IEC 60599

Edition 4.0 2022-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Mineral oil-filled electrical equipment in service – Guidance on the interpretation of dissolved and free gases analysis

Matériels électriques remplis d'huile minérale en service – Recommandations relatives à l'interprétation de l'analyse des gaz dissous et des gaz libres

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 17.220.99; 29.040.10; 29.180

ISBN 978-2-8322-3696-3

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

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 5
INTRODUCTION 7
1 Scope 8
2 Normative references 8
3 Terms, definitions and abbreviated terms 8
3.1 Terms and definitions 8
3.2 Abbreviated terms 10
3.2.1 Chemical names and formulae 10
3.2.2 General abbreviated terms 10
4 Mechanisms of gas formation 11
4.1 Decomposition of oil 11
4.2 Decomposition of cellulosic insulation 12
4.3 Stray gassing of oil 12
4.4 Other sources of gas 12
5 Identification of faults 12
5.1 General 12
5.2 Dissolved gas compositions 13
5.3 Types of faults 13
5.4 Basic gas ratios 13
5.5 CO_2/CO ratio 15
5.6 O_2/N_2 ratio 15
5.7 C_2H_2/H_2 ratio 16
5.8 C_3 hydrocarbons 16
5.9 Evolution of faults 16
5.10 Graphical representations 16
6 Conditions for calculating ratios 17
6.1 Examination of DGA values 17
6.2 Uncertainty on gas ratios 17
7 Application to free gases in gas relays 17
8 Gas concentration levels in service 19
8.1 Probability of failure in service 19
8.1.1 General 19
8.1.2 Calculation methods 20
8.2 Typical concentration values 20
8.2.1 General 20
8.2.2 Calculation methods 20
8.2.3 Choice of normality percentages 20
8.2.4 Alarm concentration values 20
8.3 Rates of gas increase 21
9 Recommended method of DGA interpretation 21
10 Report of results 22
Annex A (informative) Equipment application notes 24
A.1 General warning 24
A.2 Power transformers 24

A.2.1 Specific subtypes 24
A.2.2 Typical faults 24
A.2.3 Identification of faults by DGA 25
A.2.4 Typical concentration values 25
A.2.5 Typical rates of gas increase 26
A.2.6 Specific information to be added to the DGA report 27
A.3 Industrial and special transformers 27
A.3.1 Specific subtypes 27
A.3.2 Typical faults 27
A.3.3 Identification of faults by DGA 28
A.3.4 Typical concentration values 28
A.4 Instrument transformers 29
A.4.1 Specific subtypes 29
A.4.2 Typical faults 29
A.4.3 Identification of faults by DGA 29
A.4.4 Typical concentration values 30
A.5 Oil-impregnated paper bushings 30
A.5.1 Specific subtypes 30
A.5.2 Typical faults 30
A.5.3 Identification of faults by DGA 31
A.5.4 Typical concentration values 31
A.6 Oil-filled cables 32
A.6.1 Typical faults 32
A.6.2 Identification of faults by DGA 32
A.6.3 Typical concentration values 32
A.7 Switching equipment 33
A.7.1 Specific subtypes 33
A.7.2 Normal operation 33
A.7.3 Typical faults 33
A.7.4 Identification of faults by DGA 33
A.8 Equipment filled with non-mineral fluids 34
Annex B (informative) Graphical representations of gas ratios 35
Bibliography 39

Figure 1 – Flow chart 23
Figure B.1 – Graphical representation 1 of gas ratios 35
Figure B.2 – Graphical representation 2 of gas ratios 36
Figure B.3 – Graphical representation 3 of gas ratios – Duval's triangle 1 for transformers, bushings and cables 37
Figure B.4 – Graphical representation 4 of gas ratios – Duval's triangle 2 for OLTCs (see A.7.2) 38

Table 1 – DGA interpretation table 14
Table 2 – Simplified scheme of interpretation 14
Table 3 – Ostwald solubility coefficients for various gases in mineral insulating oils 19
Table A.1 – Typical faults in power transformers 25
Table A.2 – Ranges of 90 % typical gas concentration values observed in power transformers 26

