



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Fluids for electrotechnical applications – Unused natural esters for transformers and similar electrical equipment

Fluides pour applications électrotechniques – Esters naturels neufs pour transformateurs et matériels électriques analogues

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 29.040

ISBN 978-2-8322-1191-5

**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.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	9
4 Properties, their significance and test methods.....	9
4.1 General.....	9
4.2 Physical properties	9
4.2.1 Appearance	9
4.2.2 Viscosity	10
4.2.3 Pour point.....	10
4.2.4 Water content	10
4.2.5 Density	10
4.3 Electrical properties	10
4.3.1 Breakdown voltage	10
4.3.2 Dielectric dissipation factor (DDF)	10
4.3.3 Relative permittivity (dielectric constant).....	11
4.4 Chemical properties	11
4.4.1 Acidity	11
4.4.2 Corrosive sulfur	11
4.4.3 Additive content.....	11
4.4.4 Furfural content	11
4.5 Performance	11
4.5.1 Oxidation stability	11
4.5.2 Total acidity	12
4.5.3 Viscosity.....	12
4.5.4 Dielectric dissipation factor (DDF)	12
4.6 Health, safety and environmental (HSE) properties	12
4.6.1 Fire point and flash point	12
4.6.2 Polychlorinated biphenyls (PCBs).....	12
4.6.3 Biodegradation	12
4.6.4 Toxicity.....	12
5 Classification, identification, general delivery requirements and sampling.....	12
5.1 Classification	12
5.2 Identification and general delivery requirements	13
5.3 Sampling.....	13
Annex A (normative) Summary of the test method for evaluating oxidation stability of unused natural esters	15
A.1 Introductory remark.....	15
A.2 Test conditions	15
A.3 Precision.....	15
A.4 Relative repeatability (<i>r</i>).....	15
A.5 Relative reproducibility (<i>R</i>).....	15
Annex B (informative) Specifications of low-viscosity insulating fluids derived from natural esters	16
Bibliography.....	17

Table 1 – General specifications	14
Table A.1 – Relative repeatability and relative reproducibility obtained for different parameters during RRT.....	15
Table B.1 – Specifications for low-viscosity of monoesters derived from natural esters	16

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

FLUIDS FOR ELECTROTECHNICAL APPLICATIONS – UNUSED NATURAL ESTERS FOR TRANSFORMERS AND SIMILAR ELECTRICAL EQUIPMENT

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.

International Standard IEC 62770 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications.

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

FDIS	Report on voting
10/909/FDIS	10/933/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 the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Because of their higher fire points and better environmental compatibility relative to petroleum derived insulating mineral oil, the use of vegetable oils and other natural esters is on the rise as insulating and heat transfer fluids in electrical devices such as transformers.

This standard sets performance criteria for unused natural esters earmarked for electrical applications. However, the use of natural esters is recommended only for equipment that is not open to the atmosphere, e.g. sealed transformers and reactors because these fluids are prone to rapid oxidation.

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 limitation prior to use.

Unused natural esters which are the subject of this standard should be handled with due regard to personal hygiene. Direct contact with eyes should be avoided. In case of eye contact, irrigation with copious amounts of clean running water should be carried out and medical advice sought.

Performance of some of the tests mentioned in this standard could lead to a hazardous situation. Attention is drawn to the relevant standard test method for guidance.

The disposal of natural esters, chemicals and sample containers mentioned in this standard should be carried out in accordance with current national legislation with regard to the impact on the environment. Every precaution should be taken to prevent the release of natural esters into the environment.

FLUIDS FOR ELECTROTECHNICAL APPLICATIONS – UNUSED NATURAL ESTERS FOR TRANSFORMERS AND SIMILAR ELECTRICAL EQUIPMENT

1 Scope

This International Standard describes specifications and test methods for unused natural esters in transformers and similar oil-impregnated electrical equipment in which a liquid is required as an insulating and heat transfer medium.

Use of natural esters is not recommended for electrical equipment that is open to the atmosphere.

In this standard the term “natural esters” applies to insulating fluids for transformers and similar electrical equipment with suitable biodegradability and environmental compatibility. Such natural esters are vegetable oils obtained from seeds and oils obtained from other suitable biological materials and delivered to an agreed point, at a set time period. These oils are comprised of triglycerides.

Natural esters with additives are within the scope of this standard. Because of their different chemical composition, natural esters differ from insulating mineral oils and other insulating fluids that have high fire points, such as synthetic esters or silicone fluids.

Natural, ester-derived insulating fluids with low viscosity have been introduced but are not covered by this standard. Pertinent properties of such fluids are given in Annex B.

This standard is applicable only to unused natural esters. Reclaimed natural esters and natural esters blended with non-natural esters fluids are beyond the scope of this standard.

The chemical nomenclature and scientific notations used in the standard are in accordance with the IUPAC handbook (Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry).

