

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
296**

Deuxième édition
Second edition
1982

**Spécification des huiles minérales isolantes
neuves pour transformateurs et appareillage
de connexion**

**Specification for unused mineral insulating oils
for transformers and switchgear**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 296: 1982

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
296**

Deuxième édition
Second edition
1982

**Spécification des huiles minérales isolantes
neuves pour transformateurs et appareillage
de connexion**

**Specification for unused mineral insulating oils
for transformers and switchgear**

© CEI 1982 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

L

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

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

SECTION UN — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET MÉTHODES D'ESSAI

Articles ..	
1. Domaine d'application	8
2. Définitions	8
3. Classification	10
4. Identification et exigences générales à la livraison	10
5. Echantillonnage	10
6. Spécification	10
7. Méthodes d'essai	12

SECTION DEUX — SPÉCIFICATIONS PARTICULIÈRES

TABLEAU I — Spécification pour huiles minérales isolantes non inhibées	18
TABLEAU II — Spécification pour huiles minérales isolantes inhibées	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SECTION ONE — GENERAL CONSIDERATIONS AND TEST METHODS

Clause	
1. Scope	9
2. Definitions	9
3. Classification	11
4. Identification and general delivery requirements	11
5. Sampling	11
6. Specification	11
7. Test methods	13

SECTION TWO — INDIVIDUAL SPECIFICATIONS

TABLE I — Specification for uninhibited mineral insulating oils	19
TABLE II — Specification for inhibited mineral insulating oils	21

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60296:1982

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SPÉCIFICATION DES HUILES MINÉRALES ISOLANTES NEUVES
POUR TRANSFORMATEURS ET APPAREILLAGE DE CONNEXION**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 10A: Huiles isolantes à base d'hydrocarbures, du Comité d'Etudes n° 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

Elle constitue la deuxième édition de la Publication 296 de la CEI. Elle annule et remplace la Publication 296 de la CEI (première édition, 1969) et sa Modification n° 1 (1972). La Publication 296A de la CEI est annulée, toutes les références aux méthodes d'essai ASTM ayant été remplacées par des références aux essais ISO.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Tokyo, en 1979. A la suite de cette réunion, un projet, document 10A(Bureau Central)43, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en septembre 1980.

Des modifications, document 10A(Bureau Central)47, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en août 1981.

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés explicitement en faveur de la publication du document 10A(Bureau Central)43:

Australie	Hongrie
Belgique	Irlande
Chine	Israël
Corée (République Démocratique Populaire de)	Italie
Danemark	Norvège
Egypte	Pays-Bas
Espagne	Pologne
Finlande	Suède
France	Tchécoslovaquie
	Turquie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SPECIFICATION FOR UNUSED MINERAL INSULATING OILS
FOR TRANSFORMERS AND SWITCHGEAR

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 10A: Hydrocarbon Insulating Oils, of IEC Technical Committee No. 10: Fluids for Electrotechnical Applications.

It forms the second edition of IEC Publication 296. It supersedes IEC Publication 296 (First edition, 1969) and its Amendment No. 1 (1972). IEC Publication 296A is now withdrawn as all references to ASTM test methods have been replaced by reference to ISO tests.

A first draft was discussed at the meeting held in Tokyo in 1979. As a result of this meeting, a draft, Document 10A(Central Office)43, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in September 1980.

Amendments, Document 10A(Central Office)47, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in August 1981.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication of Document 10A(Central Office)43:

Australia	Israel
Belgium	Italy
China	Korea (Democratic People's
Czechoslovakia	Republic of)
Denmark	Netherlands
Egypt	Norway
Finland	Poland
France	Spain
Hungary	Sweden
Ireland	Turkey

Les Comités nationaux des pays ci-après se sont prononcés en faveur de la publication du document 10A(Bureau Central)47:

Paragraphe Pays	1.2	2.4	2.5	4.3	4.3 Note	7.2	7.3.1	7.3.2	Tableau I	Tableau II
Argentine	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Australie	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Autriche	+		+	+		+	+	+		
Belgique	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Canada	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Espagne	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Finlande	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
France	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Irlande	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Italie	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Norvège	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pays-Bas	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pologne				+	+	+	+	+	+	+
Suède	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Suisse			+	+	+	+	+	+	+	+
Tchécoslovaquie	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Yougoslavie	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications nos 74: Méthode pour évaluer la stabilité à l'oxydation des huiles isolantes.
- 156: Méthode pour la détermination de la rigidité électrique des huiles isolantes.
- 247: Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique et de la résistivité (en courant continu) des liquides isolants.
- 474: Méthode d'essai pour la stabilité à l'oxydation des huiles minérales isolantes inhibées.
- 475: Méthode d'échantillonnage des diélectriques liquides.
- 666: Détection et dosage d'additifs antioxydants spécifiques, présents dans les huiles isolantes.
- 733: Dosage de l'eau dans les huiles isolantes, dans les papiers et cartons imprégnés d'huile.

Autres publications citées:

- Recommandation ISO R/91: Tables de mesure du pétrole.
- Norme ISO 2719: Produits pétroliers — Détermination du point d'éclair — Méthode Pensky-Martens en vase clos.
- Norme ISO 3016: Huiles de pétrole — Détermination du point d'écoulement.
- Norme ISO 3104: Produits pétroliers — Liquides opaques et transparents — Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique.
- Norme ISO 3675: Pétroles bruts et produits pétroliers liquides — Détermination en laboratoire de la masse volumique ou de la densité relative — Méthode à l'aréomètre.
- Norme ISO 4793: Filtres frittés de laboratoire — Echelle de porosité — Classification et désignation.
- Norme ISO 5662: Produits pétroliers — Huiles isolantes électriques — Détection du soufre corrosif.
- Norme ISO 6295: Produits pétroliers — Détermination de la tension interfaciale huile-eau par la méthode à l'anneau.

The National Committees of the following countries voted in favour of publication of Document 10A(Central Office)47:

Sub-clauses Countries	1.2	2.4	2.5	4.3	4.3 Note	7.2	7.3.1	7.3.2	Table I	Table II
Argentina	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Australia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Austria	+		+	+		+	+	+		
Belgium	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Canada	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Czechoslovakia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Finland	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
France	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ireland	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Italy	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Netherlands	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Norway	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Poland				+	+	+	+	+	+	+
Spain	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sweden	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Switzerland			+	+	+	+	+	+	+	+
Yugoslavia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 74: Method for Assessing the Oxidation Stability of Insulating Oils.
 156: Method for the Determination of the Electric Strength of Insulating Oils.
 247: Measurement of Relative Permittivity, Dielectric Dissipation Factor and D.C. Resistivity of Insulating Liquids.
 474: Test Method for Oxidation Stability of Inhibited Mineral Insulating Oils.
 475: Method of Sampling Liquid Dielectrics.
 666: Detection and Determination of Specified Anti-oxidant Additives in Insulating Oils.
 733: Determination of Water in Insulating Oils, in Oil-impregnated Paper and Pressboard.

Other publications quoted:

- ISO Recommendation R/91: Petroleum Measurement Tables.
 ISO Standard 2719: Petroleum Products — Determination of Flash Point — Pensky-Martens Closed Cup Method.
 ISO Standard 3016: Petroleum Oils — Determination of Pour Point.
 ISO Standard 3104: Petroleum Products — Transparent and Opaque Liquids — Determination of Kinematic Viscosity and Calculation of Dynamic Viscosity.
 ISO Standard 3675: Crude Petroleum and Liquid Petroleum Products - Laboratory Determination of Density or Relative density - Hydrometer Method.
 ISO Standard 4793: Laboratory Sintered (Fritted) Filters - Porosity Grading, Classification and Designation.
 ISO Standard 5662: Petroleum Products - Electrical Insulating Oils - Detection of Corrosive Sulphur.
 ISO Standard 6295: Petroleum Products - Mineral Oil Determination of Interfacial Tension of Oil Against Water by the Ring Method.