Table A.3 – Ranges of 90 % typical rates of gas increase observed in power transformers (all types) 26
Table A.4 – Examples of 90 % typical concentration values observed on individual networks 28
Table A.5 – Ranges of 90 % typical concentration values observed in WTTs 28
Table A.6 – Typical faults in instrument transformers 29
Table A.7 – Ranges of 90 % typical concentration values observed in instrument transformers 30
Table A.8 – Maximum admissible values for sealed instrument transformers 30
Table A.9 – Typical faults in bushings 31
Table A.10 – Simplified interpretation scheme for bushings 31
Table A.11 – Ranges of 90 % typical concentration values in bushings 32
Table A.12 – Ranges of 95 % typical concentration values observed on cables 33
Table A.13 – Typical faults in switching equipment 33

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

MINERAL OIL-FILLED ELECTRICAL EQUIPMENT IN SERVICE – GUIDANCE ON THE INTERPRETATION OF DISSOLVED AND FREE GASES ANALYSIS

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.

IEC 60599 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2015. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) revision of Clause A.5 on bushings, at the request of IEC subcommittee 36A, in order to transfer to IEC 60599 the corresponding contents of IEC TR 61464 [1][1] relating to DGA in bushings and include the new information on DGA in bushings available in CIGRE Technical Brochure 771 (2019) [2];

_____

1 Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

b) revision of Clause A.3 on wind turbine transformers, in order to include in IEC 60599 the new information on DGA in wind turbine transformers available in CIGRE Technical Brochure 771 (2019) [2].

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
10/1164/FDIS	10/1174/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

INTRODUCTION

Dissolved and free gas analysis (DGA) is one of the most widely used diagnostic tools for detecting and evaluating faults in electrical equipment filled with insulating liquid. However, interpretation of DGA results is often complex and should always be done with care, involving experienced insulation maintenance personnel.

This document gives information for facilitating this interpretation. The first edition, published in 1978, has served the industry well, but had its limitations, such as the absence of a diagnosis in some cases, the absence of concentration levels and the fact that it was based mainly on experience gained from power transformers. The second edition (2015) attempted to address some of these shortcomings. Interpretation schemes were based on observations made after inspection of a large number of faulty oil-filled equipment in service and concentrations levels deduced from analyses collected worldwide.

MINERAL OIL-FILLED ELECTRICAL EQUIPMENT IN SERVICE – GUIDANCE ON THE INTERPRETATION OF DISSOLVED AND FREE GASES ANALYSIS

1 Scope

This document describes how the concentrations of dissolved gases or free gases can be interpreted to diagnose the condition of oil-filled electrical equipment in service and suggest future action.

This document is applicable to electrical equipment filled with mineral insulating oil and insulated with cellulosic paper or pressboard-based solid insulation. Information about specific types of equipment such as transformers (power, instrument, industrial, railways, distribution), reactors, bushings, switchgear and oil-filled cables is given only as an indication in the application notes.

This document can be applied, but only with caution, to other liquid-solid insulating systems.

In any case, the indications obtained are given only as guidance with resulting action undertaken only with proper engineering judgment.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60475, *Method of sampling insulating liquids*

IEC 60567:2011, *Oil-filled electrical equipment – Sampling of gases and analysis of free and dissolved gases – Guidance*

