operate a condensing turbine non-condensing, it should be capable of giving 30 per cent. of the rated output at the rated speed and the specified initial steam-pressure and temperature provided the specified steam pressure is not less than 10.5 kg per cm² (150 lb. per sq. in.). A condensing turbine larger than 3,000 kilowatts rated output shall not be required to work non-condensing, except for short periods due to failure of vacuum, and no special provision shall be made for this condition. In no case shall the exhaust-steam temperature be allowed to exceed 149°C. (300°F.), and the minimum non-condensing output shall be limited accordingly.

2. ECONOMICAL RATING.—The most economical output of a turbine shall be at approximately 80 per cent. of its rated output, but any other percentage may be required in special cases.

3. GOVERNING CHARACTERISTICS.—When operating at rated speed and the rated load is thrown off, the steam pressure, steam temperature and exhaust pressure remaining normal, the maximum variation in speed shall not be sufficient to bring the emergency governor into operation and the permanent variation shall not exceed 4 per cent. of the rated speed.

4. SPEED ADJUSTMENT.—The speed of the turbine at no load shall be adjustable within 5 per cent. above or below the rated speed.

5. EMERGENCY CUT-OFF SPEED.—The emergency governor shall operate to cut off steam when the speed of the turbine exceeds the rated speed by 10 (±1) per cent. The extreme speed attained by the turbine when accelerated with full pressure and vacuum under control of the emergency governor without load and without governor control shall not exceed 13 (±1) per cent.

6. MAXIMUM SPEED.—The turbine shall not be called upon to withstand a higher speed than 15 per cent. in excess of the rated speed. If any test be made it shall only be made during the acceptance trial and the duration shall not exceed 5 minutes.

7. STEAM (OR HEAT) CONSUMPTION.—The steam (or heat) consumptions per unit output per hour may be requested and furnished either for some specified load or for a series of loads. The steam (or heat) consumption guarantee shall be confined to the one specified load or to the weighted steam (or heat) consumption of a series of loads which shall be calculated as follows:

Percentage
of rated
output.

100	Steam (or heat) consumption per unit output $a_1 \times b_1$ = ...
80	Steam (or heat) consumption per unit output $a_2 \times b_2$ = ...
60	Steam (or heat) consumption per unit output $a_3 \times b_3$ = ...
40	Steam (or heat) consumption per unit output $a_4 \times b_4$ = ...

Sum = ...

Weighted steam (or heat) consumption

$$= \frac{\text{Sum}}{b_1 + b_2 + b_3, \text{ etc.}}$$

Where

a_1, a_2, a_3 , etc. = the consumption at the respective percentages of output.

b_1, b_2, b_3 , etc. = the agreed factor at the respective outputs.

To meet special cases, the purchaser may request and be furnished with guarantees at percentages of rated output other than those specified above.

Lorsqu'une turbine est prévue ou doit être utilisée avec de la vapeur resurchauffée ou doit fournir de la vapeur pour réchauffage de l'eau d'alimentation, la garantie de consommation de vapeur doit être donnée pour ces conditions de service.

Des tolérances ou des marges ne sont pas comprises dans ces règles. Si des tolérances des garanties de consommation de vapeur (ou de chaleur) sont demandées dans un but commercial, elles doivent être établies d'accord entre le constructeur et l'acheteur et incorporées au contrat.

8. CORRECTIONS.—Les facteurs de correction de consommation de vapeur (ou de chaleur), pour les écarts entre les conditions réalisées pendant l'essai et les conditions spécifiées, doivent être incorporés au contrat.

S'ils n'y figurent pas, ils seront établis entre les parties avant de commencer les essais de réception de la Centrale.

S'il existe des soupapes de bypass ou des tuyères manœuvrées à main, la position de ces soupapes pour les diverses charges pour lesquelles les garanties sont données sera spécifiée dans le contrat.

9. LIMITES DE TEMPÉRATURE DE L'HUILE DE GRAISSAGE.—La température de l'huile à la sortie des paliers ne dépassera pas 66° C. (150° F.); si la température ambiante de la salle dépasse 33° C. (90° F.) ou si la température de l'eau de refroidissement dépasse 26° C. (80° F.), ces conditions doivent être indiquées par l'acheteur pour que les limites précédentes puissent être maintenues.

10. HUILE DE GRAISSAGE.—L'huile à employer en période de service sera choisie par l'acheteur sur une liste fournie par le constructeur.