SPÉCIFICATION DES HUILES MINÉRALES ISOLANTES NEUVES POUR TRANSFORMATEURS ET APPAREILLAGE DE CONNEXION

SECTION UN — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES ET MÉTHODES D'ESSAI

1. Domaine d'application

- 1.1 La présente norme concerne les spécifications et les méthodes d'essai des huiles minérales isolantes neuves, en l'état de livraison, destinées à être utilisées dans les transformateurs, dans l'appareillage de connexion et dans les équipements électriques semblables dans lesquels l'huile est utilisée comme isolant ou comme fluide de refroidissement. Ces huiles sont obtenues par raffinage et distillation du pétrole. Les huiles avec et sans additifs entrent dans le domaine d'application de la présente norme.
- 1.2 Cette norme ne s'applique pas aux huiles minérales isolantes utilisées comme imprégnants dans les câbles ou condensateurs, ni aux diélectriques liquides à base d'hydrocarbures de synthèse.

Note. — Les huiles satisfaisant aux exigences de cette norme appartenant à une même classe et ne contenant pas d'additifs sont considérées comme étant mutuellement compatibles et peuvent être mélangées en toute proportion. Cela ne s'applique pas nécessairement aux huiles contenant des additifs. Dans ce cas, si l'utilisateur souhaite mélanger de telles huiles, un essai devrait être effectué pour vérifier que le mélange satisfait aux exigences de cette norme.

2. Définitions

2.1 Additif

Substance appropriée qui est intentionnellement ajoutée, à faible dose, à un isolant liquide pour améliorer certaines caractéristiques.

2.2 Antioxydant

Additif incorporé à un isolant liquide pour réduire ou retarder sa dégradation par oxydation.

2.3 Améliorant du point d'écoulement

Produit d'addition permettant d'abaisser le point d'écoulement d'une huile minérale isolante.

2.4 Huile non inhibée

Huile minérale isolante qui ne contient pas d'antioxydant, mais qui peut contenir d'autres additifs.

Note. — Dans certains pays, les huiles contenant jusqu'à 0,08% en masse de 2,6-di-tert-butyl-paracrésol (DBPC) ou de 2,6-di-tert-butyl-phénol (DBP) sont considérées comme huiles non inhibées.

2.5 Huile inhibée

Huile minérale isolante qui contient un antioxydant.

Note. — Dans certains pays, une huile minérale isolante inhibée est une huile qui contient au moins 0,15% en masse et au maximum 0,40% en masse de 2,6-di-tert-butyl-paracrésol (DBPC) ou de 2,6-di-tert-butyl-phénol (DBP).

SPECIFICATION FOR UNUSED MINERAL INSULATING OILS FOR TRANSFORMERS AND SWITCHGEAR

SECTION ONE — GENERAL CONSIDERATIONS AND TEST METHODS

1. Scope

- 1.1 This standard covers specifications and test methods for unused mineral insulating oils, as delivered, intended for use in transformers, switchgear and similar electrical equipment in which oil is required as an insulant or for heat transfer. These oils are obtained by distillation and refining of petroleum. Oils with and without additives are within the scope of this standard.

- 1.2 This standard does not apply to mineral insulating oils used as impregnants in cables or capacitors nor to hydrocarbon insulating liquids obtained by synthesis.

Note. — Oils complying with the requirements of this standard, of the same class and containing no additives are considered to be compatible with one another and can be mixed in any proportion. This does not necessarily apply to oils containing additives and where the user wishes to mix such oils a check should be made to ensure that the mixture meets the requirements of this standard.

2. Definitions

2.1 Additive

A suitable substance, which is deliberately added to an insulating liquid in small proportion in order to improve certain characteristics.

