

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60296

Troisième édition
Third edition
2003-11

**Fluides pour applications électrotechniques –
Huiles minérales isolantes neuves
pour transformateurs et appareillages
de connexion**

**Fluids for electrotechnical applications –
Unused mineral insulating oils
for transformers and switchgear**

© IEC 2003 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, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

P

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application.....	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	12
4 Propriétés de l'huile	14
4.1 Propriétés fonctionnelles	14
4.2 Raffinage et stabilité	16
4.3 Performance	16
4.4 Propriétés liées à l'hygiène, à la sécurité et à l'environnement (HSE)	16
5 Classification, identification, exigences générales de livraison et d'échantillonnage	16
5.1 Classification	16
5.2 Exigences spécifiques	18
5.3 Miscibilité	18
5.4 Identification et exigences générales à la livraison	18
5.5 Echantillonnage	18
6 Propriétés, leur signification et méthodes d'essai.....	18
6.1 Viscosité.....	18
6.2 Point d'écoulement	20
6.3 Teneur en eau	20
6.4 Tension de claquage	20
6.5 Facteur de dissipation diélectrique (FDD)	20
6.6 Aspect	22
6.7 Acidité	22
6.8 Tension interfaciale (TIF).....	22
6.9 Teneur en soufre	22
6.10 Soufre corrosif.....	22
6.11 Teneur en additif antioxydant.....	22
6.12 Stabilité à l'oxydation.....	22
6.13 Gassing	24
6.14 Tendance à la charge électrostatique (TCE)	24
6.15 Point d'éclair.....	24
6.16 Densité	24
6.17 Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	24
6.18 Polychlorobiphényles (PCB)	24
6.19 2-Furfural et composés proches (2-FAL).....	24
7 Exigences spécifiques à des applications particulières	28
7.1 Stabilité à l'oxydation accrue et faible teneur en soufre	28
7.2 Tendance à la charge électrostatique (TCE)	28
7.3 Gassing	28
Bibliographie	30

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope	11
2 Normative references.....	11
3 Terms and definitions	13
4 Properties of oil	15
4.1 Functional properties	15
4.2 Refining and stability	17
4.3 Performance	17
4.4 Health, safety and environment (HSE) properties.....	17
5 Classification, identification, general delivery requirements and sampling.....	17
5.1 Classification	17
5.2 Requirements	19
5.3 Mixability	19
5.4 Identification and general delivery requirements	19
5.5 Sampling	19
6 Properties, their significance and test methods	19
6.1 Viscosity.....	19
6.2 Pour point.....	21
6.3 Water content	21
6.4 Breakdown voltage	21
6.5 Dielectric dissipation factor (DDF)	21
6.6 Appearance	23
6.7 Acidity	23
6.8 Interfacial tension (IFT)	23
6.9 Sulfur content	23
6.10 Corrosive sulfur	23
6.11 Antioxidant additive content.....	23
6.12 Oxidation stability	23
6.13 Gassing	25
6.14 Electrostatic charging tendency (ECT).....	25
6.15 Flash point.....	25
6.16 Density	25
6.17 Polycyclic aromatics (PCA).....	25
6.18 Polychlorinated biphenyls (PCB).....	25
6.19 2-Furfural and related compounds (2-FAL).....	25
7 Specific requirements for special applications.....	29
7.1 Higher oxidation stability and low sulfur content.....	29
7.2 Electrostatic charging tendency (ECT)	29
7.3 Gassing	29
Bibliography.....	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FLUIDES POUR APPLICATIONS ÉLECTROTECHNIQUES – HUILES MINÉRALES ISOLANTES NEUVES POUR TRANSFORMATEURS ET APPAREILLAGES DE CONNEXION

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 n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 Norme internationale CEI 60296 a été établie par le comité d'études 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1982, et son amendement 1 (1986) et constitue une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente concernent les trois classes qui ont été remplacées par deux classes seulement: huile pour transformateur et huile pour appareillage de connexion basse température. Un nouveau concept, la température minimale de démarrage en puissance, a été introduit; de nouvelles propriétés ont été ajoutées (par exemple la tendance à la charge); et les valeurs concernant les propriétés ont été révisées.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FLUIDS FOR ELECTROTECHNICAL APPLICATIONS –**UNUSED MINERAL INSULATING OILS
FOR TRANSFORMERS AND SWITCHGEAR**

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60296 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 1982 and its amendment 1 (1986), and constitutes a technical revision.

