

118

---

# NORME INTERNATIONALE



# 1217

---

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

---

## Compresseurs volumétriques — Essais de réception

*Displacement compressors — Acceptance tests*

Première édition — 1975-04-01

---

CDU 621.51.001.41

Réf. N° : ISO 1217-1975 (F)

**Descripteurs** : compresseur, essai, acceptabilité, mesurage de puissance, capacité, mesurage d'écoulement, mesurage de pression, conditions d'essai, erreur, définition.

Prix basé sur 84 pages

## AVANT-PROPOS

L'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 1217 (précédemment projet N° ISO/R 1115) a été établie par le Comité Technique ISO/TC 118, *Compresseurs, outils et machines pneumatiques*.

Le projet N° 1115 (qui ne comprenait pas alors les annexes C, D, E et G) fut soumis aux Comités Membres en octobre 1967. Il a été approuvé par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Suède
Allemagne	Grèce	Suisse
Australie	Irlande	Tchécoslovaquie
Belgique	Israël	Thaïlande
Bésil	Japon	Turquie
Canada	Pays-Bas	U.R.S.S.
Chili	Pologne	
Égypte, Rép. arabe d'	Royaume-Uni	

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé le document.

Les annexes C, D, E et G du document furent soumises aux Comités Membres en octobre 1972. Elles ont été approuvées par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Hongrie	Royaume-Uni
Allemagne	Inde	Suède
Belgique	Irlande	Suisse
Bulgarie	Japon	Tchécoslovaquie
Égypte, Rép. arabe d'	Mexique	Thaïlande
Finlande	Pays-Bas	Turquie
France	Roumanie	U.R.S.S.

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé ces annexes.

Le but de ce code pour les essais de réception de compresseurs volumétriques est de normaliser ces essais de façon que les résultats provenant de différentes machines et obtenus par différents contrôleurs puissent être comparés d'une manière techniquement correcte, en vue de favoriser le commerce et la concurrence loyale dans ce domaine. Le code peut être appliqué entièrement ou partiellement, suivant les conditions techniques et économiques actuelles pour chaque essai particulier (voir annexe C). Il est recommandé que les essais de type soient faits selon le paragraphe C.2.2 et que dans la littérature de vente et dans les offres, les valeurs de performance mesurées soient données conformément au compte rendu des essais du contrôleur.

## TABLE DES MATIÈRES

	Page
<b>1 Objet et domaine d'application</b> . . . . .	1
<b>2 Références</b> . . . . .	1
<b>3 Définitions</b> . . . . .	1
<b>4 Symboles et abréviations</b> . . . . .	3
<b>5 Équipement et méthodes de mesurage</b> . . . . .	4
5.1 Mesurage de la température . . . . .	4
5.2 Mesurage de la pression . . . . .	5
5.3 Mesurage du débit . . . . .	7
5.4 Mesurage du débit aspiré . . . . .	7
5.5 Mesurage de la puissance . . . . .	7
5.6 Moteurs à combustion interne . . . . .	7
5.7 Mesurage de la vitesse de rotation . . . . .	7
5.8 Mesurages divers . . . . .	8
<b>6 Préparation de la machine et de l'équipement d'essai</b> . . . . .	8
6.1 Généralités . . . . .	8
6.2 Installation de l'équipement d'essai . . . . .	8
6.3 Étalonnage des instruments . . . . .	8
<b>7 Essai</b> . . . . .	9
7.1 Règles générales pour la conduite de l'essai . . . . .	9
7.2 Évaluation des lectures . . . . .	9
<b>8 Calcul des résultats d'essai</b> . . . . .	9
<b>9 Correction des résultats d'essai</b> . . . . .	10
9.1 Commentaires généraux . . . . .	10
9.2 Correction du débit . . . . .	10
9.3 Débit corrigé . . . . .	12
9.4 Correction de l'énergie volumique absorbée . . . . .	12
9.5 Énergie volumique absorbée corrigée . . . . .	13
9.6 Puissance absorbée corrigée . . . . .	13
<b>10 Précision de mesurage</b> . . . . .	13
10.1 Commentaires généraux . . . . .	13
10.2 Erreur limite sur le débit . . . . .	14
10.3 Erreur limite sur l'énergie volumique absorbée . . . . .	14
10.4 Erreurs sur le rendement . . . . .	15
10.5 Erreurs limites dues aux méthodes de correction . . . . .	15
<b>11 Compte rendu des essais et comparaison avec les valeurs contractuelles</b> . . . . .	15
<b>Annexes</b>	
<b>A Autres méthodes de détermination du débit</b> . . . . .	17
<b>B Autres mesurages intéressants</b> . . . . .	21
<b>C Conditions pour différentes classes d'essais de compresseurs</b> . . . . .	22
<b>D Exemples types de compte rendu d'essai</b> . . . . .	24
<b>E Bases d'établissement des formules utilisées au chapitre 9</b> . . . . .	75
<b>F Facteurs de conversion</b> . . . . .	79
<b>G Spécification des conditions de fonctionnement et d'essai</b> . . . . .	83



# Compresseurs volumétriques — Essais de réception

## 1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

**Interprétation :** Par compresseur volumétrique (compresseur à déplacement), il y a lieu d'entendre une machine dans laquelle une augmentation de la pression statique est obtenue en admettant des volumes successifs de gaz dans une chambre fermée et en les refoulant au moyen du déplacement d'un élément mobile.

La présente Norme Internationale spécifie des méthodes pour les essais de réception et les conditions techniques de livraison pour les compresseurs volumétriques. La pression absolue d'aspiration doit être supérieure à 100 Pa (1 mbar) environ, y compris certains types de pompe à vide volumétrique.

Elle donne des instructions détaillées sur la manière de mesurer le débit et la puissance absorbée et sur la manière de comparer les valeurs mesurées aux conditions de garantie.

### NOTES

1 L'essentiel de cette Norme Internationale donne des instructions détaillées sur les essais de réception des compresseurs volumétriques. Il existe, toutefois, un besoin pratique d'essais un peu plus simples. Outre l'essai de réception, il existe aussi :

- l'essai type,
- l'essai simplifié, et
- l'essai d'endurance.

L'annexe C donne les instructions nécessaires pour l'exécution de ces dernières classes d'essais.

2 Le Système International d'unités (SI) est utilisé dans la présente Norme Internationale. Les unités fondamentales, mètre, kilogramme, seconde, ampère, kelvin (antérieurement degré Kelvin) et candela sont définies dans l'ISO 1000.

La présente Norme Internationale est complétée par des tableaux donnant les facteurs de conversion pour d'autres systèmes d'unités, de manière à faciliter l'usage du Système International. (Voir annexe F.)

