

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60978

Première édition
First edition
1989-06

**Guide de maintenance et d'emploi des fluides
de régulation esters phosphates de triaryle
pour turbine**

**Maintenance and use guide for triaryl phosphate
ester turbine control fluids**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60978: 1989

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

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 dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

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 in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60978**

Première édition
First edition
1989-06

**Guide de maintenance et d'emploi des fluides
de régulation esters phosphates de triaryle
pour turbine**

**Maintenance and use guide for triaryl phosphate
ester turbine control fluids**

© IEC 1989 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

S

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

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
PREFACE	4
 Articles	
1. Introduction	6
2. Domaine d'application	6
3. Description des fluides esters phosphates de triaryle	6
4. Sécurité et manipulation du fluide	8
5. Compatibilité des matériaux	12
6. Facteurs affectant la durée de vie en service	14
7. Contrôle et maintenance des fluides en service	18
8. Echantillonnage	24
9. Examen du fluide neuf	30
10. Directives pour les essais	34
 ANNEXE A	 40

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
 Clause	
1. Introduction	7
2. Scope	7
3. Description of triaryl phosphate ester fluids	7
4. Fluid handling and safety	9
5. Compatibility of materials	13
6. Factors affecting service life	15
7. Monitoring and maintenance of fluids in service	19
8. Sampling	25
9. Examination of new fluid	31
10. Guidelines on testing	35
 APPENDIX A	41

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GUIDE DE MAINTENANCE ET D'EMPLOI DES FLUIDES
DE REGULATION ESTERS PHOSPHATES DE TRIARYLE POUR TURBINE

PREAMBULE

- 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.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
10(BC)234	10(BC)250

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAINTENANCE AND USE GUIDE
FOR TRIARYL PHOSPHATE ESTER TURBINE CONTROL FLUIDS

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 IEC Technical Committee No. 10: Fluids for electrotechnical applications.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
10(C0)234	10(C0)250

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

GUIDE DE MAINTENANCE ET D'EMPLOI DES FLUIDES DE REGULATION ESTERS PHOSPHATES DE TRIARYLE POUR TURBINE

1. Introduction

Nombre de fabricants de turbines ou de services publics d'électricité ont des méthodes normalisées pour la maintenance en service des fluides hydrauliques de régulation esters phosphates de triaryle. La comparaison de ces méthodes a permis de proposer le présent guide international. Dans ce guide, les valeurs des diverses caractéristiques ne devront pas être considérées comme absolues; pour une interprétation correcte des résultats, il faudra tenir compte de divers facteurs, tels que les conditions d'utilisation, le type de matériel et l'évolution générale des caractéristiques du fluide.

2. Domaine d'application

Le présent guide s'applique aux fluides difficilement inflammables esters phosphates de triaryle utilisés comme fluides hydrauliques de régulation pour turbines ou autres systèmes de régulation des centrales électriques.

L'objet de ce guide est d'aider l'opérateur de centrale électrique à apprécier les propriétés importantes requises des esters phosphates de triaryle utilisés comme fluides hydrauliques dans les systèmes de régulation et de donner une information sur les règles de manutention, de stockage, d'utilisation et de contrôle. Ce guide examine les causes de la dégradation du fluide et définit des méthodes pour examiner les livraisons de fluide neuf et pour contrôler et maintenir un état adéquat du fluide.

3. Description des fluides esters phosphates de triaryle

La composition des esters phosphates de triaryle est complexe et varie considérablement. Certains composants des esters phosphates de triaryle sont connus pour être neurotoxiques s'ils sont ingérés en quantités importantes. Cependant, leur présence est maintenant contrôlée strictement et même éliminée, en sorte que les produits commerciaux courants ne présentent pas, sous cet aspect, un danger significatif pour la santé. Les esters phosphates de triaryle sont nocifs pour la santé seulement lorsqu'ils sont très mal utilisés. Les recommandations données dans ce guide ont pour but de minimiser l'exposition et de fournir une marge de sécurité aux travailleurs qui manipulent ces fluides.