2.2 Anti-oxidant

An additive incorporated in an insulating liquid to reduce or delay its degradation by oxidation.

2.3 Pour point depressant

An additive that enables the pour point of a mineral insulating oil to be lowered.

2.4 Uninhibited oil

A mineral insulating oil, containing no anti-oxidant, but which may contain other additives.

Note. — In certain countries, oil containing up to 0.08% by mass of 2,6-di-tert-butyl-paracresol (DBPC) or 2,6-di-tert-butyl-phenol (DBP) are considered as uninhibited oils.

2.5 Inhibited oil

A mineral insulating oil which contains an anti-oxidant.

Note. — In certain countries, an inhibited mineral insulating oil is defined as a mineral insulating oil containing at least 0.15% by mass, but no more than 0.40% by mass of 2,6-di-tert-butyl-paracresol (DBPC) or 2,6-di-tert-butyl-phenol (DBP).

3. Classification

Pour les besoins de la présente norme on distingue trois classes d'huile: la classe I, la classe II, la classe III. Cette classification est fondée sur les valeurs de certaines propriétés physiques, à savoir: le point d'éclair, le point d'écoulement, la viscosité à 40 °C et à une autre température spécifiée plus basse.

Le numéro de la classe suivi de la lettre A indique la présence d'un antioxydant.

4. Identification et exigences générales à la livraison

- 4.1 L'huile est généralement livrée en camions-citernes, en wagons-citernes ou en fûts, spécialement nettoyés pour cet usage.
- 4.2 Les fûts d'huile et les récipients contenant les échantillons d'huile expédiés par le fournisseur d'huile doivent porter au moins les indications suivantes:
 - appellation commerciale;
 - classe de l'huile.
- 4.3 Chaque livraison d'huile est accompagnée d'un document émanant du fournisseur et spécifiant au moins: l'appellation commerciale, la classe de l'huile et la nature de tout additif présent.

Si un antioxydant est présent, sa nature doit être indiquée.

Un améliorant du point d'écoulement n'est incorporé dans une formulation d'huile qu'en cas d'accord entre l'acheteur et le fournisseur. Dans ce cas, la nature de l'additif doit être communiquée à l'acheteur.

Note. — L'acheteur peut exiger qu'aucune modification importante tant du type d'huile de base que des procédés de raffinage ne soit apportée sans qu'il en ait été informé.

5. Echantillonnage

L'échantillonnage est effectué suivant la procédure décrite dans la Publication 475 de la CEI.

Il convient de prélever les échantillons à l'endroit où l'huile est supposée être la plus contaminée, par exemple au point le plus bas du réservoir; cependant, il est recommandé de ne pas négliger les contaminants présents à la surface du liquide ou répartis dans l'huile.

6. Spécification

- 6.1 Les caractéristiques d'une huile minérale isolante, qui satisfait à cette norme, ne doivent pas excéder les valeurs limites spécifiées au tableau I ou au tableau II quand les essais sont effectués conformément aux méthodes spécifiées à l'article 7.

Ces valeurs limites ne s'appliquent qu'aux huiles minérales isolantes neuves, en l'état de livraison, avant introduction dans les équipements électriques.

- 6.2 Les valeurs de fidélité affectant les méthodes recommandées doivent être utilisées uniquement pour vérifier la concordance entre deux mesures et ne doivent pas être considérées comme des tolérances applicables aux valeurs limites spécifiées dans les tableaux I et II.

Note. — Pour certaines applications et notamment dans des conditions climatiques particulières, des huiles de caractéristiques différentes peuvent être utilisées. Elles peuvent ne pas répondre à certains points de la présente norme.

3. Classification

For the purpose of this standard three grades of oil are considered; Class I, Class II, Class III, based on the values of certain physical properties, namely; flash point, pour point and viscosity at 40 °C and at a specified lower temperature.

The letter A following the number of the class indicates the presence of an anti-oxidant.

