

# TECHNICAL SPECIFICATION

# SPÉCIFICATION TECHNIQUE

---

**High-voltage switchgear and controlgear –  
Part 304: Design classes for indoor enclosed switchgear and controlgear for  
rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV to be used in severe  
climatic conditions**

**Appareillage à haute tension –  
Partie 304: Classes de construction pour l'appareillage d'intérieur sous  
enveloppe pour tensions assignées à partir de 1 kV jusqu'à 52 kV inclus pour  
usage sous conditions climatiques sévères**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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  
Email: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)  
Web: [www.iec.ch](http://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.

- Catalogue of IEC publications: [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

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

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: [www.iec.ch/webstore/custserv](http://www.iec.ch/webstore/custserv)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

---

### 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.

- Catalogue des publications de la CEI: [www.iec.ch/searchpub/cur\\_fut-f.htm](http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm)

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: [www.iec.ch/online\\_news/justpub](http://www.iec.ch/online_news/justpub)

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

- Electropedia: [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: [www.iec.ch/webstore/custserv/custserv\\_entry-f.htm](http://www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch)

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

# TECHNICAL SPECIFICATION

## SPÉCIFICATION TECHNIQUE

---

**High-voltage switchgear and controlgear –  
Part 304: Design classes for indoor enclosed switchgear and controlgear for  
rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV to be used in severe  
climatic conditions**

**Appareillage à haute tension –  
Partie 304: Classes de construction pour l'appareillage d'intérieur sous  
enveloppe pour tensions assignées à partir de 1 kV jusqu'à 52 kV inclus pour  
usage sous conditions climatiques sévères**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

P

## CONTENTS

|                                                                                              |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| FOREWORD.....                                                                                | 3      |
| 1 Scope and object.....                                                                      | 5      |
| 2 Normative references .....                                                                 | 5      |
| 3 Degrees of severity of service conditions under condensation and pollution .....           | 6      |
| 4 Classification of enclosed switchgear and controlgear .....                                | 7      |
| 5 Classification procedure .....                                                             | 7      |
| 6 Test facilities and associated requirements .....                                          | 9      |
| 6.1 Climatic test room .....                                                                 | 9      |
| 6.2 Control requirements.....                                                                | 9      |
| 6.3 Energizing facilities .....                                                              | 9      |
| 7 Selection and arrangement of the equipment for test.....                                   | 9      |
| 7.1 Selection of the equipment .....                                                         | 9      |
| 7.2 Arrangement of the equipment .....                                                       | 9      |
| 8 Ageing test.....                                                                           | 10     |
| 8.1 Level 1 ageing test.....                                                                 | 10     |
| 8.2 Level 2 ageing test.....                                                                 | 11     |
| 9 Diagnostic procedure after ageing test .....                                               | 11     |
| 9.1 General.....                                                                             | 11     |
| 9.2 Electrical diagnostic procedure.....                                                     | 12     |
| 9.3 Mechanical diagnostic procedure (optional).....                                          | 13     |
| 9.4 Evaluation .....                                                                         | 13     |
| Annex A (normative) Climatic cycle.....                                                      | 14     |
| Annex B (normative) Climatic test room .....                                                 | 15     |
| Annex C (informative) Example of typical environment.....                                    | 16     |
| <br>Figure 1 – Flow chart for classification procedure .....                                 | <br>8  |
| Figure 2 – Level 1 ageing test.....                                                          | 11     |
| Figure 3 – Power-frequency withstand voltage test with high humidity after ageing test ..... | 12     |
| Figure B.1 – Climatic test room.....                                                         | 15     |
| <br>Table C.1 – Example of typical environment .....                                         | <br>16 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 304: Design classes for indoor enclosed  
switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV up to and  
including 52 kV to be used in severe climatic conditions**

## 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.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC 62771-304, which is a technical specification, has been prepared by subcommittee 17C: High-voltage switchgear and controlgear assemblies, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

The text of this technical specification is based on the following documents:

|               |                  |
|---------------|------------------|
| Enquiry draft | Report on voting |
| 17C/402/DTS   | 17C/422A/RVC     |

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

This first edition of IEC/TS 62271-304 cancels and replaces the first edition of IEC/TR 60932, published in 1988, and constitutes a technical revision.

This revised document has been basically changed to be updated to today's use of high-voltage switchgear and controlgear up to 52 kV.

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

A list of all the parts in the IEC 62271 series, under the general title *High-voltage switchgear and controlgear*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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

- transformed into an International standard,
- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigendum of January 2010 have been included in this copy.

## **HIGH-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –**

### **Part 304: Design classes for indoor enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV up to and including 52 kV to be used in severe climatic conditions**

#### **1 Scope and object**

This part of IEC 62271 applies to indoor enclosed switchgear and controlgear complying with IEC 62271-200 and IEC 62271-201, intended to be used in service conditions more severe with respect to condensation and pollution than the normal service conditions specified in IEC 62271-1.

This technical specification covers equipment where any of the insulation is exposed to indoor climatic conditions.

The test detailed in this technical specification has been designed primarily to investigate the behaviour of electrical insulation and not corrosion on equipments. Nevertheless, the performance of mechanical components, such as mechanisms, interlocks and enclosures may also be recorded.

This technical specification proposes definitions for two degrees of severe service conditions with respect to condensation and pollution. It also proposes test procedures for assessing the performance of enclosed switchgear and controlgear under specified conditions so that conclusions may be drawn concerning their suitability for service under those severe service conditions.

In this technical specification, the term "equipment" is used in accordance with the scope for an "enclosed assembly of switchgear and controlgear" (see IEC 60050-441, definition 441-12-02).

NOTE The testing procedures described in this technical specification may also be applied to internal insulation of outdoor equipment.

#### **2 Normative references**

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

IEC 60060-1: *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 62271-1:2007, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications*

IEC 62271-200, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

IEC 62271-201, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 201: AC insulation-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

### 3 Degrees of severity of service conditions under condensation and pollution

Indoor equipment installed inside a building or room and thus normally protected against the outdoor climatic conditions may be subjected to condensation due to rapid temperature changes and to pollution due to the environment inside the building.

The service conditions with respect to condensation and pollution around the enclosed switchgear and controlgear are designated and characterized as follows:

$C_0$ : Condensation does not normally occur (not more than twice a year)

- Equipment to be used in locations with humidity and/or temperature control in order to avoid condensation. The building or room provides protection from daily variations of outside climate.

$C_L$ : Non-frequent condensation (not more than twice a month)

- Equipment to be used in locations without humidity and/or temperature control. The building or room provides protection from daily variations of outside climate, but condensation cannot be excluded.

$C_H$ : Frequent condensation (more than twice a month)

- Equipment to be used in locations without temperature control. The building or room provides only minimal protection from daily variations of outside climate, so that frequent condensation may occur.

$P_L$ : Light pollution (as given in 2.1.1, item d) of IEC 62271-1) (see note 2 below)

- In order to reach light pollution in heavy polluted locations precautions may be necessary.

$P_H$ : Heavy pollution (any value exceeding  $P_L$ )

$P_H$  does not include areas subject to conductive dust and/or to industrial smoke, producing thick conductive deposits.

- The location has no special precautions to minimize the presence of deposits, or the equipment is situated in close proximity to pollution sources.

NOTE 1 Absence of pollution is considered as unrealistic. At least light pollution is assumed.

NOTE 2 IEC 62271-1, 2.1.1, item d): "The ambient air is not significantly polluted by dust, smoke, corrosive and/or flammable gases, vapours or salt. The manufacturer will assume that, in absence of specific requirements from the user, there are none."

NOTE 3 Precautions to minimize the amount of deposits inside the enclosure of the equipment may be taken by the choice of an appropriate degree of protection of the enclosed switchgear and controlgear.

Taking into account the fact that the equipment is especially influenced by the combination of humidity and pollution, three degrees of severity of service conditions are defined as follows:

Degree 0:  $C_0P_L$   
Degree 1:  $C_LP_L$  or  $C_0P_H$   
Degree 2:  $C_LP_H$  or  $C_HP_L$  or  $C_HP_H$

NOTE 4 Degree 0 correspond to normal service condition as described in 2.1.1 of IEC 62271-1.

