

16

NORME INTERNATIONALE



917

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

Essais des compresseurs pour fluides frigorigènes

Testing of refrigerant compressors

Première édition — 1974-09-15

CDU 621.5.041 : 620.16

Réf. N° : ISO 917-1974 (F)

Descripteurs : réfrigérant, compresseur, essai, essai de fonctionnement.

ISO 917-1974 (F)

Prix basé sur 28 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.

Avant 1972, les résultats des travaux des Comités Techniques étaient publiés comme Recommandations ISO; maintenant, ces documents sont en cours de transformation en Normes Internationales. Compte tenu de cette procédure, le Comité Technique ISO/TC 86 a examiné la Recommandation ISO/R 917 et est d'avis qu'elle peut, du point de vue technique, être transformée en Norme Internationale. Celle-ci remplace donc la Recommandation ISO/R 917-1968.

La Recommandation ISO/R 917 avait été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Allemagne	France	Royaume-Uni
Australie	Grèce	Suède
Belgique	Hongrie	Suisse
Canada	Italie	Tchécoslovaquie
Chili	Nouvelle-Zélande	U.S.A.
Danemark	Pays-Bas	Yougoslavie
Egypte, Rép. arabe d'	Pologne	

Aucun Comité Membre n'avait désapprouvé la Recommandation.

Aucun Comité Membre n'a désapprouvé la transformation de la Recommandation ISO/R 917 en Norme Internationale.

SOMMAIRE

	Page
0 Introduction	1
1 Objet et domaine d'application	1
2 Définitions	1
SECTION UN – Détermination de la puissance frigorifique	
3 Modalités générales	2
4 Données de référence pour l'essai	3
5 Base des calculs	3
6 Procès-verbal d'essai	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 Méthode D : Compteur de débit de vapeur frigorigène	9
12 Méthode E : Quantité de fluide frigorigène	9
13 Méthode F : Compteurs de la quantité et du débit du fluide frigorigène	10
14 Méthode G : Méthode au condenseur à refroidissement par eau	11
15 Méthode H : Méthode par refroidissement de la vapeur frigorigène	12
16 Méthode J : Méthode par refroidissement de la vapeur frigorigène (variante de la méthode H)	13
17 Méthode K : Calorimètre sur la canalisation de refoulement	15
SECTION DEUX – Puissance mécanique	
18 Mesurage de la puissance absorbée	24
Annexes	
A Types et précision des appareils de mesurage	25
B Symboles utilisés dans les calculs	27
C Méthode de calcul de l'erreur	29

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 917:1974

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1c70ba4b-c7af-472c-8fe4-4da6df96ce5d/iso-917-1974>

Essais des compresseurs pour fluides frigorigènes

0 INTRODUCTION

La présente Norme Internationale est applicable seulement à des compresseurs pour fluides frigorigènes considérés comme unités séparées, indépendamment d'une installation frigorifique complète.

Des méthodes d'essais choisies sont décrites pour la détermination de la puissance frigorifique et du facteur de performance d'un compresseur pour fluides frigorigènes, à un degré de précision suffisant pour permettre l'examen d'une utilisation éventuelle satisfaisante dans des conditions de référence appropriées à une installation frigorifique donnée.

Les méthodes pour la détermination de la puissance frigorifique font l'objet de la section un.

Les méthodes pour la détermination du facteur de performance font l'objet de la section deux.

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

NOTE — Les essais concernant les machines frigorifiques complètes font l'objet de l'ISO/R 916, *Essais des machines frigorifiques*.

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

1.1 Les prescriptions de la présente Norme Internationale ne sont applicables qu'aux compresseurs pour fluides frigorigènes à simple étage et du type à déplacement

volumétrique positif. Les méthodes d'essais prescrites peuvent cependant servir de guide pour les essais à effectuer sur d'autres types de compresseurs.

1.2 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 la précision requise.

2 DÉFINITIONS

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

2.1 **puissance frigorifique d'un compresseur pour fluide frigorigène** : Produit du débit masse de fluide frigorigène à travers le compresseur et de la différence entre l'enthalpie massique du fluide frigorigène, dans son état 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, à l'état de liquide saturé, à la température correspondant à la pression de refoulement au point de mesure à la sortie du compresseur.

2.2 **facteur de performance frigorifique** : Rapport entre la puissance frigorifique et la puissance fournie.

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.

