

NORME
INTERNATIONALE

ISO
917

Deuxième édition
1989-09-15

**Essais des compresseurs pour fluides
frigorigènes**

Testing of refrigerant compressors
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 917:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/55c4c9ca-9e80-41bc-ba55-4c0835235700/iso-917-1989>



Numéro de référence
ISO 917 : 1989 (F)

Sommaire

	Page
1 Objet et domaine d'application	1
2 Références	1
3 Définitions	1
Section un : Détermination de la puissance frigorifique et du rendement volumétrique	
4 Modalités générales	2
5 Conditions de référence pour l'essai	3
6 Base des calculs	3
7 Méthodes d'essai	4
8 Méthode A : Calorimètre à fluide secondaire	5
9 Méthode B : Calorimètre à déversement du fluide frigorigène	6
10 Méthode C : Calorimètre de vapeur frigorigène	7
11 Méthodes D1 et D2 : Débitmètre de vapeur frigorigène	8
12 Méthode F : Quantité de fluide frigorigène mesurée à l'aide d'un débitmètre ..	9
13 Méthode G : Méthode au condenseur à refroidissement par eau	9
14 Méthode J : Méthode par refroidissement de la vapeur frigorigène	10
15 Méthode K : Calorimètre sur la canalisation de refoulement	11
Section deux : Détermination de la puissance fournie, du rendement isentropique et du coefficient de performance	
16 Procédure générale	20
17 Détermination de la puissance fournie	20

© ISO 1989

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

18	Détermination du rendement isentropique	20
19	Détermination du coefficient de performance	20
Section trois : Compte-rendu des résultats		
20	Procès-verbal d'essai	21
Annexes		
A	Types et étalonnage des appareils de mesure et exactitude des mesures	23
B	Symboles utilisés dans le texte pour les calculs	25
C	Évaluation des erreurs	27

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 917:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/55c4c9ca-9e80-41bc-ba55-4c0835235700/iso-917-1989>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

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. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 917 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 86, *Froid*.

ISO 917:1989
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/55c4c9ca-9e80-41bc-ba55-4c0835235700/iso-917-1989>

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 917 : 1974), dont elle constitue une révision technique.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

Essais des compresseurs pour fluides frigorigènes

1 Objet et domaine d'application

Les clauses de la présente Norme internationale ne sont applicables qu'aux compresseurs mono-étages pour fluides frigorigènes, de type volumétrique. Des méthodes d'essais choisies sont décrites pour déterminer la puissance frigorifique, la puissance, le rendement isentropique et le coefficient de performance. Ces méthodes d'essai fournissent des résultats avec un degré d'exactitude suffisant pour envisager une utilisation satisfaisante d'un compresseur pour fluides frigorigènes dans des conditions de référence appropriées à une installation frigorifique donnée.

L'attention est attirée en particulier sur un certain nombre de précautions spéciales à prendre pour réduire au minimum les pertes d'essai.

La présente Norme internationale ne s'applique qu'aux essais effectués en usine, ou partout où l'on dispose de l'équipement nécessaire à la réalisation des essais avec l'exactitude requise. Les types et l'étalonnage des appareils de mesure sont spécifiés dans l'annexe A qui fait partie intégrante de la présente Norme internationale.

Les méthodes d'essai décrites peuvent également servir de guide pour les essais à effectuer sur d'autres types de compresseurs.

NOTE — Les essais concernant les machines frigorifiques complètes font l'objet de l'ISO 916-1.

Les annexes B et C qui fournissent des informations supplémentaires ne font pas partie intégrante de la présente Norme internationale.

2 Références

ISO 916-1, *Machines frigorifiques — Méthodes d'essais — Partie 1 : Essais de machines pour le refroidissement de liquides et de gaz avec un compresseur volumétrique.*¹⁾

ISO/R 1662, *Installations frigorifiques — Prescriptions de sécurité.*

ISO 5167, *Mesure de débit des fluides au moyen de diaphragmes, tuyères et tubes de Venturi insérés dans des conduites en charge de section circulaire.*

ISO 5168, *Mesure de débit des fluides — Calcul de l'erreur limite sur une mesure de débit.*

3 Définitions

NOTE — Une liste complète des symboles utilisés dans les calculs, avec leurs définitions, est donnée à l'annexe B.

3.1 puissance frigorifique d'un compresseur pour fluide frigorigène, Φ_0 : Produit du débit-masse de fluide frigorigène à travers le compresseur et de la différence entre l'enthalpie massique du fluide frigorigène, au point de mesure à l'entrée du compresseur, à la pression et à la température d'essai mesurées, et l'enthalpie massique du fluide du liquide saturé, à la température correspondant à la pression de refoulement au point de mesure à la sortie du compresseur.

3.2 rendement volumétrique, η_V : Rapport du volume réellement aspiré, mesuré à la position spécifiée en 4.3.2, au déplacement du compresseur.