11. MARCHE EN PARALLÈLE.—La turbine doit fonctionner convenablement en parallèle avec les machines existantes, à condition que ces dernières fonctionnent convenablement en parallèle entre elles, et ne possèdent pas de caractéristiques anormales soit individuellement, soit en bloc.

12. VIBRATION ET BRUIT.—Les vibrations et le bruit ne doivent pas être plus élevés que pour des installations analogues de premier ordre au point de vue de la construction et du montage, fonctionnant dans des conditions analogues, à condition que la Centrale soit établie sur des fondations convenables.

13. VITESSE CRITIQUE.—Les vitesses critiques calculées pour la partie rotative du groupe complet ne doivent pas être entre les limites de 20 pour cent au-dessus et 20 pour cent au-dessous de la vitesse normale.

14. TABLES DE VAPEUR.—Pour référence éventuelle, on adoptera comme standard les Tables de vapeur.....

15. Lorsque la turbine est prévue pour resurchauffer intermédiaire et que le resurchauffeur n'est

pas fourni par le constructeur de la turbine, l'acheteur doit garantir le fonctionnement du resurchauffeur au constructeur de la turbine en ce qui concerne (1) l'échange de chaleur et (2) la chute de pression pour les débits de vapeur pour lesquels les garanties de consommation de chaleur sont données.

16. Lorsque le soutirage de vapeur pour réchauffage de l'eau d'alimentation est prévu et que les réchauffeurs ne sont pas fournis par le constructeur de la turbine, l'acheteur doit garantir le fonctionnement du réchauffeur d'eau d'alimentation au constructeur de la turbine en ce qui concerne (1) l'échange de chaleur et (2) la différence entre la température de la vapeur à la sortie de la turbine et celle de l'eau d'alimentation à la sortie des réchauffeurs correspondants, pour les débits de vapeur pour lesquels les garanties de consommation de chaleur sont données.

17. EQUIPEMENT NORMAL.—Normalement, les accessoires suivants seront fournis avec la turbine :

- (a) Plaque de base pour la turbine et les engrenages (sur demande).
- (b) Boulons et plaques d'ancrage (sur demande).
- (c) Accouplement flexible complet ou demi manchon rigide avec boulons.
- (d) Soupape de sûreté manœuvrée par régulateur de sécurité et ou manuellement.
- (e) Vanne de fermeture de vapeur (Note : (d) et (e) peuvent être combinées).
- (f) Réfrigérant d'huile.
- (g) Filtre d'huile.
- (h) Tachymètre.
- (j) Contrôle de vitesse à main.
- (k) Indicateur principal de pression de vapeur.
- (l) Indicateur de pression d'échappement.
- (m) Indicateur de pression d'huile.
- (n) Soupapes de réglage de vapeur pour les boîtes à vapeur, si nécessaire.
- (p) Pompe à huile à main ou pompe à moteur avec dispositif de mise en marche automatique en fonction de la pression.
- (q) Tuyauteries d'huile formant partie intégrante du groupe complet dont la turbine est le moteur.
- (r) Jeu complet de clefs à écrous monté sur un tableau.
- (s) Tout accessoire spécial, autre que des élingues, nécessaire au levage de la demi partie supérieure de l'enveloppe et du rotor de la turbine.
- (t) Revêtements calorifuges.

18. ESSAI HYDRAULIQUE DES PARTIES SOUMISES À LA PRESSION DES CHAUDIÈRES.—Toutes les parties soumises à la pression spécifiée de vapeur seront essayées avec une pression hydraulique de 50 pour cent supérieure à la pression spécifiée, et la machine totale doit être capable de supporter une pression hydraulique de 2,1 kg par cm² (30 lb. per sq. in.) absolue.

When a turbine is designed for or intended to utilize re-heated steam or to supply steam for feed heating purpose, the heat consumption guarantee shall be given under these operating conditions.

Tolerances or margins are not within the scope of this code. Should tolerances on the steam (or heat) consumption guarantees be required for commercial purposes they should be agreed between the purchaser and the manufacturer and included in the contract.

8. CORRECTIONS.—Rates of correction of the steam (or heat) consumption for variations in the operating conditions during test from those specified should be included in the contract.

If not included in the contract, these rates of correction shall be agreed between the parties prior to the acceptance test of the plant being commenced.

When manually operated nozzle or bypass valves are supplied, the positions of these valves at the various loads, for which the guarantees have been made, shall be specified in the contract.