## 2 RÉFÉRENCES

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

ISO 1000, *Unités SI et recommandations pour l'emploi de leurs multiples et de certaines autres unités.*

ISO/R 1219, *Représentation symbolique des appareils hydromécaniques et pneumatiques et des accessoires pour la transmission d'énergie par fluide.*

Publication CEI 46, *Recommandations concernant les turbines à vapeur. 2<sup>ème</sup> partie : Règles pour les essais de réception.*

Publication CEI 51, *Recommandations pour les appareils de mesure électriques indicateurs et leurs accessoires.*

## 3 DÉFINITIONS

Dans le cadre de la présente Norme Internationale, les définitions suivantes sont applicables :

**3.1 pression totale :** Pression mesurée au point d'arrêt lorsqu'un courant de gaz est arrêté, son énergie cinétique étant transformée par compression isentropique de l'état dynamique à celui de repos. C'est la pression habituellement mesurée par un tube de Pitot. Dans un élément stationnaire du gaz, la pression statique et la pression totale sont numériquement égales.

**3.2 pression statique :** Pression mesurée dans un gaz de façon que la vitesse du gaz n'ait aucun effet sur la mesure.

**3.3 pression dynamique :** Pression totale diminuée de la pression statique.

**3.4 pression atmosphérique :** Pression absolue de l'atmosphère mesurée sur le lieu de l'essai.

**3.5 pression manométrique (pression effective) :** Pression mesurée par rapport à la pression atmosphérique.

**3.6 pression absolue :** Pression mesurée par rapport au zéro absolu, c'est-à-dire par rapport au vide absolu. Elle est égale à la somme algébrique de la pression atmosphérique et de la pression manométrique.

**3.7 vide :** Différence entre la pression atmosphérique et la pression absolue du gaz quand celle-ci est la plus petite des deux.

**3.8 point normal d'aspiration :** Point d'aspiration considéré comme représentatif des conditions d'aspiration de chaque compresseur. Ce point varie avec le modèle du compresseur et le type de l'installation.

### NOTES

1 Le point normal d'aspiration d'un compresseur fixe se trouve généralement à la bride d'aspiration (voir G.2.5).

2 Le point normal d'aspiration d'un compresseur d'air mobile est un point situé à proximité du compresseur et choisi de telle sorte que l'indication du thermomètre ne soit pas affectée par le fonctionnement du compresseur.

**3.9 point normal de refoulement :** Point de refoulement considéré comme représentatif des conditions de refoulement de chaque compresseur. Ce point varie avec le modèle du compresseur et le type de l'installation.

NOTES

1 Le point normal de refoulement d'un compresseur fixe se trouve généralement à la bride de refoulement.

2 Le point normal de refoulement d'un compresseur d'air mobile se trouve à la soupape terminale de refoulement.

**3.10 pression d'aspiration :** Pression totale absolue moyenne au point normal d'aspiration.

NOTE – La pression totale absolue peut être remplacée par la pression statique absolue, à condition que la vitesse et la densité du gaz soient relativement faibles.

**3.11 pression de refoulement :** Pression totale absolue moyenne au point normal de refoulement.

NOTE – La pression totale absolue peut être remplacée par la pression statique absolue à condition que la vitesse et la densité du gaz soient relativement faibles.

**3.12 rapport de pression :** Rapport de la pression de refoulement à la pression d'aspiration.

NOTES

1 Le rapport de pression par étage est le rapport de pression pour chaque étage particulier d'un compresseur à plusieurs étages. La pression de refoulement par étage est prise avant le refroidisseur intermédiaire.

2 Le rapport global de pression par étage est le rapport de pression pour chaque étage particulier d'un compresseur à plusieurs étages. La pression de refoulement par étage est prise après le refroidisseur intermédiaire (séparateur compris).

**3.13 température totale :** Température mesurée au point d'arrêt lorsqu'un courant de gaz est arrêté, son énergie cinétique étant transformée par compression isentropique de l'état dynamique à celui de repos.

**3.14 température d'aspiration :** Température totale au point d'aspiration normal du compresseur.

**3.15 température de refoulement :** Température totale au point de refoulement normal du compresseur.

**3.16 refroidissement :** Enlèvement de chaleur d'un gaz entre les étages.

NOTE – On dit qu'il y a refroidissement idéal quand la température du gaz à la sortie des réfrigérants intermédiaires est égale à la température du gaz à l'entrée du premier étage.

**3.17 refroidissement final :** Enlèvement de chaleur d'un gaz lorsque sa compression est achevée.

**3.18 volume déplacé d'un compresseur :** Volume engendré par les éléments comprimants du premier étage, par unité de temps.

**3.19 espace mort :** Volume intérieur de la chambre de compression qui retient enfermé du gaz à la fin du cycle de compression.

**3.20 espace mort relatif :** Rapport de l'espace mort au volume déplacé par l'élément comprimant.

**3.21 débit d'un compresseur :** Débit-volume réel de gaz comprimé et libéré au point normal de refoulement, ce volume étant ramené aux conditions de température totale, de pression totale et de composition (par exemple : humidité) régnant au point normal d'aspiration (voir G.2.5).

**3.22 débit d'une pompe à vide :** Débit-volume réel du gaz aspiré et comprimé par le premier étage de la pompe à vide, ce volume étant ramené aux conditions de température totale, de pression totale et de composition (par exemple : humidité) régnant au point normal d'aspiration.

NOTE – Il est normalement admis que le dernier étage de la pompe à vide refoule à la pression de 1 bar absolu.

**3.23 air libre :** Air aux conditions atmosphériques ambiantes et non perturbées par le compresseur.

**3.24 rendement volumétrique :** Rapport du débit au volume déplacé d'un compresseur ou d'une pompe à vide.

**3.25 processus polytropique :** Processus de compression ou de détente d'un gaz idéal dans lequel la relation entre la pression et le volume obéit à l'équation

$$pv^u = \text{constante}$$

L'exposant polytropique  $u$  peut avoir différentes valeurs. Par exemple :

$$pv = \text{constante}$$

caractérise un processus isothermique, c'est-à-dire dans lequel la température du gaz reste constante.

$$pv^k = \text{constante}$$

caractérise un processus isentropique, c'est-à-dire dans lequel l'entropie du gaz reste constante.

NOTE – Dans certains pays, ce processus est appelé adiabatique mais, pour éviter la confusion entre les processus adiabatiques (pas d'échange de chaleur avec l'extérieur) et réversible adiabatique (isentropique), il est appelé ici isentropique.