Les fluides esters phosphates de triaryle doivent avoir une bonne résistance à l'oxydation et à l'hydrolyse, des propriétés convenables de désaération et de faible moussage. Cependant, on ne peut pas s'attendre à ce que ces propriétés demeurent inchangées durant la vie du fluide.

MAINTENANCE AND USE GUIDE FOR TRIARYL PHOSPHATE ESTER TURBINE CONTROL FLUIDS

1. Introduction

Many turbine manufacturers or electrical power utilities have standardized procedures for the maintenance of triaryl phosphate ester hydraulic control fluids in service. A comparison of these procedures has made it possible to propose this international guide. The values of the various characteristics in this guide should not be considered as absolute. For proper interpretation of results, account has to be taken of various factors such as the conditions of use, the type of equipment, and the general progression of the fluid characteristics.

2. Scope

This guide applies to not easily flammable triaryl phosphate ester fluids used as hydraulic control fluids for turbines and other control systems in electrical power stations.

The purpose of this guide is to help the power equipment operator to appreciate the important properties required of triaryl phosphate esters used as hydraulic fluids in the control systems and to give information on their safe handling, storage, use and monitoring. The guide discusses the causes of fluid deterioration and sets out procedures for examining consignments of new fluid and for monitoring and maintaining an adequate fluid condition.

3. Description of triaryl phosphate ester fluids

The composition of triaryl phosphate esters is complex and varies considerably. Some components of triaryl phosphate esters are known to be neurotoxic if ingested in significant amounts. Their presence, however, is now strictly controlled or even eliminated, so current commercial products do not present a significant health hazard in this respect. Triaryl phosphate esters are harmful to health only if they are grossly misused. The recommendations given in this guide are intended to minimize exposure and to provide a margin of safety to workers who handle these fluids.

Triaryl phosphate ester fluids should have good resistance to oxidation and hydrolysis, adequate air release and low-foaming properties. However, these properties cannot be expected to remain unchanged during the life of the fluid.

Bien qu'une certaine dégradation puisse être tolérée sans effets défavorables sur le fonctionnement du système, de bonnes méthodes de contrôle sont nécessaires pour déterminer quand les propriétés ont changé suffisamment pour justifier une action ultérieure.

L'ISO/DP 10050 décrit les caractéristiques requises des fluides hydrauliques neufs esters phosphates de triaryle.

4. Sécurité et manipulation du fluide

Les fluides esters phosphates de triaryle ont une apparence tout à fait semblable aux huiles minérales et peuvent être facilement confondus avec elles. Ils peuvent différer dans leurs propriétés chimiques, physiques et toxicologiques. Pour des renseignements spécifiques, les utilisateurs devront se référer aux documents de sécurité fournis par les fabricants du fluide. L'ensemble suivant de directives est présenté pour illustrer des méthodes de manipulation sans danger, typiques des fluides esters phosphates de triaryle.

4.1 Stockage et élimination

Là où les fluides esters phosphates de triaryle sont utilisés, tout le personnel doit avoir connaissance de la nature du produit qu'il manipule et connaître les règles définies ci-dessous.

Pour éviter toute confusion, les fluides esters phosphates de triaryle doivent être marqués clairement et maintenus séparés des huiles minérales qui peuvent être utilisées à des fins semblables. Les fluides doivent être stockés à l'intérieur, dans un endroit sec, non poussiéreux et propre. Chaque fût doit être fermé hermétiquement. Les fûts vides doivent être refermés hermétiquement et conservés pour une utilisation future au cas où le réservoir de fluide aurait besoin de vidange.

Autant que possible, il faut empêcher que les épanchements n'aillent dans le système d'écoulement des eaux. Les fuites de fluide doivent être recueillies dans des récipients clairement identifiés.

L'élimination des déchets doit être soigneusement contrôlée, en particulier pour éviter la pollution des cours d'eau et des terres agricoles. Tout fluide de rebut doit être considéré comme potentiellement nocif et éliminé conformément à la réglementation locale. Il est également possible de renvoyer le fluide au fournisseur pour retraitement ou élimination.

