

**RAPPORT  
TECHNIQUE – TYPE 2**

**TECHNICAL  
REPORT – TYPE 2**

**CEI  
IEC**

**61464**

Première édition  
First edition  
1998-08

---

---

**Traversées isolées –**

**Guide d'interprétation de l'analyse  
des gaz dissous (AGD) dans les traversées  
où l'huile est l'imprégnant de l'isolation principale  
(papier généralement)**

**Insulated bushings –**

**Guide for the interpretation of dissolved gas  
analysis (DGA) in bushings where oil is  
the impregnating medium of the main insulation  
(generally paper)**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**P**

*For price, see current catalogue*  
*For price, see current catalogue*

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION .....	8
Articles	
1 Domaine d'application .....	12
2 Références normatives.....	12
3 Interprétation des résultats d'analyse des gaz dissous (AGD) des traversées à l'huile.....	14
3.1 Gaz produits par la décomposition de l'huile et du papier .....	14
3.2 Gaz-clés, concentrations et rapports de concentrations des gaz .....	16
3.3 Méthode d'interprétation des résultats d'analyse des gaz dissous .....	18
4 Rapport des résultats .....	20
Figure 1.....	24
Annexe A (informative) Méthode de prélèvement d'huile.....	26

# CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
INTRODUCTION .....	9
Clause	
1 Scope .....	13
2 Normative references .....	13
3 Interpretation of results of dissolved gas analysis (DGA) of oil-impregnated bushings.....	15
3.1 Gases generated from the decomposition of oil and paper .....	15
3.2 Key gases, gas concentrations and ratios .....	17
3.3 Method of interpretation of dissolved gas analysis results .....	19
4 Report of results .....	21
Figure 1.....	25
Annex A (informative) Oil sample technique .....	27

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### TRAVERSÉES ISOLÉES –

### **Guide d'interprétation de l'analyse des gaz dissous (AGD) dans les traversées où l'huile est l'imprégnant de l'isolation principale (papier généralement)**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes Internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la norme nationale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, 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;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques des types 1 et 2 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. Les rapports techniques du type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## INSULATED BUSHINGS –

**Guide for the interpretation of dissolved gas analysis (DGA)  
in bushings where oil is the impregnating medium of  
the main insulation (generally paper)**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The 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 report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

La CEI 61464, rapport technique de type 2, a été établie par le sous-comité 36A: Traversées isolées, du comité d'études 36 de la CEI: Isolateurs.

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

Projet de comité	Rapport de vote
36A/61/CDV	36A/66/RVC

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.

Le présent document est publié dans la série des documents techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.3.2.2 de la partie 1 des *Directives ISO/CEI*) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine des traversées isolées, car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

Le contenu du corrigendum de janvier 2003 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IEC 61464, which is a technical report of type 2, has been prepared by subcommittee 36A: Insulated bushings, of IEC technical committee 36: Insulators.

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

Committee draft	Report on voting
36A/61/CDV	36A/66/RVC

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

This document is being issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.3.2.2 of part 1 of the *ISO/IEC Directives*) as a “prospective standard for provisional application” in the field of insulated bushings because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This technical report is not to be regarded as an “International Standard”. It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for another three years, conversion into an International Standard or withdrawal.

Annex A is for information only.

The contents of the corrigendum of January 2003 have been included in this copy.

## INTRODUCTION

Dans les traversées à huile et papier imprégné, des gaz peuvent être produits en raison:

- des méthodes de fabrication;
- du vieillissement normal;
- mais aussi, à plus grande échelle, en raison de contraintes thermiques et/ou électriques excessives, qui peuvent conduire à l'apparition d'un défaut.

Il est souhaitable de détecter un défaut au premier stade de son développement de manière à prévenir tout endommagement important de la traversée et de l'appareil à laquelle elle est raccordée.

Quand un défaut n'est pas important, les gaz produits seront normalement dissous dans l'huile, une petite quantité d'entre eux pouvant à la longue diffuser de la phase liquide vers la phase gazeuse en partie supérieure. L'extraction des gaz dissous à partir d'un échantillon d'huile et la détermination de la nature et de la concentration de ces gaz constituent un moyen de détection de tels défauts; le type et l'importance d'un défaut peuvent souvent être déduits de la composition des gaz et de la vitesse à laquelle ils sont produits.