**3.26 facteur de compressibilité  $Z$  :** Facteur exprimant la différence entre l'état réel du gaz et son état idéal.

$$Z = \frac{pv}{RT}$$

**3.27 vitesse de l'arbre :** Nombre de tours de l'arbre moteur du compresseur par unité de temps.

**3.28 coefficient d'irrégularité de la vitesse :** Nombre sans dimension obtenu en divisant la différence entre les vitesses instantanées maximale et minimale de l'arbre pendant une période, par leur moyenne arithmétique.

$$\text{Coefficient d'irrégularité de la vitesse} = 2 \frac{n_{\max} - n_{\min}}{n_{\max} + n_{\min}}$$

**3.29 compression poly-étagée idéale :** Compression obtenue quand un gaz parfait est comprimé de manière isentropique, la température d'aspiration du gaz ainsi que le travail dépensé ayant la même valeur à chaque étage.

**3.30 puissance absorbée isothermique :** Puissance qui est théoriquement nécessaire pour comprimer un gaz idéal à température constante, dans un compresseur exempt de pertes, depuis une pression d'aspiration donnée jusqu'à une pression de refoulement donnée.

**3.31 puissance absorbée isentropique :** Puissance qui est théoriquement nécessaire pour comprimer un gaz idéal, sous entropie constante, depuis une pression d'aspiration donnée jusqu'à une pression de refoulement donnée. Dans un compresseur poly-étagé, la puissance absorbée isentropique théorique est calculée en supposant des conditions idéales.

**3.32 puissance transmise à l'arbre (puissance absorbée) :** Puissance nécessaire à l'arbre moteur du compresseur. Les pertes dans les transmissions externes telles que transmissions par engrenages ou par courroies, ne sont pas incluses.

**3.33 puissance indiquée :** Puissance calculée à partir de diagrammes d'indicateur.

**3.34 rendement mécanique :** Rapport de la puissance indiquée à la puissance transmise à l'arbre.

**3.35 énergie volumique absorbée :** Énergie transmise à l'arbre par unité de débit du compresseur.

**3.36 rendement isothermique :** Rapport de la puissance absorbée isothermique à la puissance transmise à l'arbre.

**3.37 rendement isentropique :** Rapport de la puissance absorbée isentropique de gaz réel à la puissance transmise à l'arbre.

**3.38 consommation de combustible (ou de vapeur) :** Débit-masse de combustible (ou de vapeur) consommé par le moteur.

**3.39 consommation spécifique de combustible (ou de vapeur) :** Rapport de la consommation de combustible (ou de vapeur) par le débit du compresseur.

**3.40 taux d'élévation de température :** Rapport de l'élévation de température isentropique à l'élévation de température totale mesurée pendant la compression.

#### 4 SYMBOLES ET ABRÉVIATIONS

L'usage des symboles suivants est recommandé. Cette liste a été dressée en accord avec les sept principes suivants :

- Les mêmes symboles doivent être utilisés pour les mêmes quantités, sans tenir compte du système d'unités.
- Pour chaque quantité, un symbole unique doit être utilisé avec des indices pour caractériser des lectures autres que la première.
- Les mêmes symboles doivent être utilisés pour une quantité donnée, sans tenir compte du nombre de valeurs spéciales qu'elle peut avoir.
- Des indices alphabétiques doivent être utilisés pour repérer les valeurs dans des conditions spéciales.
- Des indices numériques doivent être utilisés pour repérer les valeurs aux différents points du cycle.
- Les symboles doivent être limités, si possible, aux caractères alphabétiques romains.
- Chaque fois que cela sera possible, les caractères alphabétiques majuscules doivent être utilisés pour les quantités absolues.

##### 4.1 Caractères alphabétiques romains

Symbole	Grandeur	Unités
<i>A</i>	aire	m <sup>2</sup>
<i>c</i>	chaleur massique	J/(kg·K)
<i>c</i>	espace mort relatif	—
<i>d</i>	diamètre de l'orifice du dispositif de mesurage dans les conditions d'utilisation	m, mm
<i>d</i>	densité relative	—
<i>D</i>	diamètre intérieur de la tuyauterie de mesurage dans les conditions d'utilisation	m, mm
<i>e</i>	rendement	—
<i>f</i>	fréquence	Hz
<i>F</i>	consommation spécifique de combustible	g/m <sup>3</sup>
<i>g</i>	accélération locale de la pesanteur	m/s <sup>2</sup>
<i>H<sub>0</sub></i>	nombre de Hodgson	—
<i>i</i>	nombre d'étages de compression	—
<i>j</i>	degré d'interruption	—

<i>k</i>	rugosité absolue	mm
<i>K</i>	facteur de correction	—
<i>m</i>	rapport de surfaces	—
<i>M</i>	masse moléculaire	—
<i>n</i>	fréquence de rotation de l'arbre	tr/s, tr/min
<i>p</i>	pression	bar, Pa
<i>P</i>	puissance	W, kW
<i>q</i>	débit-volume	l/s, m <sup>3</sup> /s, m <sup>3</sup> /h
<i>Q</i>	débit-masse	kg/s, kg/h
<i>r</i>	rapport des pressions	—
<i>R</i>	constante de gaz	J/(kg·K)
<i>Re</i>	nombre de Reynolds	—
<i>t</i>	température	°C
<i>t</i>	temps	s, h
<i>T</i>	température thermodynamique, température absolue	K
<i>u</i>	exposant polytropique	—
<i>U</i>	lecture	arbitraire
<i>v</i>	vitesse	m/s
<i>V</i>	volume de conduit entre le compresseur et l'appareillage de mesure du débit	l
<i>x</i>	humidité absolue	kg/kg gaz sec
<i>w</i>	énergie volumique absorbée	J/l
<i>W</i>	travail	J
<i>Z</i>	facteur de compressibilité	—

**4.2 Caractères alphabétiques grecs**

$\alpha$	coefficient global de débit	—
$\beta$	rapport des diamètres	—
$\epsilon$	coefficient de détente	—
$\eta$	viscosité dynamique	Pa·s
$\kappa$	exposant isentropique	—
	NOTE — Pour des gaz parfaits, le rapport des chaleurs massiques et l'exposant isentropique ont la même valeur.	
$\nu$	viscosité cinématique	m <sup>2</sup> /s
$\rho$	masse volumique	kg/m <sup>3</sup>
$\tau$	erreur limite	—
$\varphi$	humidité relative	—
$\varphi$	angle	deg

**4.3 Indices**

0	conditions ambiantes
1	conditions au point normal d'aspiration
2	conditions au point normal de refoulement
3	conditions en amont de l'appareillage de mesure
4	conditions en aval de l'appareillage de mesure
a	air (sec)
av	valeur moyenne
B	barométrique
c	contrat
corr	corrigé
<i>D</i>	diamètre
fuel	combustible
g	gaz
i	courant
m	valeur mesurée
max	valeur maximale
min	valeur minimale
<i>p</i>	pression
r	lecture
<i>Re</i>	nombre de Reynolds
u	tension électrique
v	vapeur
<i>V</i>	volume
w	eau
w	wattmètre
wet	humide

Les indices 1, 2, 3, I, II, III, etc., et a, b, c, etc. sont en outre utilisés pour distinguer différentes quantités de même nature, comme il apparaîtra dans les chapitres suivants.