4.2 Précautions de manipulation

Les fluides esters phosphates de triaryle ont une très faible pression de vapeur et une excellente stabilité et, aux températures normales de fonctionnement, n'émettent pas de vapeurs nocives. Il n'a pas été signalé de cas d'intoxication par exposition continue lorsque des précautions raisonnables de manipulation ont été prises.

Les précautions suivantes sont recommandées:

While some deterioration can be tolerated without adverse effects on the functioning of the system, good monitoring procedures are necessary to determine when the properties have changed sufficiently to warrant further action.

The ISO/DP 10050 describes required characteristics of new triaryl phosphate ester hydraulic fluids.

4. Fluid handling and safety

The triaryl phosphate ester fluids appear quite similar to mineral oils in appearance and may readily be confused with them. They can differ in their chemical, physical and toxicological properties. Users should refer to the fluid manufacturers product safety data sheets for specific information. The following set of guidelines is offered to illustrate fluid handling and safety procedures typical of triaryl phosphate ester fluids.

4.1 *Storage and disposal*

Where triaryl phosphate ester fluids are used, all personnel must be aware of the nature of the material they are handling and know the rules set out below.

To avoid confusion, triaryl phosphate ester fluids should be clearly labelled and kept separate from mineral oils, which may be used for similar purposes. The fluids shall be stored inside in a dry location relatively free of dust and dirt. Each drum shall be tightly sealed. Empty drums should be resealed and stored for future use in case the fluid reservoir needs draining.

As far as practicable, spillages shall be prevented from entering surface drainage channels. Fluid which has leaked should be collected in clearly marked containers.

The disposal of waste material should be carefully controlled, particularly to avoid contamination of water courses and agricultural land. All waste fluid shall be considered potentially harmful and be disposed of in accordance with local regulations. Alternatively, it may be possible to return the fluid to the supplier for reprocessing or disposal.

4.2 *Handling precautions*

Triaryl phosphate ester fluids have extremely low vapour pressures and excellent stability, and at normal operating temperatures give off no harmful vapours. There have been no reports of toxic effects through continued exposure, when sensible handling precautions have been taken.

The following precautions are recommended:

- L'ingestion accidentelle du fluide ou l'inhalation de vapeurs, qui sont les voies principales d'introduction dans l'organisme, peuvent être nocives et doivent être évitées. En cas d'ingestion, des soins médicaux doivent être donnés immédiatement.
- On doit porter tout le temps des lunettes protectrices lorsque l'on manipule du fluide ou lorsque l'on travaille sur les organes de commande hydraulique ou autres systèmes contenant du fluide. Les projections dans les yeux peuvent causer une sévère irritation. Si du fluide entre dans les yeux, il faut les rincer abondamment à l'eau le plus tôt possible.
- Manger, boire et fumer en manipulant du fluide doit être interdit pour prévenir la contamination des lèvres et de la bouche. Après avoir manipulé du fluide et avant de manger, de boire ou de fumer, il faut se laver minutieusement les mains.
- Le contact du fluide avec la peau représente un danger minime, et des mesures normales d'hygiène préviendront tout effet nocif. Aucun cas de maladie n'a été signalé à la suite d'exposition accidentelle intense de la peau. Pour éviter le contact du fluide avec la peau, il faut porter des gants de protection imperméables. Si l'on a un contact important et prolongé avec le fluide, il faut porter une attention particulière au nettoyage minutieux de la peau et au changement des vêtements souillés.
- S'il se produit une fuite de fluide sur des canalisations chaudes, des fumées blanches peuvent être émises. Si elles sont inhalées, elles peuvent causer une irritation de la gorge et des bronches. Dans ces circonstances, tout individu travaillant dans une aire exposée aux fumées doit porter un masque.

4.3 Dangers du feu

Les fluides esters phosphates de triaryle sont difficilement inflammables et n'entretiennent pas aisément la combustion, mais ils ne peuvent pas être considérés comme non inflammables.