IEC 61198, *Mineral insulating oils – Methods for the determination of 2-furfural and related compounds*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 43
INTRODUCTION 45
1 Domaine d'application 46
2 Références normatives 46
3 Termes, définitions et termes abrégés 46
3.1 Termes et définitions 46
3.2 Termes abrégés 49
3.2.1 Noms et formules chimiques 49
3.2.2 Termes abrégés généraux 49
4 Mécanismes de formation des gaz 50
4.1 Décomposition de l'huile 50
4.2 Décomposition de l'isolation cellulosique 50
4.3 Stray gassing de l'huile 51
4.4 Autres sources de gaz 51
5 Identification des défauts 51
5.1 Généralités 51
5.2 Composition des gaz dissous 52
5.3 Types de défauts 52
5.4 Rapports fondamentaux de gaz 52
5.5 Rapport CO_2/CO 54
5.6 Rapport O_2/N_2 55
5.7 Rapport C_2H_2/H_2 55
5.8 Hydrocarbures en C_3 55
5.9 Évolution des défauts 55
5.10 Représentations graphiques 56
6 Conditions de calcul des rapports 56
6.1 Examen des valeurs d'AGD 56
6.2 Incertitude sur les rapports de gaz 57
7 Application aux gaz libres dans les relais de protection réagissant aux gaz 57
8 Niveaux en service des concentrations de gaz 59
8.1 Probabilité de défaillance en service 59
8.1.1 Généralités 59
8.1.2 Méthodes de calcul 59
8.2 Valeurs types de concentration 60
8.2.1 Généralités 60
8.2.2 Méthodes de calcul 60
8.2.3 Choix des pourcentages de normalité 60
8.2.4 Valeurs d'alarme de concentration 60
8.3 Vitesses d'accroissement de gaz 61
9 Méthode recommandée pour l'interprétation des AGD 61
10 Rapport des résultats 62
Annex A (informative) Notes d'application aux matériels 64
A.1 Avertissement général 64
A.2 Transformateurs de puissance 64

A.2.1 Catégories spécifiques 64
A.2.2 Défauts types 64
A.2.3 Identification des défauts par AGD 65
A.2.4 Valeurs types de concentration 66
A.2.5 Vitesses d'accroissement de gaz types 66
A.2.6 Informations spécifiques à joindre au rapport d'AGD 67
A.3 Transformateurs industriels et transformateurs spéciaux 67
A.3.1 Catégories spécifiques 67
A.3.2 Défauts types 68
A.3.3 Identification des défauts par AGD 68
A.3.4 Valeurs types de concentration 68
A.4 Transformateurs de mesure 69
A.4.1 Catégories spécifiques 69
A.4.2 Défauts types 70
A.4.3 Identification des défauts par AGD 70
A.4.4 Valeurs types de concentration 70
A.5 Traversées en papier imprégné d'huile 71
A.5.1 Catégories spécifiques 71
A.5.2 Défauts types 71
A.5.3 Identification des défauts par AGD 72
A.5.4 Valeurs types de concentration 72
A.6 Câbles à huile fluide 73
A.6.1 Défauts types 73
A.6.2 Identification des défauts par AGD 73
A.6.3 Valeurs types de concentration 74
A.7 Matériels de coupure 74
A.7.1 Catégories spécifiques 74
A.7.2 Fonctionnement normal 74
A.7.3 Défauts types 74
A.7.4 Identification des défauts par AGD 75
A.8 Matériels remplis de fluides non minéraux 75
Annex B (informative) Représentations graphiques des rapports de gaz 76
Bibliographie 80

Figure 1 – Ordinogramme 63
Figure B.1 – Représentation graphique n° 1 des rapports de gaz 76
Figure B.2 – Représentation graphique n° 2 des rapports de gaz 77
Figure B.3 – Représentation graphique n° 3 des rapports de gaz – Triangle de Duval no 1 pour les transformateurs, les traversées et les câbles 78
Figure B.4 – Représentation graphique n° 4 des rapports de gaz – Triangle de Duval no 2 pour les OLTC (voir A.7.2) 79

Tableau 1 – Table d'interprétation d'AGD 53
Tableau 2 – Schéma d'interprétation simplifié 53
Tableau 3 – Coefficients de solubilité d'Ostwald pour différents gaz dans les huiles minérales isolantes 58
Tableau A.1 – Défauts types dans les transformateurs de puissance 65

Tableau A.2 – Plages de valeurs types de concentration de gaz à 90 % observées dans les transformateurs de puissance 66
Tableau A.3 – Plages de vitesses d'accroissement de gaz types à 90 % observées dans les transformateurs de puissance (tous types confondus) 67
Tableau A.4 – Exemples de valeurs types à 90 % de concentration observées sur des réseaux individuels 69
Tableau A.5 – Plages de valeurs types à 90 % de concentration observées sur les transformateurs pour éoliennes (WTT) 69
Tableau A.6 – Défauts types dans les transformateurs de mesure 70
Tableau A.7 – Plages de valeurs types à 90 % de concentration observées sur les transformateurs de mesure 71
Tableau A.8 – Valeurs maximales admissibles pour transformateurs de mesure hermétiques 71
Tableau A.9 – Défauts types dans les traversées 72
Tableau A.10 – Schéma d'interprétation simplifié pour les traversées 72
Tableau A.11 – Plages de valeurs types à 90 % de concentration dans les traversées 73
Tableau A.12 – Plages de valeurs types à 95 % de concentration observées sur des câbles 74
Tableau A.13 – Défauts types dans les matériels de coupure 75

