
NORME INTERNATIONALE **ISO** 2314



INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION · МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ · ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Turbines à gaz — Essais de réception

Première édition — 1973-03-01

70

CDU 621.438.001.4

Réf. N° : ISO 2314-1973 (F)

Descripteurs : turbine à gaz, acceptabilité, essai, mesure, calcul, compte-rendu.

Prix basé sur 20 pages

AVANT-PROPOS

ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme Internationale ISO 2314 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 70, *Moteurs à combustion interne*.

Elle fut approuvée en septembre 1971 par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Irlande	Royaume-Uni
Allemagne	Italie	Suède
Belgique	Japon	Suisse
Danemark	Nouvelle-Zélande	Tchécoslovaquie
Egypte, Rép. arabe d'	Pays-Bas	Thaïlande
France	Portugal	U.R.S.S.
Inde	Roumanie	U.S.A.

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé le document.

La présente Norme Internationale est basée sur les *Recommandations pour les essais de réception des turbines à gaz* du Congrès International des Machines à Combustion.

© Organisation Internationale de Normalisation, 1973 •

Imprimé en Suisse

SOMMAIRE

	Page
1 Objet et domaine d'application	1
2 Références	1
3 Définitions générales, signification des termes, et symboles	2
4 Préparation des essais	3
5 Conditions de fonctionnement pendant les essais	3
6 Instruments et méthodes de mesurage	7
7 Méthode d'exécution des essais	12
8 Calculs des résultats	15
9 Rapport d'essai	21

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2314:1973

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a7221f91-62a2-4ca8-898f-f4f39617d42d/iso-2314-1973>

Turbines à gaz — Essais de réception

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

1.1 La présente Norme Internationale spécifie les directives et les règles normalisées pour l'exécution des essais de réception et l'établissement du rapport d'essais correspondant, visant à la détermination et/ou à la vérification de la puissance, du rendement thermique et d'autres caractéristiques de fonctionnement d'une installation de puissance à turbine à gaz. Elle définit les conditions normales qui doivent être utilisées, à défaut d'accord sur d'autres conditions, établi au moment de la commande¹⁾. Elle fournit également une méthode permettant de ramener aux conditions normales ou aux conditions spécifiées, les résultats obtenus dans les conditions de fonctionnement réalisées en cours d'essais. La présente Norme Internationale n'a pas pour objet de fournir des règles pour la conduite d'essais entrant dans un programme de recherches ou d'investigations.

1.2 Les essais de réception satisferont aux règles si les essais obligatoires décrits en 1.4 ont été effectués conformément aux prescriptions indiquées ci-après.

Des essais facultatifs peuvent cependant être effectués, mais ne doivent être considérés comme nécessaires que dans la mesure où ils auront donné lieu à un accord entre les parties, lors de la commande.

1.3 La présente Norme Internationale est applicable aux installations de puissance à turbines à gaz à cycle ouvert utilisant un équipement de combustion normal, ainsi qu'aux installations de puissance à turbines à gaz à cycle fermé ou semi-fermé. Dans le cas de turbines à gaz utilisant des générateurs de gaz à pistons libres ou une source de chaleur particulière (par exemple, un processus chimique, un réacteur nucléaire, le foyer d'une chaudière suralimentée), la présente Norme Internationale pourra être utilisée comme base de départ, mais devra être adaptée.

1.4 Essais obligatoires

L'objet principal des essais de réception est la détermination :

- a) de la puissance, dans les conditions de marche spécifiées (puissance des gaz lorsque la fourniture ne comporte qu'un générateur de gaz);

- b) du rendement thermique, des consommations spécifiques de chaleur ou de combustible dans les conditions de marche spécifiées;

- c) du bon fonctionnement des appareils de protection essentiels, tels qu'ils sont définis en 7.1.3.

1.5 Essais facultatifs

Il peut être procédé en outre à des essais facultatifs, dans la mesure où ils ont fait l'objet d'un accord entre les parties lors de la commande. Ces essais peuvent, par exemple, porter sur l'un ou plusieurs des points suivants ou sur d'autres spécifiés par des autorités nationales ou locales :

- a) caractéristiques de fonctionnement de la régulation et des appareils de protection mentionnés en 7.2.1 et 7.2.2;

- b) souplesse de conduite (c'est-à-dire vitesse de démarrage, temps de prise de charge, etc.);

- c) amplitude et fréquence de vibrations;

- d) émission de fumées;

- e) détermination de la chaleur récupérable;

- f) niveau de bruit;

- g) décharges thermiques.