4. Identification and general delivery requirements

- 4.1 Oil is normally delivered in road or rail tank wagons or in drums, which shall be especially cleaned for this purpose.
- 4.2 Oil drums and containers of oil samples shipped by the oil supplier shall carry at least the following markings:
- supplier's designation;
 - class of oil.

- 4.3 Each oil delivery shall be accompanied by a document from the supplier specifying at least: supplier's designation, oil class and the function of any additive present.

If an anti-oxidant is present its generic nature shall be indicated.

Where a pour point depressant is included in an oil formulation this shall be done by agreement between purchaser and supplier: in this case the generic nature of the depressant shall be made known to the purchaser.

Note. — The purchaser may require that no major changes in crude oil type or refining process may be made without the purchaser being informed.

5. Sampling

Sampling shall be carried out in accordance with the procedure described in IEC Publication 475.

As a general rule, oil samples should be taken where the oil is presumed to be more contaminated, for example, at the lowest point of the container; however, contaminants at the surface or in the body of the oil should not be overlooked.

6. Specification

- 6.1 Mineral insulating oil complying with this standard shall meet the limiting values specified in Table I or in Table II when tested in accordance with the methods specified in Clause 7.

These limiting values apply only to unused oil, as delivered, prior to its introduction into apparatus.

- 6.2 Precision data given in the specified methods are to be used solely as a guide to the expected agreement between duplicate measurements of the property and are not to be regarded as tolerances applicable to the limits specified in Tables I and II.

Note. — In some applications, and particularly for special climatic conditions, oils with other characteristics may be used. Such oils may not comply with some of the requirements of this standard.

7. Méthodes d'essai

7.1 Aspect

L'aspect est estimé en examinant, en lumière transmise, un échantillon représentatif de l'huile, d'une épaisseur approximative de 10 cm et à température ambiante.

7.2 Masse volumique

Toutes les méthodes classiques peuvent être utilisées. En cas de litige, la masse volumique est déterminée selon les prescriptions de la Norme ISO 3675.

La masse volumique est mesurée à 20 °C ou ramenée à 20 °C par la formule:

$$\rho_{20} = \rho_t [1 + X(t-20)]$$

où:

ρ_{20} = masse volumique à 20 °C

t = température en degrés Celsius

ρ_t = masse volumique mesurée à la température t

X = facteur de correction = $65 \cdot 10^{-5}$ (valeur approximative)

Pour plus de précision, le facteur de correction est déduit de la Recommandation ISO R/91.

7.3 Viscosité cinématique

La viscosité cinématique est mesurée suivant la méthode décrite dans la Norme ISO 3104.

7.4 Point d'éclair

Le point d'éclair est mesuré suivant la méthode décrite dans la Norme ISO 2719.

7.5 Point d'écoulement

Le point d'écoulement est mesuré suivant la méthode décrite dans la Norme ISO 3016.

7.6 Tension interfaciale

La tension interfaciale est déterminée suivant la méthode décrite dans la Norme ISO 6295.

7.7 Indice de neutralisation

7.7.1 Domaine d'application de la méthode d'essai

Cette méthode convient pour déterminer l'indice de neutralisation d'huiles isolantes neuves et usagées.

7.7.2 Réactifs

- Solution alcoolique d'hydroxyde de potassium (KOH) 0,1 mol/l.
- Toluène, exempt de soufre.
- Ethanol azéotropique (température d'ébullition 78,2 °C).
- Solution d'acide chlorhydrique (HCl) 0,1 mol/l.
- Solution d'indicateur bleu alcalin: dissoudre 2 g de bleu alcalin 6 B dans 100 ml d'éthanol azéotropique contenant 1 ml d'acide chlorhydrique 0,1 mol/l. Après 24 h, effectuer un titrage

7. Test methods

7.1 Appearance

Appearance shall be evaluated by examining a representative sample of the oil in transmitted light under a thickness of approximately 10 cm and at ambient temperature.