S'il se produit une fuite de fluide à partir du système hydraulique, dans certaines zones, il peut être absorbé par le calorifuge de composants proches. A haute température, le fluide peut se décomposer dans le calorifuge avec émission de fumée et éventuellement donner naissance à un feu couvant. Il convient de prévoir une bonne ventilation des endroits où il y a risque d'incendie.

La meilleure méthode pour éviter les dangers du feu est de prévenir les fuites de fluide en suivant les instructions de fonctionnement et de maintenance et en conservant toujours le matériel intéressé en bon état d'entretien. Dans les zones où l'expérience du client a montré que des fuites peuvent se produire en fonctionnement, les mesures suivantes donneront une protection complémentaire:

- rendre étanche tout le calorifuge exposé aux fuites de fluide avec un enduit de finition pour fournir une surface non poreuse;
- couvrir le calorifuge exposé avec des feuilles d'aluminium pour éviter l'entrée de fluide;
- pourvoir des cuvettes d'écoulement pour diriger le fluide épanché vers des points de captage;

- Accidental swallowing of the fluid or inhalation of vapours, which are the main potential sources of entry into the body, can be harmful and should be avoided. In event of ingestion, medical attention should be sought immediately.
- Goggles should be worn at all times when the fluid is being handled or when working on hydraulic control or other systems containing the fluid. Eye splashes may cause severe irritation. If any fluid gets into the eyes, they should be irrigated with water as soon as possible.
- Eating, drinking and smoking while the fluid is being handled shall be prohibited to prevent contamination of the lips and mouth. After handling the fluid, and before eating, drinking or smoking, the hands shall be washed thoroughly.
- Exposure to the skin represents minimal hazard and standard sanitary practice will prevent any adverse health effects. No ill effects have been reported from accidental intense skin exposure. To avoid fluid contact with skin, suitable impermeable protective gloves must be worn. Particular attention should be paid to thorough cleaning of the skin and removal of any soiled clothing if extensive and prolonged contact with the fluid occurs.
- If the fluid leaks on to hot pipework, white fumes may be emitted. If these are inhaled, they can cause irritation of the throat and chest. Under such circumstances, breathing apparatus shall be worn by anyone working in an area exposed to the fumes.

4.3 Fire hazards

The triaryl phosphate ester fluids are not easily flammable and do not readily support combustion, but cannot be considered non-flammable.

If the fluid is allowed to leak from the hydraulic system, it may in some areas be soaked up by the lagging on nearby components. At high temperatures the fluid may decompose in the lagging with the emission of smoke and possibly result in a smouldering fire. A good ventilation of areas where fire hazard may occur should be provided.

The best method of avoiding fire hazard is to prevent fluid leaks by following the operating and maintenance instructions, and by keeping the related equipment in a good state of repair at all times. In areas where the customer's operating experience has shown that leaks may develop, the following procedures will give additional protection:

- seal all the lagging material exposed to leaking fluid with finishing cement to provide a non-porous surface;
- cover exposed lagging with aluminium sleeves to prevent entry of fluid;
- provide drip trays to direct spilled fluid away from the lagging to collection points;

- remplacer tout calorifuge imbibé de fluide, parce que, à haute température, il peut se produire une réaction exothermique donnant lieu à un échauffement et éventuellement à un feu couvant.

4.4 Méthodes d'extinction des feux

Si un fluide ester phosphate de triaryle est allumé comme décrit ci-dessus, le feu peut être éteint avec de la mousse, de la poudre sèche, du dioxyde de carbone ou de l'eau. Cependant, si de l'eau est utilisée, il faut prendre soin d'éviter le contact direct avec des parties métalliques chaudes, puisque cela peut causer un refroidissement rapide avec d'importantes déformations ou craquelures.

Le calorifuge doit être enlevé et le feu éteint, le calorifuge doit être alors remplacé. Si le calorifuge est découpé, il doit être jeté dans un récipient et couvert pour arrêter la combustion, la décomposition et l'émission de fumée. Il faut porter des lunettes et des vêtements de protection, ainsi qu'un masque lorsque l'on manipule le calorifuge en combustion.

