

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
34-2A**

Première édition
First edition
1974

Premier complément à la Publication 34-2 (1972)

Machines électriques tournantes

Deuxième partie:

Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement
des machines électriques tournantes à partir d'essais
(à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)
Mesure des pertes par la méthode calorimétrique

First supplement to Publication 34-2 (1972)

Rotating electrical machines

Part 2:

Methods for determining losses and efficiency
of rotating electrical machinery from tests
(excluding machines for traction vehicles)
Measurement of losses by the calorimetric method



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 34-2A: 1974

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
34-2A**

Première édition
First edition
1974

Premier complément à la Publication 34-2 (1972)

Machines électriques tournantes

Deuxième partie:

Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement
des machines électriques tournantes à partir d'essais
(à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)
Mesure des pertes par la méthode calorimétrique

First supplement to Publication 34-2 (1972)

Rotating electrical machines

Part 2:

Methods for determining losses and efficiency
of rotating electrical machinery from tests
(excluding machines for traction vehicles)
Measurement of losses by the calorimetric method

© CEI 1974 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

No part of this publication may be reproduced or utilized in
any form or by any means, electronic or mechanical,
including photocopying and microfilm, without permission
in writing from the publisher.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
INTRODUCTION	6
3.1 Liste des symboles	6

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Généralités	8
2. Détermination des pertes P_1 par mesure du débit et de l'échauffement du fluide de refroidissement	8
3. Pertes P_1 déterminées par mesure électrique en utilisant la méthode calorimétrique de tarage	8
4. Conditions de stabilité	10
5. Pertes P_2 non transmises aux fluides de refroidissement	10
6. Pertes à l'extérieur de la surface de référence P_e	12

SECTION DEUX — LE FLUIDE REFROIDISSANT EST L'EAU

7. Application et relation de base	14
8. Mesure du débit d'eau	14
9. Mesure de l'échauffement de l'eau	16
10. Précision de la mesure	18

SECTION TROIS — LE FLUIDE REFROIDISSANT EST L'AIR

11. Application et relation de base	18
12. Détermination du débit massique	20
13. Mesure de l'échauffement de l'air	24
14. Détermination de la capacité calorifique de l'air	24
15. Précision de la mesure	24

SECTION QUATRE — CONSIDÉRATIONS PRATIQUES

16. Préparatifs en vue des mesures calorimétriques avec liquides de refroidissement	26
17. Raccordements et équipement pour des mesures calorimétriques avec liquides de refroidissement	28
FIGURES	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
INTRODUCTION	7
3.1 List of symbols	7

SECTION ONE — GENERAL

Clause

1. General	9
2. Determination of losses P_1 by measurement of the volume rate of flow and rise in temperature of the cooling medium	9
3. Losses P_1 measured electrically using the calorimetric calibration method	9
4. Stable conditions	11
5. Losses P_2 not transmitted to the cooling medium	11
6. Losses external to the reference surface P_e	13

SECTION TWO — WATER AS THE COOLING MEDIUM

7. Application and basic relationship	15
8. Measurement of water flow	15
9. Measurement of the temperature rise of the water	17
10. Measuring accuracy	19

SECTION THREE — AIR AS THE COOLING MEDIUM

11. Application and basic relationship	19
12. Determination of the mass rate of flow	21
13. Measurement of the temperature rise of the air	25
14. Determination of the specific heat capacity of the air	25
15. Measuring accuracy	25

SECTION FOUR — PRACTICAL CONSIDERATIONS

16. Preparations for calorimetric measurements with liquid coolants	27
17. Connections and equipment for calorimetric measurements with liquid coolants	29
FIGURES	30

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PREMIER COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 34-2 (1972)

Machines électriques tournantes

Deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)

Mesure des pertes par la méthode calorimétrique

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 2D: Pertes et rendement, du Comité d'Etudes N° 2 de la CEI: Machines tournantes.

Elle constitue le premier complément à la Publication 34-2 de la CEI: Machines électriques tournantes, Deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction).

Un premier projet fut discuté lors des réunions tenues à Londres en 1968 et à Bucarest en 1970. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif, document 2D(Bureau Central)17, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en août 1971. Des modifications, document 2D(Bureau Central)19, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en février 1973.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Norvège
Autriche	Pologne
Belgique	Portugal
Danemark	Roumanie
Egypte	Royaume-Uni
Espagne	Suède
Etats-Unis	Suisse
d'Amérique	Turquie
Finlande	Union des Républiques
France	Socialistes Soviétiques
Israël	Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FIRST SUPPLEMENT TO PUBLICATION 34-2 (1972)

Rotating electrical machines

**Part 2 : Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests
(excluding machines for traction vehicles)**

Measurement of losses by the calorimetric method

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This recommendation has been prepared by Sub-Committee 2D, Losses and Efficiency, of IEC Technical Committee No. 2, Rotating Machinery.