3.3 puissance sur l'arbre, P : Puissance fournie à un compresseur ouvert au niveau de l'arbre ou puissance fournie à un motocompresseur hermétique (ou semi-hermétique) au niveau des bornes du moteur avec la puissance absorbée par les appareils auxiliaires nécessaires pour favoriser le fonctionnement du compresseur, par exemple une pompe à huile.

3.4 rendement isentropique, η_i : Rapport du produit du débit-masse réel et du changement d'enthalpie isentropique dans le compresseur à la puissance sur l'arbre.

3.5 coefficient de performance, ε : Rapport de la puissance frigorifique à la puissance sur l'arbre.

NOTE — Il devrait être clairement indiqué s'il s'agit de la puissance mesurée à l'arbre du compresseur ou de la puissance fournie aux bornes du moteur.

1) Actuellement au stade de projet.

Section un : Détermination de la puissance frigorifique et du rendement volumétrique

4 Modalités générales

4.1 Détermination de la puissance frigorifique et du rendement volumétrique

La détermination de la puissance frigorifique d'un compresseur comprend :

- l'évaluation du débit-masse du fluide frigorigène pour chaque méthode d'essai utilisée au moyen d'un appareil inséré dans la partie extérieure du circuit d'essai, entre l'entrée et la sortie du compresseur, comme décrit aux chapitres 8 à 15, et
- la détermination de l'enthalpie massique du fluide frigorigène à l'état de liquide saturé à la pression de refoulement à la sortie du compresseur, et de son enthalpie massique à la pression et à la température d'essai à l'aspiration du compresseur, au moyen de tables des propriétés thermodynamiques du fluide frigorigène.

Le rendement volumétrique est déterminé à l'aide de l'équation donnée en 6.7.2.

Pendant les essais, le compresseur pour fluides frigorigènes doit être muni de tous les organes annexes et accessoires nécessaires pour un bon fonctionnement continu en exploitation normale.

4.2 Essais

Tous les essais doivent comprendre un essai X et un essai Y qui doivent être effectués simultanément.

4.2.1 L'essai Y doit dans la mesure du possible être d'un type différent de l'essai X afin que les résultats soient obtenus indépendamment de ceux de l'essai X.

4.2.2 Les valeurs des erreurs estimées sur la puissance frigorifique doivent être celles qui sont calculées pour l'essai X ($s\Phi_{0X}$) et pour l'essai Y choisi ($s\Phi_{0Y}$) (voir annexe C).

4.2.3 Les spécifications recommandées pour les essais X et Y et pour leurs combinaisons possibles sont indiquées au chapitre 7.

4.2.4 Les résultats des essais X et Y concernant la puissance frigorifique doivent être acceptés s'ils correspondent à ± 4 % près (voir annexe C).

4.2.5 Pour les résultats valables conformément à 4.2.4, la puissance frigorifique et le rendement volumétrique doivent être la moyenne des résultats des essais X et Y.

Les valeurs des erreurs estimées ($s\dot{m}_X$ et $s\dot{m}_Y$) calculées comme décrit en 4.2.2 et dans l'annexe C, pour les essais X et Y, doivent

être utilisées pour déterminer l'erreur totale (à une décimale près) du résultat valable en utilisant la formule $[(s\dot{m}_X^2 + s\dot{m}_Y^2)/2]^{1/2}$.

4.3 Règles générales

Afin de s'assurer que les résultats obtenus se trouvent dans les limites d'exactitude demandées, il est indispensable d'observer les règles suivantes et de tenir compte des indications données dans la note en 4.3.4.

4.3.1 Tous les appareils et tout l'appareillage auxiliaire de mesure doivent être placés correctement par rapport à l'entrée et à la sortie du compresseur; ils doivent avoir été étalonnés par rapport à des instruments d'exactitude garantie et, le cas échéant, réglés de façon à donner des lectures dans les limites d'exactitude indiquées dans l'annexe A.

4.3.2 La pression et la température à l'entrée d'aspiration du compresseur doivent être mesurées en un même point, situé sur une partie rectiligne de la canalisation, à une distance en amont de l'entrée du robinet d'arrêt, s'il existe, aussi proche que possible de huit fois le diamètre de la canalisation.

Le diamètre du tuyau doit être compatible avec celui de la bride sur le compresseur sur une longueur d'au moins 16 fois le diamètre du tuyau.

4.3.3 La pression et la température à la sortie de refoulement du compresseur doivent être mesurées en un même point, situé sur une partie rectiligne de la canalisation, à une distance en aval de la sortie, ou du robinet d'arrêt s'il existe, au moins égale à huit fois le diamètre de la canalisation.

Le diamètre du tuyau doit être compatible avec celui de la bride sur le compresseur sur une longueur d'au moins 16 fois le diamètre du tuyau.

4.3.4 Le système de circulation doit contenir les quantités correctes de fluide frigorigène et d'huile de lubrification. Des séparateurs d'huile efficaces doivent être installés dans la canalisation de refoulement du compresseur à moins que les mesures montrent que la vitesse de pompage de l'huile est inférieure à 1,5 % du débit-masse du fluide frigorigène. Si l'on utilise un séparateur, un dispositif doit être prévu pour renvoyer l'huile séparée directement au système de lubrification du compresseur.