7.2 Density

Any recognized test method may be used. The method to be used in cases of dispute shall be that given in ISO Standard 3675.

Density shall be measured at 20 °C or converted to 20 °C by the formula:

$$\rho_{20} = \rho_t [1 + X (t - 20)]$$

where:

ρ_{20} = density at 20 °C

t = temperature in degree Celsius

ρ_t = density measured at temperature t

X = correction factor = $65 \cdot 10^{-5}$ (approximate value)

For greater accuracy, the correction factor listed in ISO Recommendation R/91 should be used.

7.3 Kinematic viscosity

Kinematic viscosity shall be measured by the method given in ISO Standard 3104.

7.4 Flash point

Flash point shall be determined according to ISO Standard 2719.

7.5 Pour point

Pour point shall be determined according to ISO Standard 3016.

7.6 Interfacial tension

Interfacial tension shall be determined in accordance with ISO Standard 6295.

7.7 Neutralization value

7.7.1 Scope of the test method

This method is suitable for the determination of the total acidity of unused and used mineral insulating oils.

7.7.2 Reagents

- Standard alcoholic potassium hydroxide (KOH) solution 0.1 mol/l.
- Toluene, sulphur-free.
- Azeotropic ethanol (boiling point 78.2 °C).
- Standard hydrochloric acid solution (HCl) 0.1 mol/l.
- Alkali blue indicator solution: 2 g of alkali blue 6 B are dissolved in 100 ml of azeotropic ethanol containing 1 ml of hydrochloric acid 0.1 mol/l. After 24 h, carry out a titration to check

afin de vérifier si l'indicateur a été suffisamment sensibilisé. L'indicateur convient si la couleur change distinctement du bleu à un rouge comparable à celui d'une solution à 10% de nitrate de cobalt $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}]$. Si la sensibilisation est insuffisante, ajouter à nouveau de l'HCl 0,1 mol/l et vérifier après 24 h. Continuer jusqu'à ce que la sensibilisation soit suffisante. Filtrer et entreposer dans une bouteille en verre brun à l'obscurité.

7.7.3 Procédure

Dans un flacon conique à bouchon de 250 ml, peser 20 g de l'échantillon à 0,05 g près.

Dans un autre flacon conique contenant un mélange de 60 ml de toluène et 40 ml d'éthanol, ajouter 2 ml de la solution d'indicateur. Neutraliser la solution avec la solution alcoolique de KOH 0,1 mol/l jusqu'à l'obtention d'une couleur rouge comparable à celle d'une solution de 10% de nitrate de cobalt $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}]$ et qui persiste pendant au moins 15 s.

Ajouter cette solution à l'échantillon, agiter et titrer immédiatement avec la solution de KOH 0,1 mol/l, à une température inférieure à 25 °C, jusqu'au virage.

L'indice de neutralisation (NV) est calculé au moyen de l'expression:

$$NV = \frac{V \times N \times 56,1}{P}$$

où:

V = nombre de millilitres de KOH 0,1 mol/l utilisés lors du titrage

N = molarité de la solution de KOH

P = masse de l'échantillon d'huile exprimée en grammes

7.7.4 Fidélité

A l'étude.

7.8 Soufre corrosif

Le soufre corrosif est déterminé suivant la méthode décrite dans la Norme ISO 5662.

7.9 Teneur en eau

La teneur en eau est déterminée suivant la méthode décrite dans la Publication 733 de la CEI.

7.10 Additifs antioxydants

Les méthodes de détection et de dosage d'antioxydants spécifiques sont décrites dans la Publication 666 de la CEI.

7.11 Stabilité à l'oxydation

7.11.1 La stabilité à l'oxydation d'huiles minérales isolantes non inhibées est déterminée suivant la méthode décrite dans la Publication 74 de la CEI.

7.11.2 La méthode décrite dans la Publication 474 de la CEI peut être utilisée pour vérifier la constance de la stabilité à l'oxydation d'une huile inhibée.