SECTION UN

DÉTERMINATION DE LA PUISSANCE FRIGORIFIQUE

3 MODALITÉS GÉNÉRALES

3.1 Détermination de la puissance frigorifique

La détermination de la puissance frigorifique d'un compresseur comprend

- a) l'évaluation du débit-masse de fluide frigorigène au moyen de l'appareil inséré dans la partie extérieure du circuit d'essai, entre l'entrée et la sortie du compresseur, d'après les descriptions des chapitres 8 à 18;
- b) 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 ou de diagrammes des caractéristiques du fluide frigorigène.

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.

3.2 Essais

Les essais doivent comprendre un essai PRINCIPAL et un essai de CONFIRMATION qui doivent être effectués simultanément.

3.2.1 L'essai de CONFIRMATION sera, dans toute la mesure du possible, d'un type différent de l'essai PRINCIPAL, assurant l'obtention de résultats indépendants de ceux de ce dernier.

3.2.2 La valeur de l'erreur sur la puissance frigorifique calculée pour l'essai PRINCIPAL doit être inférieure à celle qui est calculée pour l'essai de CONFIRMATION (voir annexe C).

3.2.3 Des méthodes d'essai de ces deux classes et des combinaisons possibles sont énumérées au chapitre 7.

3.2.4 Les résultats de l'essai PRINCIPAL seront approuvés à condition que les résultats de l'essai de confirmation leur correspondent à $\pm 4\%$.

3.3 Règles générales

Afin de s'assurer que les résultats obtenus se trouvent dans les limites de précision demandées, il est indispensable d'observer les règles suivantes et de tenir compte des indications de la note du paragraphe 3.3.4.

3.3.1 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 de précision garantie et, le cas échéant, réglés de façon à donner des lectures dans les limites de précision prescrites à l'annexe A.

3.3.2 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, ou du robinet d'arrêt s'il existe, aussi proche que possible de huit fois le diamètre de la canalisation, ou de 300 mm (12 in), en choisissant la plus grande de ces deux valeurs.

3.3.3 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, ou à 300 mm (12 in), en choisissant la plus grande de ces deux valeurs.

3.3.4 Le système de circulation doit contenir les quantités correctes de fluide frigorigène et d'huile lubrifiante. Des séparateurs d'huile efficaces sont à installer dans la canalisation de refoulement du compresseur, et des mesures sont à prendre pour renvoyer l'huile séparée directement au système de lubrification du compresseur.

Si le compresseur est installé avec un arrangement pour le retour en usage général de l'huile de graissage 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.

Il ne doit pas être ajouté de fluide frigorigène pendant l'essai, ni d'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 graissage dans un état de pureté tel que le fonctionnement normal du compresseur en régime continu soit assuré et que la précision des résultats d'essais, compte tenu des tolérances autorisées, ne soit pas affectée.

NOTE — L'élimination complète de liquide frigorigène et d'huile lubrifiante serait difficile à effectuer; 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;
- 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 lubrifiante n'est pas nécessaire si la quantité d'huile présente dans le mélange huile/liquide frigorigène, déterminée suivant les indications de 12.3.3, est telle qu'elle n'introduise pas une erreur supérieure à 1 % dans le calcul de la puissance frigorifique.

3.3.5 L'étanchéité du système doit être vérifiée et tout gaz non condensable doit être éliminé.

3.3.6 Le compresseur doit être protégé contre les courants d'air normaux.

3.4 Période d'essai

3.4.1 Les essais envisagés concernent exclusivement les compresseurs pour fluides frigorigènes fonctionnant en marche continue, 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*.

3.4.2 Après le démarrage du compresseur, des réglages sont effectués pendant un *fonctionnement préliminaire* jusqu'à ce que les paramètres essentiels, nécessaires à l'essai, se trouvent à l'intérieur des limites de variation admises.

3.4.3 Les conditions de fonctionnement stable étant obtenues, les relevés pour la période d'essai sont 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 sont effectués et reportés sur un graphique.

Seules de petites corrections de réglage pourront être apportées pendant cette période.

L'usage de compteurs enregistreurs de précision compatible à la précision de la méthode employée est recommandé.

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

3.4.5 Les relevés des grandeurs cumulées seront 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 d'essai est prise comme résultat de l'essai.

4 DONNÉES DE RÉFÉRENCE POUR L'ESSAI

Les données de référence à prescrire pour l'essai d'un compresseur pour fluide frigorigène sont les suivantes :

4.1 Les pressions absolues aux points de mesure dans les canalisations d'aspiration et de refoulement du compresseur. Les pressions relevées ne doivent pas varier de plus de $\pm 1\%$ pendant toute la période d'essai.