Si le compresseur est installé avec un dispositif pour le retour en usage général de l'huile au circuit, l'huile provenant du séparateur doit être ramenée à la canalisation d'aspiration entre l'appareil de mesure et le point d'entrée du compresseur.

On ne doit ajouter, pendant l'essai, ni fluide frigorigène, ni huile aux carters de compresseurs fermés qui communiquent avec le circuit du fluide frigorigène.

Pendant toute la durée des essais, le circuit ne doit renfermer que le fluide frigorigène et l'huile de lubrification dans un état de pureté tel que le fonctionnement normal du compresseur en régime continu soit assuré et que l'exactitude des résultats d'essais, compte tenu des tolérances autorisées, ne soit pas affectée.

NOTE — L'élimination complète de liquide frigorigène et d'huile de lubrification serait difficile à réaliser. Toutefois, l'erreur due à ces facteurs peut généralement être réduite au point d'être négligeable

- a) en assurant une surchauffe suffisante de la vapeur du fluide frigorigène à l'entrée du compresseur (dans ce but, un surchauffeur d'aspiration peut être nécessaire, et toute quantité de chaleur reçue d'une source extérieure doit être enregistrée), et
- b) en utilisant un séparateur d'huile efficace sur la canalisation de refoulement du compresseur.

En général, une correction compensant l'effet de l'huile de lubrification n'est pas nécessaire si la quantité d'huile présente dans le mélange huile/fluide frigorigène est telle qu'elle n'introduit pas une erreur supérieure à 1,5 % de la puissance frigorifique.

4.3.5 Il faut soumettre le système à des essais permettant de déterminer l'absence de fuites de fluide frigorigène et d'huile. L'absence de gaz non condensables doit être confirmée par des moyens appropriés.

4.3.6 Le système doit être protégé contre les courants d'air anormaux.

4.4 Période d'essai

4.4.1 Les essais spécifiés concernent exclusivement les compresseurs pour fluides frigorigènes fonctionnant en continu, dans des conditions telles que, pendant une période donnée, les fluctuations de tous les facteurs pouvant affecter les résultats d'un essai restent dans les limites requises et ne présentent aucune tendance marquée à sortir de ces limites.

Ces conditions sont appelées conditions de fonctionnement stable.

4.4.2 Après le démarrage du compresseur, des réglages doivent être effectués pendant un fonctionnement préliminaire jusqu'à ce que les paramètres essentiels, nécessaires à l'essai, se trouvent dans les limites de variation admises.

4.4.3 Les conditions de fonctionnement stable étant obtenues, les relevés pour la période d'essai doivent être effectués à des intervalles de temps égaux ne dépassant pas 20 min, pendant une période d'au moins 1 h, durant laquelle quatre relevés au moins doivent être effectués.

Si l'on utilise des instruments d'enregistrement, leur exactitude doit être comparable à celle donnée dans l'annexe A.

4.4.4 La moyenne arithmétique des relevés successifs correspondant à chaque mesure est admise comme valeur de la mesure pendant l'essai.

4.4.5 Les relevés des grandeurs cumulées doivent être effectués au début et à la fin de chaque intervalle pour vérifier la stabilité du fonctionnement. La différence entre le dernier et le premier relevé de la période est prise comme résultat de l'essai.

5 Conditions de référence pour l'essai

Les conditions de référence dans lesquelles doit être effectué l'essai et qui doivent être spécifiées pour l'essai d'un compresseur pour fluide frigorigène sont les suivantes :

- a) les pressions absolues aux points de mesurage dans les canalisations d'aspiration et de refoulement du compresseur;
- b) la température d'aspiration au point de mesure dans la canalisation d'aspiration du compresseur;
- c) la fréquence de rotation du compresseur.

Les pressions relevées ne doivent pas varier de plus de ± 1 % des conditions de référence pendant toute la période d'essai.

La température relevée ne doit pas varier de plus de ± 3 °C par rapport aux conditions de référence pendant toute la période d'essai.

La fréquence de rotation ne doit pas différer de plus de ± 1 % par rapport aux conditions de référence pendant toute la durée de l'essai; pour les motocompresseurs hermétiques, la tension ne doit pas s'écarter de plus de ± 3 % et la fréquence de plus de ± 1 % de la valeur nominale pendant toute la période d'essai.

6 Base des calculs

6.1 Source des propriétés thermodynamiques

La source des propriétés thermodynamiques doit être indiquée dans le procès-verbal d'essai.

6.2 Enthalpie massique

Compte tenu des règles et des précautions définies en 4.3, l'enthalpie massique du fluide frigorigène à la pression de refoulement du compresseur et l'enthalpie massique à la pression et à la température d'aspiration du compresseur sont relevées dans des tables reconnues des propriétés thermodynamiques du fluide frigorigène utilisé. Dans le cas d'enthalpie massique à la pression et à la température d'aspiration du compresseur, il peut être nécessaire d'effectuer une correction afin de tenir compte de l'entraînement d'huile de lubrification ou des équations dont proviennent les valeurs de l'enthalpie massique.