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MATÉRIELS ÉLECTRIQUES REMPLIS D'HUILE MINÉRALE EN SERVICE – RECOMMANDATIONS RELATIVES À L'INTERPRÉTATION DE L'ANALYSE DES GAZ DISSOUS ET DES GAZ LIBRES

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60599 a été établie par le comité d'études 10 de l'IEC: Fluides pour applications électrotechniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2015. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) révision de l'Article A.5 sur les traversées, à la demande du sous-comité 36A de l'IEC, afin de transférer à l'IEC 60599 le contenu qui correspond à l'IEC TR 61464 [1][1] relatif à l'AGD dans les traversées. Elle vise également à transférer les nouvelles informations relatives à l'AGD dans les traversées, disponibles dans la Brochure technique CIGRE 771 (2019) [1];

b) révision de l'Article A.3 sur les transformateurs pour éoliennes afin de transférer à l'IEC 60599 les nouvelles informations relatives à l'AGD dans les transformateurs pour éoliennes, disponibles dans la Brochure technique CIGRE 771 (2019) [1].

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
10/1164/FDIS	10/1174/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

[1] Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

INTRODUCTION

L’analyse des gaz libres et des gaz dissous dans l'huile (AGD) est l'un des outils de diagnostic les plus couramment utilisés pour la détection et l'évaluation de défauts dans les matériels électriques remplis de liquide isolant. Cependant, l'interprétation des résultats d'AGD est souvent complexe et il convient qu'elle soit toujours faite avec prudence, en faisant appel à du personnel expérimenté en maintenance des isolants.

Le présent document fournit des informations qui visent à faciliter cette interprétation. La première édition, parue en 1978, a bien servi l'industrie électrique, mais avait ses limites, comme l'absence de diagnostic dans certains cas, l'absence de niveaux de concentration et le fait de reposer principalement sur l'expérience acquise avec les transformateurs de puissance. La deuxième édition (2015) a tenté de remédier à certaines de ces insuffisances. Les schémas d'interprétation étaient fondés sur des observations qui résultent d'examens effectués sur un grand nombre d'appareils remplis d'huile, après un défaut en service, et sur les niveaux de concentration qui résultent d'analyses recueillies dans le monde entier.

MATÉRIELS ÉLECTRIQUES REMPLIS D'HUILE MINÉRALE EN SERVICE – RECOMMANDATIONS RELATIVES À L'INTERPRÉTATION DE L'ANALYSE DES GAZ DISSOUS ET DES GAZ LIBRES

1 Domaine d'application

Le présent document décrit la façon dont les concentrations de gaz dissous ou de gaz libres peuvent être interprétées pour diagnostiquer l'état des matériels électriques remplis d'huile en service et pour proposer une intervention ultérieure.

Le présent document s'applique aux matériels électriques remplis d'huile minérale isolante et isolés par des isolants solides constitués de papier ou de carton cellulosiques. Des informations relatives aux types spécifiques de matériels tels que les transformateurs (de puissance, de mesure, industriels, ferroviaires, de distribution), les réactances, les traversées, les appareillages de connexion et les câbles à huile fluide sont données, à titre informatif seulement, dans les notes d'application.

Le présent document peut être appliqué, mais uniquement avec prudence, à d'autres systèmes d'isolation liquide-solide.

Dans tous les cas, les indications obtenues sont données uniquement à titre de recommandations et toute action qui en résulte n'est à entreprendre qu'après une appréciation technique convenable.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60475, *Méthode d'échantillonnage des liquides isolants*

IEC 60567:2011, *Matériels électriques immergés – Échantillonnage de gaz et analyse des gaz libres et dissous – Lignes directrices*

IEC 61198, *Huiles minérales isolantes – Méthodes pour la détermination du 2-furfural et ses dérivés*