4.2 La température d'aspiration au point de mesure dans la canalisation d'aspiration du compresseur. La température relevée ne doit pas varier de plus de $\pm 3^\circ\text{C}$ (5°F) pendant toute la période d'essai.

4.3 La vitesse de rotation du compresseur. La vitesse choisie pour les essais ne doit pas différer de plus de $\pm 10\%$ de la vitesse de référence.

ou

La tension aux bornes du moteur et la fréquence. La tension ne doit pas s'écarter de plus de $\pm 2\%$ de la valeur nominale, et la fréquence de $\pm 2\%$.

5 BASE DES CALCULS

5.1 Enthalpie massique

Compte tenu des règles et des précautions définies en 3.3, 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 ou des diagrammes reconnus des propriétés thermodynamiques du fluide frigorigène utilisé. Dans le deuxième cas, il peut être nécessaire d'effectuer une correction afin de tenir compte de l'entraînement d'huile lubrifiante. (Voir 12.3.3.)

5.2 Débit-masse du fluide frigorigène

Le débit-masse est déterminé par une méthode PRINCIPALE, choisie parmi celles qui sont décrites aux chapitres 8 à 17, et est confirmé par une méthode de CONFIRMATION applicable, les deux essais étant effectués simultanément (voir chapitre 7).

5.3 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 devrait pas différer de plus de 2% de la valeur « v_{g1} » correspondant aux données de référence prescrites pour les essais.

5.4 Valeur du débit-masse mesuré

Compte tenu de cette condition, la valeur du débit-masse mesuré devrait être corrigée en la multipliant par le facteur « v_{ga}/v_{g1} ».

6 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

6.1 Indications générales

6.1.1 Date
 Heure à laquelle l'essai a été commencé
 Heure à laquelle l'essai a pris fin
 Durée de l'essai

6.1.2

Marque et numéro de série du compresseur

6.1.3 Type du compresseur (à simple ou double effet, nombre de cylindres, etc.).

6.1.4 Diamètre du cylindre et course (si applicable).

6.1.5 Déplacement volumétrique par tour du compresseur.

6.1.6 Désignation du fluide frigorigène.

6.2 Conditions de référence d'essai (voir chapitre 4)

6.2.1 Pression absolue à l'aspiration du compresseur.

6.2.2 Température à l'aspiration du compresseur.

6.2.3 Pression absolue au refoulement du compresseur.

6.2.4 Vitesse de rotation du compresseur ou détails concernant l'alimentation électrique.

6.3 Méthodes d'essai utilisées

6.3.1 Essai PRINCIPAL.

6.3.2 Essai de CONFIRMATION.

6.4 Moyenne des lectures d'essai (voir chapitre 3)

6.4.1 Vitesse de rotation du compresseur.

6.4.2 Température ambiante.

6.4.3 Pression barométrique.

6.4.4 Pression du fluide frigorigène à l'entrée d'aspiration du compresseur.

6.4.5 Température du fluide frigorigène à l'entrée d'aspiration du compresseur.

6.4.6 Pression du fluide frigorigène à la sortie de refoulement du compresseur.

6.4.7 Température du fluide frigorigène à la sortie de refoulement du compresseur.

6.4.8 Température à l'entrée de l'eau de refroidissement.

6.4.9 Température à la sortie de l'eau de refroidissement.

6.4.10 Débit massique de l'eau de refroidissement.

6.4.11 Lorsque cela est possible, la température de l'huile lubrifiante du compresseur.

6.4.12 Tension et fréquence du courant d'alimentation.

NOTE — Des informations complémentaires seront demandées selon les méthodes d'essais utilisées (voir chapitres 8 à 18).

6.5 Résultats d'essai

6.5.1 Coefficients de pertes thermiques.

6.5.2 Débit-masse du fluide frigorigène.

6.5.3 Différence d'enthalpie applicable.

6.5.4 Puissance frigorifique du compresseur.

6.5.5 Erreur relative des résultats (voir annexe C).

6.5.6 Remarques.

NOTE — Si l'essai doit comporter le mesurage de la puissance absorbée, les lectures prescrites à section deux doivent être faites simultanément avec celles de la section un.

7 MÉTHODES D'ESSAI

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

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

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

Un calorimètre calorifugé est placé près de l'entrée d'aspiration du compresseur pour fonctionner comme évaporateur et l'effet frigorigène est produit par un échange de chaleur avec une source réglable.