It forms the first supplement to IEC Publication 34-2, Rotating Electrical Machines, Part 2: Methods for Determining Losses and Efficiency of Rotating Electrical Machinery from Tests (Excluding Machines for Traction Vehicles).

A first draft was discussed at the meetings held in London in 1968 and in Bucharest in 1970. As a result of this latter meeting, a final draft, document 2D(Central Office)17, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in August 1971. Amendments, document 2D(Central Office)19, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in February 1973.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Portugal
Austria	Romania
Belgium	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
Egypt	Sweden
Finland	Switzerland
France	Turkey
Germany	Union of Soviet
Israel	Socialist Republics
Italy	United Kingdom
Japan	United States
Norway	of America
Poland	Yugoslavia

PREMIER COMPLÉMENT À LA PUBLICATION 34-2 (1972)

Machines électriques tournantes

Deuxième partie : Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)

Mesure des pertes par la méthode calorimétrique

INTRODUCTION

La méthode calorimétrique peut être utilisée pour déterminer le rendement des machines électriques tournantes :

- soit en déterminant directement les pertes totales en charge,
- soit en déterminant les pertes séparées et en déduisant conventionnellement les pertes totales en faisant la somme des pertes séparées.

Suivant les cas, les mesures calorimétriques peuvent être effectuées de deux façons différentes :

- soit par mesure du débit et de l'échauffement du fluide de refroidissement (méthode directe),
- soit par tarage de l'échauffement du fluide de refroidissement.

Les mesures calorimétriques devront être appliquées à chaque circuit de refroidissement, primaire ou secondaire, séparément.

Les méthodes de détermination des pertes indiquées dans la présente recommandation ont été principalement mises au point pour les gros générateurs, mais les principes employés peuvent également être appliqués à d'autres machines.

Page 8

3.1 Liste des symboles

Compléter la liste existante par les symboles suivants :

P_i = pertes produites à l'intérieur de la surface de référence

P_e = pertes produites à l'extérieur de la surface de référence

P_1 = pertes évacuées par les circuits de refroidissement sous forme de chaleur et qui sont calorimétriquement mesurables

P_2 = pertes non transmises aux fluides de refroidissement mais qui sont évacuées à travers la surface de référence par conduction, convection, radiation, fuites, etc.

c_p = chaleur massique du fluide de refroidissement

Q = débit du fluide de refroidissement

ρ = masse volumique du fluide de refroidissement

Δt = échauffement du fluide de refroidissement, ou différence entre la température de la surface de référence de la machine et la température ambiante externe

v = vitesse de sortie du fluide de refroidissement

α = coefficient de débit

e = erreur sur la mesure des pertes P_1 et P_2

h = coefficient de transmission de chaleur

Δp = différence entre la pression statique dans la tuyère d'aspiration et la pression ambiante

A = section droite de la tuyère d'aspiration

t = température

t_1 = température d'entrée du fluide de refroidissement

t_2 = température de sortie du fluide de refroidissement

b = pression barométrique

FIRST SUPPLEMENT TO PUBLICATION 34-2 (1972)

Rotating electrical machines

Part 2 : Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles)

Measurement of losses by the calorimetric method

INTRODUCTION

The calorimetric method can be used to determine the efficiency of electrical rotating machinery:

- either by the determination of the total losses on load,
- or by the determination of the segregated losses and hence the conventional total loss by summation of the segregated losses.

Depending upon the circumstances, calorimetric measurements may be made in two different ways:

- either by measuring the quantity and rise in temperature of the cooling medium (direct method),
- or by calibration of the rise in temperature of the cooling medium.

The calorimetric measurements should be performed for each cooling circuit, either primary or secondary, separately.

The methods of loss determination given in this recommendation have been devised mainly for large generators, but the principles used can also be applied to other machines.

Page 9

3.1 List of symbols

Complete the existing list of symbols by the following:

P_i = losses inside reference surface

P_e = losses outside reference surface

P_1 = losses which are dissipated by the cooling circuits in the form of heat and which can be measured calorimetrically

P_2 = losses not transmitted to the cooling medium but which are dissipated through the reference surface by conduction, convection, radiation, leakage, etc.

c_p = specific heat capacity of the cooling medium

Q = volume rate of flow of the cooling medium

ρ = density of the cooling medium

Δt = rise in temperature of the cooling medium or temperature difference between the machine reference surface and the external ambient temperature

v = exit velocity of cooling medium

α = discharge coefficient

e = error in measurement of losses, P_1 and P_2

h = coefficient of heat transfer

Δp = difference between the static pressure in the intake nozzle and ambient pressure

A = cross-sectional area of the intake nozzle

t = temperature

t_1 = inlet temperature of the cooling medium

t_2 = outlet temperature of the cooling medium

b = barometric pressure

Remplacer l'article 17 par ce qui suit :

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Afin de permettre une classification des pertes totales, on peut définir pour une machine « la surface de référence », c'est-à-dire une surface entourant complètement la machine et telle que toutes les pertes produites à l'intérieur (P_i) doivent être évacuées vers l'extérieur à travers cette surface de référence (voir figure 1, page 30).