2 RÉFÉRENCES

ISO/R 495, *Règles générales pour la rédaction des codes d'essais relatifs à la mesure du bruit émis par les machines.*

ISO/R 541, *Mesure de débit des fluides au moyen de diaphragmes et de tuyères.*

Publication CEI 34-2, *Machines électriques tournantes. 2^{ème} partie : Détermination du rendement des machines électriques tournantes.*

Publication CEI 46, *Recommandations concernant les turbines à vapeur. 2^{ème} partie : Règles pour les essais de réception.*

1) Les points au sujet desquels un accord doit être réalisé entre les parties, lors de la commande ou avant les essais, sont repérés par un trait vertical sur la gauche du texte y relatif.

3 DÉFINITIONS GÉNÉRALES, SIGNIFICATION DES TERMES ET SYMBOLES

3.1 turbine à gaz : Machine transformant l'énergie thermique en énergie mécanique; elle comprend un ou plusieurs compresseurs rotatifs, un ou plusieurs dispositifs thermiques réchauffant le fluide moteur, une ou plusieurs turbines, un système de régulation, et les dispositifs auxiliaires essentiels. Tout échangeur de chaleur (chaudières de récupération exclues) se trouvant dans le circuit principal du fluide moteur est considéré comme faisant partie de la turbine à gaz.

3.2 générateur de gaz : Terme communément utilisé pour désigner un groupe compresseur comportant un ou des compresseurs entraîné(s) par une turbine (ou des turbines) avec sa chambre de combustion, l'ensemble fournissant du gaz chaud sous pression. Ce groupe peut entraîner une turbine distincte qui n'a généralement ni compresseur, ni chambre de combustion.

3.3 Conditions normales de référence

Au cas où la puissance, le rendement, la consommation de chaleur ou la consommation spécifique se rapportent aux conditions normales, ces conditions doivent être :

a) pour l'air, au droit de la bride d'entrée du compresseur (éventuellement en amont de la tuyère d'aspiration), comme indiqué en 6.6.2 – voir aussi Figure 1 :

- une pression totale de 1,013 bar (760 mmHg);
- une température totale de 15 °C;
- une humidité relative de 60 %;

b) pour les gaz d'échappement, au droit de la bride de sortie de la turbine (ou de la bride de sortie du récupérateur, s'il existe) :

- une pression statique de 1,013 bar (760 mmHg).

Si le fluide moteur est refroidi à l'eau, la température normale de l'eau doit être de 15 °C. Les effets de l'humidité peuvent en général être négligés, à l'exception des cas où il y a réfrigération intermédiaire, ou s'il y a réfrigération par évaporation d'eau.

Pour les installations à cycle fermé, les conditions normales pour le réchauffeur d'air sont 15 °C et 1,013 bar et se rapportent à l'air ambiant.

3.4 Puissance

La puissance considérée peut être exprimée comme la puissance au manchon d'accouplement de la turbine, la puissance électrique (voir 8.1) aux bornes de l'alternateur, ou la puissance des gaz, pour une turbine ou un générateur de gaz produisant des gaz ou de l'air comprimé (air prélevé sur un compresseur du groupe à gaz).

3.5 Rendement thermique et consommation spécifique de chaleur

Le rendement thermique ou la consommation spécifique de chaleur doivent être rapportés au pouvoir calorifique inférieur, à pression constante, et ceci quel que soit le combustible : liquide, gazeux ou solide.

Le pouvoir calorifique doit être rapporté à 1,013 bar et 15 °C. Il doit être tenu compte de la chaleur sensible du combustible au-dessus de 15 °C.

3.6 Repères du cycle

La Figure 1 montre la numérotation utilisée dans la présente Norme Internationale. Les numéros se rapportent aux emplacements de mesure.