6.3 Débit-masse du fluide frigorigène

Le débit-masse est déterminé par l'essai X et l'essai Y (voir chapitre 7) choisis parmi les essais décrits aux chapitres 8 à 15.

6.4 Volume massique du fluide frigorigène

La valeur réelle d'essai, V_{ga} , du volume massique de la vapeur du fluide frigorigène à l'entrée du compresseur ne doit pas différer de plus de 2 % de la valeur, V_{gl} , du volume massique de la vapeur du fluide frigorigène, correspondant aux conditions de référence prescrites pour les essais.

6.5 Fréquence de rotation du compresseur

La valeur d'essai réelle, n_a , de la fréquence de rotation du compresseur ne doit pas différer de plus des valeurs spécifiées au chapitre 5 pour les conditions de référence des essais.

6.6 Valeur du débit-masse mesuré

Compte tenu des conditions données en 6.4 et 6.5, la valeur du débit-masse mesuré, q_{mf} , doit être corrigée en la multipliant par le facteur $(V_{ga}/V_{gl})(n/n_a)$ pour les compresseurs de type ouvert et par le facteur $(V_{ga}/V_{gl})(f/f_a)$ pour les motocompresseurs hermétiques.

6.7 Équations de base

6.7.1 Pour les compresseurs de type ouvert, la puissance frigorifique définie en 3.1 est calculée au moyen de l'équation suivante :

$$\Phi_0 = q_{mf} \frac{V_{ga}}{V_{gl}} \frac{n}{n_a} (h_{g1} - h_{f1})$$

Dans le cas d'un motocompresseur hermétique, le facteur de correction n/n_a est remplacé par f/f_a .

6.7.2 Le rendement volumétrique η_V défini en 3.2 est calculé au moyen de l'équation de base suivante :

$$\eta_V = \frac{q_{mf} V_{ga}}{v_{sw}}$$

NOTE — Dans les limites spécifiées dans la présente Norme internationale, on suppose que le rendement volumétrique est constant.

7 Méthodes d'essai

7.1 Généralités

Comme spécifié en 4.2, tous les essais doivent comprendre deux méthodes d'essai. Pour chaque essai, les données spécifiées dans le procès-verbal d'essai (voir chapitre 20) ainsi que les données supplémentaires spécifiées pour chaque méthode d'essai (voir chapitres 8 à 15) doivent être mesurées pendant la période d'essai (voir 4.4). Neuf différentes méthodes d'essai peuvent être utilisées comme suit.

NOTE — Les méthodes d'essai A, B, C, G et K mesurent le débit-masse total du fluide frigorigène en utilisant des calorimètres.

Méthode A : Calorimètre à fluide secondaire dans la canalisation d'aspiration (voir chapitre 8).

Méthode B : Calorimètre à déversement du fluide frigorigène dans la canalisation d'aspiration (voir chapitre 9).

Méthode C : Calorimètre de vapeur frigorigène dans la canalisation d'aspiration (voir chapitre 10).

Un calorimètre calorifugé est connecté à l'entrée d'aspiration du compresseur pour fonctionner comme évaporateur.

Méthode D1 : Débitmètre de vapeur frigorigène sur la canalisation d'aspiration (voir chapitre 11).

Méthode D2 : Débitmètre de vapeur frigorigène sur la canalisation de refoulement (voir chapitre 11).

NOTE — Les méthodes D1 et D2 mesurent le débit-masse total du fluide frigorigène à l'état gazeux.

Méthode F : Débitmètre à liquide frigorigène (voir chapitre 12).

NOTE — La méthode F mesure le débit-masse ou le débit-volume total du fluide frigorigène à l'état liquide.

Méthode G : Méthode au condenseur à refroidissement par eau (voir chapitre 13).

Le condenseur à refroidissement par eau de l'installation réelle est convenablement calorifugé et équipé de façon qu'il fonctionne comme calorimètre.

Méthode J : Méthode par refroidissement de la vapeur frigorigène (voir chapitre 14).

NOTE — La méthode J concerne le mesurage d'un débit partiel du liquide frigorigène provenant d'un condenseur spécial.

Méthode K : Calorimètre sur la canalisation de refoulement (voir chapitre 15).

Un calorimètre calorifugé est inséré dans la canalisation de refoulement du compresseur et est traversé par le débit total du fluide frigorigène à l'état gazeux.

7.2 Choix de méthode d'essai pour l'essai X et l'essai Y

Chacune des méthodes A, B, C, D1, D2, F, G et K peut être utilisée comme essai X.

Chacune des méthodes décrites peut être utilisée comme essai Y, à l'exception :

- de la méthode utilisée pour l'essai X;
- des méthodes mesurant la même grandeur que l'essai X; par exemple, si la méthode pour l'essai X mesure le débit de gaz au niveau de refoulement du compresseur, les autres méthodes qui mesurent le débit de gaz au niveau de refoulement du compresseur ne doivent pas être utilisées pour l'essai Y.