9. LIMITS OF LUBRICATING OIL TEMPERATURE.—The temperature of the oil as it leaves the bearings shall not exceed 66°C. (156°F.); if the temperature of the engine room exceeds 33°C. (90°F.) or the temperature of the cooling water exceeds 26°C. (80°F.) these should be stated by the purchaser so that the above limit may be retained.

10. LUBRICATING OIL.—The oil to be used during the maintenance period shall be selected by the purchaser from a list to be supplied by the manufacturer.

11. PARALLEL RUNNING.—The turbine shall run satisfactorily in parallel with any existing machines, provided the latter run correctly in parallel with each other, and possess no abnormal features either individually or collectively.

12. VIBRATION AND NOISE.—Vibration and noise shall be no greater than with similar plant of first-class design and workmanship and operating under similar conditions, provided the plant is installed on suitable foundations.

13. CRITICAL SPEED.—The computed critical speeds of the rotating element of the complete set shall not lie within the limits of 20 per cent. above and 20 per cent. below the rated speed.

14. STEAM TABLES.—For reference purposes the.....Steam Tables shall be adopted as standard.

15. When the turbine is arranged for reheating between stages and the reheater is not supplied

by the turbine manufacturer, the purchaser shall guarantee the performance of the reheater to the turbine manufacturer as regards (1) heat transfer and (2) pressure drop at the steam flows for which heat consumption guarantees are given.

16. When arranged for steam extraction for the purpose of heating its own feed and the heaters are not supplied by the turbine manufacturer, the purchaser shall guarantee the performance of the feedwater heater to the turbine manufacturer as regards (1) heat transfer and (2) the difference of temperature between the steam at the turbine outlets and that of the feedwater leaving the corresponding heaters at the steam flows for which heat consumption guarantees are given.

17. STANDARD EQUIPMENT.—Normally, the following accessories shall be supplied with the turbine:

- (a) Bedplate for turbine and gearing (if required).
- (b) Foundation bolts and plates (if required).
- (c) Complete flexible coupling or solid half-coupling with bolts.
- (d) Emergency steam valve operated by emergency governor and/or by hand.
- (e) Isolating steam stop-valve (Note: (d) and (e) may be combined).
- (f) Oil cooler.
- (g) Oil strainer.
- (h) Tachometer.
- (j) Hand speed-control gear.
- (k) Main steam pressure gauge.
- (l) Exhaust pressure gauge.
- (m) Oil pressure gauge.
- (n) Valves for regulating steam to and from sealing glands, if necessary.
- (p) Hand oil pump or power oil pump with automatic pressure control starting gear.
- (q) Oil pipes forming integral part of complete set of which the turbine is the prime mover.
- (r) Complete set of spanners mounted on rack.
- (s) Any special tackle other than slings required for lifting the top half of the casing and turbine rotor.
- (t) Lagging.

18. HYDRAULIC TEST FOR PARTS EXPOSED TO BOILER PRESSURE.—All parts exposed to the specified steam pressure shall be tested with an hydraulic pressure 50 per cent. in excess of the specified pressure, and the machines as a whole shall be capable of withstanding an hydraulic pressure of 2.1 kg per cm² (30 lb. per sq. in.) absolute.

Appendice A.

Caractéristiques à indiquer pour la Demande d'offre ou la Commande de Turbines à Vapeur.

Les indications suivantes seront données lors d'une demande d'offre ou d'une commande de turbine à vapeur à condenseur :

1. Caractéristiques physiques de la turbine :

- (a) Puissance en kW aux bornes de l'alternateur ou en kW à l'accouplement de la turbine
- (b) Pourcentage de la charge spécifiée auquel on désire la marche la plus économique.....
- (c) Facteurs pour obtenir la consommation moyenne pondérée de vapeur (ou de chaleur) à diverses charges, comme il est indiqué au Par. 7.....
- (d) Vitesse.....tours par minute.
- (e) Sens de rotation, si le constructeur de la turbine ne fournit pas la machine entraînée. (Sens des aiguilles d'une montre ou sens inverse en regardant de la turbine vers la machine entraînée)
- (f) Pièces de rechange nécessaires.....
- (g) Encombrement maximum : (1) Hauteur totale.....mètres ou ft.
(2) Profondeur maximum de la fosse.....mètres ou ft.
(3) Hauteur maximum du crochet du pont roulant.....mètres ou ft.
(4) Puissance maximum de levage du pont roulant.....kg ou ton.