#### **4 Classification of enclosed switchgear and controlgear**

Three design classes 0, 1 and 2 are defined. They essentially correspond to the three degrees of severity of service conditions according to Clause 3.

#### **5 Classification procedure**

For the normal service conditions specified in IEC 62271-200 and IEC 62271-201, no additional test is required. Standardized switchgear and controlgear complying with these publications is considered as belonging to Design Class 0.

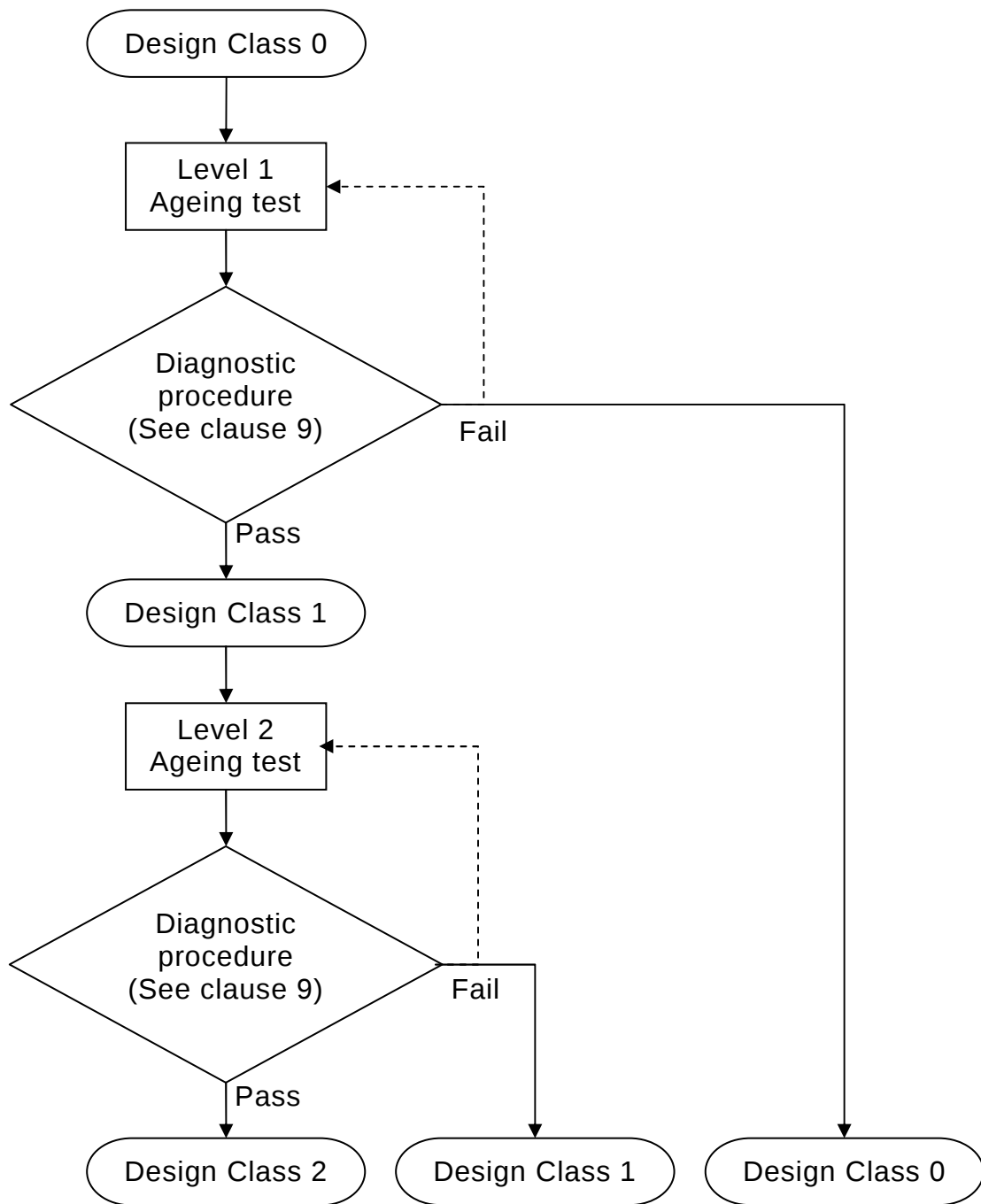
Satisfactory performance under severe service conditions of equipment complying with Design Class 1 or 2 is verified by testing the equipment.

Enclosed switchgear and controlgear is considered to belong to Design Class 1 if it is subjected to the level 1 ageing test according to 8.1 and satisfies the evaluation criteria of the diagnostic procedure described in Clause 9.

Enclosed switchgear and controlgear is considered to belong to Design Class 2 if it is submitted to the level 2 ageing test according to 8.2 and satisfies the evaluation criteria of the diagnostic procedure described in Clause 9.

The level 1 and level 2 ageing tests require the repeated application of identical climatic cycles followed by the diagnostic procedures specified in Clause 9. The level 2 ageing test is identical to the level 1 ageing test except that for level 2 a greater number of climatic cycles is to be applied.

This classification procedure is illustrated in the flow chart, Figure 1.



IEC 845/08

**Figure 1 – Flow chart for classification procedure**

## **6 Test facilities and associated requirements**

### **6.1 Climatic test room**

A climatic test room is required which shall be of sufficient size to accommodate the equipment to be tested. The equipment shall be installed in the climatic test room at a height of not less than 0,5 m from the ground in a manner to permit the circulation of the ambient air. The distance between walls and ceiling of the test room and walls and the top of the enclosure of the equipment shall be more than 1,0 m. Precautions shall be taken to insure that no condensed water from the walls and ceiling of the test chamber can fall on the equipment.

Figure B.1 is an explanatory figure for the test room.

### **6.2 Control requirements**

The temperature needs to be controlled within limits of less than  $\pm 3$  K. During the tests, it shall be varied cyclically between 30 °C to 50 °C. The temperature gradient shall be at least 0,5 K/min. The distribution of temperature in the whole volume of the chamber should be within the same tolerances.

The humidity also needs to be controlled within close limits over a range from below 80 % to over 95 % of relative humidity.

### **6.3 Energizing facilities**

A three-phase high-voltage source shall be provided so that the equipment to be tested can be energised during the test. The source used for this purpose shall be able to maintain the rated voltage with a tolerance of 0 to –5 % during the climatic cycles. The voltage shall be recorded continuously during the whole duration of the tests for the purpose of checking possible disruptive discharges.

A source is required for applying diagnostic test voltages up to at least the dry power-frequency withstand voltage of the equipment to be tested. This source shall have a protective device operating in less than 0,1 s in the event of a disruptive discharge.

The sources shall comply with IEC 60060-1.

## **7 Selection and arrangement of the equipment for test**

### **7.1 Selection of the equipment**

Ageing test is to be made on a functional unit completely assembled and fitted with all its components as for service, measuring transformers included. The functional unit and its components shall be new and clean.

### **7.2 Arrangement of the equipment**

The equipment to be tested shall be installed in the climatic test room, as given in 6.1, in its normal service position. The test arrangement of the functional unit shall not be more favourable than the normal service arrangement, especially in respect of the external connections.

Connection shall be made so that the functional unit can be energized from a three-phase supply at its rated voltage.

## 8 Ageing test

### 8.1 Level 1 ageing test

The equipment shall be installed in the climatic test room and subjected during three identical test periods of seven days, to 2 h damp heat cycles as follows (see Figure 2).

The temperature of the climatic test room is raised from 30 °C to 50 °C in 40 min, with the relative humidity constantly above 95 %. These conditions are maintained for 20 min, and the temperature is then lowered to 30 °C in 40 min, at any convenient value of humidity.