Il est préférable que les méthodes d'essais X et Y soient de types radicalement différents. Le tableau 1 donne les combinaisons admises et recommandées des méthodes d'essais X et Y.

Tableau 1 — Combinaisons des essais X et Y

Méthode pour l'essai X	Méthode pour l'essai Y	
	Admises	Recommandées
A	D1, D2, F, G, K	F, G, K
B	D1, D2, F, G, K	F, G, K
C	D1, D2, F, G, K	F, G, K
D1	A, B, C, D2, F, G, J, K	F, G, J, K
D2	A, B, C, D1, F, J	F, J
F	A, B, C, D1, D2, J, K	D1, D2, J, K
G	A, B, C, D1, F, J	D1, J
K	A, B, C, D1, F, J	D1, J

8 Méthode A : Calorimètre à fluide secondaire

8.1 Description

Le calorimètre à fluide secondaire (voir figure 1) est composé d'un serpentin à évaporation directe ou d'un ensemble de serpentins montés en parallèle, servant d'évaporateur principal. Cet évaporateur est suspendu à la partie supérieure d'un récipient calorifugé et résistant à la pression. Un dispositif de chauffage est situé dans le fond de ce récipient chargé d'un fluide secondaire volatil de telle façon que le dispositif de chauffage soit bien au-dessous de la surface du liquide. Le débit du fluide frigorigène est réglé soit par un détendeur à main, soit par un détendeur à pression constante qui doit être situé près du calorimètre. Le détendeur et les canalisations de fluide frigorigène qui le relie au calorimètre peuvent être calorifugés en vue de réduire au minimum les apports de chaleur.

Le calorimètre doit être calorifugé de manière que les pertes thermiques ne dépassent pas 5 % de la puissance frigorifique du compresseur.

Des dispositions doivent être prises pour mesurer la température de fluide secondaire.

Des dispositions doivent être prises suivant les exigences de l'ISO 1662, pour s'assurer que la pression du fluide frigorigène ne dépasse pas la limite de sécurité de l'appareillage.

8.2 Étalonnage

Le calorimètre doit être étalonné suivant la méthode par pertes de chaleur exposée ci-après.

8.2.1 Régler la chaleur fournie au fluide secondaire de façon à maintenir la pression constante à une valeur correspondant à une température de saturation supérieure d'environ 15 °C à la température ambiante. Maintenir la température ambiante constante, dans les limites de ± 1 °C.

8.2.2 Si le dispositif de chauffage fonctionne continuellement, maintenir la chaleur fournie à une valeur constante dans les limites de ± 1 % et mesurer la pression du fluide secondaire à des intervalles de 1 h jusqu'à ce que quatre valeurs consécutives de la température de saturation correspondante ne varient pas de plus de $\pm 0,5$ °C.

8.2.3 Si le dispositif de chauffage fonctionne par intermittence, effectuer le réglage de telle sorte que la température de saturation correspondant à la pression du fluide secondaire soit maintenue constante, dans les limites de la valeur choisie, à $\pm 0,5$ °C et effectuer des lectures de la chaleur fournie à des intervalles de 1 h jusqu'à ce que quatre lectures consécutives ne varient pas de plus de ± 4 %.

8.2.4 Calculer le coefficient de pertes thermiques à l'aide de la formule

$$F = \frac{\phi_h}{t_p - t_a}$$

8.3 Mode opératoire

Régler la pression d'aspiration à l'aide du régleur de fluide frigorigène et régler la température de la vapeur frigorigène entrant dans le compresseur en faisant varier la chaleur fournie au fluide secondaire. Régler la pression de refoulement en faisant varier la température et le débit de l'agent de condensation, ou à l'aide d'un régleur de pression dans la canalisation de refoulement.

8.4 Spécifications

8.4.1 Si le dispositif de chauffage fonctionne continuellement, les fluctuations de la chaleur fournie, dues à n'importe quelle cause, pendant la période d'essai, ne doivent pas être telles qu'elles provoquent une variation de plus de 1 % sur la puissance calculée du compresseur.

8.4.2 Si le dispositif de chauffage fonctionne par intermittence, la température de saturation correspondant à la pression du fluide secondaire ne doit pas varier de plus de $\pm 0,6$ °C.

8.5 Renseignements complémentaires

Les caractéristiques suivantes doivent être enregistrées :

- la pression de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporation;
- la température de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporateur;
- la pression du liquide frigorigène entrant dans le détendeur;

- d) la température du liquide frigorigène entrant dans le détendeur;
- e) la température ambiante autour du calorimètre;
- f) la pression du fluide secondaire;
- g) la chaleur fournie au fluide secondaire.

