

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Mechanical structures for electronic equipment – Thermal management for cabinets in accordance with IEC 60297 and IEC 60917 series –
Part 4: Cooling performance tests for water supplied heat exchangers in electronic cabinets**

**Structures mécaniques pour équipements électroniques – Gestion thermique pour les armoires conformes aux séries CEI 60297 et CEI 60917 –
Partie 4: Essais de performances de refroidissement pour les échangeurs de chaleur alimentés par de l'eau dans des baies électroniques**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2013 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

Useful links:

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables you to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...).

It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available on-line and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) on-line.

Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Liens utiles:

Recherche de publications CEI - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée vous permet de trouver des publications CEI en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...).

Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

Just Published CEI - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) en ligne.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 62610-4

Edition 1.0 2013-08

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Mechanical structures for electronic equipment – Thermal management for cabinets in accordance with IEC 60297 and IEC 60917 series –
Part 4: Cooling performance tests for water supplied heat exchangers in electronic cabinets**

**Structures mécaniques pour équipements électroniques – Gestion thermique pour les armoires conformes aux séries CEI 60297 et CEI 60917 –
Partie 4: Essais de performances de refroidissement pour les échangeurs de chaleur alimentés par de l'eau dans des baies électroniques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

R

ICS 31.240

ISBN 978-2-8322-1037-6

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope and object.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions, symbols and units	6
3.1 Terms and definitions	6
3.2 Symbols and units	7
4 Performance test for the heat exchanger	8
4.1 General.....	8
4.2 Test setup	9
4.2.1 Test room	9
4.2.2 Simulating the equipment heat load in the test sample.....	9
4.2.3 Chilled-water flow rate and temperatures.....	10
4.2.4 Measurement of the air temperature	10
4.2.5 Temperature difference between chilled water supply and equipment air inlet temperature	11
4.3 Assessment of the heat exchanger performance	11
4.3.1 Determination of the cooling capacity by means of simplified tests	11
4.3.2 Determination of the cooling capacity by way of an extended test.....	12
4.3.3 Complete identification of the cooling capacity.....	14
4.4 Electrical power consumption	16
4.5 Water circuit pressure resistance	16
Annex A (normative) Test conditions.....	17
Annex B (normative) Test results	18
Figure 1 – Principle of the heat exchanger performance test.....	9
Figure 2 – Test setup of simplified tests	12
Figure 3 – Test setup of extended tests	14
Figure 4 – Test setup, test for complete identification of the cooling capacity.....	15
Figure 5 – Diagram of electrical power consumption versus cooling capacity	16
Figure 6 – Diagram of water pressure resistance versus water flow rate	16
Figure B.1 – System cooling capacity and water flow rate	19
Table B.1 – Test result recording template.....	18
Table B.2 – Test for closed air loop air to water heat exchanger for high density cooling systems for IT equipment and server cooling	19

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**MECHANICAL STRUCTURES FOR ELECTRONIC EQUIPMENT –
THERMAL MANAGEMENT FOR CABINETS IN ACCORDANCE
WITH IEC 60297 AND IEC 60917 SERIES –**

**Part 4: Cooling performance tests for water supplied
heat exchangers in electronic cabinets**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62610-4 has been prepared by subcommittee 48D: Mechanical structures for electronic equipment, of IEC technical committee 48: Electromechanical components and mechanical structures for electronic equipment.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
48D/542/FDIS	48D/545/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of IEC 62610 series, under the general title *Mechanical structures for electronic equipment – Thermal management for cabinets in accordance with IEC 60297 and IEC 60917 series*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

Electronic cabinets of the IEC 60297 and IEC 60917 series are used for the housing of electronic devices in many different fields of application. A wide field of application is represented by installations of communication networks with electronic devices in information technology (IT) environments. The classic way is to install rows of cabinets into defined foot print patterns and interconnect them via cables managed from overhead cable trays or raised floor cable management. So far, cooling has been facilitated by equipping the entire IT room with air conditioning in order to provide for air flow and air temperatures required for the safe operation of the electronic devices. With the growing heat load in data centers, this form of cooling has become more and more inefficient. Thermal problems with respect to high-performance electronic devices have become more difficult to solve. The environmental aspect is gaining crucial importance forcing us to cut down on wasting resources and to reduce CO₂ emissions.

Alternatives to the air conditioning of rooms need to be looked at more closely. Under the aspect of increasing cooling efficiency, there are some major concepts, two cases serve as examples here:

Case 1. The equipped group of cabinets, with dedicated temperature control.

This method is the cold aisles / hot aisles arrangement of a smaller number of cabinets, typically four to twelve. Its advantage over the air conditioning of rooms is the smaller air volume which allows a focused heat management with optimised dimensioning of power consumption for the cooling devices and increased temperatures in the warm zones of the room. In such cases, efficiency can be increased by adopting exhaust heat recovery for room heating in cold periods. Due to the improved energy efficiency contained aisles are becoming more and more popular.

Case 2. Single cabinets with water-air heat exchangers.

This method is used for cabinets accommodating high-performance/heat dissipating electronic equipment, typically servers and mainframe computers. Its advantage over the room air conditioning or cold aisles consists in the high degree of constant air inlet temperature for sensitive electronic devices. Closed air circulation within a cabinet allows a very precise temperature control. The power consumption aspect may be similar to that of the cold aisle, but the temperature control aspect is more important and favourable to a longer life-cycle of costly equipment.

This standard has been created for case 2: Cooling performance tests for water-supplied heat exchangers in single electronic cabinet configurations. The parameters with reference to the described test sample are shown in diagrams which may be useful to provide for a standardized calculation method for specific cabinet dimensions and heat exchanger cooling requirements. The typical required cooling capacity for such cabinets is normally higher than 12 kW. The described test methods of this standard address a cooling capacity of more than 12 kW. However, since IT equipment varies the heat load to a cabinet the test also considers values below 12 kW for partial heat load.

MECHANICAL STRUCTURES FOR ELECTRONIC EQUIPMENT – THERMAL MANAGEMENT FOR CABINETS IN ACCORDANCE WITH IEC 60297 AND IEC 60917 SERIES –

Part 4: Cooling performance tests for water supplied heat exchangers in electronic cabinets

1 Scope and object

This part of IEC 62610 specifies the test setup and test parameters for water supplied heat exchangers within single electronic cabinet configurations. The tests are focused on cabinets for the installation of high power dissipation electronic equipment. The cabinets concerned are from the IEC 60297 (19 in) and IEC 60917 (25 mm) series. The purpose of this standard is to provide comparable data for the cooling performance of cabinets according to defined test setups and cooling parameters.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60297 (all parts), *Dimensions of mechanical structures of the 482,6 mm (19 in) series*

IEC 60917 (all parts), *Modular order for the development of mechanical structures for electronic equipment practices*

3 Terms and definitions, symbols and units

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1.1 cooling capacity

\dot{Q}

removed heat load given by the electronic equipment mounted inside the electronic cabinet [kW]

3.1.2 absolute humidity

mass content of water (gram of water) per defined mass of dry air (kilogram of air) [g/kg] g of water per kg dry air

3.1.3 dummy

device to generate heat load similar to most common electronic devices in information technology: horizontal air flow with air intake at the front and air outlet at the rear side of the equipment.

Note 1 to entry: The air flow orientation is defined in IEC 60297 (19 in) and IEC 60917 (25 mm) standard series cabinet design.

3.1.4

sensible cooling

cooling capacity to provide air temperature change only. The absolute humidity of air in sensible cooling process is unchanged.

3.1.5

simplified test

this test method does not consider the influence of the heat transfer through the walls of the electronic cabinet nor the heat transfer by leaking air in and out of the housing of the electronic equipment

3.1.6

extended test

this test method does not consider the heat transfer by leaking air in and out of the housing of the electronic equipment

3.2 Symbols and units

P_{el}	electrical power consumption [kW]
T	Temperature [°C]
\dot{Q}_{air}	heat flow of the cooling air [kW]
v_{air}	air velocity (test result) [m/s]
A_{air}	air cross-section [m ²]
ρ_{air}	air density (related to 101,325 kPa air pressure) [kg/m ³]
$c_{p,air}$	specific heat capacity of air [kJ/kgK]
δT	temperature difference [K]
δT_{CW}	temperature difference of the chilled water between supply and return [K]
δT_{air}	temperature difference of the cooling air between equipment air inlet and air outlet [K]
f	factor based on specific heat capacity of water [l/s, l/min, m ³ /h]
\dot{Q}_{CW}	heat flow in chilled water [kW]
\dot{V}_{CW}	chilled-water flow [l/s, l/min, m ³ /h]
\dot{Q}	cooling capacity [kW]
\dot{Q}_S	cooling capacity of the IT equipment [kW]

4 Performance test for the heat exchanger

4.1 General

For testing the heat exchanger performance, the following parameters shall be applied:

The heat load of the dummy equipment shall be unchanged during the test. The heat dissipation of the heat load dummies shall be measured during the test and be recorded in the test report as the main result of the test according to Table B.1. The determination of the heat dissipation of the heat load shall be measured in accordance to the electrical power consumption.

During all measurements all control function and algorithm of the tested unit shall be disabled.

The air temperature in front of the electronic equipment (between its front panel and door) shall be in the range defined in Annex A, with a max. tolerance of ± 1 K at the different temperature sensors. The temperature difference between air inlet and air outlet of the dummy heat loads shall be equal or less than the temperature difference defined in Annex A. The measured temperature difference during the test shall be recorded in the test report. The temperature difference of the air temperature in the test report shall be determined with an accuracy of 0,2 K.

The maximum temperature difference between the chilled water supply temperature and air inlet temperature of the equipment dummies shall be equal or less than the temperature difference defined in Annex A. This temperature difference during the test shall be measured as average after all temperatures are stabilized. The measured temperature difference as test result shall be recorded as outlined in Table B.1. During the test the chilled water supply temperature can fluctuate within the range of 1 K. The temperature difference of the air temperature in the test report shall be determined with an accuracy of 0,1 K. The temperature difference of the water temperature in the test report shall be recorded within an accuracy of 0,1 K. See Table B.1.

During the test the pressure resistance of the air water heat exchanger between chilled water supply and chilled water return of the chilled water system shall not exceed the pressure difference defined in Annex A. This pressure resistance shall include all hydraulic components for the heat exchanger operation e.g. modulating valves, balancing valves, connectors. The pressure difference and the relation to the chilled water flow rate shall be recorded in the table and the chart in according Annex B.

The water temperature increase between heat exchanger in and out is a result of the test and shall be recorded in the test report in the table according to Annex B. The chilled water flow rate shall be recorded in the test report as a test result according to the table and chart in Annex B. The flow rate shall be selected to a value such that the maximum pressure difference according to Annex A is not exceeded. The flow rate shall be measured within a tolerance of ± 2 %. The measured pressure difference shall be recorded in the test report according to the table and chart in Annex B.

The air temperature of the test chamber shall be in the same range as the temperature inside the cabinet, in front of the electronic equipment.

For the determination of the test changing humidity conditions of the test room are not recognized. The cooling capacity is considered as 100 % sensible cooling. That means according the test room conditions described in 4.2.1 and the chilled water feed temperature tolerance of ± 1 K the chilled water feed temperature shall be higher than 12 °C. See Figure 1.