NOTE — Les méthodes A, B et C doivent, autant que possible, être utilisées comme MÉTHODES PRINCIPALES.

7.2 **Méthode G** (voir chapitre 14) : Méthode au condenseur à refroidissement d'eau.

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

7.3 **Méthode K** (voir chapitre 17) : Calorimètre sur la canalisation de refoulement.

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.

7.4 **Méthode D** (voir chapitre 11) : Compteur de débit de vapeur frigorigène.

Un débitmètre à orifice ou tuyère est placé *soit* dans la canalisation d'*aspiration*, *soit* dans la canalisation de refoulement du compresseur.

7.5 **Méthode E** (voir chapitre 12) : Collecteur de liquide frigorigène.

Méthode F (voir chapitre 13) : Compteur de la quantité et du débit de fluide frigorigène.

Méthode H (voir chapitre 15) : Refroidissement de la vapeur frigorigène.

Méthode J (voir chapitre 16) : Variante de la méthode H.

Les méthodes E et F concernent le mesurage du débit *total* du fluide frigorigène *liquide*.

Les méthodes H et J concernent le mesurage d'un débit *partiel* du fluide frigorigène *liquide* provenant d'un condenseur spécial.

Les méthodes G, K, D, E, F, H et J doivent être, en général, utilisées comme MÉTHODE DE CONFIRMATION. Cependant, dans les cas où il n'est pas possible d'utiliser les méthodes A, B, C comme MÉTHODE PRINCIPALE, il est admis d'utiliser à leur place les méthodes D, G, K, sous réserve que la totalité du débit de fluide frigorigène traverse l'appareil de mesurage et que les précautions spéciales indiquées en 3.3 soient appliquées strictement.

7.6 Combinaisons possibles

Les combinaisons suivantes des MÉTHODES PRINCIPALES et des MÉTHODES DE CONFIRMATION sont possibles, compte tenu des conditions fixées en 3.2.

MÉTHODE PRINCIPALE	MÉTHODE DE CONFIRMATION
Méthode A	E, F, G, K
Méthode B	E, F, G, K
Méthode C	E, F, G, K
Méthode D	H, J, G, K
Méthode G	E, F, K
Méthode K	E, F, G, H, J

8 MÉTHODE A : CALORIMÈTRE À FLUIDE SECONDAIRE (voir figure 1)

8.1 Description

Le calorimètre à fluide secondaire 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 du compresseur.

Des dispositions doivent être prises pour mesurer la pression de fluide secondaire avec une précision de $\pm 0,05 \text{ kgf/cm}^2$ ($\pm 0,7 \text{ lbf/in}^2$) et pour s'assurer que cette pression 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 14°C (25°F) à la température ambiante. Maintenir la température ambiante constante, dans les limites de $\pm 1^\circ\text{C}$ ($\pm 2^\circ\text{F}$), à une valeur quelconque ne dépassant pas 45°C (110°F).

8.2.2 Si le dispositif de chauffage fonctionne continuellement, maintenir la chaleur fournie à une valeur constante dans les limites de $\pm 1\%$ 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 $\pm 0,6^\circ\text{C}$ ($\pm 1^\circ\text{F}$).

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 $\pm 0,6^\circ\text{C}$ ($\pm 1^\circ\text{F}$), 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 $\pm 4\%$.

8.2.4 Le coefficient de pertes thermiques est alors donné par la formule

$$F_t = \frac{\Phi_h}{t_p - t_a}$$

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.

8.3.1 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.

8.3.2 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 $\pm 0,6^\circ\text{C}$ ($\pm 1^\circ\text{F}$).

8.4 Renseignements complémentaires

Les caractéristiques suivantes doivent être enregistrées :

8.4.1 Pression de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporateur.

8.4.2 Température de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporateur.

8.4.3 Pression du fluide frigorigène liquide entrant dans le détendeur.

8.4.4 Température du fluide frigorigène liquide entrant dans le détendeur.

8.4.5 Température ambiante autour du calorimètre.

8.4.6 Pression du fluide secondaire.

8.4.7 Chaleur fournie au fluide secondaire.

8.5 Détermination de la puissance frigorifique

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

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

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

$$\Phi_o = m_f (h_{g1} - h_{f1}) \frac{v_{ga}}{v_{g1}}$$

9 MÉTHODE B : CALORIMÈTRE À DÉVERSEMENT DU FLUIDE FRIGORIGÈNE (voir figure 2)

9.1 Description

Le calorimètre à déversement du fluide frigorigène 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 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 du compresseur.