L'analyse des gaz dissous (AGD) est une technique de détection de certaines catégories de défauts affectant des appareils à remplissage d'huile qui ne peuvent être facilement mis en évidence par d'autres méthodes conventionnelles. Elle constitue parfois une intéressante source d'informations suite à l'exploitation d'équipements ou de réseaux dans des conditions anormales.

Dans les cas de

- échauffement localisé,
- décharges partielles et/ou
- décharges d'arcs,

les produits gazeux de décomposition de l'huile et de l'isolation solide apparaissent avec une empreinte caractéristique. La composition de ces gaz dépend principalement des matériaux impliqués, de la température atteinte et de l'énergie disponible pour décomposer les matériaux.

Les règles pour l'interprétation de l'analyse des gaz dissous dans le cas des transformateurs de puissance et d'autres matériels électriques remplis d'huile sont définies dans la CEI 60599.

Le rapport quantitatif huile/papier étant différent entre les traversées à huile et les transformateurs, la publication CEI 60599 ne peut être directement appliquée.

L'importance des techniques d'analyse des gaz dissous pour les traversées a donc conduit à la préparation de ce rapport technique de type 2.

Outre l'interprétation des résultats d'AGD, des procédures d'échantillonnage de l'huile dans les traversées à l'huile et au papier imprégné sont données afin de respecter des exigences spécifiques. Ces procédures sont décrites dans l'annexe A.

Ce rapport technique de type 2 indique comment il convient d'interpréter les concentrations des gaz dissous pour diagnostiquer l'état des traversées. Il est établi sur la base d'une étude statistique de plus de 500 traversées ayant jusqu'à 35 ans de service et recouvrant huit constructeurs différents, qui n'ont pas montré de signes de défauts en exploitation.



## INTRODUCTION

In oil-filled and impregnated paper bushings gases may be formed due to:

- manufacturing process techniques;
- normal ageing;
- but also, to a much greater extent, as a result of thermal and/or electrical overstress, which may lead to the development of a fault.

It is valuable to detect a fault at an early stage of its development to prevent serious damage of the bushing and the equipment to which it is connected.

Where a fault is not severe, the gases formed will normally dissolve in the oil with a small proportion eventually diffusing from the liquid into any gas phase above it. Extracting dissolved gas from a sample of the oil and determining the amount and composition of this gas is a means of detecting such faults and the type and severity of any faults may often be inferred from the composition of the gas and the rate at which it is formed.

The dissolved gas analysis (DGA) is a technique for detecting certain types of faults in oil filled equipment which may not easily be detected by other conventional methods. It may sometimes be a valuable source of relevant information on abnormal equipment or system operation.

In the event of

- local overheating,
- partial discharge and/or
- arc discharge,

gaseous decomposition products of the oil and of the solid insulation are formed with a characteristic composition. The composition of gases basically depends on the materials involved, as well as on the temperature reached and the energy available to decompose the materials.

Rules for interpretation of DGA for power transformers and other oil-filled electrical equipment is the subject of IEC 60599.

Due to the fact that the ratio of oil to paper in oil impregnated bushings is different to that of transformers, IEC 60599 cannot be applied directly.

The importance of DGA techniques for bushings has consequently led to the preparation of this technical report type 2.

Besides the interpretation of the DGA results, procedures for the oil sampling from oil-filled and impregnated paper bushings are given due to specific requirements. The procedures are described in annex A.

This technical report type 2 describes how the concentrations of dissolved gases may be interpreted to diagnose the condition of the bushings. It is based on a statistical evaluation of more than 500 bushings in service for up to 35 years belonging to eight different manufacturers and which did not give any cause for suspicion when in operation.

Hormis les concentrations en gaz, les rapports de concentration de certains d'entre eux sont utilisés pour diagnostiquer l'état des traversées. Les rapports recommandés ont également été établis à partir d'essais en laboratoire de simulation de décharges partielles et de points chauds.<sup>1)</sup>

Le but de l'AGD est de détecter un défaut naissant dans les traversées à l'huile au premier stade du développement de manière à éviter une défaillance. L'AGD permet de déceler certains types de défauts et défaillances qui ne sont pas facilement mis en évidence par des mesures électriques.

L'analyse des gaz dissous est une méthode d'estimation de l'état des traversées. Il convient d'obtenir des informations complémentaires par des essais électriques (par exemple mesures de capacité, tangente delta ou décharges partielles) pour appuyer le diagnostic.