Les conditions ambiantes sont mesurées en 1). Les caractéristiques de l'air à l'entrée et à la sortie du compresseur sont mesurées respectivement en 2) et 3). Dans le cas où l'installation comporte plusieurs sections de compresseur, le point de mesure des caractéristiques de l'air à la sortie de la première section du compresseur est repéré par 2.1), et l'entrée de la deuxième section du compresseur est repéré par 2.2). Le repère 4) correspond à l'entrée à la source de chaleur (après le récupérateur de chaleur, s'il existe), le repère 5) correspond à la sortie de la source de chaleur, et l'entrée dans la turbine est repérée par 6). Si l'installation comporte plusieurs turbines, la sortie de la première turbine sera repérée par 6.1), l'entrée dans la seconde turbine étant repérée par 6.2), etc. Au cas où le cycle comporterait un réchauffage du fluide moteur, la sortie de la première turbine serait désignée par 6.1),

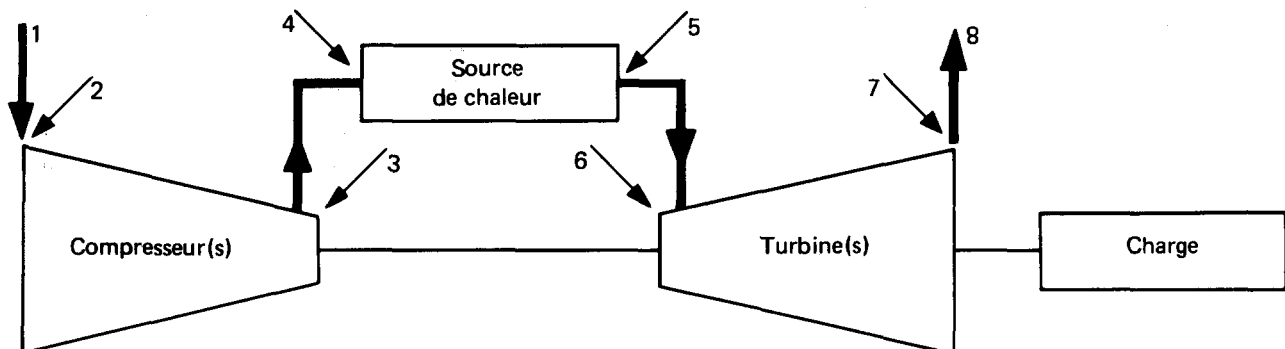


FIGURE 1 – Repères des emplacements de mesure du cycle

l'entrée dans le réchauffeur par 6.2), la sortie par 6.3), et l'entrée dans la seconde turbine par 6.4). Les caractéristiques des gaz d'échappement quittant la turbine sont mesurées en 7) et à la sortie de la cheminée en 8). Pour des installations avec récupération de chaleur les caractéristiques à l'entrée du récupérateur seront mesurées en 7.1) et celles à la sortie en 7.2).

En plus des repères indiqués ci-dessus, les lettres suivantes servent à repérer les différents fluides intervenant dans l'installation :

- f = combustible;
- g = gaz après la source de chaleur;
- a = air (ou autre fluide moteur);
- w = eau;
- b = huile de graissage.

Exemple : La température du combustible à l'entrée de la source de chaleur s'écrira T_{f4} .

Il est toutefois admis d'utiliser des repères différents de ceux de la Figure 1.

3.7 Symboles (Voir Tableau 1 page 4).

4 PRÉPARATION DES ESSAIS

4.1 Les essais de réception doivent normalement être effectués immédiatement après la période de mise au point déterminée par le constructeur et, en tout cas, dans les trois mois suivants, sauf accord spécial entre les parties. Dans tous les cas, avant les essais, le groupe à gaz doit être mis à la disposition du constructeur pour examen et nettoyage.

4.2 Lorsque des tuyauteries ou des conduits sont installés en vue de contourner un élément, ou si de l'air comprimé est prélevé, toutes les vannes situées sur ces circuits doivent être mises dans les positions réalisant les conditions spécifiées dans le contrat.

4.3 Les dimensions ou les conditions physiques de certaines parties devant être connues pour permettre les calculs ou pour toute autre raison se rapportant aux essais, doivent être déterminées avant les essais. Les numéros de série et les caractéristiques se trouvant sur les plaques signalétiques doivent être relevés, afin d'identifier la turbine à gaz essayée et ses équipements auxiliaires.