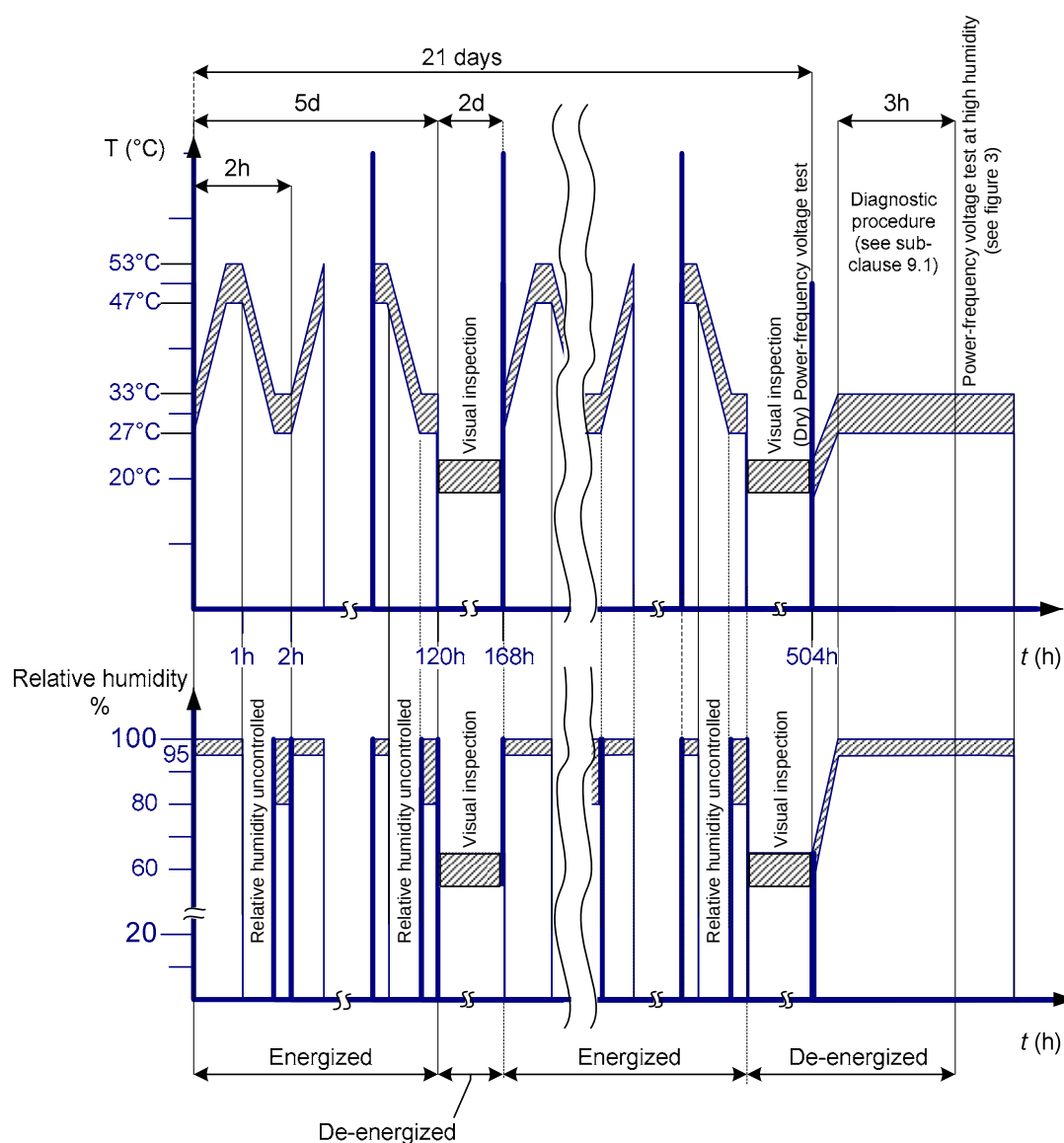
The temperature is then maintained at 30 °C for 20 min, and throughout this period the relative humidity is kept above 80 %.

The test period of seven days duration is made up as follows:

For five days, the equipment to be tested is energised at its rated voltage and subjected to 60 damp heat cycles. The application of rated voltage means  $U_r$  between phases and  $U_r/\sqrt{3}$  between phase and earth. After these five days the test is stopped at the end of the last cycle at 30 °C. The equipment is de-energized. A visual inspection is made as far as possible without dismantling the equipment in order to detect the inception of trackings on insulating surfaces.

For two days, the equipment shall be maintained in an ambient climate close to the reference atmosphere mentioned in IEC 60060-1.

After the completion of three test periods, the performance of the equipment shall be evaluated in accordance with the diagnostic procedure specified in 9.2.



IEC 846/08

Figure 2 – Level 1 ageing test

## 8.2 Level 2 ageing test

The level 2 ageing test comprises a total of seven identical test periods of seven days, followed by the diagnostic procedure specified in 9.2.

NOTE In the case where equipment has already been successfully subjected to the level 1 ageing test it is permitted to continue the test immediately after the diagnostic test, applying four additional test periods.

## 9 Diagnostic procedure after ageing test

### 9.1 General

After the conclusion of the ageing tests, and reaching ambient temperature, the equipment shall be subjected to dielectric tests as follows without any special treatment like cleaning, extra drying, etc. The voltage transformers shall be disconnected.

## 9.2 Electrical diagnostic procedure

The equipment is first subjected to the dry 1 min power-frequency withstand voltage test at its rated value according to IEC 62271-1.

The voltage shall be removed and the temperature in the climatic test room shall be increased to 30 °C and the humidity at least to 95 %. After 3 h in these conditions, the following dielectric test is performed (see Figure 3).

One phase is energized at  $U_r/\sqrt{3}$ , where  $U_r$  is the rated voltage of the equipment, the other two phases being earthed and connected to the protective conductor of the equipment. After 1 h, the voltage is raised to  $\sqrt{3} U_r$  for 30 s (voltage rise in accordance with 6.3.1 of IEC 60060-1).

The test is repeated successively on the other two phases, the interval between the tests being as short as possible. If the configuration permits, phase A and C may be energised together. If all 3 phases are screened (fully separated by earthed partitions), they can be energised together.

The degree of tracking shall be recorded in the test report.

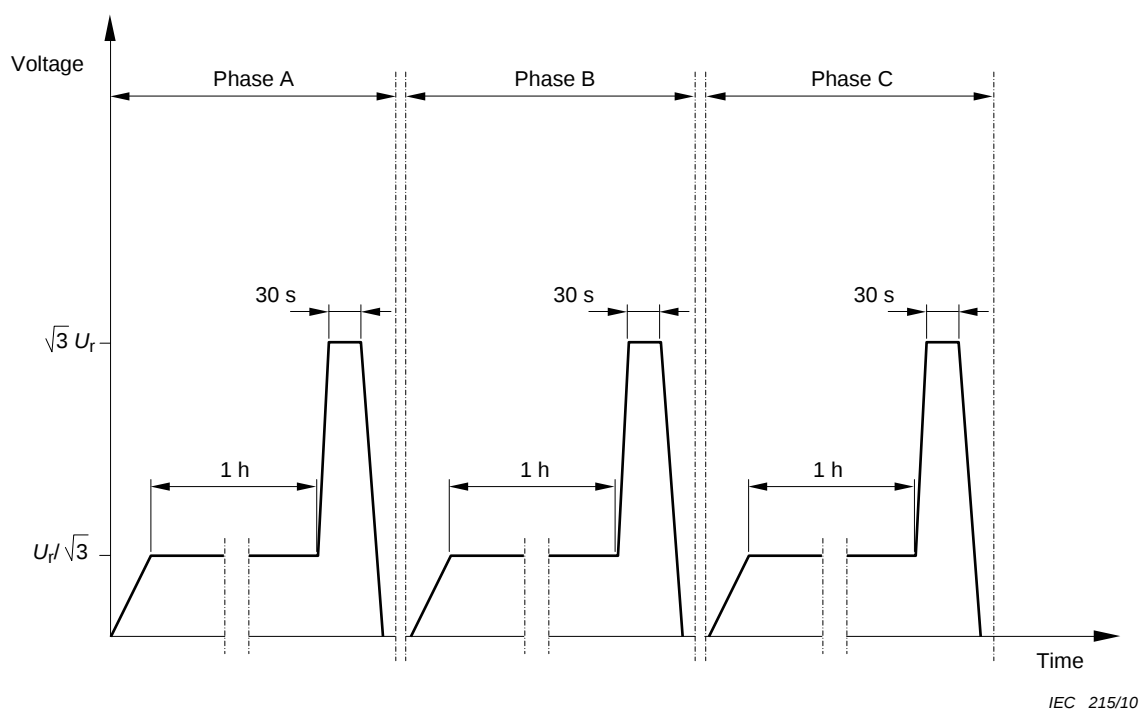


Figure 3 – Power-frequency withstand voltage test with high humidity after ageing test

### **9.3 Mechanical diagnostic procedure (optional)**

This diagnostic procedure is not set up to prove the mechanical and corrosion performances. Nevertheless, the results of the test can give useful information. Specific procedures are foreseen in the IEC 60068 series.