2. Conditions de service :

- (a) Pression absolue de la vapeur du côté chaudière de la vanne d'entrée et du filtre.....kg/cm² ou lb./sq. in.
- (b) Température de la vapeur du côté chaudière de la vanne d'entrée et du filtre.....°C. ou °F.
- (c) Pression absolue d'échappement à la culotte d'échappement de la turbine.....kg/cm² ou lb./sq. in.
- (d) La température à laquelle l'eau d'alimentation doit être réchauffée à allure de marche continue, si de la vapeur est soutirée de la turbine pour réchauffage de l'eau d'alimentation et nombre d'étages.....°C. ou °F.
- (e) La vapeur, doit-elle être resurchauffée après détente partielle dans la turbine?.....
- (f) Réfrigérant d'huile, s'il en existe :
 - (1) Qualité de l'eau de réfrigération disponible (salée ou douce, etc.).....
 - (2) Température de l'eau de réfrigération.....°C.....°F.
 - (3) Pression de l'eau de réfrigération disponible kg/cm² (abs.)
.....lb./sq. in. (abs.).
 - (4) Quantité d'eau de réfrigération disponible, si elle est limitée.....tonnes par heure
.....lb. par sec.
 - (5) Méthode d'amenée de l'eau de réfrigération.....

3. Usage.

(a) Machine entraînée :

- (1) Nom du constructeur
- (2) Caractéristiques complètes de la machine entraînée.....

Appendix A.

Information to be Supplied with Enquiry or Order for Steam Turbines.

The following information should be supplied with an enquiry or order for condensing steam turbines :

1. Physical characteristics of the turbine :

- (a) Rating in kW at alternator terminals or kW at turbine coupling.....
- (b) Percentage of rated load at which maximum economy is required
- (c) Factors at various loads for obtaining weighted steam (or heat) consumption as shown in Par. 7
- (d) Speed revs. per min.
- (e) Direction of rotation, if the turbine manufacturer does not supply the driven machine. (Clockwise or anti-clockwise when viewed from the turbine looking towards the driven machine)
- (f) Spare parts required
- (g) Space limitations: (1) Overall length.....m or ft.
(2) Maximum depth of basement.....m or ft.
(3) Maximum height of crane hook m or ft.
(4) Maximum lifting capacity of crane kg or ton.

2. Operating Conditions :

- (a) Absolute steam pressure at the boiler side of turbine stop-valve and strainer kg per cm² or lb. per sq. in.
- (b) Steam temperature at the boiler side of turbine stop-valve and strainer..... °C. or °F.
- (c) Absolute exhaust pressure at the exhaust flange of the turbine.....kg per cm² or lb. per sq. in.
- (d) The temperature to which the feedwater must be heated at continuous maximum rating if steam is to be extracted from the turbine for heating its feedwater and number of stages °C. or °F.
- (e) Is the steam to be reheated after partial expansion in the turbine?
- (f) Oil cooler, if any :
(1) Quality of cooling water available (salt or fresh, etc.)
- (2) Temperature of cooling water °C..... °F.
- (3) Pressure of cooling water available.....kg per cm² (abs.).....lb. per sq. in. (abs.)
- (4) If limited, quantity of cooling water available....m. tonnes per hr.....lb. per sec.
- (5) Method of supplying cooling water.....

3. Application.

(a) Driven machine :

- (1) Name of manufacturer
- (2) Full statement of characteristics of the driven machine.....

Appendice A—suite.

(b) Engrenages de réduction de vitesse :

- (1) Nom du constructeur
 (2) Vitesse de l'arbre entraîné

(c) Génératrice :

- (1) Puissance.....kW.....kVA.
 (2) Facteur de puissance.....pour cent.
 (3) Vitesse tours par minute.
 (4) Fréquence..... périodes par seconde.
 (5) Nombre de phases.....
 (6) Tension
 (7) Source d'excitation. Si l'excitatrice n'est pas directement accouplée, tension du circuit d'excitation
 (8) Réfrigérant d'air de la génératrice.....
 (a) Qualité de l'eau de réfrigération disponible (salée ou douce, etc.).....
 (b) Température de l'eau de réfrigération.....°C.....°F.
 (c) Pression de l'eau de réfrigération disponible.....kg/cm² (abs.).....lb./sq. in. (abs.)
 (d) Quantité d'eau de réfrigération disponible, si elle est limitée..... tonnes par heure
 lb. per sec.
 (e) Méthode d'amenée de l'eau de réfrigération.....