4.4 Il peut être procédé à des essais préliminaires pour des raisons de

- a) vérification de l'installation pour effectuer les essais de réception dans les conditions requises.
- b) vérification du bon fonctionnement des instruments de mesurage;
- c) familiarisation du personnel à la pratique des essais.

Des essais préliminaires peuvent, après accord entre les parties, être retenus comme essais de réception.

5 CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT PENDANT LES ESSAIS

5.1 Généralités

5.1.1 Les essais doivent être effectués dans des conditions aussi proches que possible des conditions de référence (conditions normales ou toutes autres conditions spécifiées dans le contrat au moment de l'achat). Le combustible utilisé doit être, dans la mesure du possible, celui spécifié dans les garanties. Si un combustible différent est utilisé, ses caractéristiques doivent être similaires à celles du combustible spécifié. Si cela n'est pas possible, les parties doivent convenir du combustible utilisé et se mettre d'accord sur l'interprétation des résultats.

5.1.2 Pour des raisons de facilité, dans les machines à deux combustibles, les essais peuvent être effectués avec un seul combustible, après accord entre les parties.

5.1.3 Des réglages non conformes à ceux correspondant au fonctionnement normal de l'installation nécessitent un accord écrit entre les parties.

5.1.4 Les relevés effectués pendant les essais doivent être consignés sur des feuilles d'essais soigneusement préparées qui constituent l'original des feuilles de mesure authentifiées par la signature de l'opérateur. Les feuilles originales et les enregistrements doivent permettre la reproduction, par exemple par copies au carbone ou par un procédé de photocopie.

La copie manuscrite de ces documents n'est pas autorisée. Pour les essais de réception, un jeu complet de feuilles de relevés non modifiées et d'enregistrements deviendra la propriété de chacune des parties. Elles doivent correspondre aux lectures réelles, sans application de corrections. Elles doivent comporter la date et l'heure d'exécution de l'essai. Les feuilles de mesure et les enregistrements doivent constituer un recueil complet des relevés d'essai.

5.1.5 Si, pendant les essais ou lors du dépouillement et de l'interprétation des mesures, apparaît une incohérence évidente qui affecte la validité des résultats, tout effort raisonnable doit être fait pour corriger ou éliminer cette incohérence, par accord mutuel. Si un accord ne peut être obtenu, le mesurage ou l'essai sera annulé.

5.2 Conditions de fonctionnement

5.2.1 Certains essais, comme par exemple ceux des paragraphes 1.4 a), b) et 1.5 c), e), f), doivent normalement être effectués en régime stable.

5.2.2 Avant chaque essai, la turbine à gaz doit fonctionner jusqu'à ce que des conditions de fonctionnement stables soient atteintes. Le régime stable est atteint lorsque les paramètres essentiels pour les essais en cours ont été stabilisés.

Un paramètre est dit stable lorsque le relevé continu de ce paramètre donne des valeurs dont les variations sont dans les limites admises indiquées au paragraphe suivant et dans le Tableau 2, pendant une durée sur laquelle les parties se seront mises d'accord.