Mechanical operations shall be performed on the switching devices and on the doors of the functional unit.

The following mechanical diagnostics may be applied if applicable: operating times, torque, contact speeds, operation of interlocks, etc., and shall be recorded according to IEC 62271-1.

The degree of corrosion shall be recorded in the test report.

### **9.4 Evaluation**

The equipment complies with the Design Class 1 or 2 if the following conditions are satisfied:

- no disruptive discharge has occurred during the climatic cycles according to the ageing test;
- no disruptive discharge has occurred during the diagnostic procedure;
- if the option of 9.3 is chosen, the mechanical functional performances of the equipment shall be within the permitted tolerances given by the manufacturer.

## **Annex A** **(normative)**

### **Climatic cycle**

#### **A.1 Remarks on the climatic cycle**

The climatic cycle described in this technical specification is the same described in the first edition of IEC 60932. This climatic cycle has proved satisfactory for more than 15 years.

The aim of this climatic cycle is to produce condensation on the insulation parts of the switchgear in order to prove the dielectric behaviour under this condition.

Condensation always occurs immediately when the temperature of the object is lower than the dew point of the ambient air. The object described in 7.1 consists of several components with their own thermal time constants. If the time constants of all components are long in comparison with the half of the climatic cycle, the temperature of all components alternates slightly around the mean temperature of the climatic cycles. Therefore the temperature of the object is nearly half of the cycle below the dew point of the ambient air and condensation occurs for this time at least.

#### **A.2 Origin of the apparition of a conductive layer, produced by the cyclic presence of condensation on insulating parts of high voltage switchgear**

This explanation has been given by competent chemists working in collaboration HV test laboratories, after proceeding to several analysis of deposits from insulating services having been naturally exposed to condensation for years (in the network) or artificially for weeks (method A of the first edition of IEC 60932).

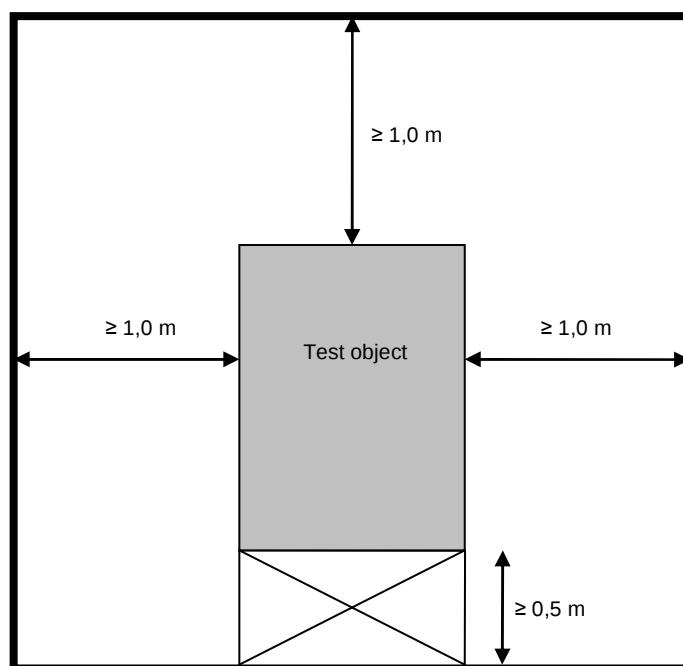
Atmospheric air is essentially (78%) composed of nitrogen ( $N_2$ ). In presence of high voltage (surface) discharges, and catalysed by UV radiation due to corona effect, some  $N_2$  combines with  $H_2O$  from condensation, to produce small quantities of  $HNO_2$  and  $HNO_3$ . These acids dissolved in  $H_2O$  react with metals like Al, Ag, Cu, or Fe and produce conductive nitrous salts, which are deposited and concentrated in some places during drying. The presence of those irregular conductive paths give way to tracking of the insulating surfaces. Nitrous salts have been detected by spectrographic analysis of deposits on insulating surfaces after the application of the method A.

When using method B of the first edition of IEC 60932, spectrographic analysis mainly showed the presence of deposits of NaCl, small amounts of metal chloride salts and traces of nitride salts. Chemical concentration was higher, but exposure time was much less.

Inter-laboratory comparison focused on usual epoxy insulating parts showed a good relationship between the final results of application of method A and method B of first edition of IEC 60932.

**Annex B**  
(normative)**Climatic test room**

The test object shall be placed in the test room with minimum distances to the walls as shown in Figure B.1.



IEC 848/08

**Figure B.1 – Climatic test room**

## Annex C (informative)

### Example of typical environment

The following Table C.1 is intended to give examples of determination of the pollution level of typical environment.

**Table C.1 – Example of typical environment**

| Pollution level                                                                                                                             | Example of typical environments                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Light<br><br>All these areas shall be situated at least 10 km to 20 km from the sea and shall not be exposed to winds directly from the sea | - Areas without industries and with low density of houses equipped with heating plants                                                |
|                                                                                                                                             | - Agricultural areas                                                                                                                  |
|                                                                                                                                             | - Mountainous areas                                                                                                                   |
| Heavy                                                                                                                                       | - Areas with industries not particularly producing pollution smoke and/or with average density of houses equipped with heating plants |
|                                                                                                                                             | - Areas exposed to wind from the sea but not too close to the coast (at least several kilometres distant)                             |
|                                                                                                                                             | - Areas with high density of industries and suburbs of large cities with high density of heating plants producing pollution           |
|                                                                                                                                             | - Areas close to the sea                                                                                                              |

—



## SOMMAIRE

|                                                                                                                           |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| AVANT-PROPOS.....                                                                                                         | 19     |
| 1 Domaine d'application et objet.....                                                                                     | 21     |
| 2 Références normatives.....                                                                                              | 21     |
| 3 Degrés de sévérité des conditions de service sous condensation et pollution .....                                       | 22     |
| 4 Classification de l'appareillage sous enveloppe .....                                                                   | 23     |
| 5 Procédure de classification.....                                                                                        | 23     |
| 6 Moyens d'essais et exigences correspondantes.....                                                                       | 25     |
| 6.1 Chambre d'essai climatique.....                                                                                       | 25     |
| 6.2 Exigences de contrôle .....                                                                                           | 25     |
| 6.3 Moyens d'alimentation.....                                                                                            | 25     |
| 7 Choix et disposition de l'appareillage pour l'essai .....                                                               | 25     |
| 7.1 Choix de l'appareillage .....                                                                                         | 25     |
| 7.2 Disposition de l'appareillage.....                                                                                    | 25     |
| 8 Essai de vieillissement .....                                                                                           | 26     |
| 8.1 Essai de vieillissement de niveau 1 .....                                                                             | 26     |
| 8.2 Essai de vieillissement de niveau 2 .....                                                                             | 27     |
| 9 Méthode de diagnostic après l'essai de vieillissement .....                                                             | 27     |
| 9.1 Généralités.....                                                                                                      | 27     |
| 9.2 Méthode de diagnostic électrique .....                                                                                | 28     |
| 9.3 Méthode de diagnostic mécanique (option).....                                                                         | 28     |
| 9.4 Evaluation .....                                                                                                      | 29     |
| Annexe A (normative) Cycles climatiques .....                                                                             | 30     |
| Annexe B (normative) Chambre climatique .....                                                                             | 31     |
| Annexe C (informative) Exemple d'environnements typiques .....                                                            | 32     |
| <br>Figure 1 – Diagramme de la procédure de classification .....                                                          | <br>24 |
| Figure 2 – Essai de vieillissement de niveau 1.....                                                                       | 27     |
| Figure 3 – Essai de tension de tenue à fréquence industrielle sous forte humidité,<br>après essai de vieillissement ..... | 28     |
| Figure B.1 – Chambre d'essai climatique .....                                                                             | 31     |
| <br>Tableau C.1 – Exemples d'environnement typiques .....                                                                 | <br>32 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –

**Partie 304: Classes de construction pour l'appareillage  
d'intérieur sous enveloppe pour tensions assignées à partir de 1 kV  
jusqu'à 52 kV inclus  
pour usage sous conditions climatiques sévères**

## 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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.

Les spécifications techniques font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales.