2 Normative references

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

IEC 60076-14, *Power transformers - Part 14: Liquid-immersed power transformers using high-temperature insulation materials*

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

IEC 60247, *Insulating liquids – Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and DC resistivity of insulating fluids*

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60475, *Method of sampling liquid dielectrics*

IEC 60666, *Detection and determination of specific additives in mineral insulating oils*

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

IEC 61100, *Classification of insulating liquids according to fire-point and net calorific value*¹

IEC 61125:1992, *Unused hydrocarbon-based insulating fluids – 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 62021-3, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 3: Test methods for non mineral insulating oils*²

IEC 62535:2008, *Insulating liquids – Test method for detection of potentially corrosive sulfur in used and unused insulating oils*

IEC 62697-1, *Test method for quantitative determination of corrosive sulfur compounds in unused and used insulating liquids – Part 1: Test method for quantitative determination of dibenzyl disulfide (DBDS)*

ISO 2592, *Determination of flash and fire point – Cleveland open cup method*

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 fluids – Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity*

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

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

ASTM D 1275, *Standard Test Method for Corrosive Sulfur in Electrical Insulating Oils*

OECD 201-203, *Test Guidelines for ecotoxicity*

OECD 301, *Guideline for testing of chemicals adopted by European Council on July 17th 1992*

US EPA, *Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances (OPPTS)*

835.311, *Fate, Transport and Transformation Test Guidelines*

¹ Withdrawn in 2009 and partially replaced by IEC 61039.

² To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	20
INTRODUCTION.....	22
1 Domaine d'application	23
2 Références normatives	23
3 Termes et définitions	25
4 Propriétés, leur signification et méthodes d'essai.	26
4.1 Généralités	26
4.2 Propriétés physiques	26
4.2.1 Apparence	26
4.2.2 Viscosité.....	26
4.2.3 Point d'écoulement.....	26
4.2.4 Teneur en eau	26
4.2.5 Densité.....	26
4.3 Propriétés électriques	27
4.3.1 Tension de claquage	27
4.3.2 Facteur de dissipation diélectrique (FDD)	27
4.3.3 Permittivité relative (constante diélectrique)	27
4.4 Propriétés chimiques	27
4.4.1 Acidité	27
4.4.2 Soufre corrosif.....	27
4.4.3 Teneur en additifs.....	27
4.4.4 Teneur en furfural.....	28
4.5 Performance	28
4.5.1 Stabilité à l'oxydation.....	28
4.5.2 Acidité totale.....	28
4.5.3 Viscosité.....	28
4.5.4 Facteur de dissipation diélectrique (FDD)	28
4.6 Propriétés liées à l'hygiène, à la sécurité et à l'environnement (HSE)	28
4.6.1 Point de feu et point d'éclair	28
4.6.2 Polychlorobiphényles (PCB)	29
4.6.3 Biodégradation	29
4.6.4 Toxicité.....	29
5 Classification, identification, exigences générales de livraison et échantillonnage	29
5.1 Classification	29
5.2 Exigences générales et d'identification à la livraison.....	29
5.3 Echantillonnage	30
Annexe A (normative) Résumé de la méthode d'essai utilisée pour l'évaluation de la stabilité à l'oxydation des esters naturels neufs	31
A.1 Remarques introductives.....	31
A.2 Conditions d'essai.....	31
A.3 Précision.....	31
A.4 Répétabilité relative (<i>r</i>)	31
A.5 Reproductibilité relative (<i>R</i>).....	31
Annexe B (informative) Spécifications des fluides isolants à faible viscosité dérivés d'esters naturels	32
Bibliographie.....	34

Tableau 1 – Spécifications générales	30
Tableau A.1 – Répétabilité relative et reproductibilité relative obtenues pour différents paramètres durant les essais interlaboratoires	31
Tableau B.1 – Spécifications relatives à la faible viscosité des monoesters dérivés d'esters naturels	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FLUIDES POUR APPLICATIONS ÉLECTROTECHNIQUES – ESTERS NATURELS NEUFS POUR TRANSFORMATEURS ET MATÉRIELS ÉLECTRIQUES ANALOGUES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62770 a été établie par le comité d'études 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
10/909/FDIS	10/933/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 la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

Du fait de leurs points de feu plus élevés et de leur meilleure compatibilité environnementale, par comparaison avec l'huile minérale isolante dérivée du pétrole, l'utilisation des huiles végétales et d'autres esters naturels est en augmentation en tant que liquides isolants et fluides caloporteurs dans les appareils électriques tels que les transformateurs.

La présente norme établit des critères de performance pour les esters naturels neufs destinés aux applications électriques. Cependant, l'utilisation des esters naturels est recommandée uniquement pour les matériels qui ne sont pas situés à l'air libre, par exemple les transformateurs et réacteurs scellés, car ces fluides sont exposés à une oxydation rapide.