**5 ÉQUIPEMENT ET MÉTHODES DE MESURAGE**

La liste des appareils de mesurage à utiliser ou les méthodes données dans la présente Norme Internationale ne sont pas limitatives. D'autres équipements d'une précision égale ou meilleure peuvent être employés.

**5.1 Mesurage de la température**

**5.1.1** La température doit être mesurée à l'aide d'instruments vérifiés ou étalonnés tels que thermomètres, instruments thermoélectriques, thermomètres à résistance

ou thermistances, placés dans la tuyauterie ou dans des gaines thermométriques.

**5.1.2** Les thermomètres à mercure, en verre, doivent avoir une tige graduée.

**5.1.3** Les lectures des températures d'admission du gaz et du fluide réfrigérant doivent être faites avec une erreur ne dépassant pas  $\pm 0,2$  K.

Les thermomètres commerciaux ou industriels à gaine métallique ne doivent pas être utilisés pour les températures qui conditionnent la bonne exécution des garanties du contrat.

**5.1.4** La température d'aspiration du gaz doit être mesurée près de la bride ou du raccord d'entrée au cylindre, mais à distance suffisante pour éviter les erreurs dues au rayonnement et à la conduction des surfaces froides ou chaudes, ainsi qu'aux échappements de gaz chauds par les soupapes d'aspiration.

**5.1.5** Les gaines thermométriques doivent être aussi minces que possible, leur diamètre aussi réduit que possible, et leur surface extérieure doit être rigoureusement exempte de corrosion ou d'oxyde. La gaine thermométrique doit être remplie partiellement d'un liquide approprié.

**5.1.6** Les thermomètres ou les gaines thermométriques doivent pénétrer dans la tuyauterie sur la plus faible des profondeurs suivantes : soit 100 mm, soit le tiers du diamètre de cette tuyauterie.

**5.1.7** Au moment de procéder aux lectures, le thermomètre ne doit pas être retiré du milieu à mesurer ou de la gaine thermométrique, en cas d'utilisation de celle-ci.

**5.1.8** La lecture thermométrique doit subir la correction de la colonne émergente, suivant la formule,

$$t = t_r + l \gamma (t_r - t_{av})$$

où

$t$  est la température vraie;

$t_r$  est la température relevée;

$t_{av}$  est la température moyenne de la colonne de fluide extérieure;

$l$  est la longueur de la colonne de fluide extérieure, exprimée en kelvins;

$\gamma$  est le coefficient apparent de dilatation du fluide du thermomètre (pour du mercure dans du verre,  $\gamma = 1/6300$ ).

**5.1.9** Des précautions doivent être prises pour s'assurer que

a) le voisinage immédiat du point d'insertion et les parties saillantes du raccord soient bien isolés, de manière que la gaine thermométrique soit sensiblement à la même température que le fluide à observer;

b) la partie sensible de tout appareillage de mesure de température ou de la gaine thermométrique soit bien balayée par le fluide (la partie sensible doit être dirigée contre le courant du gaz; dans les cas extrêmes, une position perpendiculaire au courant du gaz peut être adoptée);

c) la vitesse moyenne du gaz au point de mesurage ne dépasse pas 30 m/s;

d) la gaine thermométrique ne contrarie pas le débit normal.

**5.1.10** Les thermocouples doivent avoir une jonction chaude soudée et doivent être étalonnés avec leurs fils pour la gamme de températures envisagée. Ils doivent être fabriqués avec des matériaux appropriés à la température et au gaz considérés. La force électromotrice du thermocouple doit être indiquée par un instrument du type à potentiomètre. La soudure froide doit être mise dans un bain de référence.

Si les thermocouples sont utilisés avec des gaines thermométriques, la soudure chaude du couple doit être, dans la mesure du possible, soudée au fond de la gaine thermométrique.

## 5.2 Mesurage de la pression

### 5.2.1 Généralités

a) Les prises de pression sur la tuyauterie ou sur le réservoir doivent être normales à la paroi interne et affleurer celle-ci.

NOTE – Pour de faibles pressions ou de grandes vitesses d'écoulement, il faut noter que des irrégularités mineures, telles que des bavures, peuvent engendrer des erreurs importantes.

b) Les tuyauteries de liaison aux instruments doivent être aussi courtes que possible.

L'étanchéité doit être vérifiée (par exemple, à l'aide d'une solution savonneuse) et toutes les fuites doivent être éliminées.

c) Les tuyauteries de liaison doivent avoir un diamètre intérieur d'au moins 6 mm pour les instruments de pression et 10 mm pour les instruments à vide, de manière à réduire l'effet capillaire.

Elles doivent être conçues, en outre, de façon à éviter les point bas, où l'eau peut se condenser.

d) Les manomètres doivent être montés de façon à ne pas être soumis à des vibrations nuisibles.

e) Le diamètre de l'échelle et la disposition des graduations doivent permettre une précision de lecture de  $\pm 0,5$  % de la pression à mesurer. Les manomètres à poids doivent avoir des poids réglables permettant une précision de  $\pm 0,2$  %. Les manomètres à diaphragme ne doivent pas être utilisés.

f) La pression totale est la somme des pressions statique et dynamique. Elle doit être mesurée à l'aide de la prise de pression totale d'un tube de Pitot dont l'axe est

parallèle au courant de gaz. Lorsque la pression dynamique est inférieure à 5 % de la pression totale, elle peut être calculée à partir d'une vitesse moyenne calculée.

g) Si les amplitudes d'ondes de pression mesurées dans les tuyauteries d'aspiration ou de refoulement dépassent 10 % de la pression moyenne absolue existante, l'installation des tuyauteries doit être corrigée avant de procéder à l'essai.