8.6 Détermination de la puissance frigorifique

8.6.1 Le débit-masse du fluide frigorigène, déterminé au cours de l'essai, est donné par la formule

$$q_{m_f} = \frac{\Phi_i + F_1 (t_a - t_s)}{h_{g2} - h_{f2}}$$

8.6.2 La puissance frigorifique, ramenée aux conditions de référence prescrite pour l'essai, est donnée par la formule

$$\Phi_0 = q_{m_f} \frac{V_{ga}}{V_{gl}} (h_{g1} - h_{f1})$$

9 Méthode B : Calorimètre à déversement du fluide frigorigène

9.1 Description

Le calorimètre à déversement du fluide frigorigène (voir figure 2) est composé d'un récipient évaporateur résistant à la pression, ou d'un ensemble de récipients montés en parallèle, dans lequel la chaleur est appliquée directement au fluide frigorigène identique à celui utilisé dans le compresseur essayé. Le débit du fluide frigorigène est réglé par un détendeur à main, par un détendeur à pression constante, ou par un dispositif de contrôle de niveau qui doit être situé près du calorimètre. Le détendeur et les canalisations de fluide frigorigène qui le relient au calorimètre peuvent être calorifugés en vue de réduire au minimum les apports de chaleur.

Le calorimètre doit être calorifugé de manière que les pertes thermiques ne dépassent pas 5 % de la puissance frigorifique du compresseur.

Des dispositions doivent être prises afin de mesurer la température du fluide secondaire et de s'assurer que la pression ne dépasse pas la limite de sécurité de l'appareillage.

Des dispositions doivent être prises, conformément aux exigences de l'ISO 1662, pour s'assurer que la pression du fluide frigorigène ne dépasse pas la limite de sécurité de l'appareillage.

9.2 Étalonnage

Le calorimètre doit être étalonné selon la méthode par pertes de chaleur exposée ci-après.

9.2.1 Remplir le calorimètre de fluide frigorigène liquide jusqu'à son niveau de fonctionnement normal et fermer les robinets d'arrêt à la sortie du fluide et de la vapeur. Maintenir la température ambiante constante, dans les limites de ± 1 °C et fournir de la chaleur de façon à maintenir la température du fluide frigorigène à 15 °C environ au-dessus de la température ambiante. Dans le cas de chauffage par l'intermédiaire d'un liquide, maintenir la température à l'entrée à une valeur constante, dans les limites de $\pm 0,3$ °C et régler le débit de façon que la chute de température ne soit pas inférieure à 6 °C. Dans le cas de chauffage électrique, maintenir la puissance à une valeur constante, dans les limites de ± 1 %.

9.2.2 Après obtention de l'équilibre thermique, effectuer des lectures pendant les périodes suivantes :

- a) dans le cas de chauffage par liquide, à des intervalles de 1 h jusqu'à ce que les températures relevées au cours de quatre lectures consécutives, tant à l'entrée qu'à la sortie, le débit étant constant, ne varient pas de plus de $\pm 0,3$ °C;
- b) dans le cas de chauffage électrique, à des intervalles de 1 h jusqu'à ce que quatre valeurs consécutives de la température de saturation du fluide frigorigène ne varient pas de plus de $\pm 0,5$ °C.

9.2.3 Déterminer la quantité de chaleur fournie au calorimètre comme suit :

- a) dans le cas de chauffage par liquide

$$\Phi_i = c (t_1 - t_2) q_{m_t}$$

- b) dans le cas de chauffage électrique, Φ_i est donné par le courant électrique fourni au chauffage.

9.2.4 Calculer le coefficient de pertes thermiques à l'aide de la formule

$$F_1 = \frac{\Phi_i}{t_r - t_a}$$

9.3 Mode opératoire

Régler la pression d'aspiration au compresseur à l'aide du détendeur du fluide frigorigène et régler la température à l'entrée du compresseur en faisant varier la chaleur fournie, excepté dans le cas d'un régleur de niveau, où la pression d'aspiration est ajustée par la quantité de chaleur fournie à l'évaporateur, et la température à l'entrée du compresseur par la quantité de chaleur fournie au surchauffeur. Régler la pression de refoulement en faisant varier la température et le débit de l'agent de refroidissement au condenseur, ou par un dispositif à pression constante dans la canalisation de refoulement.

Dans le cas de chauffage par liquide, maintenir la température à l'entrée à une valeur constante, dans les limites de $\pm 0,3$ °C, et régler le débit de façon à obtenir une chute de température au moins égale à 6 °C. Maintenir le débit de liquide en circulation à une valeur constante dans les limites de ± 1 %. Dans le cas de chauffage électrique, maintenir la puissance à une valeur constante dans les limites de ± 1 %.

9.4 Spécifications

9.4.1 Si le chauffage fonctionne de façon continue, la variation de la chaleur fournie due à une quelconque cause pendant la période d'essai ne doit pas provoquer une variation de plus de 1 % de la puissance calculée du compresseur.

9.4.2 Si le chauffage fonctionne par intermittence, la température de saturation correspondant à la pression du fluide secondaire ne doit pas varier de plus de $\pm 0,6$ °C.