Les pertes totales de la machine sont composées des pertes produites :

- à l'intérieur de cette surface P_i ,
- à l'extérieur de cette surface P_e .

Les pertes produites à l'intérieur de la surface de référence P_i peuvent se diviser en deux catégories :

$$P_i = P_1 + P_2$$

P_1 = pertes mesurables par calorimétrie et évacuées sous forme de chaleur par le ou les circuits de refroidissement ; elles constituent la majeure partie des pertes (pertes à l'intérieur mesurables) ;

P_2 = pertes non transmises aux fluides de refroidissement et évacuées à travers la surface de référence par conduction, convection, rayonnement, fuites, etc. Elles constituent une faible partie des pertes totales et peuvent être estimées (pertes à l'intérieur non mesurables).

Note. — P_2 peut être négatif et donc soustrait si la chaleur pénètre à l'intérieur de la surface de référence.

Les pertes produites à l'extérieur de la surface de référence (P_e) peuvent faire partie des pertes contractuelles et, dans ce cas, doivent être mesurées séparément.

Note. — Les pertes des paliers inclus dans la surface de référence sont comprises dans les pertes P_i .

2. Détermination des pertes P_1 par mesure du débit et de l'échauffement du fluide de refroidissement

Pour des conditions stables de fonctionnement, lorsque l'équilibre thermique est atteint, les pertes évacuées par le fluide refroidissant sont :

$$P_1 = c_p \cdot Q \cdot \rho \cdot \Delta t \text{ kW}$$

où :

c_p = chaleur massique du fluide de refroidissement en kJ/(kg K) à la pression p

Q = débit du fluide de refroidissement en m³/s

ρ = masse volumique du fluide de refroidissement en kg/m³ à la température où l'on mesure le débit

Δt = échauffement du fluide de refroidissement en deg K.

Si le fluide de refroidissement est l'eau, la méthode de mesure est exposée à la section deux.

Si le fluide de refroidissement est l'air, la méthode de mesure est exposée à la section trois.

Note. — Les pertes des paliers peuvent être mesurées en utilisant l'huile comme fluide de refroidissement, mais il est préférable d'effectuer la mesure du côté eau de l'échangeur de chaleur huile-eau car les caractéristiques thermiques de l'eau sont mieux connues.

3. Pertes P_i déterminées par mesure électrique en utilisant la méthode calorimétrique de tarage

3.1 Généralités

Cette méthode consiste à déterminer la courbe de tarage de l'échauffement du fluide de refroidissement en fonction des pertes dissipées dans la machine par des essais effectués dans des conditions pour lesquelles les pertes P_i peuvent être connues par des mesures électriques directes. Cette méthode ne nécessite pas l'évaluation des pertes P_2 , pourvu que les conditions d'essai soient adaptées correctement ; cette méthode peut être utilisée lorsque la mesure calorimétrique directe sur le circuit de réfrigération n'est pas possible ou lorsqu'elle conduit à des difficultés de mise en œuvre.

Replace Clause 17 by the following:

SECTION ONE — GENERAL

1. To enable a classification of the total losses to be made, a “reference surface” is defined for the machine. This is a surface completely surrounding the machine such that all losses produced inside it (P_i) are dissipated through it to the outside (see Figure 1, page 30).

The total losses of the machine consist of:

- losses inside the reference surface P_i ,
- losses outside the reference surface P_e .

The losses inside the reference surface P_i can be divided into two categories:

$$P_i = P_1 + P_2$$

P_1 = being losses which can be measured calorimetrically and which are dissipated in the form of heat by the cooling circuits. These constitute the major part of the losses (internal losses which can be measured);

P_2 = being losses not transmitted to the cooling medium and which are dissipated through the reference surface by conduction, convection, radiation, leakage, etc. These constitute a small part of the total losses and can be calculated (internal losses which cannot be measured).

Note. — P_2 may be negative and therefore subtracted when heat flows into the reference surface.

Losses external to the reference surface (P_e) may form part of the specified losses and should then be measured separately.

Note. — Losses in the bearings inside the reference surface are included in the losses P_i .