La CEI 62271-304, qui est une spécification technique, a été établie par le sous-comité 17C: Ensembles d'appareillages à haute tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants:

|                  |                 |
|------------------|-----------------|
| Projet d'enquête | Rapport de vote |
| 17C/402/DTS      | 17C/422A/RVC    |

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

Cette première édition de la CEI/TS 62271-304 annule et remplace la première édition de la CEI/TR 60932 parue en 1988 dont elle constitue une révision technique.

Le fondement des modifications de ce document révisé consiste en la prise en compte du mode d'utilisation actuel de l'appareillage haute tension de moins de 52 kV

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62271, présentée sous le titre général *Appareillage à haute tension*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance 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

- transformée en Norme internationale,
- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Le contenu du corrigendum de janvier 2010 a été pris en considération dans cet exemplaire.

## **APPAREILLAGE À HAUTE TENSION –**

### **Partie 304: Classes de construction pour l'appareillage d'intérieur sous enveloppe pour tensions assignées à partir de 1 kV jusqu'à 52 kV inclus pour usage sous conditions climatiques sévères**

#### **1 Domaine d'application et objet**

La présente partie de la CEI 62271 s'applique à l'appareillage d'intérieur sous enveloppe conforme à la CEI 62271-200 et à la CEI 62271-201, destiné à être utilisé dans des conditions de service plus sévères en ce qui concerne la condensation et la pollution, que les conditions normales de service spécifiées dans la CEI 62271-1.

Cette spécification technique couvre tous les équipements dans lesquelles il existe une partie isolante exposée aux conditions climatiques d'intérieur.

Les essais faisant l'objet de la présente spécification technique ont été conçus avant tout pour étudier le comportement de l'isolation électrique de l'appareillage et non la corrosion de celui-ci. Néanmoins, le comportement de parties mécaniques telles que commandes, verrouillages et enveloppes peut aussi être enregistré.

Cette spécification technique propose des définitions pour deux degrés de conditions de service sévères en ce qui concerne la condensation et la pollution. Il propose également des méthodes d'essais permettant de vérifier le comportement de l'appareillage sous enveloppe dans des conditions spécifiées, afin que des conclusions puissent être tirées à propos de leur aptitude à l'utilisation dans ces conditions de service sévères.

Dans cette spécification technique, le terme "appareillage" est utilisé conformément au domaine d'application pour un "ensemble d'appareillage de connexion et de commande sous enveloppe" (voir la CEI 60050-441, définition 441-12-02).

NOTE Les méthodes de test décrites dans cette spécification technique peuvent éventuellement être appliquées à l'isolation interne des appareillages d'extérieur.

#### **2 Références normatives**

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. 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 60060-1, *Techniques d'essais à haute tension – Première partie: Définitions et exigences générales relatives aux essais*

CEI 60068 (toutes les parties), *Essais d'environnement*

CEI 62271-1:2007, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*

CEI 62271-200, *Appareillage à haute tension – Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

CEI 62271-201, *Appareillage à haute tension – Partie 201: Appareillage sous enveloppe isolante pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

### 3 Degrés de sévérité des conditions de service sous condensation et pollution

L'appareillage d'intérieur installé dans un bâtiment ou dans une salle, et donc protégé normalement contre les conditions climatiques de l'extérieur, peut être soumis à des condensations dues à des variations brusques de température et à la pollution en provenance de l'environnement à l'intérieur du bâtiment.

Les conditions de service en ce qui concerne la condensation et la pollution autour de l'appareillage sous enveloppe sont désignées et caractérisées comme suit:

- $C_0$ : La condensation ne se produit normalement pas (pas plus de deux fois par an)
- Appareillage destiné à être utilisé dans des locaux avec contrôle d'humidité et/ou de température dans le but d'éviter la condensation. Le bâtiment ou la salle procurent une protection contre les variations journalières du climat extérieur.
- $C_L$ : Condensation non fréquente (pas plus de deux fois par mois)
- Appareillage destiné à être utilisé dans des locaux sans contrôle d'humidité et/ou de température. Le bâtiment ou la salle procurent une protection contre les variations journalières du climat extérieur, mais la condensation ne peut pas être exclue.
- $C_H$ : Condensation fréquente (plus de deux fois par mois)
- Appareillage destiné à être utilisé dans des locaux sans contrôle de température. Le bâtiment ou la salle ne procurent qu'une protection minimale contre les variations journalières du climat extérieur, de sorte que des condensations fréquentes peuvent se produire.
- $P_L$ : Pollution légère (comme indiqué en 2.1.1, point d) de la CEI 62271-1) (voir note 2 ci-dessous)
- Pour atteindre le niveau de pollution légère dans des zones de pollution forte, des précautions peuvent être nécessaires.
- $P_H$ : Forte pollution (toutes les valeurs au-dessus de  $P_L$ )  
Le niveau  $P_H$  n'inclus pas les zones sujettes aux poussières conductrices et aux fumées industrielles produisant des épais dépôts conducteurs.
- Aucune précaution particulière n'a été prise pour réduire la présence de dépôts, ou l'appareillage est placé au voisinage immédiat de sources de poussières.

NOTE 1 L'absence de pollution est considérée comme irréaliste. Au minimum, une pollution légère est présumée.

NOTE 2 CEI 62271-1, 2.1.1, point d) : L'air ambiant ne doit pas être pollué de manière significative par de la poussière, de la fumée, des gaz corrosifs et/ou des gaz inflammables, des vapeurs ou du sel. Le constructeur considérera que, en l'absence d'exigence spécifique de la part de l'utilisateur, il n'y a aucun de ces polluants.

NOTE 3 Les précautions destinées à réduire la quantité de dépôts à l'intérieur de l'enveloppe de l'appareillage peuvent consister dans le choix d'un degré de protection approprié de l'appareillage sous enveloppe.

Compte tenu du fait que l'appareillage est particulièrement influencé par la combinaison de l'humidité et de la pollution, trois degrés de sévérité de conditions de service sont définis comme suit:

- Degré 0:  $C_0P_L$   
Degré 1:  $C_LP_L$  ou  $C_0P_H$

Degré 2:  $C_L P_H$  ou  $C_H P_L$  ou  $C_H P_H$

NOTE 4 Le degré 0 correspond aux conditions normales de service décrites en 2.1.1 de la CEI 62271-1.

#### **4 Classification de l'appareillage sous enveloppe**

Trois classes de construction, 0, 1 et 2, sont définies. Elles correspondent essentiellement aux trois degrés de sévérité des conditions de service, conformément à l'Article 3.

#### **5 Procédure de classification**

Pour les conditions de service normales spécifiées dans la CEI 62271-200 et la CEI 62271-201, aucun essai complémentaire n'est exigé. L'appareillage normalisé, conforme à ces publications, est considéré comme appartenant à la classe de construction 0.