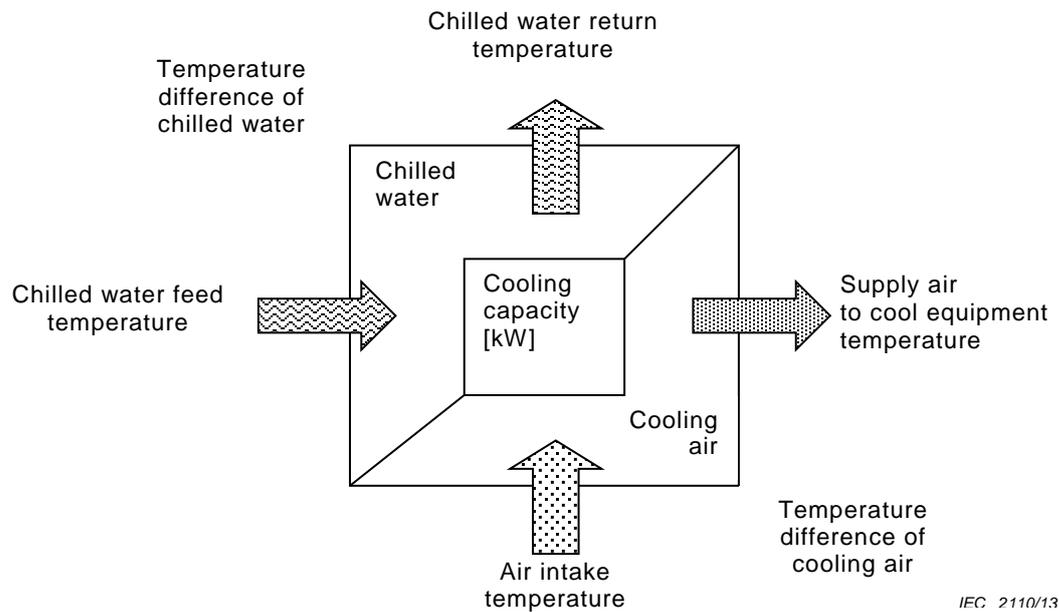


Figure 1 – Principle of the heat exchanger performance test

4.2 Test setup

4.2.1 Test room

The test sample (a closed cabinet for electronic equipment with a built-in air-water heat exchanger) is installed in an environment of precisely defined temperature and humidity, called a test room. This test room is expected to maintain the test conditions during testing within the required test conditions.

- air temperature of the test room equal to air inlet temperature of the equipment dummy [$^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ K}$] see Annex A
- absolute humidity $8 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$ water per kg dry air (dew-point temperature $10,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

For the course of the test it is assumed that the absolute humidity inside the test room and inside the sample will be balanced with each other.

The test is to be performed at the standard air pressure of 101,325 kPa. Should that prove impossible, all airflows are to be recalculated in accordance with the air density altered in dependence on air pressure. Critical for the test is the air-mass flow resulting at an air pressure of 101,325 kPa. The enthalpy of the air needs to be calculated to the standard atmospheric pressure conditions.

4.2.2 Simulating the equipment heat load in the test sample

The test sample (cabinet) is to be populated with simulated electronic equipment, such as a server. The simulated electronic equipment is also referred to as “dummies”. The dummies are installed to the mounting points as provided for by the cabinets according to IEC 60297 and IEC 60917. The air-intake is at the front panel of the dummy and exits at the rear of the dummy. The dummies are designed in such a manner that a change in heat loss can be measured. The mechanical design of the heat load shall avoid any outgoing heat radiation (leaks).

The electrical power consumption by the dummies is to be recorded by measurement. The electrical power consumption shall be recorded in the test report according the table in

Annex B. It is assumed that the sample is charged by the entire electrical power in the form of heat load.

The airflow generated by the dummies shall be adjustable. During the test, the airflow is to be selected in such a way that the air pressure rise between the front and the rear of the dummies is less than the limit defined at Annex A. The dummy installation shall provide separation of the cold air zone and the warm air zone. The pressure difference between the front and the rear of the heat exchanger shall be recorded in the test report according to the table in Annex B.

4.2.3 Chilled-water flow rate and temperatures

During the test, the temperatures and the temperature difference between the chilled water supply temperature and chilled water return of the system shall be measured within a tolerance of 0,1 K.

The sample is to be supplied with water that is free from glycol and other chemical additives which would affect the specific cooling capacity of the chilled water.

The temperature increase between chilled-water supply and chilled-water return and the chilled water supply and return temperatures shall be recorded in the test report according the table in Annex B. The chilled water supply temperature shall be in a temperature range as defined in Annex A.

During the test the pressure resistance of the air water heat exchanger between chilled water supply and chilled water return of the chilled water system shall not exceed the pressure difference defined in Annex A. This pressure resistance shall include all hydraulic components for the heat exchanger operation e.g. modulating valves, balancing valves, connectors.

The water temperature increase between heat exchanger inlet and outlet is a result of the test and shall be recorded in the test report. The chilled water flow rate shall be recorded in the test report as a test result. The flow rate shall be selected to a value such that the maximum pressure difference according to Annex A is not exceeded. The pressure difference during the test shall be recorded in the test report as a result of the test according to the table in Annex B.

4.2.4 Measurement of the air temperature

The air temperature is to be measured at both the supply air inlet and exhaust air outlet of the dummies and the heat exchanger. A sufficient number of sensors shall be positioned in order to guarantee precision measurement. Initially, five air temperature sensors at the four sections (see Figures 2, 3 and 4) shall be provided. The four sections are:

- 1st the area in front of the dummies simulating the heat load of the electronic equipment at the air inlet side.
- 2nd the area at the air outlet side of the dummies.
- 3rd the area at the air inlet side of the heat exchanger
- 4th the area at the air outlet side of the heat exchanger

These sensors shall be positioned in the core volume flow.

Initially a minimum number of 5 temperature sensors it required. This number of sensors can be reduced if the measuring precision continues to be sufficient. Should further sensors be required for the purpose of precision, they are to be added to the test setup. For evaluating the test, the mean value is to be generated from the measured temperatures. The variation of the temperatures of each side of the dummy equipment shall be less than ± 1 K.

The air temperature in front of the electronic equipment (between its front panel and door) shall be within the range defined in Annex A. The temperature difference between air inlet and air outlet of the dummy heat loads shall be equal or less than the temperature difference defined in Annex A. The measured temperature difference during the test shall be recorded in the test report. The temperature difference of the air temperature in the test report shall be recorded with an accuracy of $\pm 0,2$ K.

4.2.5 Temperature difference between chilled water supply and equipment air inlet temperature

The cooling capacity of the dummy equipment shall be selected in such a way that the temperature difference between chilled water supply and dummy equipment air inlet temperature stays within a temperature range as defined in Annex A. The temperature difference between chilled water supply and dummy equipment air inlet temperature during the test shall be recorded in the test report according to the table in Annex B.

4.3 Assessment of the heat exchanger performance

4.3.1 Determination of the cooling capacity by means of simplified tests

A simplified test method for determining the cooling capacity of closed cabinets assembled with electronic equipment to be cooled is based on the assumption that the cooling capacity of the heat exchanger is larger than the heat absorption of the cabinet panels. The simplified test method can be applied to cooling capacities of more than 12 kW. As a condition of the test the heat absorption of the cabinet panels should be less than 600 W (<5 %). For all other test conditions (in particular heat loads less than 12 kW) applicable tests are described in 4.2.2 and 4.2.3.

The cooling capacity of the heat exchanger is based on an electronic equipment air intake temperature shown in Annex A, with $\pm 0,2$ K as mean value. The useful cooling capacity can now be measured via the heat load dummies.

Fans used in the sample cabinet under test shall run at normal rpm as indicated by the manufacturer. Fan redundancy concepts shall not affect the test and are not covered by this standard.

The test setup conditions as described in 4.2 shall be met.

$$P_{el} = \dot{Q} \quad (1)$$

The fans in the sample shall be run at nominal speed. If the sample design provides for redundancy for the fans, the fan speed is to be selected during the test in such a way that fan redundancy is not impaired during the determination of the cooling capacity. For the purpose of checking, the fan performance is to be compensated in accordance with redundancy and can be switched off for another test. In doing so, the cooling capacity shall not be compromised.

Furthermore, the test conditions as described in 4.2 shall be met.

\dot{Q} cooling capacity [kW]

P_{el} electrical power consumption [kW]

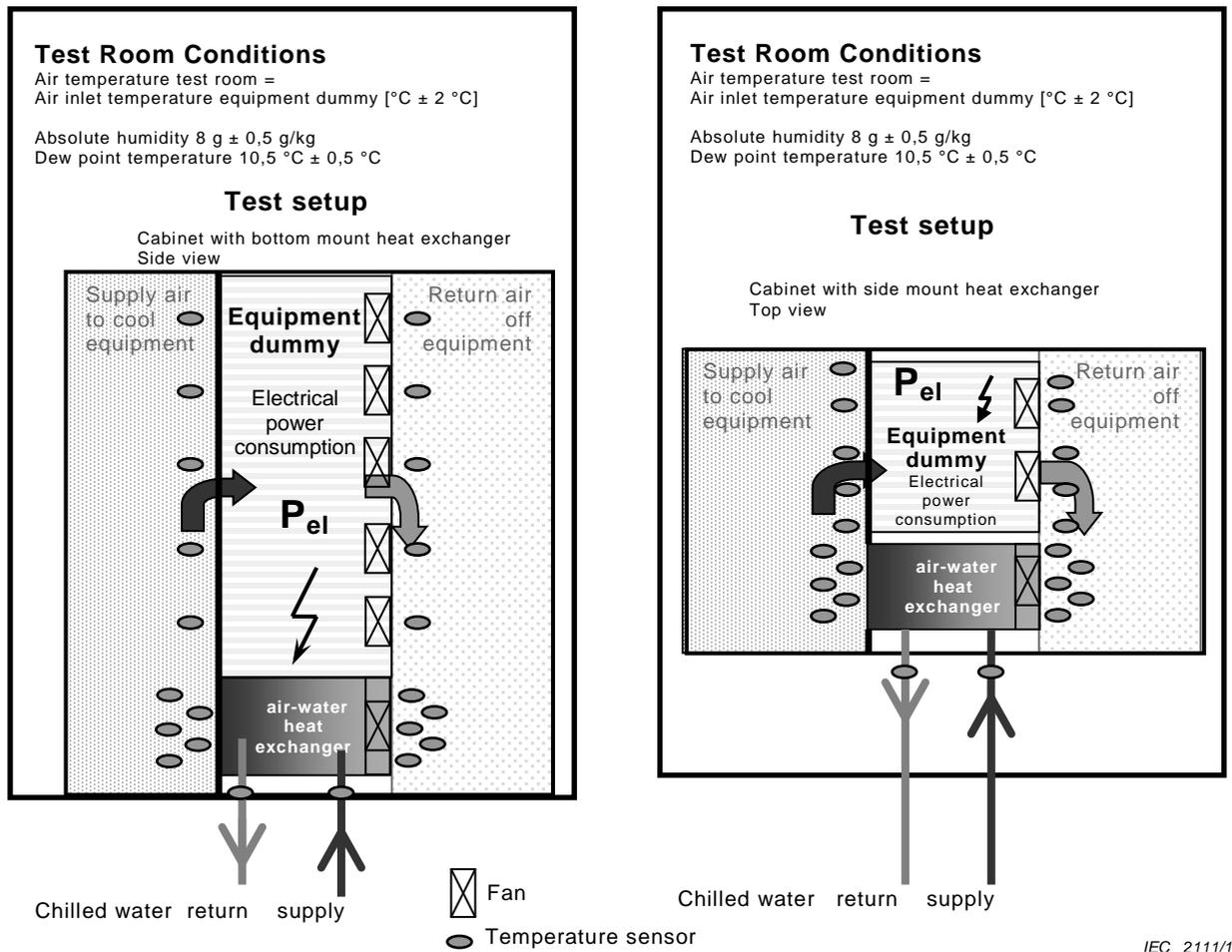


Figure 2 – Test setup of simplified tests

4.3.2 Determination of the cooling capacity by way of an extended test

According to the extended test method, the heat flow which is discharged from the sample with the help of chilled water is recorded. This allows the calculation of the difference between the heat load applied and the heat flow released by cold water to yield the heat flow discharged via the housing shell. This heat flow is usually caused by convection at the covering parts of the sample cabinet. Furthermore, air leakage flows from the sample may cause material-borne heat transfer. This test method allows test results below 12 kW as an additional informative result.