2. Determination of losses P_1 by measurement of the volume rate of flow and rise in temperature of the cooling medium

In stable operating conditions, and when thermal equilibrium has been achieved, the losses dissipated by the cooling medium are:

$$P_1 = c_p \cdot Q \cdot \rho \cdot \Delta t \text{ kW}$$

where:

c_p = specific heat capacity of the cooling medium in kJ/(kg K) at pressure p

Q = volume rate of flow of the cooling medium in m³/s

ρ = density of the cooling medium in kg/m³ at the temperature at the point of flow measurement

Δt = rise in temperature of the cooling medium in deg K.

If the cooling medium is water, the method of measurement is covered in Section Two.

If the cooling medium is air, the method of measurement is covered in Section Three.

Note. — Bearing losses may be measured using oil as a cooling medium, but it is preferred to measure on the water side of an oil-to-water heat exchanger because the thermal characteristics of water are better known.

3. Losses P_1 measured electrically using the calorimetric calibration method

3.1 General

In this method, a calibration curve relating the rise in temperature of the cooling medium to the losses dissipated in the machine is determined by tests carried out under such conditions that the losses P_1 can be measured directly by electrical methods. This method does not require the evaluation of the losses P_2 provided the conditions during the tests are correctly adjusted, and this method may be used when direct calorimetric measurement of the cooling circuit is impossible or when difficulties are encountered in putting it into practice.

3.2 Production des pertes pour le tarage

Les pertes de la machine doivent provenir d'une source de puissance électrique permettant une mesure précise. Elles peuvent être produites à l'intérieur de la machine, soit *a)* sous forme des pertes normales de la machine, c'est-à-dire en utilisant la machine en marche en rotation à vide ou en charge selon les pertes désirées, soit *b)* sous forme de pertes produites par effet Joule par une résistance spécialement montée dans la machine pour cet essai, de telle sorte que ces pertes produisent un effet thermique semblable à celui provenant de la machine utilisée en conditions normales.

Il est essentiel, pour obtenir la précision maximale, que la valeur des pertes utilisée pour tracer la courbe de tarage englobe les valeurs que l'on veut mesurer par la méthode calorimétrique de tarage. Si ceci ne peut être réalisé, l'extrapolation de la courbe de tarage fera l'objet d'un accord.

3.3 Détermination des pertes à mesurer

Lorsque la courbe de tarage a été tracée, on fait tourner la machine dans les conditions désirées pour y produire les pertes à mesurer. La mesure de l'échauffement du fluide de refroidissement permet, en se reportant à la courbe de tarage, de déterminer les pertes.

3.4 Conditions à remplir pendant le tarage et la mesure

La machine doit être dans les mêmes conditions pendant ces deux fonctionnements, c'est-à-dire dans la même enceinte, avec le même système de refroidissement et le même montage. La température aux alentours ainsi que les conditions ambiantes devraient, elles aussi, être pratiquement identiques dans les deux cas. Le débit du fluide de refroidissement devrait être maintenu à la même valeur, ses températures « froides » étant aussi voisines que possible.

Les conditions de stabilité décrites à l'article 4 doivent être atteintes avant le relevé des valeurs finales de l'essai et les conditions définies dans les sections 1, 2 et 3 doivent être en conformité avec cette méthode.

4. Conditions de stabilité

Si les conditions de fonctionnement ainsi que la température du fluide de refroidissement à l'entrée de la machine sont suffisamment stables, on considère que l'équilibre thermique est atteint lorsque les contrôles d'élévation de températures et de débit du fluide montrent que les pertes mesurées pendant deux heures sont constantes à $\pm 1\%$ ou que l'élévation de température du fluide ne varie pas de plus de $\pm 1\%$ pendant une heure, le débit du fluide restant constant.

Si la température d'entrée du fluide de refroidissement ou des enroulements varie de plus de $\pm 0,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ par heure, l'équilibre thermique peut être très difficile à obtenir; dans de tels cas, une valeur inférieure devrait être recherchée. Dans le cas de la mesure calorimétrique de l'air, cette condition peut être choisie comme critère de stabilité. Toutefois, dans le cas de la détermination des pertes totales ou lorsque les tolérances de mesure ne l'exigent pas, on peut admettre $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ par heure.

Si les conditions de stabilité de la température à l'entrée de la machine ne sont pas satisfaisantes, on peut être conduit à reporter les essais à un moment plus propice.

A titre indicatif, la durée de l'essai sera variable selon la mesure des pertes: 10 h à 20 h pour une mesure des pertes à pleine charge, 15 h à 30 h pour une mesure des pertes à vide non excité.

5. Pertes P_2 non transmises aux fluides de refroidissement

Ce sont:

- les pertes évacuées au sol et dans l'arbre par conduction, souvent négligeables et très difficiles à mesurer,
- les pertes causées par le contact de la surface extérieure de la machine avec l'air ambiant (convection) et avec les parois (rayonnement),