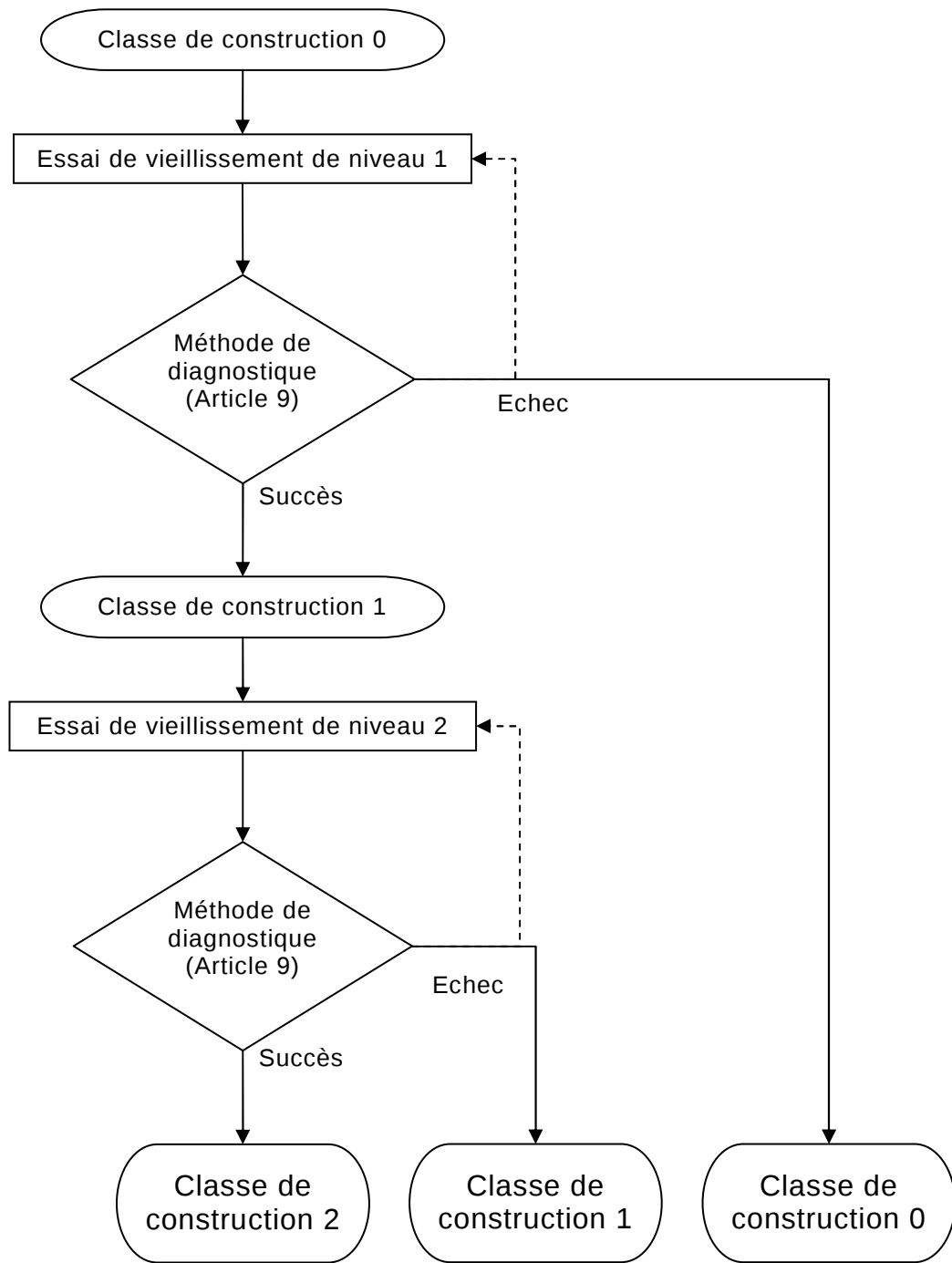
Le fonctionnement satisfaisant dans des conditions de service sévères d'un appareillage conforme aux classes de construction 1 ou 2 est vérifié en essayant cet appareillage.

L'appareillage sous enveloppe est considéré comme appartenant à la classe de construction 1 s'il est soumis à un essai de vieillissement de niveau 1 conformément à 8.1 et qu'il suit avec succès la procédure de diagnostique décrite à l'Article 9.

L'appareillage sous enveloppe est considéré comme appartenant à la classe de construction 2 s'il est soumis à un essai de vieillissement de niveau 2 conformément à 8.2 et qu'il suit avec succès la procédure de diagnostique décrite à l'Article 9.

Les essais de vieillissement des niveaux 1 et 2 exigent l'application répétée de cycles climatiques identiques, suivie des méthodes de diagnostic spécifiées à l'Article 9. L'essai de vieillissement de niveau 2 est identique à celui de niveau 1, si ce n'est que pour le niveau 2 un plus grand nombre de cycles climatiques doit être appliqué.

Cette procédure de classification est illustrée dans le diagramme de la Figure 1.



IEC 845/08

**Figure 1 – Diagramme de la procédure de classification**

## **6 Moyens d'essais et exigences correspondantes**

### **6.1 Chambre d'essai climatique**

Une chambre d'essai climatique est nécessaire, d'une dimension suffisante pour y installer l'appareillage à essayer. L'appareillage est installé dans la chambre d'essai climatique, à une hauteur du sol d'au moins 0,5 m de façon à permettre la circulation de l'air ambiant. La distance entre les parois et le plafond de la chambre d'essai et entre les parois et la partie supérieure de l'enveloppe de l'appareillage doit être supérieure à 1,0 m. Des précautions doivent être prises pour s'assurer qu'en aucune façon de l'eau de condensation provenant des murs ou du plafond peut goutter sur l'appareillage en essai.

La Figure B.1 représente la chambre d'essais climatique.

### **6.2 Exigences de contrôle**

La température demande à être contrôlée dans des limites inférieures à  $\pm 3$  K. Durant les essais, elle doit varier de manière cyclique dans un domaine d'au moins 30 °C à 50 °C. La vitesse de variation de la température doit être au minimum de 0,5 K/min. Il convient que la distribution de température à l'intérieur de la chambre respecte la même tolérance.

L'humidité doit également pouvoir être contrôlée avec des tolérances étroites dans un domaine allant de moins de 80 % à plus de 95 % d'humidité relative.

### **6.3 Moyens d'alimentation**

Une source triphasée à haute tension doit être prévue pour mettre l'appareillage à essayer sous tension durant certains essais. La source utilisée à cette fin doit être capable de maintenir la tension assignée avec une tolérance de 0 à –5 % pendant les cycles climatiques. La tension doit être enregistrée en permanence durant toute la durée des essais dans le but de vérifier l'absence d'amorçage.

Une source est nécessaire pour appliquer les tensions d'essai de diagnostic jusqu'à au moins la tension d'essai à fréquence industrielle assignée de l'appareillage à essayer. Cette source doit être munie d'un dispositif de protection fonctionnant en moins de 0,1 s dans le cas d'une décharge disruptive.

Les sources doivent être conformes à la CEI 60060-1.

## **7 Choix et disposition de l'appareillage pour l'essai**

### **7.1 Choix de l'appareillage**

Les essais de vieillissement sont à effectuer sur une unité fonctionnelle typique complètement assemblée et équipée de ses matériels comme en service, incluant les transformateurs de mesure. L'unité fonctionnelle et ses matériels doivent être neufs et propres.

### **7.2 Disposition de l'appareillage**

L'appareillage à essayer doit être installé dans la chambre d'essai climatique, comme indiqué en 6.1, dans sa position normale de service. La disposition d'essai de l'unité fonctionnelle ne doit pas être plus favorable que la disposition normale de service, notamment en ce qui concerne les connexions extérieures.

Le raccordement doit être effectué de façon que l'unité fonctionnelle puisse être alimentée sous sa tension assignée à partir d'une source triphasée.

## 8 Essai de vieillissement

### 8.1 Essai de vieillissement de niveau 1

L'appareillage doit être installé dans la chambre d'essai climatique et soumis, pendant trois périodes d'essai identiques de sept jours, à des cycles de chaleur humide de 2 h comme indiqué ci-après (voir Figure 2).

La température de la chambre d'essai climatique est augmentée de 30 °C à 50 °C en 40 min, l'humidité relative étant maintenue constamment au-dessus de 95 %. Ces conditions sont maintenues pendant 20 min, et la température est ensuite baissée à 30 °C en 40 min, en laissant libre le taux d'humidité.