Si les amplitudes des ondes de pression dépassent 10 % des pressions moyennes nominales à l'aspiration ou au refoulement, un essai conforme aux règles énumérées dans la présente Norme Internationale ne doit pas être entrepris sans accord écrit entre les parties.

h) Les manomètres à tube de Bourbon doivent être étalonnés dans des conditions de pression et de température analogues à celles qui existeront pendant l'essai, en utilisant des poids étalons avant et après l'essai.

i) Les manomètres à poids doivent être examinés en vue de s'assurer que le piston joue librement. Le diamètre du piston doit être mesuré et les poids doivent être comparés à des étalons certifiés.

j) Les lectures des colonnes et des manomètres à poids doivent être corrigées pour tenir compte de l'accélération de la pesanteur au lieu d'utilisation de l'instrument.

k) Les lectures de colonne doivent être corrigées pour tenir compte de la température ambiante.

l) Dans le cas d'un débit pulsatoire, un réservoir muni d'un étranglement à l'entrée doit être installé entre le manomètre et la prise de pression.

m) Les oscillations d'un instrument ne doivent pas être réduites par l'étranglement d'une vanne.

### 5.2.2 Basse pression

a) La pression atmosphérique doit être mesurée à l'aide d'un baromètre à mercure permettant une lecture à 0,5 mm près.

La température pour la correction de la lecture barométrique doit être lue avec une précision de 1 K.

Il est possible également d'utiliser un manomètre à ébullition ou un baromètre anéroïde de précision, mais la précision doit être contrôlée.

Si l'on ne dispose pas d'un baromètre sûr, une valeur approximative peut être obtenue en utilisant les renseignements de la plus proche station météorologique et en corrigeant, en tenant compte de la différence d'altitude entre la station et le compresseur.

b) Pour les appareils à branche inclinée ou autres instruments d'amplification, la relation entre l'échelle des lectures et la longueur réelle de la colonne d'eau doit être déterminée au préalable par étalonnage, à l'aide d'un manomètre absolu de sensibilité adéquate.

L'inclinaison de la branche par rapport à l'horizontale et la densité du liquide manométrique doivent être les mêmes que lors de l'étalonnage.

c) Pour toutes pressions absolues égales ou inférieures à 0,2 MPa, des manomètres, des colonnes manométriques ou des manomètres à vide doivent être utilisés.

Les colonnes à mercure fermées, connues également sous le nom de manomètres à vide absolu, ne doivent pas être utilisées.

Les manomètres ou colonnes manométriques pour les mesures de basse pression doivent comporter un tube en verre dont le diamètre intérieur ne doit pas être inférieur à 10 mm pour le type à simple branche et à 6 mm pour le type à double branche en U, avec une échelle clairement graduée pour permettre la lecture d'une colonne d'eau à 1 mm près.

Les manomètres doivent être remplis avec des liquides stables, de masse volumique connue.

### 5.2.3 Pression normale et élevée

Pour les pressions absolues supérieures à 0,2 MPa, des manomètres calibrés à tube de Bourdon ou des manomètres à poids, des manomètres à mercure ou leurs équivalents doivent être utilisés.

### 5.2.4 Pression à l'entrée

La pression à l'aspiration d'un compresseur d'air fonctionnant sans tuyauterie d'aspiration doit être mesurée à l'aide d'un baromètre.

Si une tuyauterie d'aspiration est prévue, la pression doit être mesurée à l'aide d'un instrument approprié. La tuyauterie d'aspiration utilisée doit être identique à celle de l'installation considérée.

Dans le cas d'un débit pulsatoire, un réservoir muni d'un étranglement à l'entrée doit être installé entre le manomètre et la tuyauterie d'aspiration (voir aussi les alinéas l) et m) de 5.2.1).

La pression d'aspiration d'une pompe à vide peut être déterminée au moyen de colonnes ou de manomètres et doit être mesurée dans une partie droite de la tuyauterie aussi proche que possible de la bride d'entrée de la machine.

### 5.2.5 Pression au refroidisseur

La pression au refroidisseur doit être mesurée en aval. Cependant, une précision de  $\pm 1\%$  est suffisante.

### 5.2.6 Pression au refoulement

La prise de pression doit être placée à proximité du point normal de refoulement du compresseur, si nécessaire sur un amortisseur de pulsations muni d'un dispositif d'étranglement branché avant le manomètre.

### 5.2.7 Pression différentielle

La différence de pression sur le dispositif de mesurage de débit doit être mesurée à l'aide d'un manomètre à fluide. Elle doit être lue avec une précision de  $\pm 0,2\%$ . Le tube du manomètre doit normalement avoir un diamètre intérieur d'au moins 10 mm. Cependant, pour des pressions de service élevées, cette dimension peut être réduite.

### 5.3 Mesurage du débit

Si possible, le débit doit être calculé à partir d'une mesure du débit refoulé; la méthode la meilleure et la plus exacte est indiquée ci-dessous.

Les essais doivent être effectués comme indiqué dans l'ISO/R 541. Il est indispensable de s'assurer que toutes les conditions stipulées dans l'ISO/R 541 sont entièrement remplies pendant la période de mesurage. (En ce qui concerne les mesurages en cas d'écoulement pulsatoire, voir annexe A, chapitre A.1.)

### 5.4 Mesurage du débit aspiré

L'un des buts d'un essai de pompe à vide est de déterminer le débit aspiré. Si possible, le débit doit être calculé à partir d'une mesure directe. La meilleure et la plus sûre méthode est indiquée ci-après.

Pour le contrôle du débit d'un compresseur, il convient d'utiliser le mesurage du volume aspiré si le mesurage du volume refoulé n'est pas pratique et si les pertes dues aux fuites peuvent être mesurées séparément.

Les mesurages du débit aspiré doivent être effectués comme indiqué dans l'ISO/R 541. Il est indispensable de s'assurer que toutes les conditions stipulées dans l'ISO/R 541 sont entièrement remplies pendant la période de mesurage. (En ce qui concerne les mesurages en cas d'écoulement pulsatoire voir annexe A, chapitre A.5.)

### 5.5 Mesurage de la puissance

**5.5.1** Le mesurage de la puissance fournie par le moteur, ou de la consommation d'énergie, doit être effectué conformément aux codes d'essai existants.

**5.5.2** Dans la mesure du possible, la puissance sur l'arbre doit être mesurée à l'aide de dynamomètres électriques, mesurant les efforts sur le socle du moteur.

**5.5.3** Ces dynamomètres électriques ne doivent pas être utilisés au-dessous du dixième de leur couple nominal.

**5.5.4** Les dynamomètres de torsion ne doivent pas être utilisés au-dessous du tiers de leur couple nominal. Ils doivent être étalonnés après l'essai avec le bras de torsion à la même température que pendant l'essai. L'étalonnage doit être fait avec les instruments de mesurage en place et avec une série de charges croissantes, en prenant soin que la charge ne soit à aucun moment diminuée pendant le relevé des lectures.