According to the extended test method, the actual temperature increase of the chilled water return of the test sample is recorded. Accordingly, the difference between the dissipated heat absorbed by the chilled water system and the heat absorbed by the cabinet covers can be calculated.

It is to be noted that unwanted air leakage of the cabinet may effect the calculation negatively.

To establish the temperature increase of the chilled water return it is necessary to measure the chilled water flow rate. The chilled water flow rate shall be measured within ± 2 %. The (heated) chilled water return shall be calculated as follows:

$$\dot{Q}_S = P_{el} - \dot{Q}_{CW} \quad (2)$$

The determination of the heat flow which is discharged from the sample by way of chilled water requires the measurement of the water flow. The water flow is to be measured at a precision of $\pm 2\%$. The heat flow to be determined is calculated as follows:

$$\dot{Q}_{CW} = \dot{V}_{CW} * f * \delta T_{CW} \quad \text{at } \dot{Q}_{CW} [kW] \quad (3)$$

Based on the given measurement unit of the flow rate the f factor implements the specific heat capacity to formula 3 as follows.

$$f = 4,19 \quad \text{at } \dot{V}_{CW} \left[\frac{l}{s} \right] \quad \text{determining the chilled water flow rate in } \left[\frac{l}{s} \right]$$

$$f = 0,070 \quad \text{at } \dot{V}_{CW} \left[\frac{l}{\text{min}} \right] \quad \text{determining the chilled water flow rate in } \left[\frac{l}{\text{min}} \right]$$

$$f = 1,16 \quad \text{at } \dot{V}_{CW} \left[\frac{m^3}{h} \right] \quad \text{determining the chilled water flow rate in } \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

The test conditions as described in 4.1. and the method as described in 4.2.1. apply to determining the cooling capacity.

The heat flow leaving the sample by way of chilled water applies to determining the cooling capacity.

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{CW} \quad (4)$$

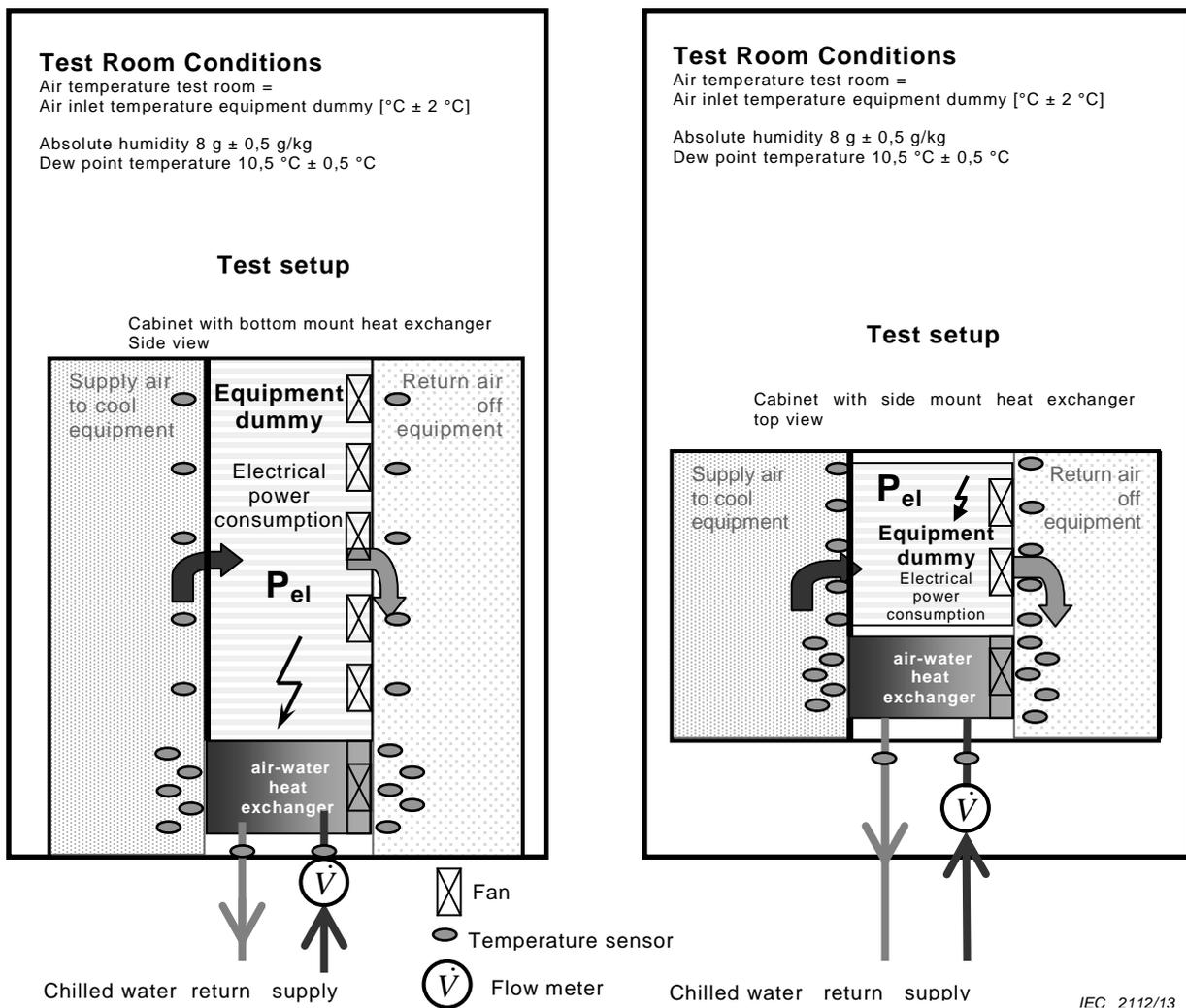


Figure 3 – Test setup of extended tests

4.3.3 Complete identification of the cooling capacity

In addition to the determination of the heat flow leaving the sample by means of cooling water, the heat flow that is passed into the heat exchanger as well as the cooling air can be determined. This heat flow should correspond with the heat flow that leaves the sample as cooling capacity by way of chilled water.

A difference detected between the two air flows taken of the same sample may be caused by air leakage. Should the difference between both heat flows be larger than 5 %, the sample needs to be checked for its setup, particularly for its internal air leakage volume. The amount of air leakage is to be reduced to be max. within 5 %.

The determination of the heat flow of the cooling air requires measuring the air flow at either the air inlet into the heat exchanger or the air outlet from the heat exchanger. By means of suitable measurement instruments, the air flow rate is measured at several measuring spots in a defined flow cross-section, and its mean value is calculated. The measuring instrument shall not affect the air flow in the sample. The result is the volume per time increment of cooling air passing the heat exchanger. Since the measurement of the air flow rate is carried out to measure the air velocity in a defined cross-section area formula 5 considers the flow rate input as a factor of cross-section and air velocity. This test method allows test results below 12 kW as an additional informative result.

$$\dot{Q}_{air} = v_{air} * A_{air} * \rho_{air} * c_{p,air} * \delta T_{air} \tag{5}$$

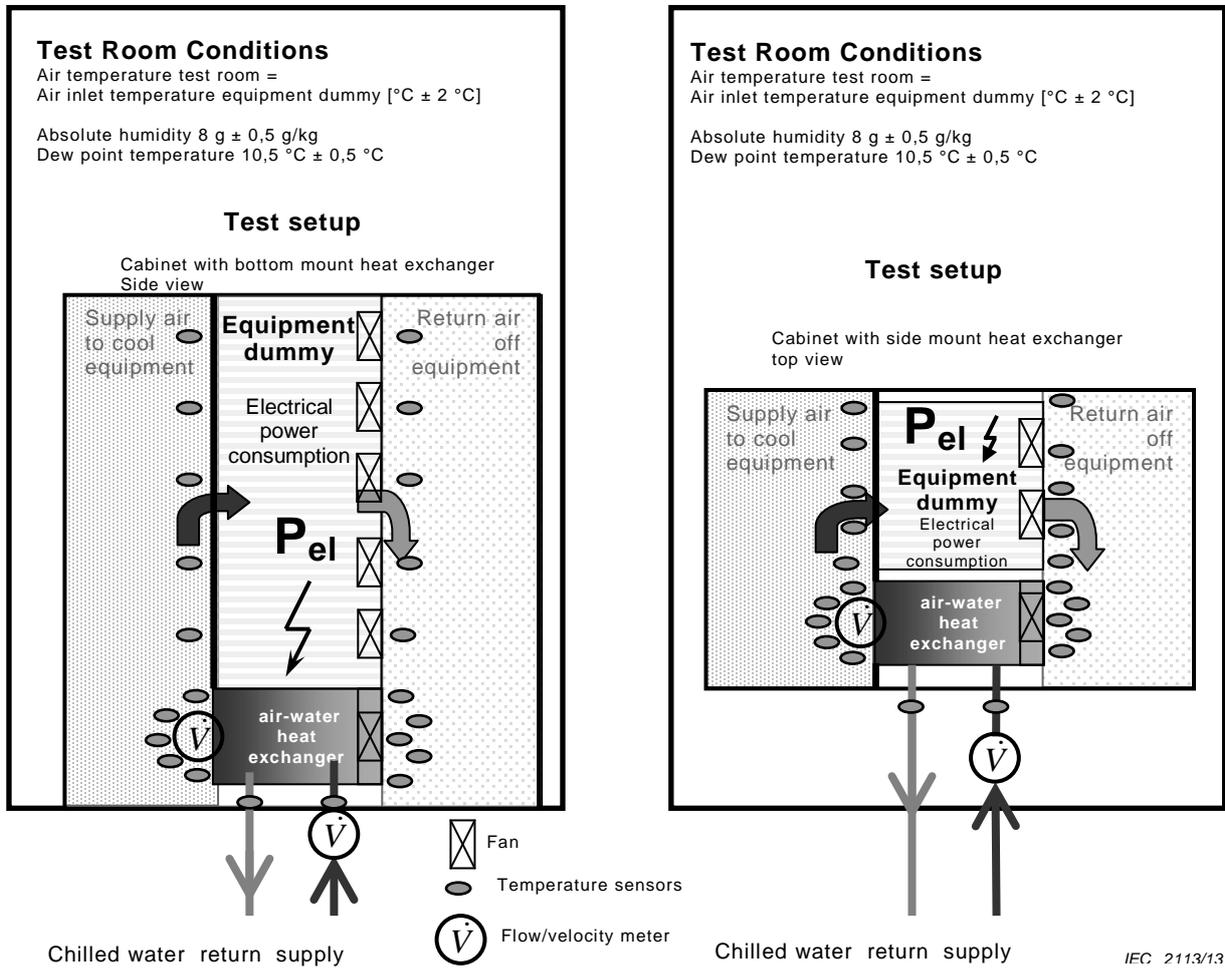


Figure 4 – Test setup, test for complete identification of the cooling capacity

4.4 Electrical power consumption

During the test of the cooling system the electrical power consumption shall be measured. As a test result, a diagram of the electrical power consumption versus cooling capacity shall be provided (see Figure 5).