7.12 Tension de claquage

7.12.1 La tension de claquage est déterminée suivant la méthode décrite dans la Publication 156 de la CEI.

whether the indicator has been sufficiently sensitized. The indicator is satisfactory if the colour changes distinctly from blue to a red comparable to that of a 10% solution of cobalt nitrate $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}]$. Should sensitization be insufficient repeat the addition of 0.1 mol/l HCl and check again after 24 h. Continue until sensitization is satisfactory. Filter and store in a brown bottle in the dark.

7.7.3 Procedure

Weigh 20 g of the sample to the nearest 0.05 g into a 250 ml stoppered conical flask.

To a mixture of 60 ml of toluene and 40 ml of ethanol in a second flask add 2 ml of indicator solution. Neutralize the solution with 0.1 mol/l KOH solution until a red colour comparable to that of a solution of 10% cobalt nitrate $[\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}]$ is obtained and persists for at least 15 s.

Add this solution to the sample, swirl and immediately titrate at a temperature not above 25 °C with 0.1 mol/l KOH solution to the above end point.

The neutralization value (NV) is calculated from the expression:

$$NV = \frac{V \times N \times 56.1}{P}$$

where:

V = number of millilitres of 0.1 mol/l KOH used in the titration

N = molarity of the KOH solution

P = mass of the oil sample in grams

7.7.4 Precision

Under consideration.

7.8 Corrosive sulphur

Corrosive sulphur shall be determined according to ISO Standard 5662.

7.9 Water content

Water content shall be determined according to IEC Publication 733.

7.10 Anti-oxidant additives

Methods for the detection and quantitative determination of specified anti-oxidant additives are described in IEC Publication 666.

7.11 Oxidation stability

7.11.1 The oxidation stability of uninhibited mineral insulating oils shall be determined by the method described in IEC Publication 74.

7.11.2 The procedure described in IEC Publication 474 may be used to check the continuity of the oxidation stability of an inhibited oil.

7.12 Breakdown voltage

7.12.1 Breakdown voltage shall be determined by the test described in IEC Publication 156.

- 7.12.2 Lorsque la tension de claquage d'un échantillon d'huile traitée doit être déterminée, la procédure suivante est appliquée pour éliminer l'humidité ainsi que les contaminants particuliers présents dans l'échantillon:

Un volume suffisant d'huile est porté à une température voisine de 60 °C, ensuite filtré à chaud sur un filtre en verre fritté de porosité P10 (Norme ISO 4793) et sous une pression résiduelle d'environ 2,5 kPa.

Le filtrat est refroidi dans un dessiccateur et directement utilisé pour les mesures de tension disruptive.

Note. — La filtration peut également être effectuée à température ambiante sous une pression plus faible (pression résiduelle d'environ 0,5 kPa).

7.13 *Facteur de dissipation diélectrique*

- 7.13.1 La détermination du facteur de dissipation diélectrique s'effectue à 90 °C suivant la méthode décrite dans la Publication 247 de la CEI.

Note. — Lorsque le facteur de dissipation diélectrique de l'huile en l'état de livraison est supérieur à la valeur spécifiée au tableau I ou au tableau II, la détermination du facteur de dissipation diélectrique d'un échantillon traité suivant la procédure décrite au paragraphe 7.12.2 permet de vérifier qu'un traitement relativement léger peut éliminer les contaminants.

7.12.2 When breakdown voltage is to be determined on a treated oil sample the following procedure shall be used to remove moisture and particulate contaminants present in the original sample:

A sufficient oil volume is heated to approximately 60 °C, then filtered hot under a vacuum of about 2.5 kPa through a sintered glass filter of grade P10 porosity (ISO Standard 4793).

The filtrate is cooled in a desiccator and used immediately to determine breakdown voltage.

Note. — Filtration can be done equally well at ambient temperature, but under lower pressure (e.g. 0.5 kPa).