9.5 Renseignements complémentaires

Les caractéristiques suivantes doivent être enregistrées :

- a) la pression de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporateur;

- b) la température de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporateur;
- c) la pression du liquide frigorigène entrant dans le détendeur;
- d) la température du liquide frigorigène entrant dans le détendeur;
- e) la température ambiante autour du calorimètre;
- f) la température du liquide chauffant entrant dans le calorimètre;
- g) la température du liquide chauffant sortant du calorimètre;
- h) le débit-masse du liquide chauffant en circulation;
- i) la puissance électrique fournie au calorimètre.

9.6 Détermination de la puissance frigorifique

9.6.1 Le débit-masse de fluide frigorigène, déterminé au cours de l'essai, est donné par les formules

- a) dans le cas de chauffage par liquide :

$$q_{m_f} = \frac{c(t_1 - t_2) q_{m_l} + F_1(t_a - T_r)}{h_{g2} - h_{f2}}$$

- b) dans le cas de chauffage électrique :

$$q_{m_f} = \frac{\Phi_h + F_1(t_a - t_r)}{h_{g2} - h_{f2}}$$

9.6.2 La puissance frigorifique, ramenée aux conditions de référence prescrites pour l'essai, est donnée par la formule

$$\Phi_0 = q_{m_f} \frac{V_{ga}}{V_{gl}} (h_{g1} - h_{f1})$$

10 Méthode C : Calorimètre de vapeur frigorigène

10.1 Description

Le calorimètre de vapeur frigorigène (voir figure 3) est composé d'un certain nombre de tubes ou récipients tubulaires à fluide frigorigène, de longueur et diamètre convenables pour réaliser l'évaporation du fluide frigorigène que fait circuler le compresseur. La surface extérieure de l'évaporateur peut être chauffée soit au moyen d'un liquide circulant dans une enveloppe extérieure pouvant être un tube concentrique, soit électriquement. En variante, des procédés analogues de chauffage peuvent être utilisés à l'intérieur de l'évaporateur.

Le débit du fluide frigorigène est réglé soit par un détendeur à main, soit par un détendeur à pression constante qui doit être situé près du calorimètre. Le détendeur et les canalisations de fluide frigorigène qui le relie au calorimètre peuvent être calorifugés en vue de réduire au minimum les apports de chaleur.

Le calorimètre doit être calorifugé de manière que les pertes thermiques ne dépassent pas 5 % de la puissance frigorifique du compresseur.

Si les dispositifs de chauffage se trouvent à l'extérieur de la surface de l'évaporateur, il faut prévoir, pour la détermination de

la température de surface moyenne utilisée pour le calcul des pertes thermiques, un nombre suffisant (au moins dix) d'appareils de mesure de température convenablement espacés.

Des dispositions doivent être prises afin de mesurer la température du fluide secondaire et de s'assurer que la pression ne dépasse pas la limite de sécurité de l'appareillage.

Des dispositions doivent être prises, conformément aux exigences de l'ISO 1662, pour s'assurer que la pression du fluide frigorigène ne dépasse pas la limite de sécurité de l'appareillage.

10.2 Étalonnage

Le calorimètre doit être étalonné selon la méthode par pertes de chaleur exposée ci-après.

10.2.1 Maintenir la température ambiante constante, dans les limites de ± 1 °C et fournir de la chaleur de façon à maintenir la température moyenne de surface à 15 °C environ au-dessus de la température ambiante. Dans le cas de chauffage par l'intermédiaire d'un liquide, maintenir la température à l'entrée à une valeur constante, dans les limites de $\pm 0,3$ °C et régler le débit de façon que la baisse de température ne soit pas inférieure à 6 °C. Dans le cas de chauffage électrique, maintenir la puissance à une valeur constante, dans les limites de ± 1 %.

10.2.2 Après obtention de l'équilibre thermique, effectuer les lectures pendant les périodes suivantes :

a) dans le cas de chauffage par liquide, à des intervalles de 1 h jusqu'à ce que quatre valeurs consécutives des températures tant à l'entrée qu'à la sortie, le débit étant constant, ne diffèrent pas de plus de $\pm 0,3$ °C;

b) dans le cas de chauffage électrique, à des intervalles de 1 h jusqu'à ce que quatre valeurs consécutives de la température de saturation du fluide frigorigène ne diffèrent pas de plus de $\pm 0,6$ °C.

10.2.3 Déterminer la chaleur fournie au calorimètre de la manière suivante :

a) dans le cas de chauffage par liquide

$$\Phi_i = c(t_1 - t_2) q_{m_l}$$

b) dans le cas de chauffage électrique, Φ_i est donné par le courant électrique fourni au chauffage.

10.2.4 Calculer le coefficient de pertes thermiques à l'aide de la formule

$$F_1 = \frac{\Phi_i}{t_c - t_a}$$

10.3 Mode opératoire

Régler la pression d'aspiration au compresseur à l'aide du régulateur de fluide frigorigène et régler la température à l'entrée du compresseur en faisant varier la chaleur fournie. Régler la pression de refoulement en faisant varier la température et le

débit de l'agent de refroidissement au condenseur, ou par un régulateur de pression dans la canalisation de refoulement.