5. Compatibilité des matériaux

5.1 Joints, peintures, garnitures

La plupart des joints, des peintures et des garnitures que l'on trouve communément dans les systèmes hydrauliques utilisant des fluides à base de pétrole ne sont pas compatibles avec les fluides esters phosphates de triaryle. L'utilisation de joints et de garnitures impropres peut provoquer le gonflement et l'érosion des matériaux et conduire à des fuites de fluide ou au gommage de parties en mouvement. Les peintures doivent être résistantes aux esters phosphates de triaryle. Certains métaux tels que le cadmium, le cuivre et le zinc peuvent promouvoir une dégradation du fluide et leur utilisation doit être réduite au minimum.

S'il y a quelques doutes concernant le remplacement de joints ou d'autres parties du système hydraulique, le fournisseur du fluide ou le constructeur du système doit être consulté. Les matériaux couramment utilisés pour les joints sont le polytétrafluoréthylène (PTFE), le caoutchouc fluorocarboné (FPM) et le caoutchouc d'éthylène-propylène diène (EPDM).

On attire l'attention sur le fait que certains matériaux, même ceux considérés comme physiquement compatibles, peuvent altérer les performances du fluide, par exemple la désaération, en raison de la mise en solution d'additifs.

Note. - Pour déterminer le degré de compatibilité entre les fluides esters phosphates de triaryle et les matériaux utilisés pour les joints et les garnitures, la méthode suivante peut être utilisée. Des éprouvettes de dimensions convenables sont immergées dans un échantillon du fluide, dans des récipients hermétiquement clos, pendant 168 h à 100 ± 1 °C dans une étuve à tirage forcé; les changements de volume des matériaux sont mesurés après immersion; les changements de dureté (D.I.D.C., comme décrit dans l'ISO 48 - micro-essai) sont aussi mesurés pour les matériaux de joints. Le matériau est considéré comme compatible si le changement de volume est dans la fourchette de -5% à +15% et/ou le changement de dureté est dans la fourchette de 0 à -10 D.I.D.C.

- replace any lagging material soaked up by the fluid because at high temperatures an exothermic reaction can occur leading to temperature rise and possibly smouldering fire.

4.4 *Methods of extinguishing fires*

If a triaryl phosphate ester fluid is ignited as described above, the fire can be extinguished with foam, dry powder, carbon dioxide or water. If water is used, however, care should be taken to prevent direct contact with hot steel components, since it can cause rapid cooling with severe distortion or cracking.

The lagging should be removed and the fire extinguished; the lagging should then be replaced. If the lagging is cut away, it should be dropped into a container and covered to stop further smouldering, decomposition and the emission of smoke. Gloves, protective clothing and breathing apparatus should be worn when handling smouldering lagging.

5. Compatibility of materials

5.1 *Seals, paints, packings*

Most seal materials, paints, and packings commonly found in hydraulic systems using petroleum-based fluids are not compatible with the triaryl phosphate ester fluids. The use of unsuitable seals and packings can result in swollen or eroded materials which may lead to fluid leaks or the binding of moving parts. Paints shall be resistant to triaryl phosphate ester. Some metals such as cadmium, copper and zinc may promote fluid degradation and their use should be minimized.

If there is any doubt concerning replacement seals or other parts for the hydraulic system, the supplier of the fluid or the manufacturer of the system shall be consulted. Some materials currently used for seals are polytetrafluoroethylene (PTFE), fluorocarbon rubber (FPM) and ethylene propylene diene rubber (EPDM).

Attention is drawn to the fact that some materials, even those considered physically compatible, can adversely affect fluid performance, for example the deterioration of air release due to the leaching out of additives.

Note.- To determine the degree of compatibility between the triaryl phosphate ester fluids and the materials used for seals and packings, the following method can be used. Suitably sized specimens are immersed in a sample of the fluid in tightly closed containers for 168 h at 100 ± 1 °C in a forced-draught oven; the changes in the volumes of the materials are measured after immersion; the changes in hardness (IRHD as described in ISO 48 - micro test) are also measured for the sealing materials. The material is regarded as compatible if the change in volume is in the range of -5% to +15% and/or the change in hardness is in the range of 0 to -10 IRHD.