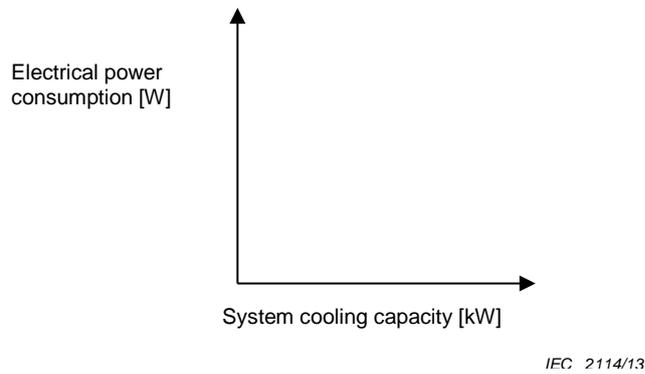


Figure 5 – Diagram of electrical power consumption versus cooling capacity

4.5 Water circuit pressure resistance

The test shall provide a diagram of the pressure resistance in the chilled water circuit (see Figure 6).

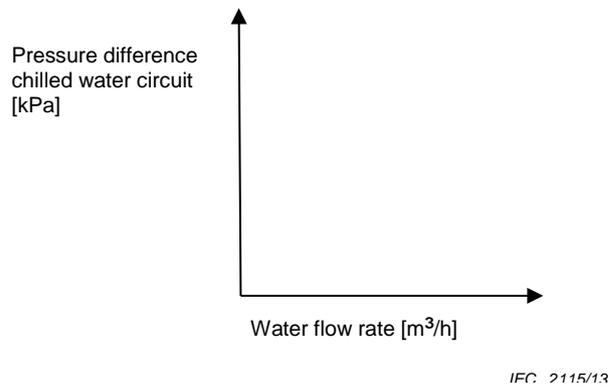


Figure 6 – Diagram of water pressure resistance versus water flow rate

Annex A (normative)

Test conditions

A.1 Closed air loop air to water heat exchanger for high density cooling systems for IT equipment and server cooling

Air intake temperature of the dummy equipment: 18 °C to 27 °C.

Temperature difference between air intake and air outlet of the equipment dummy: 20 K or less.

Temperature difference between air intake temperature into the equipment and chilled water supply temperature: 10 K or less.

Chilled water supply temperature shall stay between 12 °C and 25 °C.

During the test the pressure resistance of the air water heat exchanger between chilled water supply and chilled water return of the chilled water system shall not exceed 100 kPa.

This pressure resistance shall include all hydraulic components for the heat exchanger operation e.g. modulating valves, balancing valves, connectors.

The pressure difference between front sides and the rear side of the dummy equipment shall be between 0 Pa and 10 Pa \pm 1 Pa.

A.2 Closed air loop cooling systems for industrial/telecom air to water heat exchangers

Air intake temperature of the dummy equipment: 35 °C to 55 °C.

Temperature difference between air intake and air outlet of the dummy equipment: 25 K or less.

Temperature difference between air intake temperature and chilled water supply temperature: 10 K or less.

Chilled water supply temperature shall stay between 12 °C and 25 °C.

During the test the pressure resistance of the air water heat exchanger between chilled water supply and chilled water return of the chilled water system shall not exceed 300 kPa.

This pressure resistance shall include all hydraulic components for the heat exchanger operation e.g. modulating valves, balancing valves, connectors.

The pressure difference between front sides and the rear side of the dummy equipment shall be between 0 Pa and 20 Pa \pm 1 Pa.

Annex B
(normative)

Test results

B.1 Test result recording template

Table B.1 – Test result recording template

Electrical power consumption of the equipment dummies:	[kW]
Total electrical power consumption of the unit:	[W]
Chilled water supply temperature:	[°C]
Chilled water return temperature:	[°C]
Temperature increase between chilled water supply and return	[K]
Chilled water flow rate	$\left[\frac{m^3}{h} \right]$, $\left[\frac{l}{min} \right]$ or $\left[\frac{l}{s} \right]$
Chilled water system pressure difference Diagram see Figure 6	[kPa]
Air temperature at equipment dummy air inlet	[°C]
Air temperature at equipment dummy air outlet	[°C]
Temperature difference between air inlet and air outlet at the equipment dummy	[K]
Pressure difference between front sides and the rear side of the dummy	[Pa]
Cooling capacity	[kW]

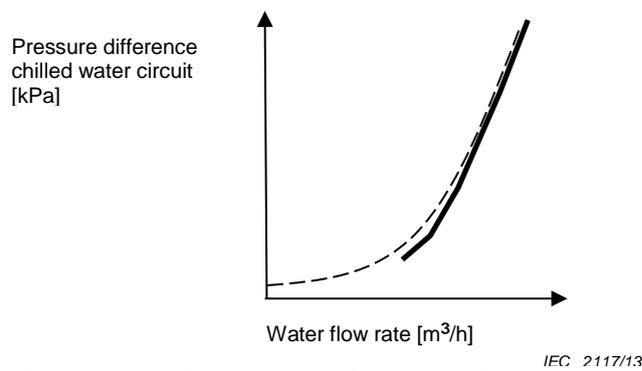
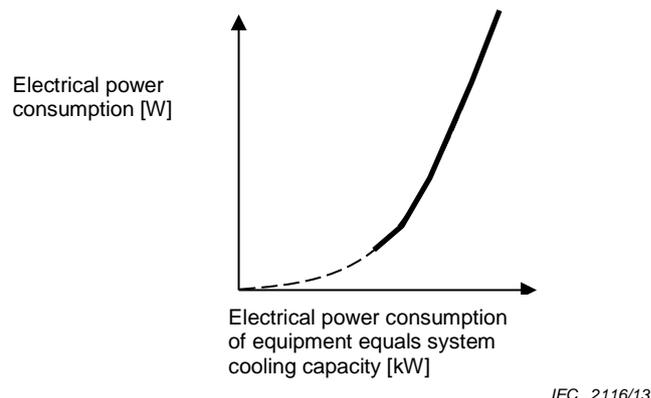


Figure B.1 – System cooling capacity and water flow rate

B.2 Test result recording template

Table B.2 – Test for closed air loop air to water heat exchanger for high density cooling systems for IT equipment and server cooling

Electrical power consumption of the equipment dummies:	35 kW
Total electrical power consumption of the unit:	1 500 W
Chilled water supply temperature:	12,2 °C
Chilled water return temperature:	18,2 °C
Temperature increase between chilled water supply and return	6,0 K
Chilled water flow rate	5,0 $\frac{m^3}{h}$
Chilled water system pressure difference Diagram see Figure 6	60 kPa
Air temperature at equipment dummy air inlet	21,0 °C
Air temperature at equipment dummy air outlet	40,3 °C
Temperature difference between air inlet and air outlet at the equipment dummy	19,3 K
Pressure difference between front sides and the rear side of the dummy	5 Pa
Cooling capacity	35 kW

Test passed:

All conditions according Clause A.1 are in the allowed limits.

Test performed according to 4.3.1 (simplified tests).

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application et objet.....	24
2 Références normatives.....	24
3 Termes et définitions, symboles et unités.....	24
3.1 Termes et définitions.....	24
3.2 Symboles et unités.....	25
4 Essai de performances de l'échangeur de chaleur.....	26
4.1 Généralités.....	26
4.2 Montage d'essai.....	27
4.2.1 Salle d'essai.....	27
4.2.2 Simulation de la charge thermique de l'équipement dans l'échantillon d'essai.....	27
4.2.3 Débit et températures d'eau réfrigérée.....	28
4.2.4 Mesure de la température de l'air.....	28
4.2.5 Différence de température entre l'arrivée de l'eau réfrigérée et l'entrée d'air de l'équipement.....	29
4.3 Evaluation des performances de l'échangeur de chaleur.....	29
4.3.1 Détermination de la capacité de refroidissement au moyen d'essais simplifiés.....	29
4.3.2 Détermination de la capacité de refroidissement au moyen d'un essai étendu.....	30
4.3.3 Identification complète de la capacité de refroidissement.....	32
4.4 Consommation électrique.....	34
4.5 Résistance à la pression dans un circuit d'eau.....	34
Annexe A (normative) Conditions d'essai.....	35
Annexe B (normative) Résultats d'essais.....	36
Figure 1 – Principe de l'essai de performances de l'échangeur de chaleur.....	27
Figure 2 – Montage d'essai des essais simplifiés.....	30
Figure 3 – Montage d'essai des essais étendus.....	32
Figure 4 – Montage d'essai, essai d'identification complète de la capacité de refroidissement.....	33
Figure 5 – Schéma de consommation électrique en fonction de la capacité de refroidissement.....	34
Figure 6 – Schéma de résistance à la pression de l'eau en fonction du débit d'eau.....	34
Figure B.1 – Capacité de refroidissement du système et débit d'eau.....	37
Tableau B.1 – Modèle d'enregistrement de résultats d'essais.....	36
Tableau B.2 – Essai pour échangeur de chaleur air-eau à boucle d'air fermée pour des systèmes de refroidissement à haute densité pour le refroidissement de serveurs et d'équipements de technologies de l'information.....	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

STRUCTURES MÉCANIQUES POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES – GESTION THERMIQUE POUR LES ARMOIRES CONFORMES AUX SÉRIES CEI 60297 ET CEI 60917 –

Partie 4: Essais de performances de refroidissement pour les échangeurs de chaleur alimentés par de l'eau dans des baies électroniques

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62610-4 a été établie par le sous-comité 48D: Structures mécaniques pour équipement électronique, du comité d'études 48 de la CEI: Composants électromécaniques et structures mécaniques pour équipements électroniques.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
48D/542/FDIS	48D/545/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de ce rapport technique.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62610, présentées sous le titre général *Structures mécaniques pour équipements électroniques – Gestion thermique pour les armoires conformes aux séries CEI 60297 et CEI 60917*, peut être consultée sur la site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

Les baies électroniques des séries CEI 60297 et CEI 60917 sont utilisées pour accueillir des dispositifs électroniques dans de nombreux domaines d'application. Un large domaine d'application est représenté par des installations de réseaux de communication avec des dispositifs électroniques dans les environnements de technologies de l'information. Une installation classique consiste à placer des rangées de baies dans une zone d'occupation et à les interconnecter via des câbles installés dans des plateaux aériens ou sous le plancher. Jusqu'à présent, le refroidissement a été facilité par un système de climatisation de la salle informatique pour obtenir le flux d'air et la température nécessaires au bon fonctionnement des dispositifs électroniques. Avec l'augmentation de la température dans les centres de traitement des données, cette forme de refroidissement est de moins en moins efficace. Les problèmes thermiques liés aux dispositifs électroniques hautes performances sont de plus en plus compliqués à résoudre. L'aspect environnemental devient crucial et impose de réduire le gaspillage des ressources et des émissions de CO₂.