Main changes with regard to previous edition include: the three classes of previous edition have been replaced by only two: transformer oil and low temperature switchgear oil, but a new concept, the lowest cold start energizing temperature, has been included; new properties have been added (i.e. charging tendency); values for properties have been revised.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
10/566/FDIS	10/569/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2008. A cette date, la publication sera:

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une révision révisée, ou
- amendée.

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

FDIS	Report on voting
10/566/FDIS	10/569/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2008. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Précautions générales – Protection de la santé, de la sécurité et de l'environnement

Cette Norme Internationale ne vise pas à répondre à tous les problèmes de sécurité liés à son utilisation. L'utilisateur de cette norme a la responsabilité de mettre en place les pratiques d'hygiène et de sécurité adéquates, et de vérifier avant utilisation si des contraintes réglementaires s'appliquent.

Il convient que les huiles minérales isolantes dont traite cette norme soient manipulées en respectant l'hygiène personnelle. Le contact direct avec les yeux peut provoquer une irritation. En cas de contact oculaire, il est recommandé d'appliquer un copieux lavage à l'eau courante propre, et de demander un avis médical. Certains des essais spécifiés dans cette norme impliquent des opérations pouvant conduire à une situation dangereuse. Les recommandations des normes correspondantes seront prises en compte.

Ces dispositions concernent les huiles minérales isolantes, les produits chimiques et les récipients d'échantillons usagés. Leur élimination doit se faire selon les réglementations locales en fonction de leur effet sur l'environnement. Il convient de prendre toutes les précautions afin d'empêcher un déversement d'huile minérale isolante dans l'environnement.

INTRODUCTION

General caution – Health, safety and environmental protection

This International Standard does not purport to address all the safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of the standard to establish appropriate health and safety practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

The mineral insulating oils which are the subject of this standard should be handled with due regard to personal hygiene. Direct contact with the eyes may cause irritation. In the case of eye contact, irrigation with copious quantities of clean running water should be carried out and medical advice sought. Some of the tests specified in this standard involve the use of processes that could lead to a hazardous situation. Attention is drawn to the relevant standard for guidance.

This standard gives rise to mineral insulating oils, chemicals and used sample containers. The disposal of these items shall be carried out according to the local regulations with regard to the impact on the environment. Every precaution should be taken to prevent release of mineral insulating oil into the environment.

FLUIDES POUR APPLICATIONS ÉLECTROTECHNIQUES –

HUILES MINÉRALES ISOLANTES NEUVES POUR TRANSFORMATEURS ET APPAREILLAGES DE CONNEXION

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale concerne les spécifications et méthodes d'essais des huiles minérales isolantes neuves. Elle s'applique à l'huile livrée en lieu et temps convenus, destinée à l'utilisation dans les transformateurs, interrupteurs et matériels électriques semblables où l'huile est nécessaire comme fluide isolant et caloporteur. Ces huiles proviennent de la distillation et du raffinage de pétrole brut.

Cette norme s'applique aux huiles avec ou sans additifs.

Cette norme ne s'applique qu'aux huiles minérales isolantes neuves.

Les huiles régénérées sont hors du champ de cette norme.

Cette norme ne concerne pas les huiles minérales utilisées pour imprégner les câbles ou les condensateurs.

NOTE Les huiles minérales isolantes satisfaisant aux exigences de cette norme, de même classe et sans additifs (voir 3.4), sont considérées comme mutuellement compatibles et miscibles en toute proportion. Cela ne s'applique pas aux huiles additivées. Lorsque l'utilisateur souhaite mélanger de telles huiles, une vérification est recommandée pour s'assurer de la conformité du mélange à cette norme.

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 60076-2, *Transformateurs de puissance – Partie 2: Echauffement*

CEI 60156, *Isolants liquides – Détermination de la tension de claquage à fréquence industrielle – Méthode d'essai*

CEI 60247, *Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique et de la résistivité (en courant continu) des liquides isolants*

CEI 60422, *Guide de maintenance et de surveillance des huiles minérales isolantes en service dans les matériels électriques*

CEI 60475, *Méthode d'échantillonnage des diélectriques liquides*

CEI 60628, *Gassing des isolants liquides sous contrainte électrique et ionisation*

CEI 60666, *Détection et dosage d'additifs antioxydants spécifiques présents dans les huiles isolantes*

CEI 60814, *Isolants liquides – Cartons et papiers imprégnés d'huile – Détermination de la teneur en eau par titrage coulométrique de Karl Fischer automatique*

FLUIDS FOR ELECTROTECHNICAL APPLICATIONS – UNUSED MINERAL INSULATING OILS FOR TRANSFORMERS AND SWITCHGEAR

1 Scope

This International Standard covers specifications and test methods for unused mineral insulating oils. It applies to oil delivered to the agreed point and time of delivery, intended for use in transformers, switchgear and similar electrical equipment in which oil is required as an insulant and for heat transfer. These oils are obtained by distillation and refining of crude petroleum.