La présente Norme internationale ne vise pas à répondre à tous les problèmes de sécurité associés à son utilisation. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de cette norme de mettre en place les pratiques d'hygiène et de sécurité adéquates et de déterminer avant utilisation si des contraintes réglementaires s'appliquent.

Il convient que les esters naturels neufs dont traite cette norme soient manipulés en respectant l'hygiène personnelle. Il convient d'éviter tout contact direct avec les yeux. En cas de contact oculaire, il convient de laver les yeux abondamment à l'eau courante propre et demander un avis médical.

Certains des essais mentionnés dans la présente norme sont susceptibles d'entraîner une situation dangereuse. L'attention est attirée sur la norme applicable à des fins de conseil.

Il convient d'éliminer des esters naturels, des produits chimiques et des récipients d'échantillons mentionnés conformément à la législation nationale en vigueur pour ce qui concerne l'impact sur l'environnement. Il convient de prendre toutes les précautions afin d'empêcher le rejet d'esters naturels dans l'environnement.

FLUIDES POUR APPLICATIONS ÉLECTROTECHNIQUES – ESTERS NATURELS NEUFS POUR TRANSFORMATEURS ET MATÉRIELS ÉLECTRIQUES ANALOGUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale décrit les spécifications et méthodes d'essai applicables aux esters naturels neufs dans les transformateurs et matériels électriques imprégnés d'huile analogues nécessitant un liquide en tant que milieu isolant et caloporteur.

L'utilisation d'esters naturels n'est pas recommandée pour les matériels électriques situés à l'air libre.

Dans la présente norme, le terme "esters naturels" s'applique aux fluides isolants pour transformateurs et matériels électriques présentant une biodégradabilité et une compatibilité environnementale convenables. Ces esters naturels sont des huiles végétales obtenues à partir de graines et des huiles obtenues à partir d'autres matériaux biologiques appropriés et livrés en lieu et temps convenus. Ces huiles sont composées de triglycérides.

Les esters naturels avec additifs entrent dans le domaine d'application de la présente norme. En raison de leur composition chimique différente, les esters naturels se distinguent des huiles minérales isolantes et d'autres fluides isolants qui possèdent des points de feu élevés, tels que les esters synthétiques ou les fluides silicones.

Les fluides isolants dérivés d'esters naturels présentant une faible viscosité ont été introduits, mais ne sont pas couverts par la présente norme. Les propriétés pertinentes de ces fluides sont indiquées dans l'Annexe B.

La présente norme n'est applicable qu'aux esters naturels neufs. Les esters naturels régénérés et les esters naturels mélangés à des fluides à base d'esters non naturels n'entrent pas dans le domaine d'application de cette norme.

La nomenclature chimique et les notations scientifiques utilisées dans la présente norme sont conformes au manuel de l'IUPAC (Union internationale de chimie pure et appliquée) (Quantités, Unités et Symboles en Chimie Physique).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60076-14, *Transformateurs de puissance - Partie 14: Transformateurs de puissance immergés dans du liquide utilisant des matériaux isolants haute température*

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

CEI 60247, *Liquides Isolants – Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique ($\tan \delta$) et de la résistivité en courant continu*

CEI 60296, *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion*

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

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

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

CEI 61100, *Classification des liquides isolants selon le point de feu et le pouvoir calorifique inférieur¹*

CEI 61125:1992, *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 la mesure de la conductance et de la capacité – Méthode d'essai*

CEI 62021-3, *Liquides isolants – Détermination de l'acidité – Partie 3: Méthodes d'essai pour les huiles non minérales isolantes²*

CEI 62535:2008, *Liquides isolants – Méthode d'essai pour la détection du soufre potentiellement corrosif dans les huiles usagées et neuves*

CEI 62697-1, *Méthodes d'essai pour la détermination quantitative des composés de soufre corrosif dans les liquides isolants usagés et neufs – Partie 1: Méthode d'essai pour la détermination quantitative du disulfure de dibenzyle (DBDS)*

ISO 2592, *Détermination des points d'éclair et de feu – Méthode Cleveland à vase ouvert*

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

ISO 3016, *Petroleum products – Determination of pour point*
(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 12185, *Pétroles bruts et produits pétroliers – Détermination de la masse volumique – Méthode du tube en U oscillant*

¹ Retirée en 2009 et remplacée partiellement par la CEI 61039.

² A publier.

ASTM D 1275, *Standard Test Method for Corrosive Sulfur in Electrical Insulating Oils*
(disponible en anglais uniquement)

OCDE 201-203, *Lignes directrices pour les essais pour l'écotoxicité*

OCDE 301, *Lignes directrices pour les essais de produits chimiques, adoptées par le Conseil Européen le 17 juillet 1992*

US EPA, *Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances (OPPTS)*

835.311, *Fate Transport and Transformation Test Guidelines*