Il est donc nécessaire de trouver des alternatives à la climatisation des salles. L'amélioration de l'efficacité du refroidissement repose sur des concepts, dont deux sont donnés à titre d'exemple ici:

Cas 1. Groupe de baies avec contrôle de température dédié.

Cette méthode consiste à disposer un plus petit nombre de baies, généralement entre quatre et douze, dans des allées froides et des allées chaudes. Son avantage par rapport à la climatisation des salles est le plus petit volume d'air permettant une gestion ciblée de la chaleur avec un dimensionnement optimisé de la consommation d'énergie pour les dispositifs de refroidissement et des températures plus élevées dans les zones chaudes de la salle. Dans ce cas, l'efficacité peut être améliorée en récupérant la chaleur pour chauffer les salles pendant les périodes froides. Cette méthode est de plus en plus populaire en raison de l'amélioration de l'efficacité énergétique.

Cas 2. Baies seules avec échangeurs de chaleur eau-air.

Cette méthode est utilisée pour les baies hébergeant des équipements électroniques dissipant beaucoup de chaleur ou hautes performances, généralement des serveurs et des ordinateurs centraux. Son avantage par rapport à la climatisation ou aux allées chaudes et froides est qu'il offre une température de l'entrée d'air plus constante pour les dispositifs électroniques sensibles. La circulation d'air en circuit fermé à l'intérieur d'une baie permet un contrôle très précis de la température. La consommation d'énergie peut être similaire à celle d'une allée froide, mais le contrôle de la température améliore la durée de vie des équipements coûteux.

La présente norme a été établie pour traiter le cas 2: essais de performances de refroidissement pour des échangeurs de chaleur alimentés par de l'eau dans des configurations à une seule baie électronique. Les paramètres faisant référence à l'échantillon d'essai décrit sont représentés sur des schémas qui peuvent être utiles pour fournir une méthode de calcul normalisée pour des dimensions de baies et des exigences de refroidissement d'échangeurs de chaleur spécifiques. La capacité de refroidissement typique requise pour de telles baies est normalement supérieure à 12 kW. Les méthodes d'essai décrites dans la présente norme portent sur une capacité de refroidissement supérieure à 12 kW. Cependant, puisque les équipements de technologies de l'information font varier la charge thermique d'une baie, l'essai porte également sur des valeurs inférieures à 12 kW pour les charges thermiques partielles.

STRUCTURES MÉCANIQUES POUR ÉQUIPEMENTS ÉLECTRONIQUES – GESTION THERMIQUE POUR LES ARMOIRES CONFORMES AUX SÉRIES CEI 60297 ET CEI 60917 –

Partie 4: Essais de performances de refroidissement pour les échangeurs de chaleur alimentés par de l'eau dans des baies électroniques

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 62610 spécifie les montages d'essai et les paramètres d'essai pour des échangeurs de chaleur alimentés par de l'eau dans des configurations à une seule baie électronique. Les essais portent sur des baies destinées à l'installation d'équipements électroniques à forte dissipation d'énergie. Les baies concernées sont conformes aux séries CEI 60297 (19 pouces) et CEI 60917 (25 mm). La présente norme a pour objectif de fournir des données comparables pour les performances de refroidissement des baies conformément aux montages d'essai et aux paramètres d'essai définis.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60297 (toutes les parties), *Structures mécaniques pour équipements électroniques*

CEI 60917 (toutes les parties), *Ordre modulaire pour le développement des structures mécaniques pour les infrastructures électroniques*

3 Termes et définitions, symboles et unités

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1.1

capacité de refroidissement

\dot{Q}

charge thermique retirée produite par l'équipement électronique installé à l'intérieur de la baie électronique [kW]

3.1.2

humidité absolue

masse d'eau (grammes d'eau) par masse définie d'air sec (kilogrammes d'air) [g/kg], g d'eau par kg d'air sec

3.1.3**gabarit**

dispositif servant à générer une charge thermique similaire aux dispositifs électroniques les plus courants dans le domaine des technologies de l'information: flux d'air horizontal avec entrée d'air à l'avant et sortie d'air à l'arrière de l'équipement

Note 1 à l'article: L'orientation du flux d'air est définie conformément aux baies conçues selon les séries CEI 60297 (19 pouces) et CEI 60917 (25 mm).

3.1.4**refroidissement sensible**

capacité de refroidissement faisant uniquement varier la température de l'air. L'humidité absolue de l'air dans un processus de refroidissement sensible ne varie pas.

3.1.5**essais simplifié**

cette méthode d'essai ne tient pas compte de l'influence du transfert de chaleur à travers les parois de la baie électronique, ni du transfert de chaleur par les fuites d'air entrant et sortant du boîtier de l'équipement électronique

3.1.6**essai étendu**

cette méthode d'essai ne tient pas compte du transfert de chaleur par les fuites d'air entrant et sortant du boîtier de l'équipement électronique

3.2 Symboles et unités

P_{el}	consommation électrique [kW]
T	température [°C]
\dot{Q}_{air}	flux de chaleur de l'air de refroidissement [kW]
v_{air}	vitesse de l'air (résultat d'essai) [m/s]
A_{air}	section de passage d'air [m ²]
ρ_{air}	densité de l'air (par rapport à la pression atmosphérique de 101,325 kPa) [kg/m ³]
$c_{p,air}$	capacité thermique spécifique de l'air [kJ/kgK]
δT	différence de température [K]
δT_{CW}	différence de température de l'eau réfrigérée entre l'arrivée et le retour [K]
δT_{air}	différence de température de l'air de refroidissement entre l'entrée et la sortie d'air de l'équipement [K]
f	facteur basé sur une capacité thermique spécifique de l'eau [l/s, l/min, m ³ /h]
\dot{Q}_{CW}	flux de chaleur dans l'eau réfrigérée [kW]
\dot{V}_{CW}	flux d'eau réfrigérée [l/s, l/min, m ³ /h]
\dot{Q}	capacité de refroidissement [kW]
\dot{Q}_S	capacité de refroidissement de équipement de technologies de l'information [kW]

4 Essai de performances de l'échangeur de chaleur

4.1 Généralités

Pour réaliser les essais sur les performances de l'échangeur de chaleur, les paramètres suivants doivent être appliqués:

La charge thermique du gabarit ne doit pas varier pendant l'essai. La dissipation de chaleur des gabarits doit être mesurée pendant l'essai et être consignée dans le rapport d'essai comme le résultat principal de l'essai conformément au Tableau B.1. La détermination de la dissipation de chaleur de la charge thermique doit être mesurée conformément à la consommation électrique.

Pendant toutes les mesures, tous les algorithmes et toutes les fonctions de commande de l'unité soumise à l'essai doivent être désactivés.

La température de l'air à l'avant de l'équipement électronique (entre son panneau avant et la porte) doit être dans la gamme définie à l'Annexe A, avec une tolérance maximale de ± 1 K au niveau des différents capteurs de température. La différence de température entre l'entrée et la sortie d'air des gabarits doit être inférieure ou égale à la différence de température définie à l'Annexe A. La différence de température mesurée pendant l'essai doit être consignée dans le rapport d'essai. La différence de température de l'air dans le rapport d'essai doit être déterminée avec une précision de 0,2 K.

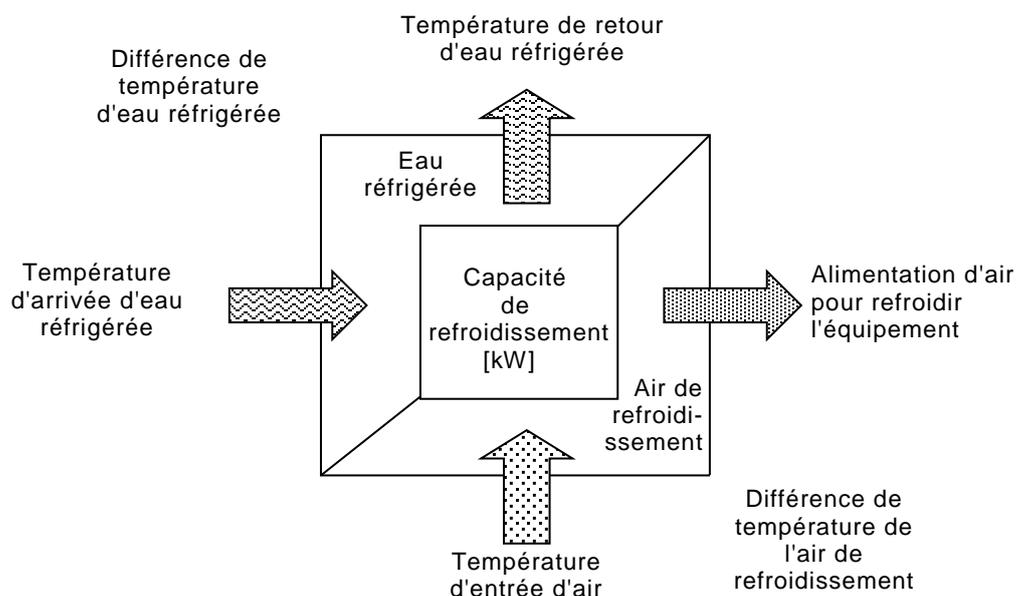
La différence de température maximale entre l'arrivée d'eau réfrigérée et l'entrée d'air des gabarits d'équipement doit être inférieure ou égale à la différence de température définie à l'Annexe A. Cette différence de température pendant l'essai doit être mesurée comme une moyenne une fois que toutes les températures sont stabilisées. La différence de température mesurée comme un résultat d'essai doit être enregistrée conformément au Tableau B.1. Pendant l'essai, la température de l'arrivée d'eau réfrigérée peut fluctuer dans la gamme de 1 K. La différence de température de l'air dans le rapport d'essai doit être déterminée avec une précision de 0,1 K. La différence de température de l'eau dans le rapport d'essai doit être enregistrée avec une précision de 0,1 K. Se reporter au Tableau B.1.

Pendant l'essai, la résistance à la pression de l'échangeur de chaleur air-eau entre l'arrivée d'eau réfrigérée et le retour d'eau réfrigérée du système d'eau réfrigérée ne doit pas dépasser la différence de pression définie à l'Annexe A. Cette résistance à la pression doit inclure tous les composants hydrauliques nécessaires au fonctionnement de l'échangeur de chaleur, par exemple des vannes modulantes, des vannes d'équilibrage, des raccords. La différence de pression et la relation avec le débit d'eau réfrigérée doivent être enregistrées dans le tableau et le diagramme conformément à l'Annexe B.

L'augmentation de la température de l'eau entre l'entrée et la sortie de l'échangeur de chaleur est un résultat de l'essai et doit figurer dans le rapport d'essai dans le tableau de l'Annexe B. Le débit de l'eau réfrigérée doit être consigné dans le rapport d'essai comme un résultat d'essai conformément au tableau et au diagramme de l'Annexe B. Le débit doit être choisi à une valeur telle que la différence maximale de pression conformément à l'Annexe A ne soit pas dépassée. Le débit doit être mesuré avec une précision de ± 2 %. La différence de pression mesurée doit être consignée dans le rapport d'essai conformément au tableau et au diagramme de l'Annexe B.

La température de l'air de la chambre d'essai doit être dans la même gamme que la température à l'intérieur de la baie, à l'avant de l'équipement électronique.