Oils with and without additives are both within the scope of this standard.

This standard is applicable only to unused mineral insulating oils.

Reclaimed oils are beyond the scope of this standard.

This standard does not apply to mineral oils used as impregnants in cables or capacitors.

NOTE Mineral insulating oils complying with the requirements of this standard, of the same class and containing no additives (see 3.4), are considered to be compatible with one another and can be mixed in any proportion. This does not apply to oils containing additives. Where the user wishes to mix such oils, a check is recommended to be made to ensure that the mixture meets the requirements of this standard.

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 60076-2, *Power transformers – Part 2: Temperature rise*

IEC 60156, *Insulating liquids – Determination of the breakdown voltage at power frequency – Test method*

IEC 60247, *Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and d.c. resistivity of insulating liquids*

IEC 60422, *Supervision and maintenance guide for mineral insulating oils in electrical equipment*

IEC 60475, *Method of sampling liquid dielectrics*

IEC 60628, *Gassing of insulating liquids under electrical stress and ionization*

IEC 60666, *Detection and determination of specified anti-oxidant additives in insulating oils*

IEC 60814, *Insulating liquids – Oil-impregnated paper and pressboard – Determination of water by automatic coulometric Karl Fischer titration*

CEI 61125, *Isolants liquides neufs à base d'hydrocarbures – Méthodes d'essai pour évaluer la stabilité à l'oxydation*

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

CEI 61619, *Isolants liquides – Contamination par les polychlorobiphényles (PCB) – Méthode de détermination par chromatographie en phase gazeuse sur colonne capillaire*

CEI 61620, *Isolants liquides – Détermination du facteur de dissipation diélectrique par mesure de la conductance et de la capacité – Méthode d'essai*

CEI 61868, *Huiles minérales isolantes – Détermination de la viscosité cinématique à très basse température*

CEI 62021-1, *Liquides isolants – Détermination de l'acidité – Partie 1: Titrage potentiométrique automatique*

ISO 2719, *Détermination du point d'éclair – Méthode Pensky-Martens en vase clos*

ISO 3016, *Produits pétroliers – Détermination du point d'écoulement (disponible en anglais seulement)*

ISO 3104, *Produits pétroliers – Liquides opaques et transparents – Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique*

ISO 3675, *Pétrole brut et produits pétroliers liquides – Détermination en laboratoire de la masse volumique – Méthode à l'aréomètre*

ISO 6295, *Produits pétroliers – Huiles minérales – Détermination de la tension interfaciale entre huile et eau – Méthode de l'anneau*

ISO 12185, *Pétroles bruts et produits pétroliers – Détermination de la masse volumique – Méthode du type en U oscillant*

ISO 14596, *Produits pétroliers – Dosage du soufre – Spectrométrie de fluorescence X dispersive en longueur d'onde*

IEC 61125, *Unused hydrocarbon based insulating liquids – Test methods for evaluating the oxidation stability*

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

IEC 61619, *Insulating liquids – Contamination by polychlorinated biphenyls (PCBs) – Method of determination by capillary column gas chromatography*

IEC 61620, *Insulating liquids – Determination of the dielectric dissipation factor by measurement of the conductance and capacitance – Test method*

IEC 61868, *Mineral insulating oils – Determination of kinematic viscosity at very low temperatures*

IEC 62021-1, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 1: Automatic potentiometric titration*

ISO 2719, *Determination of flash point – Pensky-Martens closed cup method*

ISO 3016, *Petroleum products – Determination of pour point*

ISO 3104, *Petroleum products – Transparent and opaque liquids – Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity*

ISO 3675, *Crude petroleum and liquid petroleum products – Laboratory determination of density – Hydrometer method*

ISO 6295, *Petroleum products – Mineral oils – Determination of interfacial tension of oil against water – Ring method*

ISO 12185, *Crude petroleum and petroleum products – Determination of density – Oscillating U-tube method*

ISO 14596, *Petroleum products – Determination of sulfur content – Wavelength-dispersive X-ray fluorescence spectrometry*