TABLEAU 1 – Symboles

Symbole	Définition	Unité	Paragraphe
c_{pc}	chaleur massique du fluide de refroidissement	$\text{kJ}/(\text{kg}\cdot\text{K})$	8.5.7
h_{a0}	enthalpie massique de l'air à la température normale de référence	kJ/kg	{ 8.5.1 8.6.1
h_{a1}	enthalpie massique de l'air à la température T_{a1} , entrant dans le volume de contrôle	kJ/kg	8.5.1
h_{a3}	enthalpie massique de l'air à la température T_{a3} , quittant le compresseur	kJ/kg	8.6.3
h_{a4}	enthalpie massique de l'air à la température T_{a4} , entrant dans la source de chaleur (chambre de combustion) et après l'échangeur (s'il existe)	kJ/kg	8.6.1
h_{ae}	enthalpie massique de l'air à la température T_e , s'échappant du volume de contrôle	kJ/kg	8.5.1
h_{f4}	enthalpie massique du combustible à la température T_{f4} entrant dans la source de chaleur (chambre de combustion)	kJ/kg	{ 8.2.1 8.5.1
h_{g0}	enthalpie massique des produits de combustion à la température normale de référence	kJ/kg	8.5.1
h_{g6}	enthalpie massique moyenne des gaz à T_{g6} , entrant dans la turbine	kJ/kg	8.6.1
$h_{g6.1}$	enthalpie massique des gaz à la température $T_{g6.1}$, quittant la turbine entraînant le compresseur	kJ/kg	8.6.3
$h_{g6.2}$	enthalpie massique des gaz à la température $T_{g6.2}$, entrant dans la turbine de puissance	kJ/kg	8.5.12
h_{g7}	enthalpie massique des gaz à la température T_{g7} , quittant la turbine de puissance	kJ/kg	8.5.12
h_{g8}	enthalpie massique des gaz d'échappement à la température T_{g8}	kJ/kg	8.5.1
$h_{g \text{ entrée}}$	enthalpie massique du gaz à la température $T_{g \text{ entrée}}$ et à la pression $p_{g \text{ entrée}}$ entrant dans le dispositif entraîné	kJ/kg	8.5.11
$h_{g \text{ sortie}}$	enthalpie massique du gaz à la température $T_{g \text{ sortie}}$ et à la pression $p_{g \text{ sortie}}$ quittant le dispositif entraîné	kJ/kg	8.5.11
h_0	enthalpie massique du combustible à 15°C	kJ/kg	{ 8.5.1 8.2.1 8.3.3 e)
m	consommation spécifique de combustible	kg/s	8.2.1
m_{a1}	débit-masse de l'air entrant dans le volume de contrôle	kg/s	8.5.1
m_{a4}	débit-masse de l'air entrant dans la chambre de combustion	kg/s	8.6.1
m_c	débit-masse du fluide de refroidissement circulant dans l'échangeur	kg/s	{ 8.5.1 8.5.7
m_e	débit-masse des gaz de fuite et/ou d'air prélevé quittant le volume de contrôle	kg/s	{ 8.5.1 8.5.2 8.6.3
m_{f4}	débit-masse du combustible entrant dans le volume de contrôle	kg/s	{ 8.5.1 8.6.1
m_{g5}	débit-masse du gaz quittant la chambre de combustion	kg/s	{ 8.6.1 8.6.3
m_{g7}	débit-masse du gaz quittant la turbine	kg/s	8.5.12
m_{g8}	débit-masse des gaz d'échappement quittant le volume de contrôle	kg/s	8.5.1
$m_{\text{entrée}}$	débit-masse des gaz entrant dans le dispositif de charge	kg/s	8.5.11
m_m	consommation spécifique de combustible, mesurée	kg/s	8.3.3 e)

TABLEAU 1 – Symboles (suite)

Symbole	Définition	Unité	Paragraphe
m_T	masse du combustible utilisé pendant une période τ	kg	8.2.1
M	couple	kN·m	8.1.1
n	vitesse de rotation	tr/min	8.1.1
n_D	vitesse de référence	tr/min	8.3.3 a)
n_t	vitesse d'essai	tr/min	8.3.3 a)
P	puissance nette sur l'arbre	kW	{ 8.2.2 8.2.3
P_c	puissance nette sur l'arbre, corrigée	kW	8.3.3 c)
P_{gr}	puissance brute sur l'arbre	kW	8.1.1
P_m	puissance sur l'arbre, mesurée	kW	8.6.2
P_s	puissance sur l'arbre	kW	{ 8.5.1 8.5.11 8.5.12
P_t	puissance nette sur l'arbre, relevée à l'essai	kW	{ 8.3.3 c) 8.3.3 e)
q	consommation de chaleur	kW	{ 8.2.2 8.2.3
q_p	chaleur spécifique	$\frac{\text{kW}_{\text{chaleur}}}{\text{kW}_{\text{puissance}}}$	8.2.3
q_r	consommation spécifique de chaleur	kW	8.2.1
Q_{QD}	pouvoir calorifique inférieur du combustible à 15 °C et à pression constante	kJ/kg	{ 8.3.3 e) 8.5.1 8.2.1
Q_m	pertes mécaniques	kW	8.5.1
Q_{mc}	pertes mécaniques du compresseur entraîné, à l'exclusion des pertes dans le réducteur (s'il existe)	kW	{ 8.5.11 8.6.3
Q_{mt}	pertes mécaniques de la turbine de puissance, y compris les pertes dans le réducteur (s'il existe)	kW	{ 8.5.12 8.6.3
Q_r	pertes de chaleur par rayonnement et convection du volume de contrôle	kW	8.5.1
Q_{rc}	pertes de chaleur par rayonnement et convection de l'enveloppe du compresseur entraîné	kW	8.5.11
Q_{rt}	pertes de chaleur par rayonnement et convection de l'enveloppe de la turbine de puissance entre les emplacements de mesurage de température $T_{6.2}$ et T_7	kW	8.5.12
T_{a1}	température moyenne de l'air à l'entrée du volume de contrôle	K	8.5.1
T_{a4}	température de l'air à l'entrée de la source de chaleur (chambre de combustion)	K	8.6.1
$T_{\text{entrée}}$	température du fluide de refroidissement entrant	K	8.5.1
T_{sortie}	température du fluide de refroidissement sortant	K	8.5.1
$T_{\text{sortie}} - T_{\text{entrée}}$	élévation de température du fluide de refroidissement circulant dans l'échangeur d'huile	K	8.5.7
T_{f4}	température du combustible	K	8.6.1
T_{g6}	température du gaz à l'entrée de la turbine	K	8.6.1
T_{g8}	température moyenne du gaz à la sortie du volume de contrôle	K	8.5.1
T	température absolue aux conditions de référence	K	8.5.3.3 b)
T_t	température absolue d'essai	K	8.3.3 b)