Pour la détermination de l'essai, les variations des conditions d'humidité de la salle d'essai ne sont pas prises en compte. La capacité de refroidissement est considérée comme un refroidissement sensible de 100 %. Ainsi, avec les conditions de la salle d'essai décrites en 4.2.1 et les tolérances sur la température d'arrivée d'eau réfrigérée de ± 1 K, la température d'arrivée d'eau réfrigérée doit être supérieure à 12 °C. Voir Figure 1.



IEC 2110/13

Figure 1 – Principe de l'essai de performances de l'échangeur de chaleur

4.2 Montage d'essai

4.2.1 Salle d'essai

L'échantillon d'essai (une baie fermée pour équipement électronique avec échangeur de chaleur air-eau intégré) est installé dans un environnement de température et d'humidité définies avec précision, appelé salle d'essai. Cette salle d'essai est destinée à maintenir les conditions d'essai pendant les essais dans les conditions d'essai requises:

- température de l'air de la salle d'essai égale à la température d'entrée d'air du gabarit de l'équipement [$^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ K}$]. Voir Annexe A.
- humidité absolue $8 \text{ g} \pm 0,5 \text{ g}$ d'eau par kg d'air sec (température du point de rosée $10,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$).

Pour le déroulement de l'essai, on suppose que les humidités absolues à l'intérieur de la salle d'essai et à l'intérieur l'échantillon seront équilibrées.

L'essai doit être effectué à la pression atmosphérique normalisée de 101,325 kPa. Si cette condition est impossible à réaliser, tous les flux d'air doivent être recalculés conformément à la densité d'air en fonction de la pression atmosphérique. Le débit de masse d'air résultant à une pression atmosphérique de 101,325 kPa est un facteur critique pour l'essai. L'enthalpie de l'air doit être calculée dans les conditions de pression atmosphérique normalisées.

4.2.2 Simulation de la charge thermique de l'équipement dans l'échantillon d'essai

L'échantillon d'essai (baie) doit comporter un équipement électronique simulé, tel qu'un serveur. L'équipement électronique simulé est également appelé "gabarit". Les gabarits sont installés sur des points de montage prévus dans les baies selon la CEI 60297 et la CEI 60917. L'air entre au niveau du panneau avant du gabarit et sort par l'arrière du gabarit. Les gabarits sont conçus afin de pouvoir mesurer une variation des pertes de chaleur. La conception mécanique de la charge thermique doit empêcher tout rayonnement thermique sortant (fuites).

La consommation électrique des gabarits doit être mesurée et enregistrée. La consommation électrique doit être consignée dans le rapport d'essai conformément au tableau de l'Annexe B. On suppose que l'échantillon est chargé par la puissance électrique totale sous la forme d'une charge thermique.

Le flux d'air produit par les gabarits doit être réglable. Pendant l'essai, le flux d'air doit être choisi de telle sorte que l'élévation de pression atmosphérique entre l'avant et l'arrière des gabarits soit inférieure à la limite définie à l'Annexe A. L'installation des gabarits doit permettre une séparation de la zone d'air froid et de la zone d'air chaud. La différence de pression entre l'avant et l'arrière de l'échangeur de chaleur doit être consignée dans le rapport d'essai conformément au tableau de l'Annexe B.

4.2.3 Débit et températures d'eau réfrigérée

Pendant l'essai, les températures et la différence de température entre l'arrivée de l'eau réfrigérée et le retour de l'eau réfrigérée du système doivent être mesurées avec une tolérance de 0,1 K.

L'échantillon doit être alimenté d'eau ne contenant pas de glycol, ni tout autre additif chimique qui affecterait la capacité de refroidissement spécifique de l'eau réfrigérée.

L'augmentation de température entre l'arrivée et le retour de l'eau réfrigérée et les températures de l'arrivée et du retour de l'eau réfrigérée doivent être consignées dans le rapport d'essai conformément au tableau de l'Annexe B. La température de l'arrivée d'eau réfrigérée doit être dans la gamme de températures définie à l'Annexe A.

Pendant l'essai, la résistance à la pression de l'échangeur de chaleur air-eau entre l'arrivée d'eau réfrigérée et le retour d'eau réfrigérée du système d'eau réfrigérée ne doit pas dépasser la différence de pression définie à l'Annexe A. Cette résistance à la pression doit inclure tous les composants hydrauliques nécessaires au fonctionnement de l'échangeur de chaleur, par exemple des vannes modulantes, des vannes d'équilibrage, des raccords.

L'augmentation de la température de l'eau entre l'entrée et la sortie de l'échangeur de chaleur est un résultat de l'essai et doit figurer dans le rapport d'essai. Le débit de l'eau réfrigérée doit être consigné dans le rapport d'essai comme un résultat d'essai. Le débit doit être choisi à une valeur telle que la différence maximale de pression conformément à l'Annexe A ne soit pas dépassée. La différence de pression pendant l'essai doit être enregistrée dans le rapport d'essai comme un résultat de l'essai conformément au tableau de l'Annexe B.

4.2.4 Mesure de la température de l'air

La température de l'air doit être mesurée à l'entrée d'air et à la sortie d'air des gabarits et de l'échangeur de chaleur. Un nombre suffisant de capteurs doit être utilisé afin de garantir une mesure précise. Au début, cinq capteurs de température de l'air doivent être placés dans les quatre sections (voir Figures 2, 3 et 4). Les quatre sections sont:

- Première section: la zone située devant les gabarits simulant la charge thermique de l'équipement électronique côté entrée de l'air.
- Deuxième section: la zone située côté sortie d'air des gabarits.
- Troisième section: la zone située côté entrée d'air de l'échangeur thermique.
- Quatrième section: la zone située côté sortie d'air de l'échangeur thermique.

Ces capteurs doivent être placés au centre du flux volumique.

Au début, un minimum de 5 capteurs de température sont nécessaires. Ce nombre de capteurs peut être diminué si la précision de la mesure reste suffisante. Si d'autres capteurs sont nécessaires pour améliorer la précision, ils doivent être ajoutés au montage d'essai. Pour évaluer l'essai, la valeur moyenne doit être déterminée à partir des températures

mesurées. La variation des températures de chaque côté du gabarit doit être inférieure à ± 1 K.

La température de l'air à l'avant de l'équipement électronique (entre le panneau avant et la porte) doit être dans la gamme définie à l'Annexe A. La différence de température entre l'entrée d'air et la sortie d'air des gabarits doit être inférieure ou égale à la différence de température définie à l'Annexe A. La différence de température mesurée pendant l'essai doit être consignée dans le rapport d'essai. La différence de température de l'air dans le rapport d'essai doit être enregistrée avec une précision de $\pm 0,2$ K.

4.2.5 Différence de température entre l'arrivée de l'eau réfrigérée et l'entrée d'air de l'équipement

La capacité de refroidissement du gabarit doit être choisie de telle manière que la différence de température entre l'arrivée d'eau réfrigérée et l'entrée d'air du gabarit reste dans la gamme de température définie à l'Annexe A. La différence de température entre l'arrivée d'eau réfrigérée et l'entrée d'air du gabarit pendant l'essai doit être enregistrée dans le rapport d'essai conformément au tableau de l'Annexe B.

4.3 Evaluation des performances de l'échangeur de chaleur

4.3.1 Détermination de la capacité de refroidissement au moyen d'essais simplifiés

Une méthode d'essai simplifiée pour déterminer la capacité de refroidissement de baies fermées contenant un équipement électronique à refroidir est basée sur l'hypothèse que la capacité de refroidissement de l'échangeur de chaleur est supérieure à l'absorption de chaleur des panneaux de la baie. La méthode d'essai simplifiée peut être appliquée à des capacités de refroidissement supérieures à 12 kW. Comme condition d'essai, il convient que l'absorption de chaleur des panneaux de la baie soit inférieure à 600 W (<5 %). Pour toutes les autres conditions d'essai (en particulier les charges thermiques inférieures à 12 kW), les essais applicables sont décrits en 4.2.2 et 4.2.3.

La capacité de refroidissement de l'échangeur de chaleur est basée sur une température d'entrée d'air de l'équipement électronique indiquée à l'Annexe A, dont la valeur moyenne est $\pm 0,2$ K. La capacité de refroidissement utile peut maintenant être mesurée par les gabarits de charge thermique.

Les ventilateurs utilisés dans la baie en essai doivent fonctionner à une vitesse normale, indiquée par le fabricant. Les concepts de redondance des ventilateurs ne doivent pas affecter l'essai et ne sont pas couverts par la présente norme.

Les conditions du montage d'essai décrites en 4.2 doivent être satisfaites.

$$P_{el} = \dot{Q} \quad (1)$$

Les ventilateurs dans l'échantillon doivent fonctionner à la vitesse nominale. Si la conception de l'échantillon prévoit une redondance pour les ventilateurs, la vitesse des ventilateurs doit être choisie pendant l'essai de telle manière que la redondance des ventilateurs ne soit pas altérée pendant la détermination de la capacité de refroidissement. Dans le cadre de la vérification, les performances des ventilateurs doivent être compensées conformément à la redondance et peuvent être arrêtées pour un autre essai. En procédant ainsi, la capacité de refroidissement ne doit pas être compromise.

En outre, les conditions d'essai décrites en 4.2 doivent être satisfaites.

\dot{Q} capacité de refroidissement [kW]

P_{el} consommation électrique [kW]