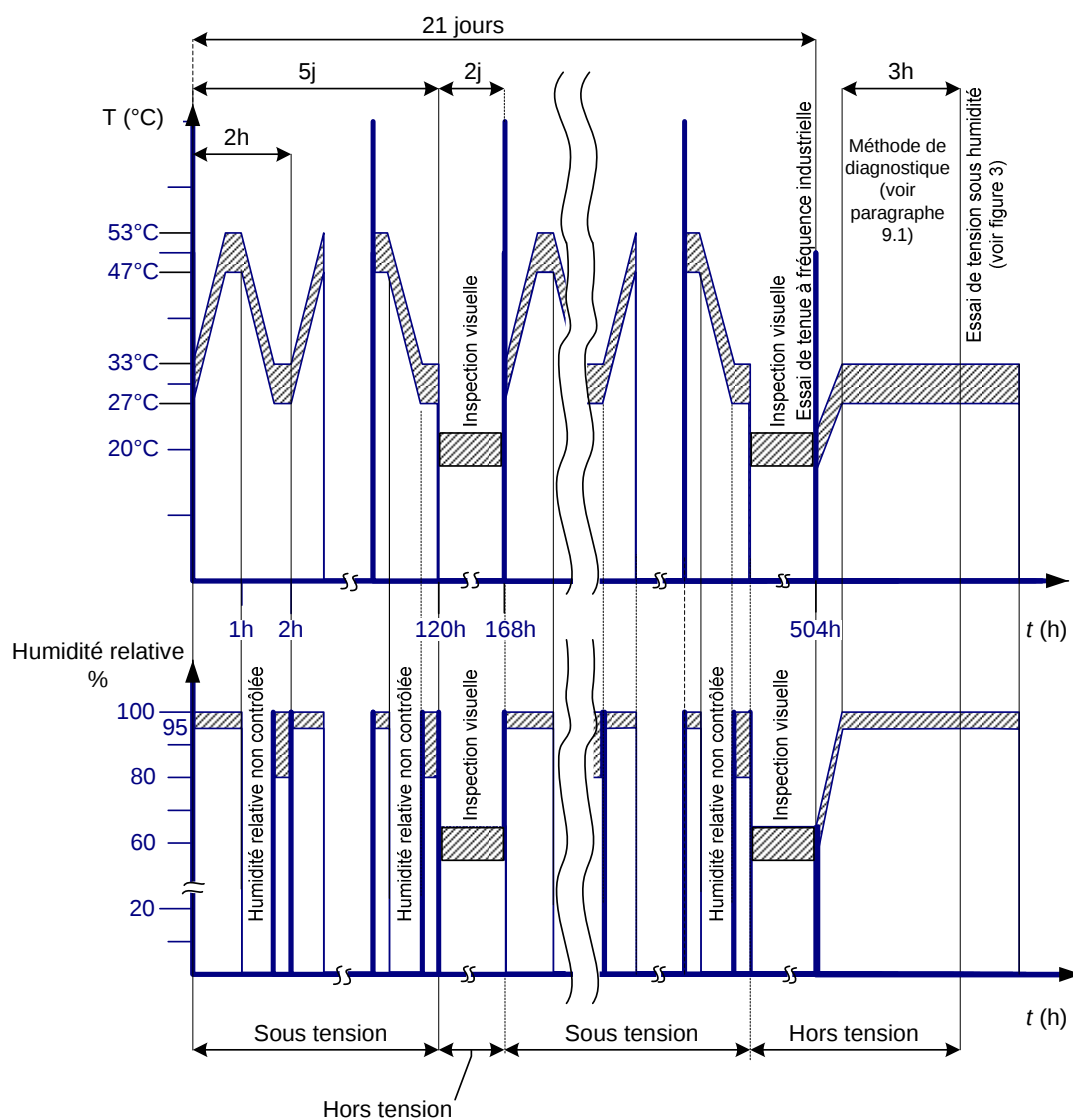
La température est ensuite maintenue à 30 °C pendant 20 min et, au cours de cette période, l'humidité relative est maintenue supérieure à 80 %.

La période d'essai de sept jours est constituée de la façon suivante:

Pendant cinq jours, l'appareillage à essayer est alimenté sous sa tension assignée et soumis à 60 cycles de chaleur humide. L'application de la tension assignée signifie  $U_r$  entre phases et  $U_r/\sqrt{3}$  entre phase et terre. Après ces cinq jours, l'essai est arrêté à la fin de dernier cycle à 30 °C. L'appareillage est mis hors tension. Une inspection visuelle est effectuée, en évitant autant que possible de démonter l'appareillage, dans le but de détecter des traces de début de cheminement sur les surfaces isolantes.

Pendant deux jours, l'appareillage doit être maintenu dans une ambiance climatique proche de l'atmosphère de référence définie dans la CEI 60060-1.

Après achèvement des trois périodes d'essai, le comportement de l'appareillage est évalué conformément à la méthode de diagnostic spécifiée en 9.2.



IEC 846/08

Figure 2 – Essai de vieillissement de niveau 1

## 8.2 Essai de vieillissement de niveau 2

L'essai de vieillissement de niveau 2 comprend un total de sept périodes d'essai identiques de sept jours, suivies de la méthode de diagnostic spécifiée en 9.2.

NOTE Au cas où un appareillage aurait déjà subi avec succès l'essai de vieillissement de niveau 1, il est admis de continuer l'essai immédiatement après la méthode de diagnostic, en appliquant quatre périodes d'essai complémentaires.

## 9 Méthode de diagnostic après l'essai de vieillissement

### 9.1 Généralités

Après l'achèvement des essais de vieillissement, et après avoir atteint la température ambiante, l'appareillage est soumis à des essais diélectriques comme suit, sans aucune opération de type nettoyage, assèchement ou autres. Les transformateurs de potentiels doivent être déconnectés.

## 9.2 Méthode de diagnostic électrique

L'appareillage est d'abord soumis à l'essai de tension de tenue à fréquence industrielle à sec durant 1 min à sa valeur assignée conformément à la CEI 62271-1.

L'appareillage doit être mis hors tension puis la température de la chambre d'essai climatique doit être augmentée à 30 °C et l'humidité maintenue au minimum au-dessus de 95 %. Après 3 h dans ces conditions, l'essai diélectrique suivant est effectué (voir Figure 3).

Une phase est mise sous tension à  $U_r/\sqrt{3}$  où  $U_r$  est la tension assignée de l'appareillage, les deux autres phases étant mises à la terre et raccordées au conducteur de protection de l'appareillage. Après 1 h, la tension est augmentée à  $\sqrt{3} U_r$  pendant 30 s (taux d'accroissement de la tension conformément à 6.3.1 de la CEI 60060-1).

L'essai est répété successivement sur les deux autres phases, l'intervalle entre les essais étant aussi court que possible. Si la configuration de l'appareil et de l'alimentation le permettent, il est possible d'alimenter en même temps les phases A et C. Si l'ensemble des 3 phases sont écrantées (séparées entre elles par un écran mis à la terre), elles peuvent être alimentées ensemble.

Le degré de cheminement doit être enregistré dans le rapport d'essai.

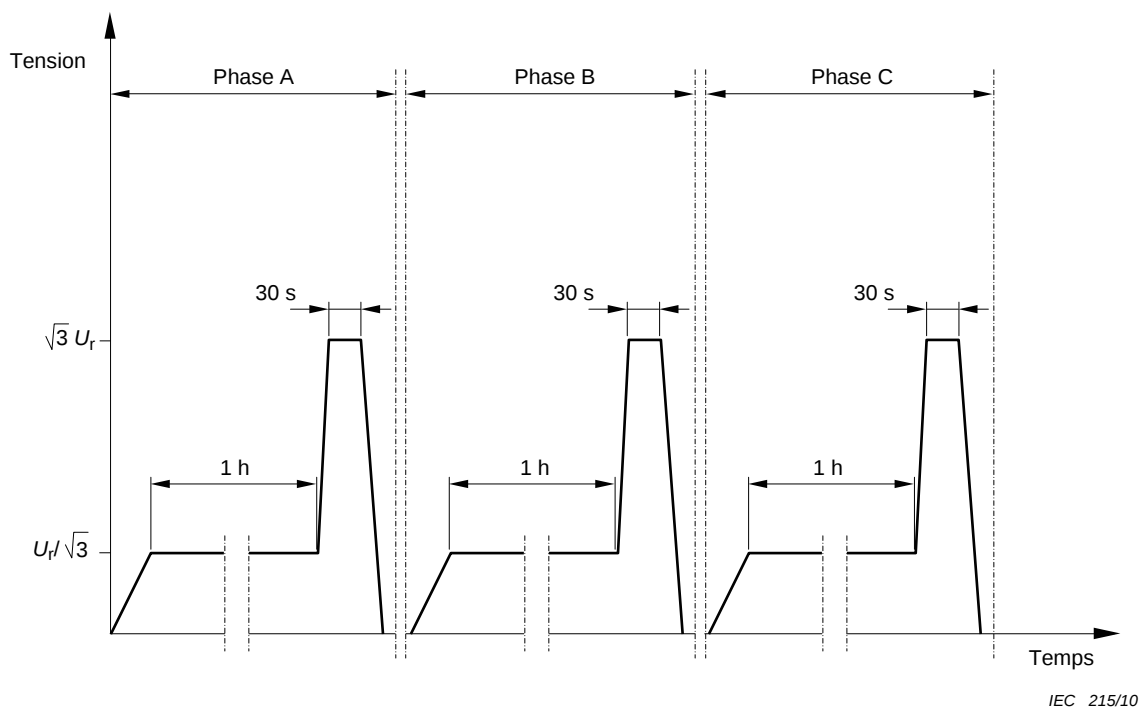


Figure 3 – Essai de tension de tenue à fréquence industrielle sous forte humidité, après essai de vieillissement

## 9.3 Méthode de diagnostic mécanique (option)

Cette méthode de diagnostic n'a pas pour objectif de vérifier les performances mécaniques et la tenue à la corrosion. Néanmoins, les résultats issus de cet essai peuvent donner des informations utiles. Des méthodes spécifiques sont données dans la série CEI 60068.