TABLEAU 1 – Symboles (fin)

Symbole	Définition	Unité	Paragraphe
δ	rapport de la pression ambiante absolue d'essai à la pression ambiante absolue de référence	—	8.3.3 c)
η_t	rendement thermique	—	{ 8.2.2 8.3.3 e)
η_{tc}	rendement de la chambre de combustion	—	
θ	rapport de la température ambiante absolue d'essai à la température ambiante absolue de référence	—	8.3.3 a)
τ	durée de l'essai	s	8.2.1
ω	vitesse angulaire	rad/s	8.1.1

TABLEAU 2 – Variations maximales admissibles des conditions de fonctionnement

Paramètre considéré	Variation de chaque lecture par rapport à la moyenne de ces lectures pendant l'essai
1. Vitesse de rotation de la turbine de puissance	$\pm 1 \%$
2. Pression atmosphérique sur le lieu des essais	$\pm 1 \%$
3. Température du fluide moteur à l'entrée du compresseur	$\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$
4. Pouvoir calorifique du combustible liquide, par kilogramme (pouvoir calorifique supérieur et inférieur)	$\pm 2 \%$
5. Pouvoir calorifique du combustible gazeux par mètre cube (pouvoir calorifique supérieur et inférieur provenant d'un calorimètre continu) ¹⁾	$\pm 2 \%$
6. Pression du combustible gazeux, tel qu'il est fourni à l'installation	$\pm 1 \%$ de la valeur absolue moyenne
7. Température du combustible tel qu'il est fourni à l'installation ¹⁾	$\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$
8. Pression d'échappement des gaz	$\pm 1 \%$ de la valeur absolue moyenne
9. Pression d'entrée du fluide moteur	$\pm 1 \%$ de la valeur absolue moyenne
10. Température du fluide de refroidissement à l'entrée ²⁾	$\pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$
11. Échauffement du fluide de refroidissement ¹⁾	$\pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$

1) Pour des combustibles gazeux autres que le gaz naturel, les variations maximales admises doivent être définies par un accord préalable.

2) Applicable pour les installations avec prérefroidisseur, échangeur intermédiaire ou refroidisseur final.

5.2.3 Lors du contrôle des performances, dans des conditions stables quelconques, la détermination de la puissance et du rendement doit être effectuée trois fois consécutives. La durée de chaque essai ne doit pas être inférieure à 5 min et ne doit pas dépasser 20 min (c'est-à-dire une période totale comprise entre 15 et 60 min). Si la quantité de combustible consommé est mesurée par pesée, la durée d'essai pourra être supérieure à 20 min, afin d'atteindre la précision requise.

Lors de chaque série de relevés, la charge doit être maintenue constante à $\pm 1\%$ pendant l'exécution des mesurages. Si cela n'est pas possible, au moins cinq séries de relevés doivent être effectuées pendant la période susmentionnée et la moyenne des résultats obtenus doit être faite. Si les fluctuations maximales de charge dépassent 2 %, les essais ne doivent être acceptés que par accord entre les parties.