De même, lorsque les lectures sont faites avec des charges décroissantes, la charge ne doit être augmentée en aucun moment. Le calcul de la puissance doit être basé sur la moyenne des charges croissantes et décroissantes déterminées lors de l'étalonnage. Si la différence de couple entre les charges croissantes et décroissantes est supérieure à 1 %, le dynamomètre n'est pas satisfaisant.

**5.5.5** Dans les compresseurs entraînés par moteur électrique, la puissance absorbée doit être déterminée par mesurage de la puissance électrique fournie et en la multipliant par le rendement du moteur. Seuls des instruments de précision doivent être utilisés. La puissance, ainsi que la tension et l'intensité du courant doivent être relevées. Les bobines de tension des instruments doivent être branchées à proximité des bornes du moteur, de façon que le mesurage ne soit pas affecté par les pertes en ligne. Si des instruments placés à distance sont utilisés, on doit tenir compte de la baisse de tension en ligne. (Voir la Publication CEI 51.)

**5.5.6** Pour les moteurs triphasés, la méthode des deux wattmètres, ou toute autre méthode donnant une précision analogue, doit être utilisée.

**5.5.7** Les transformateurs de courant et de tension doivent être choisis pour fonctionner aussi près que possible de leur charge nominale, de manière que leur erreur relative soit aussi faible que possible.

À titre de contrôle, il est souhaitable de disposer d'un compteur de kWh récemment étalonné, branché sur le circuit pendant l'essai.

**5.5.8** Comme bases du rendement pour la transmission, les valeurs suivantes doivent être utilisées à défaut d'indications rigoureuses :

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| – pour engrenages de précision convenablement lubrifiés | 98 % pour chaque étage de réduction |
| – pour entraînement par courroies plates                | 97 %                                |
| – pour entraînement par courroies trapézoïdales         | 95 %                                |

### 5.6 Moteurs à combustion interne

La norme nationale appropriée du pays du constructeur du compresseur doit être utilisée.

### 5.7 Mesurage de la vitesse de rotation

Si possible, le nombre total de tours du compresseur pendant la durée de l'essai doit être enregistré à l'aide d'un compte-tours dépourvu de glissement et la durée de l'essai doit être simultanément relevée avec précision.

Les stroboscopes et les indicateurs de vitesse n'ont pas habituellement une précision suffisante, mais ils peuvent être utilisés pour s'assurer que la vitesse de rotation est constante.

Si un moteur synchrone est utilisé, le compte-tours peut être remplacé par une horloge synchrone.

Si un moteur asynchrone est utilisé, la fréquence exacte et le glissement peuvent être mesurés.

## 5.8 Mesurages divers

### 5.8.1 Composition du gaz

Lorsque les essais sont effectués avec des gaz autres que l'air, la composition chimique et les propriétés physiques du gaz entrant dans le compresseur pendant les essais doivent être déterminées et, si nécessaire, contrôlées à intervalles réguliers.

### 5.8.2 Humidité

Si le gaz comprimé est humide, l'humidité relative doit être contrôlée pendant l'essai.

Pour les essais en circuit ouvert, les températures du thermomètre sec et du thermomètre humide doivent être mesurées à l'aide d'un psychromètre du type Assman ou de tout autre instrument, de précision similaire. Le degré hygrométrique doit être ensuite déterminé à l'aide de tables psychrométriques ou d'un diagramme enthalpie-humidité.

Pour les essais en circuit fermé, l'humidité doit être mesurée à l'aide d'un instrument de mesure du point de rosée, ou d'un psychromètre du type Assman, ou de tout autre instrument de précision similaire.

L'humidité doit être mesurée, si possible, au point normal d'aspiration. Si cela n'est pas possible, l'humidité doit être déterminée par estimation.

### 5.8.3 Débit du fluide réfrigérant

Le débit du fluide réfrigérant est déterminé de la meilleure manière à l'aide d'un réservoir de volume connu et d'un chronomètre, ou à l'aide d'un débitmètre étalonné. Le mesurage peut également être effectué à l'aide d'un diaphragme ou d'une tuyère, conformément à ISO/R 541.

### 5.8.4 Taux de condensation

Avant et après chaque essai, les condensats doivent être purgés des refroidisseurs intermédiaires et de leurs séparateurs. Les volumes recueillis doivent être pesés pour chaque refroidisseur et divisés par le temps séparant les opérations de purge; ceci doit être fait avec soin, de manière à ne pas troubler la stabilité des conditions de fonctionnement du compresseur à d'autres égards.

NOTE — Toute quantité d'huile entraînée par le condensat doit en être séparée avant que ce dernier soit mesuré.

Si des séparateurs d'eau sont fournis, leur rendement doit être vérifié.

Les condensats rassemblés dans les refroidisseurs finaux, les réservoirs et autres endroits en aval de la bride de refoulement doivent être mesurés et la somme totale et le temps correspondant doivent être notés.

### 5.8.5 Consommation de combustible

Si le compresseur est entraîné par un moteur à combustion, la consommation de combustible doit être déterminée par pesée ou par mesurage du volume du combustible consommé pendant l'essai.

### 5.8.6 Consommation de vapeur

Si le compresseur est entraîné par un moteur à vapeur ou par une turbine, le taux quantitatif d'eau recyclée doit être déterminé. (Voir Publication CEI 46, 2<sup>ème</sup> partie.)

## 6 PRÉPARATION DE LA MACHINE ET DE L'ÉQUIPEMENT D'ESSAI

### 6.1 Généralités

**6.1.1** Avant que soient entrepris les essais de réception, le compresseur doit être examiné de manière à vérifier qu'il se trouve dans des conditions satisfaisantes pour subir un essai de réception. Toute fuite extérieure doit être éliminée. Le système du tuyauterie, en particulier, doit être vérifié à ce sujet.

**6.1.2** Tous les raccords de tuyauteries non utilisés à partir du refoulement du compresseur doivent être supprimés. En cas d'impossibilité, les raccords doivent être branchés en des points convenablement choisis pour permettre une observation constante des écoulements. Pour assurer des résultats d'essai corrects, une tuyauterie d'entrée ne doit pas alimenter plus d'un compresseur.

**6.1.3** Toutes les parties où des dépôts sont susceptibles de s'accumuler, et en particulier les refroidisseurs, doivent être propres à la fois côté gaz et côté fluide réfrigérant.

### 6.2 Installation de l'équipement d'essai

L'installation des dispositifs de mesure est spécifiée dans les paragraphes respectifs du chapitre 5. Des instructions détaillées sont données

- en 5.1 pour la température, et
- en 5.2 pour la pression.

### 6.3 Étalonnage des instruments

Il est nécessaire de procéder à un étalonnage des instruments avant l'essai.

Un deuxième étalonnage doit être effectué après l'essai pour les instruments d'importance fondamentale qui sont sujets à des variations d'étalonnage pendant leur utilisation en cours d'essai.

Toute variation dans l'étalonnage des instruments qui entraînerait une différence supérieure à la précision de la classe de cet instrument peut être une cause de refus de l'essai.

## 7 ESSAI

### 7.1 Règles générales pour la conduite de l'essai

Des essais préliminaires doivent être faits, dans le but de

- a) déterminer si le compresseur et l'équipement annexé se trouvent dans des conditions satisfaisantes, permettant l'exécution d'un essai de réception;
- b) contrôler les instruments;
- c) mettre au courant le personnel d'exécution.

Après exécution d'un essai préliminaire, cet essai peut, par convention, être considéré comme essai de réception, à condition que toutes les clauses requises pour l'essai de réception aient été remplies.

**7.1.1** Pendant l'essai, il convient de procéder à tous les mesurages ayant une incidence sur les caractéristiques de la machine. La détermination du débit et la puissance absorbée par le compresseur sont traitées en détail aux paragraphes suivants.

**7.1.2** Les mesurages doivent être effectués par un personnel compétent, à l'aide d'un équipement de mesurage conforme aux prescriptions du chapitre 5.

**7.1.3** Les conditions d'essai doivent être aussi voisines que possible des conditions de garantie; les différences avec celles-ci ne doivent pas dépasser les limites spécifiées en 9.1.6.

Lorsque, pour des raisons pratiques, il n'est pas possible d'essayer une machine, soit avec le gaz spécifié par le client, soit dans les limites spécifiées en 9.1.6, des conditions spéciales d'essai ou des corrections spéciales doivent être convenues entre le client et le constructeur.

**7.1.4** Le mécanisme de régulation doit être laissé dans sa position normale de travail.

**7.1.5** Pendant l'essai, le lubrifiant, le réglage des pompes de graissage, les graisseurs, ou tout autre dispositif de graissage, doivent être conformes aux instructions de fonctionnement.

**7.1.6** Pendant l'essai, il ne doit être procédé à aucun réglage autre que ceux nécessaires au maintien des conditions de l'essai et ceux exigés pour un fonctionnement normal, comme indiqué dans le manuel d'instruction.

**7.1.7** Avant de commencer les lectures, le compresseur doit tourner pendant une période suffisamment longue pour que des conditions de fonctionnement stables soient atteintes, de sorte à éviter que des modifications systématiques se produisent dans les lectures d'instruments, pendant l'essai.

Néanmoins, si les conditions d'essai sont telles que des modifications systématiques ne peuvent être évitées, ou si des lectures particulières sont sujettes à de grandes variations, il convient d'augmenter le nombre des lectures et d'en tenir compte dans le calcul des valeurs.

**7.1.8** Pour chaque charge, deux essais doivent être effectués, chacun d'eux comportant un nombre de lectures suffisant pour indiquer que des conditions de fonctionnement stables ont été atteintes. Le nombre de lectures et leurs intervalles doivent être choisis de manière à obtenir une précision suffisante.

**7.1.9** Après l'essai, l'ensemble du compresseur et de l'équipement de mesurage doit être soumis à un examen. Si des défauts susceptibles d'avoir modifié les résultats de l'essai sont découverts, un essai supplémentaire doit être effectué, après élimination de ces défauts.

### 7.2 Évaluation des lectures

Avant que soient entrepris les derniers calculs, les données enregistrées doivent être examinées en vue de vérifier la concordance avec les conditions de service. Les variations dans les lectures ne doivent pas dépasser les limites spécifiées en 9.1.6.

**7.2.1** Toutes les lectures retenues pour un essai, quel qu'il soit, doivent être consécutives.

**7.2.2** Les séries de lectures laissant paraître des variations excessives peuvent être écartées uniquement dans le cas où elles sont effectuées au début ou à la fin d'un essai. Toutes les lectures, dans chaque série, doivent être faites aussi rapprochées que possible les unes des autres.

**7.2.3** L'humidité doit être déterminée par des lectures au psychromètre au point normal d'aspiration, conformément à 5.8.2.

L'humidité pour les différents étages de compression et dans l'appareillage de mesure du débit doit alors être déterminée à partir des mesures du condensat.

**7.2.4** Pour déterminer le débit, c'est-à-dire le débit à travers l'appareillage de mesurage, l'humidité peut y être déterminée séparément. Ce mesurage servira aussi de contrôle pour les lectures effectuées conformément à 7.2.3.

## 8 CALCUL DES RÉSULTATS D'ESSAI

**8.1** Excepté pour les mesures du débit, les résultats des essais doivent être calculés à partir des valeurs moyennes arithmétiques des lectures retenues.

**8.2** Le débit-masse doit être déterminé selon l'une des méthodes indiquées en 5.3 ou 5.4.

**8.3** Lorsque le fluide mesuré est chaud ou froid, la dilatation ou la contraction de l'appareillage de mesure se produit en fonction du matériel utilisé et de la différence de température. La section de débit de l'appareillage de mesure doit être corrigée.

**8.4** Lorsque le gaz comprimé n'est pas sec, l'influence de l'humidité doit être prise en considération par une correction d'énergie volumique absorbée.

**8.5** Le débit réel d'aspiration s'obtient en transformant le débit de gaz mesuré dans l'appareillage de mesure depuis les conditions de mesurage qui y règnent jusqu'à celles régnant au point normal d'aspiration, compte tenu de toute condensation partielle.

**8.6** Toute vapeur condensée, entre le point normal d'aspiration et l'appareillage de mesure, doit être ajoutée au débit-masse mesuré pour obtenir le débit-masse au point normal d'aspiration.

Ensuite, le débit-volume au point normal d'aspiration est calculé à partir du débit-masse en ce point. C'est le débit réel d'aspiration.

**8.7** Certains systèmes de régulation refoulent, pour une charge partielle, un gaz chaud depuis le côté non comprimé du piston vers l'aspiration. La température d'aspiration s'élève donc plus pour une charge partielle que pour une charge totale, ce qui donne un débit apparemment plus élevé. En pareils cas, par conséquent, le débit pour une charge partielle se calcule avec la température d'aspiration valable pour la charge totale.

## 9 CORRECTION DES RÉSULTATS D'ESSAI

### 9.1 Commentaires généraux

**9.1.1** Les conditions des essais ne s'accordent jamais totalement avec celles qui, selon les offres et les conditions d'achat, constituent les conditions du contrat en ce qui concerne le débit et l'énergie volumique absorbée. Dès lors, il est nécessaire d'effectuer des corrections, avant de comparer les résultats de l'essai et les valeurs du contrat.