7.13 *Dissipation factor*

7.13.1 This property shall be measured at 90 °C using the method described in IEC Publication 247.

Note. — When oil as delivered shows a dissipation factor greater than the limit specified in Table I and Table II, a repeat measurement made on a sample treated as indicated in Sub-clause 7.12.2 will show if contaminants are removed by a relatively mild treatment.

SECTION DEUX — SPÉCIFICATIONS PARTICULIÈRES

TABLEAU I

Spécification pour huiles minérales isolantes non inhibées

Propriétés	Méthode d'essai, paragraphe de la section un de cette publication	Valeurs admissibles pour les caractéristiques mesurées		
		Classe I	Classe II	Classe III
Viscosité cinématique, mm ² /s à 40 °C a)	7.3	≤16,5	≤1,0	≤3,5
—15 °C		≤800	≤1 800	
—30 °C				≤150
—40 °C				≥95 b)
Point d'éclair, °C	7.4	≥140	≥130	≥95 b)
Point d'écoulement, °C	7.5	≤-30	≤-45	≤-60
Aspect	7.1	Limpide et exempte de matières en suspension ou de dépôt		
Masse volumique, kg/dm ³ à 20 °C	7.2	≤0,895 c)		
Tension interfaciale, N/m à 25 °C	7.6	d)		
Indice de neutralisation, mg KOH/g	7.7	≤0,03		
Soufre corrosif	7.8	Non corrosif		
Teneur en eau, mg/kg	7.9	e)		
Additifs antioxydants	7.10	Non décelable f)		
Stabilité à l'oxydation: g)	7.11.1			
indice de neutralisation, mg KOH/g		≤0,40		
dépôt, % en masse		≤0,10		
Tension de claquage:	7.12			
huile à la livraison, kV		≥30		
huile traitée, kV		≥50 h)		
Facteur de dissipation diélectrique à 90 °C et 40 Hz à 60 Hz	7.13	≤0,005		

- a) Les viscosités correspondantes à 20 °C sont approximativement de 40 mm²/s pour une huile de classe I, de 25 mm²/s pour une huile de classe II et de 6 mm²/s pour une huile de classe III.
- b) Dans certains pays, compte tenu des lois ou des règlements de sécurité, un point d'éclair supérieur à 100 °C est normalement exigé.
- c) Une valeur limite a été attribuée à la masse volumique parce qu'à très basse température, si de la glace est présente, l'augmentation de la masse volumique de l'huile est telle que la glace se concentre à la surface de l'huile.
- d) Cette spécification ne contient pas d'exigence pour la tension interfaciale. Cependant, dans certains pays, il est habituel, dans les normes, de fixer une valeur minimale pour la tension interfaciale; dans ce cas, elle ne doit pas être inférieure à $40 \cdot 10^{-3}$ N/m.
- e) Cette spécification ne contient pas d'exigence pour la teneur en eau de l'huile à la livraison parce que, dans la plupart des applications, il est habituel de traiter l'huile avant de l'utiliser. Cependant, dans certains pays, il est habituel, dans les normes, de fixer une valeur maximale pour la teneur en eau de l'huile à la livraison; dans ce cas, la teneur en eau sera inférieure à 30 mg/kg pour les livraisons en citernes et inférieure à 40 mg/kg pour les livraisons en fûts.
- f) Aucun antioxydant ne doit être détecté dans une huile isolante non inhibée (voir également la note du paragraphe 2.4).
- g) Les déterminations sur l'huile oxydée sont limitées à l'indice de neutralisation et au dépôt, cependant, dans certains pays, il est de coutume de déterminer également le facteur de dissipation diélectrique. Dans ce cas, la valeur maximale du facteur de dissipation sera fixée d'un commun accord entre le fournisseur et l'acheteur.
- h) Cet essai est requis uniquement lorsque la tension de claquage de l'échantillon d'huile prélevé à la livraison est inférieure à 30 kV. Il est censé prouver que les corps étrangers peuvent être éliminés de l'huile par un traitement relativement léger.