Pendant toute la durée de l'essai, chaque lecture d'une grandeur caractéristique de fonctionnement ne doit différer de la moyenne des mesures de cette grandeur de plus de la valeur indiquée dans le Tableau 2, à moins d'un accord écrit entre les parties.

NOTE — Si les grandeurs à mesurer subissent des variations rapides et irrégulières, l'utilisation d'un enregistreur adéquat doit être préférée à la mesure directe. Il est nécessaire d'exécuter des mesurages simultanés ou des enregistrements dans les cas où chaque série de lectures est utilisée pour le calcul des résultats, et où l'on fait la moyenne de ces résultats. Lorsque les mesures doivent servir au calcul de sommes ou de différences, l'heure exacte des mesurages doit être connue.

6 INSTRUMENTS ET MÉTHODES DE MESURAGE

6.1 Généralités

Cette section décrit les instruments de mesure, les méthodes de mesure et les précautions à prendre lors des essais d'une installation de puissance à turbine à gaz et de ses accessoires en conformité avec la présente Norme Internationale. Dans tous les cas où aucune précision n'est donnée dans cette section concernant les appareils ou les méthodes de mesure, ceux-ci doivent faire l'objet d'un accord entre les parties intéressées.

6.2 Liste des instruments et appareils de mesure nécessaires à la réalisation des essais obligatoires

- a) Instruments pour le mesurage de la puissance sur l'arbre de la turbine à gaz.
- b) Appareils pour le mesurage de la consommation de combustible de la turbine à gaz ou de l'énergie thermique qui lui est fournie.
- c) Appareils permettant la détermination du pouvoir calorifique, de la teneur en cendres et de la composition du combustible.

En variante, des échantillons de combustible doivent être prélevés, et les analyses effectuées dans un laboratoire agréé par les parties.

d) Appareils permettant la détermination de la masse volumique du combustible.

En variante, des échantillons de combustible doivent être prélevés, et les contrôles effectués dans un laboratoire agréé par les parties.

e) Manomètres pour le mesurage des pressions et des pressions différentielles en des points de mesure appropriés du système de turbine à gaz (pour les mesures de pression affectant la détermination des performances, des manomètres à liquide seront utilisés de préférence).

f) Baromètre

g) Instruments nécessaires à la détermination indirecte de la température d'entrée des gaz à la turbine (excepté pour les turbines à cycle fermé).

h) Instruments permettant la détermination de la température à l'entrée du compresseur.

i) Thermomètres pour la détermination des températures du combustible dans les réservoirs de mesure et de l'eau de circulation dans les échangeurs refroidisseurs.

j) Indicateurs de vitesse de rotation et compte-tours manuels ou électroniques.

k) Horloge-mère avec système de signalisation synchronisé ou, si cela n'est pas possible, montres ou horloges synchronisées.

l) Instruments pour la détermination de l'humidité atmosphérique.

6.3 Mesurage de la puissance

6.3.1 Mesurage de la puissance mécanique

6.3.1.1 Mesurage du couple

Pour la détermination de la puissance mécanique fournie par la turbine à gaz, l'un des appareils suivants peut servir à la détermination du couple.

1) Frein dynamométrique du type mécanique, électrique, à fluides divers ou toute combinaison de ceux-ci

Le dynamomètre doit être choisi de façon que le couple minimal mesuré, quelle que soit la vitesse, représente au moins 20 % de son couple nominal. Le frein dynamométrique doit être construit de telle façon que le fluide de refroidissement y entre et en sorte dans un plan passant par son axe, afin d'éviter les composantes de vitesse tangentielles. Des précautions semblables doivent être prises en ce qui concerne la ventilation extérieure. Les conduites flexibles ne doivent pas introduire d'efforts tangentiels sensibles. Si des amortisseurs (dash pots) sont utilisés afin de réduire les oscillations, s'assurer qu'ils opposent une résistance identique au déplacement dans les deux directions. Le bras de levier effectif du dynamomètre doit être mesuré avec une erreur ne dépassant pas $\pm 0,1\%$. Un certificat du constructeur peut être considéré comme acceptable.