Les techniques de laboratoire pour l'extraction des gaz de l'huile et l'analyse chromatographique sont données dans la CEI 60567.

---

<sup>1)</sup> Résultats publiés dans *Electra*, **42**, oct. 1975, p. 31–52.

Besides the gas concentrations, ratios of certain gas concentrations are used for the diagnosis of the status of the bushings. The recommended ratios are also based on laboratory models with simulation of partial discharge and hot spots.<sup>1)</sup>

The role of DGA is to detect an incipient fault in oil-impregnated paper bushings at an early stage in order to prevent failure. The DGA can detect certain types of incipient failure and faults which are not easily detectable by electrical tests.

Dissolved gas analysis is one method of assessing the condition of a bushing. Additional information should be obtained from electrical tests (e.g. capacitance, tangent delta or partial discharge measurement) to support the diagnosis.

Laboratory techniques for the extraction of gases from the oil samples and for the chromatography analysis are given in IEC 60567.

---

1) Results published in *Electra* **42**, October 1975, p. 31–52.

## TRAVERSÉES ISOLÉES –

### **Guide d'interprétation de l'analyse des gaz dissous (AGD) dans les traversées où l'huile est l'imprégnant de l'isolation principale (papier généralement)**

#### **1 Domaine d'application**

Le présent rapport technique donne des orientations pour l'interprétation de l'analyse des gaz dissous (AGD), établies pour les traversées en service où l'isolation principale (généralement du papier) est imprégnée avec de l'huile minérale conforme à la CEI 60296.

Ce rapport technique est applicable aux traversées en service à isolation huile/papier imprégné.

Il convient d'appliquer avec précaution la méthode à d'autres types de matériaux, comme les hydrocarbures synthétiques à base de dodécylbenzène définis dans la CEI 60867, jusqu'à ce qu'un complément d'expérience soit acquis.

Il convient de considérer l'information obtenue à partir de l'interprétation d'une analyse des gaz dissous sur un échantillon d'huile prélevé dans une traversée comme un guide, et il est recommandé que toute action à entreprendre soit décidée en tenant compte des impératifs d'exploitation.

#### **2 Références normatives**

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO tiennent à jour le registre des normes internationales en vigueur.

CEI 60137:1995, *Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V*

CEI 60296:1982, *Spécifications des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion*

CEI 60567:1992, *Guide d'échantillonnage de gaz et d'huile dans les matériels électriques immergés, pour l'analyse des gaz libres et dissous*

CEI 60599:1978, *Interprétation de l'analyse des gaz dans les transformateurs et autres matériels électriques remplis d'huile en service* <sup>1)</sup>

CEI 60867:1993, *Isolants liquides – Spécifications pour liquides neufs à base d'hydrocarbures aromatiques de synthèse*

---

<sup>1)</sup> Deuxième édition à publier.

## **INSULATED BUSHINGS –**

### **Guide for the interpretation of dissolved gas analysis (DGA) in bushings where oil is the impregnating medium of the main insulation (generally paper)**

#### **1 Scope**

This technical report gives guidance for the interpretation of dissolved gas analysis (DGA) which has been developed for bushings, in service, where the main insulation (generally paper) is impregnated with mineral insulating oil according to IEC 60296.

This technical report is applicable to oil-filled and impregnated paper bushings in service.

Until further experience has been gained, the methods should be applied with caution in relation to other materials, e.g. synthetic hydrocarbons based on dodecylbenzene, according to IEC 60867.

The indication obtained by the interpretation of a dissolved gas analysis of an oil sample taken out of a bushing should be viewed as a guide and any resulting action should be undertaken with proper engineering judgement.

#### **2 Normative references**

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical report. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision and parties to agreements based on this technical report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents listed below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60137:1995, *Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V*

IEC 60296:1982, *Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60567:1992, *Guide for the sampling of gases and of oil from oil-filled electrical equipment and for the analysis of free and dissolved gases*

IEC 60599:1978, *Interpretation of the analysis of gases in transformers and other oil-filled electrical equipment in service*<sup>1)</sup>

IEC 60867:1993, *Insulating liquids – Specifications for unused liquids based on synthetic aromatic hydrocarbons*

---

<sup>1)</sup> Second edition to be published.