**9.1.2** Le responsable de l'essai doit toujours s'efforcer de maintenir aussi faibles que possible les écarts entre les conditions d'essai et celles qui sont spécifiées, puisque chaque correction entraîne des incertitudes quant au résultat final. Mais, comme il a été indiqué en 9.1.1, il se peut que des corrections soient nécessaires pour permettre une comparaison appropriée entre les résultats de l'essai et les valeurs contractuelles.

**9.1.3** Lorsque les conditions de marche spécifiées ne peuvent être réalisées, l'influence des conditions de marche sur les caractéristiques du compresseur doit être déterminée par une méthode de variation, afin que l'importance de chaque correction par rapport aux conditions de marche spécifiées puisse être déterminée par interpolation ou, dans les cas extrêmes, par extrapolation.

Si ceci est difficile à mettre au point, les méthodes de correction données dans ce chapitre doivent être utilisées.

**9.1.4** Dans les limites spécifiées en 9.1.6, la présente Norme Internationale fournit l'ajustement du débit et de l'énergie volumique absorbée quand les conditions d'essai diffèrent de celles qui sont spécifiées. Le débit doit être corrigé pour l'écart de vitesse de l'arbre, le rapport de pression, l'exposant isentropique et la température du fluide réfrigérant. L'énergie volumique absorbée doit être corrigée pour l'écart de pression d'aspiration, l'exposant isentropique, le rapport de pression, la température du fluide réfrigérant, l'humidité et la vitesse de l'arbre.

NOTE – Il se peut que d'autres corrections, telles que la correction relative au facteur de compressibilité, doivent être effectuées.

**9.1.5** Pour les compresseurs de synthèse, où certaines quantités du milieu comprimé sont injectées ou extraites entre les étages, la notion d'énergie volumique est dépourvue de sens et doit être remplacée par la puissance absorbée sur l'arbre du compresseur.

**9.1.6** Les écarts maximaux admissibles entre les valeurs trouvées à l'essai et les valeurs spécifiées, et la variation maximale admissible par rapport à la moyenne au cours d'une série de lectures sont spécifiés dans le tableau 1.

**9.1.7** Si l'essai est effectué avec un gaz différent du gaz prévu, une correction doit être apportée. Un changement de la constante du gaz affectera son écoulement et de ce fait le débit. Les deux parties doivent se mettre d'accord sur de telles corrections.

**9.1.8** Si l'écart ou la variation dépasse les valeurs données en 9.1.6, on doit utiliser la méthode décrite en 9.1.3, si les deux parties sont d'accord.

### 9.2 Correction du débit

**9.2.1** Correction due à la fréquence de rotation de l'arbre,  $K_1$

Le facteur de correction est

$$K_1 = \frac{n_c}{n_m}$$

où

$n_c$  est la vitesse de l'arbre, dans le contrat;

$n_m$  est la vitesse mesurée de l'arbre, au cours de l'essai.

TABLEAU 1 — Écarts maximaux par rapport aux valeurs spécifiées et variations par rapport aux lectures moyennes

Variable mesurée		Écart maximal admissible	Variation maximale admissible autour de la moyenne au cours d'une série de lectures
Pression d'aspiration	$p_1$	± 8 %	± 0,5 %
Rapport de pression	$r$	± 5 %	± 0,5 %
Température d'aspiration	$t_1$	—	± 2 K
Humidité absolue à l'aspiration	$x$	—	± 5 %
Exposant isentropique	$\kappa$	± 3 %	—
Constante du gaz	$R$	± 2 %	—
Vitesse de l'arbre	$n$	± 4 %	± 1 %
Différence entre températures du fluide réfrigérant et du gaz		± 10 K	± 2 K
Débit du fluide réfrigérant		± 10 %	± 10 %
Température à la tuyère ou au diaphragme		—	± 2 K
Pression différentielle à la tuyère ou au diaphragme		—	± 3 %
Tension		± 5 %	± 2 %
Fréquence du réseau		± 1 %	± 0,5 %

## NOTES

- 1 L'essai doit être accepté si les écarts aux conditions spécifiées sont inférieurs ou égaux à la somme des erreurs limites admises pour les écarts et les mesures.
- 2 Si l'écart des conditions de l'essai entraîne un écart de l'énergie volumique absorbée supérieur à ± 8 %, l'essai n'est pas dans les limites acceptables.
- 3 Voir aussi 5.2.1 g).
- 4 Pour un essai à l'extérieur sur des compresseurs mobiles, la variation de température d'aspiration tolérée s'élève à ± 3 K.
- 5 Un essai, à une vitesse d'arbre différente de la valeur spécifiée, n'est pas admis si des pulsations de pression résonantes anormales se produisent.

### 9.2.2 Correction due à l'exposant polytropique et le rapport de pression, $K_2$

Elle ne s'applique qu'aux compresseurs alternatifs mono-étagés (négligeable pour les compresseurs à deux ou plusieurs étages).

Un changement dans le rapport des exposants isentropiques et dans le rapport des pressions influencera le débit, puisque la détente du gaz enfermé dans l'espace mort s'en trouve affectée. L'importance de cette influence n'étant pas totalement connue, le responsable de l'opération doit s'efforcer d'opérer aussi près que possible du rapport de pressions prévu. Pour les différences comprises dans les limites de 9.1.6, la formule ci-dessous doit être utilisée :

$$K_2 = \frac{1 - c (r_c^{1/u_c} - 1)}{1 - c (r_m^{1/u_m} - 1)}$$

où

$r_m$  est le rapport des pressions mesurées;

$r_c$  est le rapport des pressions spécifiées dans le contrat;

$c$  est l'espace mort relatif;

$u$  est l'exposant polytropique (on doit prendre 0,9  $\kappa$ ).

Pour les rapports de pression inférieurs à 3, la correction se simplifie en

$$K_2 = 1 + c (r_m^{1/u_m} - r_c^{1/u_c})$$

### 9.2.3 Correction due à la température du fluide réfrigérant, $K_3$

La différence de température entre le réfrigérant et le gaz affecte la température du gaz dans le cylindre du compresseur, ainsi que dans les refroidisseurs. Cette influence dépendant du type de compresseur, de sa taille et de sa vitesse de rotation, on ne peut donner aucune formule générale de correction. Si on ne peut se conformer aux conditions spécifiées, on doit faire fonctionner le compresseur à deux températures différentes du réfrigérant et à une température constante du gaz au point