Des manœuvres mécaniques doivent être réalisées sur le dispositif de coupure et sur les portes de l'unité fonctionnelle.

Les caractéristiques fonctionnelles mécaniques suivantes peuvent être mesurées s'il y a lieu: durées de manœuvre, couples, vitesses de contact, fonctionnement des interverrouillages, etc., et doivent être enregistrées conformément à la CEI 62271-1.

Le degré de corrosion des parties mécaniques doit être noté dans le rapport d'essai.

#### **9.4 Evaluation**

L'appareillage est conforme à la classe de construction 1 ou 2 si les conditions suivantes sont remplies:

- aucune décharge disruptive ne se produit au cours des cycles climatiques effectués lors de l'essai de vieillissement;
- aucune décharge disruptive ne se produit au cours de la méthode de diagnostic;
- si l'option de 9.3 est choisie, les caractéristiques fonctionnelles de l'appareillage doivent rester dans la plage de tolérances donnée par le fabricant.

## **Annexe A** **(normative)**

### **Cycles climatiques**

#### **A.1 Remarques à propos des cycles climatiques**

Le cycle climatique décrit dans la présente spécification technique est identique à celui décrit dans la première édition de la CEI 60932. Ce cycle climatique a donné des résultats satisfaisants pendant plus de 15 années d'utilisation.

L'objectif de ce cycle climatique est de provoquer de la condensation sur les pièces isolantes de l'appareil en essai dans le but d'évaluer le comportement diélectrique dans ces conditions.

La condensation apparaît toujours immédiatement lorsque la température de l'objet est plus basse que le point de rosée dans l'air ambiant. L'appareil décrit en 7.1 est constitué de plusieurs composants possédant leur propre constante thermique. Si les constantes thermiques de tous les composants sont longues comparativement à la moitié du cycle climatique, la température de tous les composants oscille légèrement autour de la température moyenne des cycles climatiques. Par conséquent, la température de l'objet est pendant presque la moitié du cycle en-dessous du point de condensation de l'air ambiant et la condensation se produit pendant au moins tout ce temps.

#### **A.2 Origine de l'apparition d'une couche conductrice, produite par le cycle de condensation sur les parties isolantes de l'appareillage à haute tension**

Cette explication a été fournie par des chimistes compétents dans le cadre d'une collaboration avec des laboratoires Haute tension, après avoir analysé comparativement les dépôts sur des isolations ayant été exposées naturellement à la condensation durant des années (en service) et artificiellement durant plusieurs semaines (methode A de la première édition de la CEI 60932).

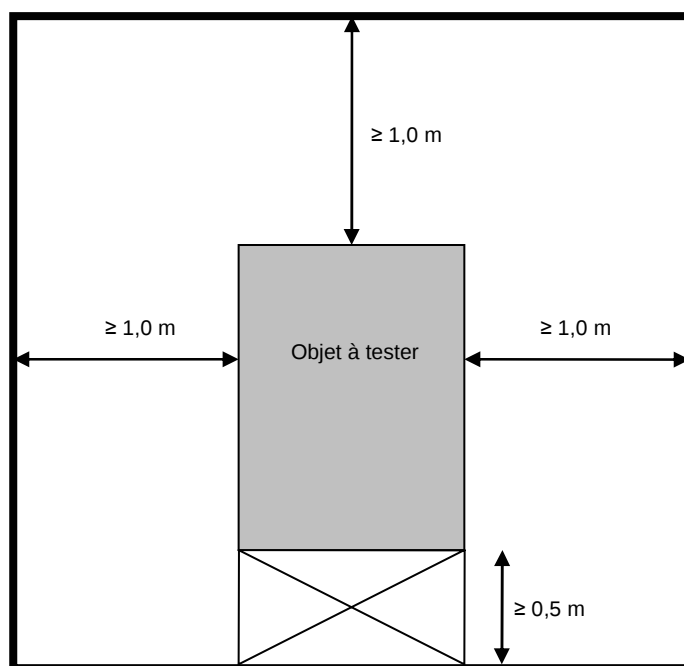
L'air atmosphérique se compose essentiellement d'azote ( $N_2$ ) à 78 %. En présence de décharges (de surface) à haute tension, et catalysé par le rayonnement des UV dû à l'effet corona, de l'azote ( $N_2$ ) se combine avec de l'eau de condensation ( $H_2O$ ), pour produire de petites quantités d'acide nitreux ( $HNO_2$ ) et d'acide nitrique ( $HNO_3$ ). Ces acides, dissous dans l'eau, réagissent à leur tour avec les métaux en présence, comme l'aluminium (Al), l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le fer (Fe), pour produire des sels d'azote conducteurs qui se déposent lors de l'assèchement et se concentrent par endroits. La présence de ces chemins conducteurs irréguliers mène au cheminement sur les surfaces isolantes. Les sels d'azote en question ont été détectés par analyse spectrographique des dépôts trouvés sur les surfaces isolantes à la fin de l'essai conduit selon la méthode A.

En utilisant la méthode B de la première édition de la CEI 60932, l'analyse spectrographique a principalement montré la présence de dépôts de Na Cl, de petites quantités de sels de chlorure de métal et des traces de sels de nitrure. La concentration chimique était plus haute, mais le temps d'exposition était moindre.

Une comparaison entre laboratoires réalisées sur des pièces isolantes en résine époxyde a montré une bonne corrélation entre les résultats obtenus avec l'application de la méthode A ou B de la première édition de la CEI 60932.

**Annexe B**  
(normative)**Chambre climatique**

L'objet à tester doit être placé dans la chambre d'essai de manière à respecter les distances minimales aux murs comme l'indique la Figure B.1.



IEC 848/08

**Figure B.1 – Chambre d'essai climatique**

## Annexe C (informative)

### Exemple d'environnements typiques

Le Tableau C.1 suivant est destiné à donner des exemples de la détermination du niveau de pollution en se basant sur la description d'environnement typiques.

**Tableau C.1 – Exemples d'environnement typiques**

| Niveau de pollution                                                                                                                                                                  | Exemple d'environnements typiques                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Faible</b><br><br>Toutes ces zones doivent être situées à des distances d'au moins 10 km à 20 km de la mer et ne doivent pas être exposées aux vents venant directement de la mer | - Zones sans industries et avec une faible densité d'habitations équipées d'installations de chauffage                                                             |
|                                                                                                                                                                                      | - Régions agricoles                                                                                                                                                |
|                                                                                                                                                                                      | - Régions montagneuses                                                                                                                                             |
| <b>Fort</b>                                                                                                                                                                          | - Zones avec industries ne produisant pas de fumées particulièrement polluantes et/ou avec une densité moyenne d'habitations équipées d'installations de chauffage |
|                                                                                                                                                                                      | - Zones exposées au vent de mer, mais pas trop proches de la côte (distantes d'au moins quelques kilomètres)                                                       |
|                                                                                                                                                                                      | - Zones avec forte densité d'industries et banlieues de grandes villes avec forte densité d'installations de chauffage polluantes                                  |
|                                                                                                                                                                                      | - Zones proches de la mer                                                                                                                                          |

\_\_\_\_\_



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](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)