Des dispositions doivent être prises afin de 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 l'une des méthodes suivantes :

9.2.1 Méthode par pertes de chaleur

La méthode d'étalonnage par pertes de chaleur est appliquée selon les modalités suivantes :

9.2.1.1 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 $\pm 1^\circ\text{C}$ ($\pm 2^\circ\text{F}$), à une valeur quelconque ne dépassant pas 43°C (110°F) et fournir de la chaleur de façon à maintenir la température du fluide frigorigène à 14°C (25°F) 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 $\pm 0,3^\circ\text{C}$ ($\pm 0,5^\circ\text{F}$), et régler le débit de façon que la chute de température ne soit pas inférieure à 6°C (10°F). Dans le cas de chauffage électrique, maintenir la puissance à une valeur constante, dans les limites de $\pm 1\%$.

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

– 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 $\pm 0,3^\circ\text{C}$ ($\pm 0,5^\circ\text{F}$).

– 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 $\pm 0,6^\circ\text{C}$ ($\pm 1^\circ\text{F}$).

9.2.1.3 La quantité de chaleur fournie au calorimètre est déterminée comme suit :

– dans le cas de chauffage par liquide

$$\Phi_i = c (t_1 - t_2) m_i$$

– dans le cas de chauffage électrique

$$\Phi_i = PW = 0,86 \text{ Pkcal/h} = 3,41 \text{ PBtu/h}$$

9.2.1.4 Le coefficient de pertes thermiques est alors calculé à l'aide de la formule

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

9.2.2 Méthode au condenseur

La méthode d'étalonnage à l'aide d'un condenseur est appliquée selon les modalités suivantes :

Maintenir la température ambiante du calorimètre constante, dans les limites de $\pm 1^\circ\text{C}$ ($\pm 2^\circ\text{F}$), à une valeur quelconque ne dépassant pas 43°C (110°F). Faire

fonctionner, sur le calorimètre, un condenseur de puissance frigorifique appropriée jusqu'à obtention des conditions d'équilibre avec une différence de $22 \pm 1^\circ\text{C}$ ($40 \pm 2^\circ\text{F}$) entre la température ambiante et la température de saturation du fluide frigorigène. Recueillir et mesurer le condensat dans des récipients volumétriques selon le processus décrit à la Méthode E (voir chapitre 12) pendant une période de temps suffisante pour permettre l'accumulation, dans le récipient de mesure, d'une hauteur de liquide au moins égale à 150 mm (6 in). Poursuivre l'essai jusqu'à ce que les valeurs relevées au cours de quatre lectures consécutives, faites à des intervalles de 1 h, ne varient pas de plus de $\pm 5\%$.

Le coefficient de pertes thermiques est alors calculé à l'aide de la formule

$$F_t = \frac{(h_{g2} - h_{f2}) m_f}{t_a - t_r}$$

9.3 Mode opératoire

Régler la pression d'aspiration au compresseur à l'aide du régleur de 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.

9.3.1 Dans le cas de chauffage par liquide, maintenir la température à l'entrée à une valeur constante, dans les limites de $\pm 0,3^\circ\text{C}$ ($\pm 0,5^\circ\text{F}$), et régler le débit de façon à obtenir une baisse de température au moins égale à 6°C (10°F). 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 $\pm 1\%$.

9.3.2 La variation de la chaleur fournie au cours de l'essai ne doit pas être suffisante pour provoquer une erreur de plus de 1 % sur la puissance du compresseur.

9.4 Renseignements complémentaires

Les caractéristiques suivantes doivent être enregistrées :

9.4.1 Pression de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporateur.

9.4.2 Température de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporateur.

9.4.3 Pression du fluide frigorigène liquide entrant dans le détendeur.

9.4.4 Température du fluide frigorigène liquide entrant dans le détendeur.

9.4.5 Température ambiante autour du calorimètre.

9.4.6 Température du liquide chauffant entrant dans le calorimètre.

9.4.7 Température du liquide chauffant sortant du calorimètre.

9.4.8 Débit-masse du liquide chauffant en circulation.

9.4.9 Quantité d'électricité fournie au calorimètre.

9.5 Détermination de la puissance frigorifique

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

– dans le cas de chauffage par liquide :

$$m_f = \frac{c (t_1 - t_2) m_l + F_l (t_1 - t_r)}{h_{g2} - h_{f2}}$$

– dans le cas de chauffage électrique :

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

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

$$\Phi_o = m_f (h_{g1} - h_{f1}) \frac{v_{ga}}{v_{g1}}$$

10 MÉTHODE C : CALORIMÈTRE DE VAPEUR FRIGORIGÈNE (voir figure 3)

10.1 Description

Le calorimètre de vapeur frigorigène 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 est calorifugé de manière que les pertes thermiques ne dépassent pas 5 % de la puissance 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.