Dans le cas de chauffage par liquide, maintenir la température à l'entrée à une valeur constante dans les limites de $\pm 0,3$ °C et régler le débit de façon à obtenir une baisse de température au moins égale à 6 °C. Maintenir la masse de liquide en circulation à une valeur constante dans les limites de $\pm 0,5$ %. Dans le cas de chauffage électrique, maintenir la puissance à une valeur constante dans les limites de ± 1 %.

10.4 Spécifications

10.4.1 Si le chauffage fonctionne de façon continue, la variation de la chaleur fournie due à une cause quelconque pendant la période d'essai, ne doit pas provoquer une variation de plus de 1 % de la puissance calculée du compresseur.

10.4.2 Si le chauffage fonctionne par intermittence, la température de saturation correspondant à la pression du fluide secondaire ne doit pas varier de plus de $\pm 0,6$ °C.

10.5 Renseignements complémentaires

Les caractéristiques suivantes doivent être enregistrées :

- la pression de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporateur;
- la température de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporateur;
- la pression du liquide frigorigène entrant dans le détendeur;
- la température du liquide frigorigène entrant dans le détendeur;
- la température ambiante autour du calorimètre;
- la température du liquide chauffant entrant dans le calorimètre;
- la température du liquide chauffant sortant du calorimètre;
- le débit-masse du liquide chauffant en circulation;
- la puissance électrique fournie au calorimètre;
- la température moyenne de surface du calorimètre.

10.6 Détermination de la puissance frigorifique

10.6.1 Le débit-masse du fluide frigorigène, déterminé au cours de l'essai, est donné par la formule

- a) dans le cas du chauffage par liquide :

$$q_{m_f} = \frac{c(t_1 - t_2) q_{m_l} + F_1(t_a - t_c)}{h_{g2} - h_{f2}}$$

- b) dans le cas de chauffage électrique :

$$q_{m_f} = \frac{\Phi_h + F_1(t_a - t_c)}{h_{g2} - h_{f2}}$$

10.6.2 La puissance frigorifique, ramenée aux conditions de référence prescrites pour l'essai, est donnée par la formule

$$\Phi_0 = q_{m_f} \frac{V_{ga}}{V_{gl}} (h_{g1} - h_{f1})$$

11 Méthodes D1 et D2 : Débitmètre de vapeur frigorigène

11.1 Description

Le débitmètre de vapeur frigorigène est placé dans la canalisation d'aspiration (méthode D1) ou dans la canalisation de refoulement (méthode D2) (voir figure 4). Les points d'échantillonnage nécessaires sont installés pour mesurer la pression et la température afin de permettre le calcul de la masse spécifique du fluide frigorigène. Le dispositif d'essai doit être tel que l'écart par rapport au résultat final (c'est-à-dire le débit-masse du fluide frigorigène) ne dépasse pas 2 %.

Le débitmètre de vapeur frigorigène est installé dans la canalisation d'aspiration ou de refoulement d'un circuit fermé composé du compresseur pour fluide frigorigène, des dispositifs destinés à abaisser la pression du fluide frigorigène de la valeur de refoulement à celle d'aspiration, de dispositifs destinés à éliminer une surchauffe excessive de la vapeur, et des dispositifs destinés à renvoyer la valeur conditionnée à l'aspiration du compresseur. Les dispositifs pour abaisser la pression peuvent être à fonctionnement manuel ou réglés par la pression d'aspiration. L'élimination de la chaleur de compression peut être réalisée par soutirage d'une quantité suffisante de vapeur frigorigène du côté haute pression du circuit, sa liquéfaction dans un condenseur et sa réévaporation par échange thermique avec le fluide frigorigène surchauffé du côté basse pression du circuit pour que la vapeur surchauffée qui en résulte ne contienne pas de gouttelettes de liquide.

11.1.1 Le débit-masse, q_{m_f} , de fluide frigorigène est mesuré en un point de canalisation d'aspiration ou de refoulement où le débit du fluide frigorigène est intégral; des dispositions doivent être prises pour assurer en ce point un mélange homogène de la vapeur surchauffée qui ne contienne aucune gouttelette de liquide frigorigène.

Lorsqu'un débit pulsatoire se produit dans une canalisation, des dispositions d'amortissement suffisantes doivent être prises pour réduire ou éliminer l'onde d'écoulement du débitmètre, en introduisant, par exemple, un réservoir d'équilibre (voir figure 4).

11.1.2 Les calculs de détermination de la puissance frigorifique étant basés sur la mesure de vapeur pure, la présence même d'une petite quantité d'huile dans la vapeur conduirait à une valeur imprécise du débit gazeux à travers le débitmètre et, par conséquent, de la puissance frigorifique du compresseur. L'emploi du compteur de débit de vapeur frigorigène est en