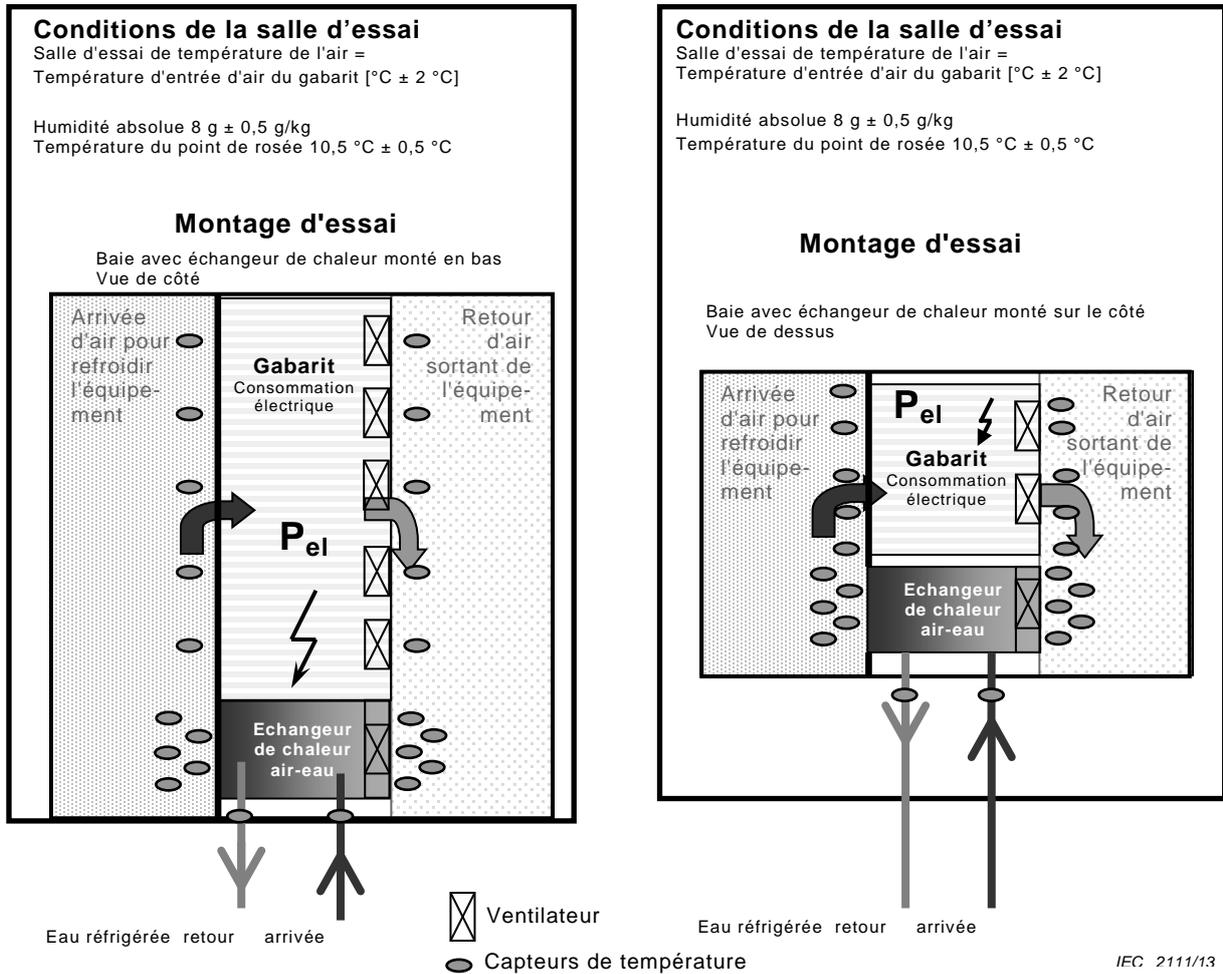


Figure 2 – Montage d'essai des essais simplifiés

4.3.2 Détermination de la capacité de refroidissement au moyen d'un essai étendu

Dans la méthode d'essai étendu, le flux de chaleur déchargé par l'échantillon à l'aide de l'eau réfrigérée est enregistré. Ceci permet de calculer la différence entre la charge thermique appliquée et le flux de chaleur libéré par l'eau froide pour donner le flux de chaleur déchargé par le boîtier. Ce flux de chaleur est généralement créé par convection au niveau des parties recouvrant la baie. En outre, les fuites d'air s'échappant de l'échantillon peuvent entraîner un transfert de chaleur transmise par les matériaux. A titre d'information, cette méthode d'essai permet d'obtenir des résultats d'essai inférieurs à 12 kW.

Dans la méthode d'essai étendu, l'augmentation réelle de la température du retour d'eau réfrigérée de l'échantillon d'essai est enregistrée. En conséquence, la différence entre la chaleur dissipée absorbée par le système d'eau réfrigérée et la chaleur absorbée par les parties recouvrant la baie peut être calculée.

Il faut noter que des fuites d'air indésirables au niveau de la baie peuvent nuire au calcul.

Pour établir l'augmentation de température du retour d'eau réfrigérée, il est nécessaire de mesurer le débit d'eau réfrigérée. Le débit d'eau réfrigérée doit être mesuré avec une précision de ± 2 %. Le retour d'eau réfrigérée (chauffée) doit être calculé comme suit:

$$\dot{Q}_S = P_{el} - \dot{Q}_{CW} \quad (2)$$

La détermination du flux de chaleur déchargé de l'échantillon par de l'eau réfrigérée nécessite la mesure du flux d'eau. Le flux d'eau doit être mesuré avec une précision de $\pm 2\%$. Le flux d'eau à déterminer est calculé comme suit:

$$\dot{Q}_{CW} = \dot{V}_{CW} * f * \delta T_{CW} \quad \text{à} \quad \dot{Q}_{CW} [kW] \quad (3)$$

En se basant sur l'unité de mesure donnée du débit, le facteur f donne la capacité de chaleur spécifique de la formule 3 de la façon suivante:

$$f = 4,19 \quad \text{à} \quad \dot{V}_{CW} \left[\frac{l}{s} \right] \quad \text{déterminant le débit d'eau réfrigérée en} \quad \left[\frac{l}{s} \right]$$

$$f = 0,070 \quad \text{à} \quad \dot{V}_{CW} \left[\frac{l}{\text{min}} \right] \quad \text{déterminant le débit d'eau réfrigérée en} \quad \left[\frac{l}{\text{min}} \right]$$

$$f = 1,16 \quad \text{à} \quad \dot{V}_{CW} \left[\frac{m^3}{h} \right] \quad \text{déterminant le débit d'eau réfrigérée en} \quad \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Les conditions d'essai décrites en 4.1 et la méthode décrite en 4.2.1 s'appliquent pour déterminer la capacité de refroidissement.

Le flux de chaleur quittant l'échantillon par l'eau réfrigérée s'applique pour déterminer la capacité de refroidissement.

$$\dot{Q} = \dot{Q}_{CW} \quad (4)$$

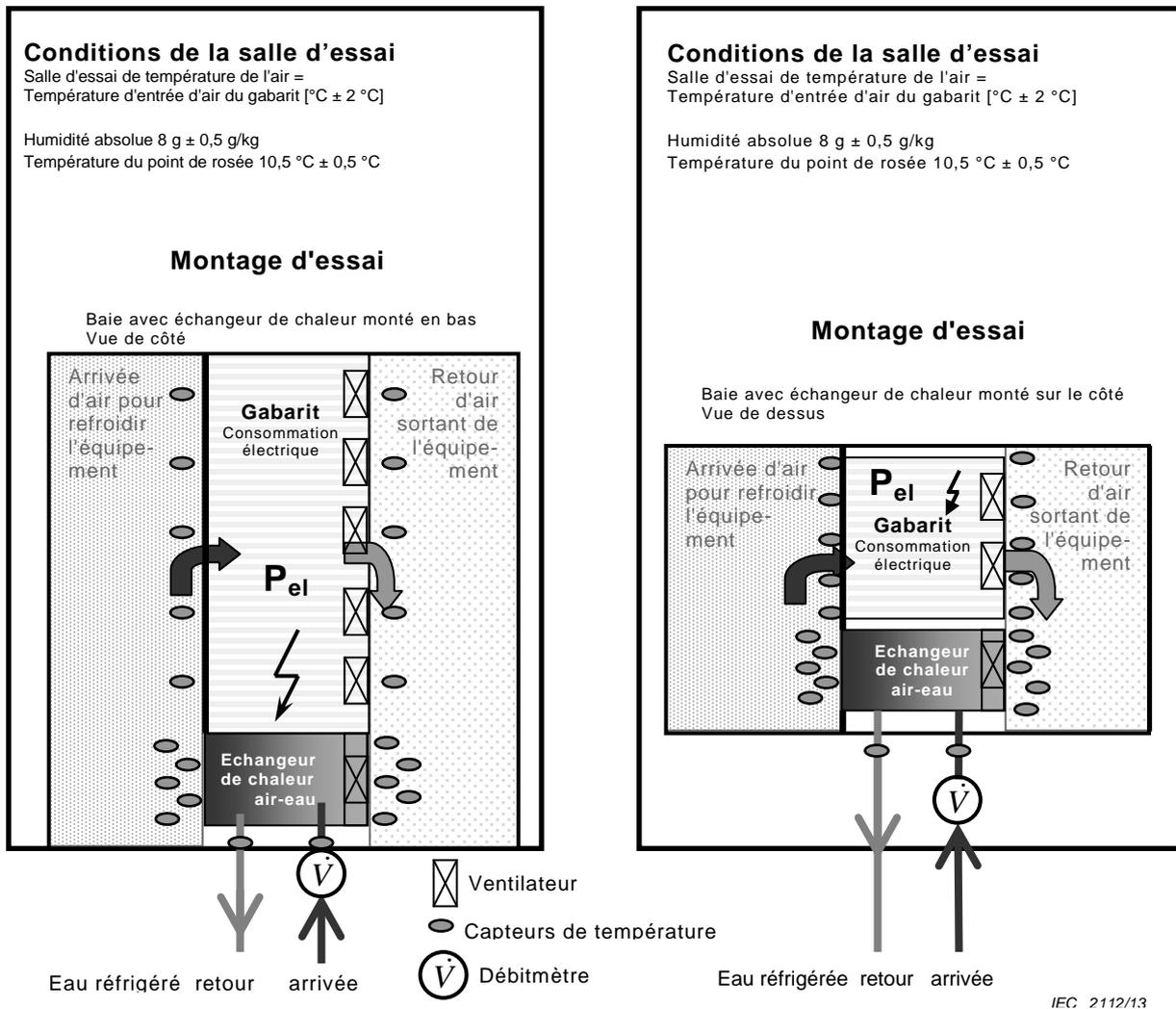


Figure 3 – Montage d'essai des essais étendus

4.3.3 Identification complète de la capacité de refroidissement

Outre la détermination du flux de chaleur quittant l'échantillon par l'eau de refroidissement, le flux de chaleur transmis à l'échangeur de chaleur ainsi que l'air de refroidissement peuvent être déterminés. Il convient que ce flux de chaleur corresponde à celui qui quitte l'échantillon comme une capacité de refroidissement par l'eau réfrigérée.

Une différence détectée entre les deux flux d'air pris sur le même échantillon peut être provoquée par une fuite d'air. Si la différence entre les deux flux de chaleur est supérieure à 5 %, le montage de l'échantillon doit être vérifié, en particulier son volume de fuite d'air interne. La quantité de fuite d'air doit être réduite pour être inférieure à 5 %.

La détermination du flux de chaleur de l'air de refroidissement nécessite la mesure du flux d'air à l'entrée d'air dans l'échangeur de chaleur ou à la sortie d'air de l'échangeur de chaleur. À l'aide d'instruments de mesure appropriés, le débit d'air est mesuré en plusieurs points de mesure dans une section définie du flux, et sa valeur moyenne est calculée. L'instrument de mesure ne doit pas perturber le flux d'air dans l'échantillon. Le résultat est le volume, par incrément de temps, d'air de refroidissement traversant l'échangeur de chaleur. Puisque la mesure du débit d'air sert à mesurer la vitesse de l'air dans une section définie, la formule 5 considère que le débit est fonction de la section et de la vitesse de l'air. À titre d'information, cette méthode d'essai permet d'obtenir des résultats d'essai inférieurs à 12 kW.

$$\dot{Q}_{air} = v_{air} * A_{air} * \rho_{air} * c_{p,air} * \delta T_{air} \quad (5)$$