Appendice B.

Puissances Normales Proposées.

Puissances maxima continues en kW.

500	5 000	50 000
800	8 000	80 000
1 250	12 500	125 000
2 000	20 000	
3 200	32 500	

Appendice C.

Pressions de Vapeur Normales Proposées (pression absolue au Collecteur de la Chaudière).

kg par cm ²	Lb. par sq. in.
16	230
25	360
40	570
64	910
100	1 420
160	2 270

Appendix A—continued.**(b) Speed-reduction gear :**

- (1) Name of manufacturer
- (2) Speed of driven shaft.....

(c) Generator :

- (1) Rating.....kW kVA.
- (2) Power factor per cent.
- (3) Speed.....revs per min.
- (4) Frequency cycles per sec.
- (5) Number of phases.....
- (6) Voltage
- (7) Source of excitation. If not direct coupled, voltage of excitation circuit.....
- (8) Generator air cooler.....
- (a) Quality of cooling water available (salt or fresh, etc.).....
- (b) Temperature of cooling water..... °C..... °F.
- (c) Pressure of cooling water available.....kg per cm² (abs.)....lb. per sq. in. (abs.)
- (d) If limited, quantity of cooling water available....m. tonnes per hr.....lb. per sec.
- (e) Method of supplying cooling water.....

Appendix B.**Suggested Standard Ratings.**

Continuous Maximum Ratings in kW.

500	5,000	50,000
800	8,000	80,000
1,250	12,500	125,000
2,000	20,000	
3,200	32,500	

Appendix C.**Suggested Standard Steam Pressures (Absolute Pressure at Boiler Drum).**

kg per cm ²	Lb. per sq. in.
16	230
25	360
40	570
64	910
100	1,420
160	2,270

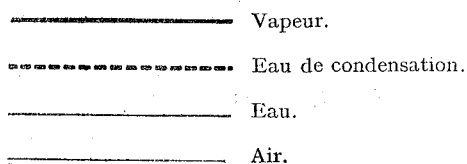
Appendice D.

Symboles Graphiques pour Machines à Vapeur.

Les symboles graphiques pour machines à vapeur sont figurés sur le tableau et expliqués dans les notes ci-dessous.

1. CONNEXIONS DE TUYAUTERIES.—Les symboles se comprennent d'eux-mêmes.
 2. GÉNÉRATEURS DE VAPEUR.—Le symbole général est un carré.
 3. ECHANGEURS DE CHALEUR.—Le symbole général est aussi un carré. Une diagonale indique un échangeur de chaleur du type à surface.
- Pour éviter la superposition de ces symboles pour les échangeurs d'un circuit d'alimentation, un symbole spécial a été prévu pour le réchauffeur d'alimentation. L'eau d'alimentation entre et sort du réchauffeur au même niveau, permettant de disposer une série de ces appareils sur une même ligne.
4. CONDENSEURS.—Le symbole général est un cercle.
 5. MACHINES MOTRICES.—Elles sont indiquées par un trapèze, rappelant l'augmentation de volume occupé par le fluide dans son travail. Pour cette raison, elles ne doivent jamais être retournées.
 6. GÉNÉRATRICES.—Pour respecter les normes électriques existantes, on emploie des cercles pour les génératrices électriques.
 7. RESERVOIRS.—Les symboles se comprennent d'eux-mêmes.
 8. DISPOSITIFS DE RÉGLAGE AUTOMATIQUE.—Les vannes, pour lesquelles l'ouverture est réglée par une certaine caractéristique telle que pression, température, niveau d'eau, etc., sont indiquées réunies par une ligne en pointillé fin à l'organe de contrôle. Un cercle avec le signe + dans l'intérieur indique que la vanne s'ouvre quand les caractéristiques de contrôle dépassent une valeur fixée, et un cercle avec le signe — indique que la vanne s'ouvre lorsque les caractéristiques tombent au dessous d'une valeur fixée.
 9. PRINCIPES GÉNÉRAUX.—Un exemple de diagramme de Centrale a été ajouté pour montrer l'emploi correct des symboles et la manière de les connecter entre eux.

(1) CONNEXIONS.

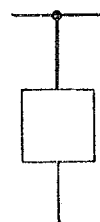


Avec connexion.

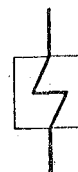


Sans connexion.

(2) GÉNÉRATEURS DE VAPEUR.



Chaudière à vapeur.



Surchauffeur à gaz brûlés (Resurchauffeur intermédiaire).

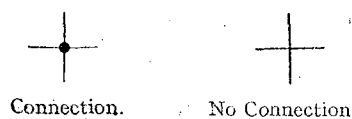
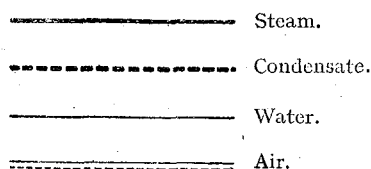
Appendix D.

Graphical Symbols for Heat-Power Systems.

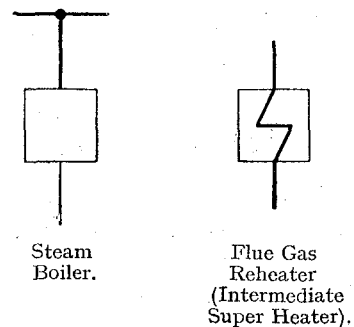
Graphical symbols for heat-power systems are illustrated in the chart and explained in the notes which follow.

1. PIPE CONNECTIONS.—The symbols are self-explanatory.
2. STEAM GENERATORS.—The general symbol for these is a square.
3. HEAT EXCHANGERS.—The general symbol is also a square. A diagonal line denotes a surface type heat exchanger.
- To avoid the staggering of a number of such heat exchangers when denoting heaters in a feed circuit, a special symbol is employed for a feedwater heater. The feedwater enters and leaves the heater on the same level, enabling a series of these to be arranged on a single line.
4. CONDENSERS.—The general symbol is a single circle.
5. PRIME MOVERS.—These are denoted by a trapezium, reminding one of the increasing space occupied by the fluid upon performing work. For this reason they must never be reversed.
6. GENERATORS.—To comply with existing electrical standards, circles are used for electric generators.
7. STORAGE DEVICES.—The symbols are self-explanatory.
8. AUTOMATIC REGULATING DEVICES.—Valves, the opening of which is regulated by some characteristic such as pressure, temperature, water level, etc., are shown connected with a fine dotted line to the point from which the controlling impulse emanates. A circle bearing a positive sign inserted in this line denotes that the valve opens when the controlling characteristic rises above a certain fixed value, and a circle bearing the minus sign that the valve opens when this characteristic falls below a certain fixed value.
9. GENERAL PRINCIPLES.—A sample diagram of a plant layout has been included in order to show the correct use of the symbols and the method of connecting them together.

(1) CONNECTIONS.

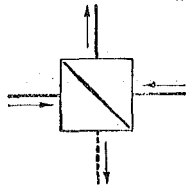


(2) STEAM GENERATORS.

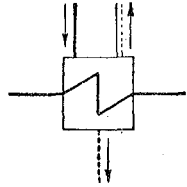


Appendice D—suite.

(3) ÉCHANGEURS DE CHALEUR DU TYPE A SURFACE.



Surchauffeur de vapeur vive.



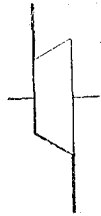
Réchauffeur d'alimentation avec sortie d'air.

(4) CONDENSEUR.

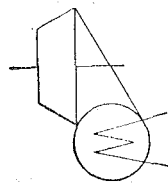


Condenseur à surface.

(5) MACHINES MOTRICES.

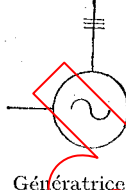


Turbine à vapeur.

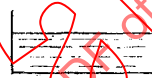


Turbine avec condenseur.

(6) GÉNÉRATRICE.



Génératrice triphasée.



Réservoir d'alimentation ouvert.

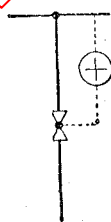


Réservoir d'alimentation fermé.

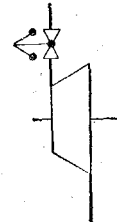
(8) DISPOSITIFS DE RÉGLAGE AUTOMATIQUE.



Vanne de réduction.



Vanne de bypass.



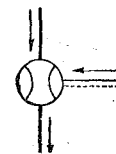
Vanne commandée par régulateur.

(9) POMPE MÉCANIQUE



Pompe d'alimentation de chaudière.

(10) POMPE DYNAMIQUE.



Éjecteur d'air.