10.2 Étalonnage

Le calorimètre doit être étalonné par l'une des méthodes suivantes :

10.2.1 Méthode par pertes de chaleur

La méthode d'étalonnage par pertes de chaleur est appliquée selon les modalités suivantes :

10.2.1.1 Maintenir la température ambiante constante, dans les limites de $\pm 1^\circ\text{C}$ ($\pm 2^\circ\text{F}$), à une valeur quelconque ne dépassant pas 43°C (110°F) et fournir de la chaleur de façon à maintenir la température moyenne de surface à 14°C (25°F) 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 $\pm 0,3^\circ\text{C}$ ($\pm 0,5^\circ\text{F}$), et régler le débit de façon que la baisse de température ne soit pas inférieure à 6°C (10°F). Dans le cas de chauffage électrique, maintenir la puissance à une valeur constante, dans les limites de $\pm 1\%$.

10.2.1.2 Après obtention de l'équilibre thermique, effectuer les lectures aux périodes suivantes :

– 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 $\pm 0,3^\circ\text{C}$ ($\pm 0,5^\circ\text{F}$);

– 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 $\pm 0,6^\circ\text{C}$ ($\pm 1^\circ\text{F}$).

10.2.1.3 La chaleur fournie au calorimètre est déterminée de la manière suivante :

– dans le cas de chauffage par liquide :

$$\Phi_i = c (t_1 - t_2) m_t$$

– dans le cas de chauffage électrique :

$$\Phi_i = PW = 0,86 \text{ Pkcal/h} = 3,41 \text{ PBtu/h}$$

10.2.1.4 Le coefficient de pertes thermiques est alors calculé à l'aide de la formule

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

10.2.2 Méthode au condenseur

La méthode d'étalonnage à l'aide d'un condenseur est effectuée selon les modalités suivantes :

Maintenir la température ambiante du calorimètre constante, dans les limites de $\pm 1^\circ\text{C}$ ($\pm 2^\circ\text{F}$), à une valeur quelconque ne dépassant pas 43°C (110°F). Faire fonctionner sur le calorimètre un condenseur de capacité appropriée, jusqu'à obtention des conditions d'équilibre avec une différence de $22 \pm 1^\circ\text{C}$ ($40 \pm 2^\circ\text{F}$) entre la température ambiante et la température de saturation du fluide frigorigène. Recueillir et mesurer le condensat dans des récipients volumétriques selon le processus décrit à la méthode E (voir chapitre 12) pendant une période de temps suffisante pour permettre l'accumulation dans le récipient de mesure d'une hauteur de liquide au moins égale à 150 mm (6 in). Poursuivre l'essai jusqu'à ce que les valeurs relevées au cours de quatre lectures consécutives, faites à des intervalles de 1 h, ne varient pas de plus de $\pm 5\%$.

Le coefficient des pertes thermiques est alors calculé à l'aide de la formule

$$F_t = \frac{(h_{g2} - h_{f2}) m_f}{t_a - t_c}$$

10.3 Mode opératoire

Régler la pression d'aspiration au compresseur à l'aide du régleur 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 régleur de pression dans la canalisation de refoulement.

10.3.1 Dans le cas de chauffage par liquide, maintenir la température à l'entrée à une valeur constante dans les limites de $\pm 0,3^\circ\text{C}$ ($\pm 0,5^\circ\text{F}$) et régler le débit de façon à obtenir une baisse de température au moins égale à 6°C (10°F). 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 $\pm 1\%$.

10.3.2 La variation de la chaleur fournie au cours de l'essai ne doit pas être suffisante pour provoquer une erreur de plus de 1 % sur la puissance du compresseur.

10.4 Renseignements complémentaires

Les caractéristiques suivantes doivent être enregistrées :

10.4.1 Pression de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporateur.

10.4.2 Température de la vapeur frigorigène à la sortie de l'évaporateur.

10.4.3 Pression du fluide frigorigène liquide entrant dans le détendeur.

10.4.4 Température du fluide frigorigène liquide entrant dans le détendeur.

10.4.5 Température ambiante autour du calorimètre.