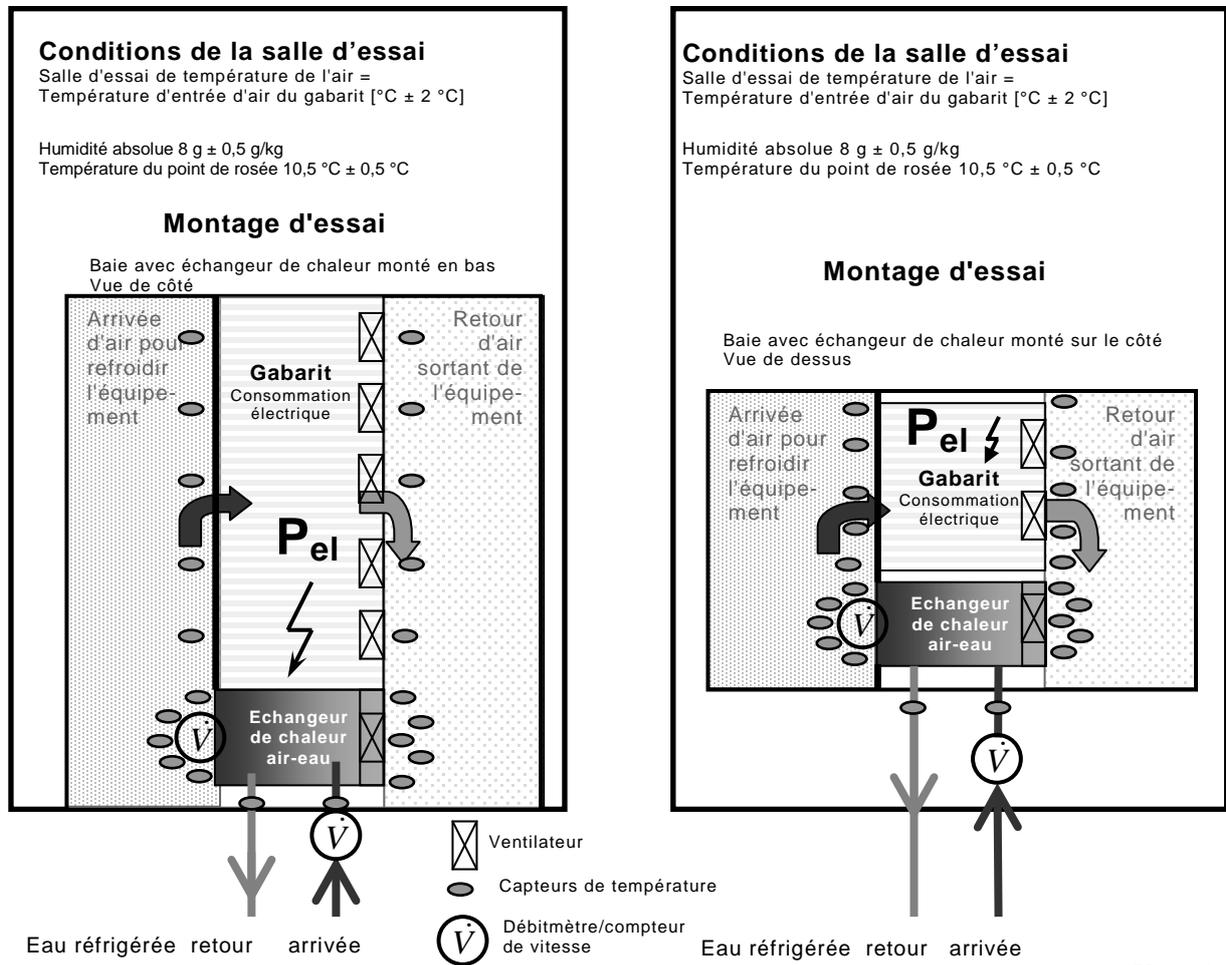


Figure 4 – Montage d'essai, essai d'identification complète de la capacité de refroidissement

4.4 Consommation électrique

Pendant l'essai du système de refroidissement, la consommation électrique doit être mesurée. Comme résultat d'essai, un schéma de la consommation électrique en fonction de la capacité de refroidissement doit être produit (voir Figure 5).

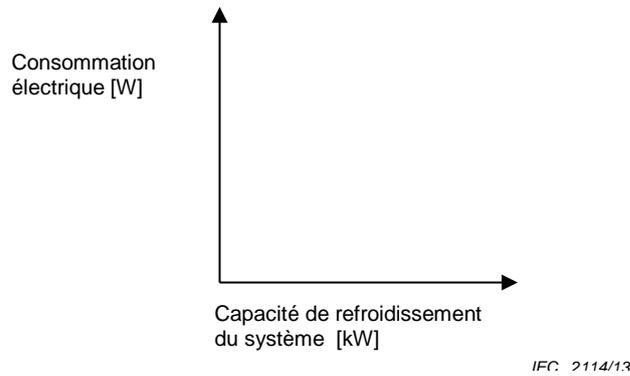


Figure 5 – Schéma de consommation électrique en fonction de la capacité de refroidissement

4.5 Résistance à la pression dans un circuit d'eau

L'essai doit fournir un schéma de la résistance à la pression dans le circuit d'eau réfrigérée (voir Figure 6).

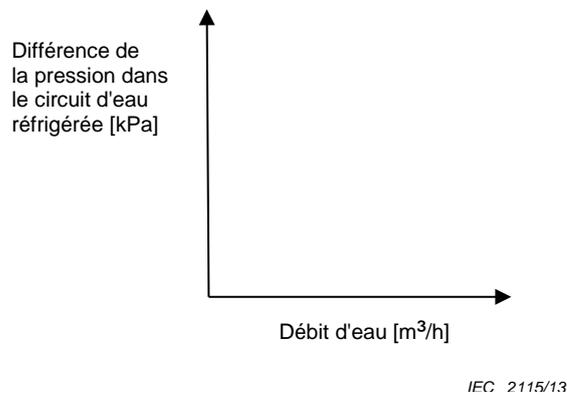


Figure 6 – Schéma de résistance à la pression de l'eau en fonction du débit d'eau

Annexe A (normative)

Conditions d'essai

A.1 Echangeur de chaleur air-eau à boucle d'air fermée pour systèmes de refroidissement à haute densité pour le refroidissement de serveurs et d'équipements de technologies de l'information

Température d'entrée d'air du gabarit: 18 °C à 27 °C.

Différence de température entre l'entrée d'air et la sortie d'air du gabarit: 20 K ou moins.

Différence de température entre la température d'entrée d'air dans l'équipement et la température d'arrivée d'eau réfrigérée: 10 K ou moins.

La température d'arrivée d'eau réfrigérée doit rester entre 12 °C et 25 °C.

Pendant l'essai, la résistance à la pression de l'échangeur de chaleur air-eau entre l'arrivée d'eau réfrigérée et le retour d'eau réfrigérée du système d'eau réfrigérée ne doit pas dépasser 100 kPa.

Cette résistance à la pression doit inclure tous les composants hydrauliques nécessaires au fonctionnement de l'échangeur de chaleur, par exemple des vannes modulantes, des vannes d'équilibrage, des raccords.

La différence de pression entre les côtés avant et le côté arrière du gabarit doit être entre 0 Pa et 10 Pa \pm 1 Pa.

A.2 Systèmes de refroidissement à boucle d'air fermée pour échangeurs de chaleur air-eau de systèmes industriels et de télécommunications

Température d'entrée d'air du gabarit: 35 °C à 55 °C.

Différence de température entre l'entrée d'air et la sortie d'air du gabarit: 25 K ou moins.

Différence de température entre la température d'entrée d'air et la température d'arrivée d'eau réfrigérée: 10 K ou moins

La température d'arrivée d'eau réfrigérée doit rester entre 12 °C et 25 °C.

Pendant l'essai, la résistance à la pression de l'échangeur de chaleur air-eau entre l'arrivée d'eau réfrigérée et le retour d'eau réfrigérée du système d'eau réfrigérée ne doit pas dépasser 300 kPa.

Cette résistance à la pression doit inclure tous les composants hydrauliques nécessaires au fonctionnement de l'échangeur de chaleur, par exemple des vannes modulantes, des vannes d'équilibrage, des raccords.

La différence de pression entre les côtés avant et le côté arrière du gabarit doit être entre 0 Pa et 20 Pa \pm 1 Pa.

Annexe B
(normative)

Résultats d'essais

B.1 Modèle d'enregistrement de résultats d'essais

Tableau B.1 – Modèle d'enregistrement de résultats d'essais

Consommation électrique des gabarits	[kW]
Consommation électrique totale de l'unité	[W]
Température d'arrivée d'eau réfrigérée	[°C]
Température de retour d'eau réfrigérée	[°C]
Augmentation de température entre l'arrivée et le retour d'eau réfrigérée	[K]
Débit d'eau réfrigérée	$\left[\frac{m^3}{h} \right]$, $\left[\frac{l}{min} \right]$ ou $\left[\frac{l}{s} \right]$
Différence de pression du système d'eau réfrigérée Graphique, voir Figure 6	[kPa]
Température de l'air à l'entrée d'air du gabarit	[°C]
Température de l'air à la sortie d'air du gabarit	[°C]
Différence de température entre l'entrée d'air et la sortie d'air au niveau du gabarit	[K]
Différence de pression entre les côtés avant et le côté arrière du gabarit	[Pa]
Capacité de refroidissement	[kW]

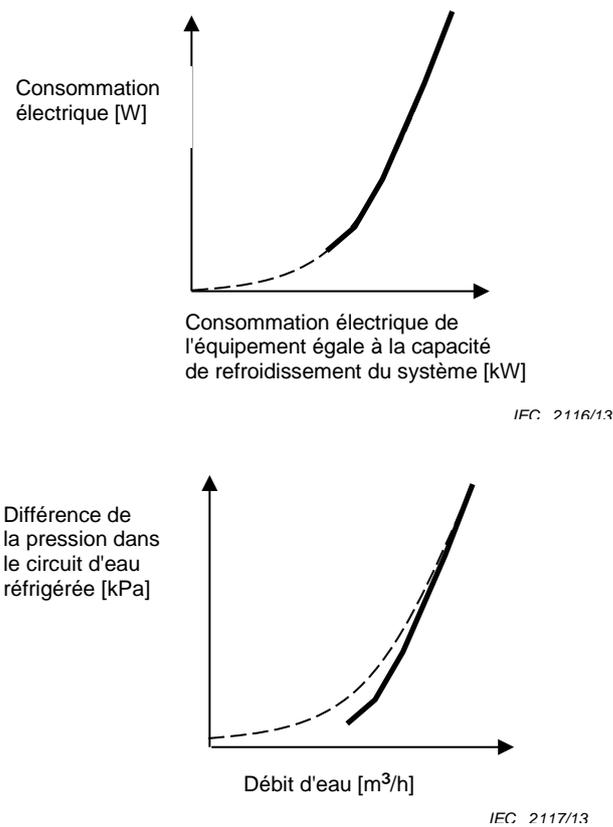


Figure B.1 – Capacité de refroidissement du système et débit d'eau

B.2 Modèle d'enregistrement de résultats d'essais

Tableau B.2 – Essai pour échangeur de chaleur air-eau à boucle d'air fermée pour des systèmes de refroidissement à haute densité pour le refroidissement de serveurs et d'équipements de technologies de l'information

Consommation électrique des gabarits	35 kW
Consommation électrique totale de l'unité	1 500 W
Température d'arrivée d'eau réfrigérée	12,2 °C
Température de retour d'eau réfrigérée	18,2 °C
Augmentation de température entre l'arrivée et le retour d'eau réfrigérée	6,0 K
Débit d'eau réfrigérée	5,0 $\frac{m^3}{h}$
Différence de pression du système d'eau réfrigérée Graphique, voir Figure 6	60 kPa
Température de l'air à l'entrée d'air du gabarit	21,0 °C
Température de l'air à la sortie d'air du gabarit	40,3 °C
Différence de température entre l'entrée d'air et la sortie d'air au niveau du gabarit	19,3 K
Différence de pression entre les côtés avant et le côté arrière du gabarit	5 Pa
Capacité de refroidissement	35 kW

Essai réussi:

Toutes les conditions conformément à l'Article A.1 sont dans les limites autorisées.

Essai effectué conformément à 4.3.1 (essais simplifiés).

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch