

**NORME
INTERNATIONALE**

**CEI
IEC**

**INTERNATIONAL
STANDARD**

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

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 ou 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.

5.2 Isolation des fils électriques

Le fluide ester phosphate de triaryle ramollit et finalement décompose certains matériaux isolants. Par exemple, le polychlorure de vinyle (PVC) peut contenir comme plastifiant de l'ester phosphate de triaryle; le trempage du PVC dans ce fluide va par conséquent le ramollir. Une isolation contenant du PVC ne doit donc pas être utilisée dans le voisinage du système de régulation. Les fabricants de fluide recommandent le polytétrafluoréthylène, le polyamide, le polyéthylène ou le polypropylène, mais les fournisseurs du fil doivent être contactés dans les cas spécifiques, puisque beaucoup de matériaux d'isolation et de revêtement sont utilisés.

La meilleure prévention est évidemment d'éviter les épanchements de fluide sur l'isolation des fils électriques. Dans les zones où des épanchements peuvent se produire (par exemple pendant la maintenance), la filerie doit être protégée.

Si une isolation de composition inconnue est accidentellement mouillée avec le fluide, elle doit être nettoyée avec des chiffons trempés de préférence dans un solvant qui enlève le fluide (par exemple l'isopropanol) et n'endommage pas l'isolation. Les solvants chlorés ne doivent pas être utilisés. Les câbles doivent alors être inspectés périodiquement pour déterminer s'ils souffrent d'une lente détérioration.

6. Facteurs affectant la durée de vie en service

La durée de vie en service des fluides esters phosphates de triaryle est affectée par les facteurs suivants:

- conditions de fonctionnement du système;
- contamination par l'eau, les particules, les matériaux contenant du chlore ou l'huile minérale;
- purification du fluide.

6.1 Conditions de fonctionnement du système

Il y a en service un grand nombre de types différents de systèmes de régulation, et leurs conditions de fonctionnement peuvent altérer les performances et les propriétés du fluide. Les conditions les plus sévères se trouvent normalement dans les matériels fonctionnant aux plus hautes pressions, c'est-à-dire jusqu'à 20 MPa (200 bar). Une dégradation du fluide peut aussi se produire en raison de températures globalement élevées du fluide ou de l'existence de points chauds, lorsque, par exemple, des conduits de fluide sont adjacents à des conduites de vapeur. En règle générale, des températures globales du fluide de 60 °C et des températures aux points chauds de 120 °C sont compatibles avec une durée de vie acceptable du fluide.

Il faut éviter que de l'air soit entraîné à l'admission de la pompe, parce que cela peut amener des températures élevées et une oxydation à l'interface bulle/fluide lorsque la bulle s'effondre sous la pression. Dans les cas extrêmes, cela peut entraîner une avarie de la pompe.

5.2 *Electrical wire insulation*

Triaryl phosphate ester fluid will soften and eventually decompose some insulating materials. For example, polyvinyl chloride (PVC) may contain a triaryl phosphate ester as a plasticizer; soaking PVC in this fluid will therefore soften it. Insulation containing PVC should not therefore be used in the vicinity of the control system. The fluid manufacturers recommend polytetrafluoroethylene, polyamide, polyethylene or polypropylene, but suppliers of the wire should be contacted in specific cases as many insulating materials and coatings are in use.

The best prevention of problems is obviously to avoid spills of fluid on to electrical wiring insulation. In areas where spills on to wiring may occur (for example during maintenance) the wiring should be shielded.

If wiring insulation of unknown composition has been accidentally wetted with the fluid, it should be wiped clean with rags, preferably wetted in a solvent that will remove the fluid (for example isopropanol) and not harm the insulation. Chlorinated solvents should not be used. Cables should then be inspected periodically to determine if they are suffering slow deterioration.

6. *Factors affecting service life*

The following factors affect the service life of triaryl phosphate ester fluids:

- system operating conditions;
- contamination by water, particulates, materials containing chlorine or by mineral oil;
- fluid purification.

6.1 *System operating conditions*

There are a number of differing control system designs in use and their operating conditions can adversely affect the performance and properties of the fluid. The most severe conditions normally exist in equipment operating at the highest pressures, i.e. up to 20 MPa (200 bar). Fluid degradation can also occur due to high bulk fluid temperatures or if hot-spots are present, for example where fluid supply lines are adjacent to hot steam lines. As a general guide bulk fluid temperatures of 60 °C and hot-spot temperatures of up to 120 °C are compatible with acceptable fluid life.

Air entrainment at the pump inlet should be avoided as this may lead to high temperatures and oxidation at the bubble/fluid interface as the bubble collapses under pressure. In extreme cases this can lead to pump damage.

6.2 Contamination du fluide

6.2.1 Par l'eau

Les esters phosphates de triaryle sont sensibles à l'hydrolyse et de plus les produits acides de dégradation catalysent cette réaction. En outre, l'acidité produite peut provoquer une corrosion du système, amorcer une érosion des servovalves et réagir avec les filtres à adsorbant solide pour produire des dépôts gélatineux dans le système. Le contrôle de la teneur en eau est, par conséquent, d'une importance particulière dans tous les types de matériels. Des respirateurs desséchants et, dans certains cas, des déshydrateurs à vide sont installés pour réduire au minimum la contamination par l'eau.

6.2.2 Par les particules

Les systèmes hydrauliques de régulation sont sensibles à la contamination particulaire du fait des jeux très faibles qui se présentent dans certains des composants. Là où le fluide se meut à grande vitesse, les particules peuvent être abrasives et leur dépôt dans des zones critiques peut empêcher le fonctionnement du système. Elles peuvent être présentes dans le système à la suite du montage, dans le fluide d'origine ou produites en service par usure, dégradation du fluide et/ou corrosion du système.

Pour réduire les niveaux particuliers, le système doit être rincé minutieusement avant utilisation, et le fluide neuf ajouté au système doit être préfiltré à travers un filtre absolu de 3 μm . En service, une filtration fine est essentielle pour maintenir un niveau acceptable de propreté du fluide.

6.2.3 Par l'huile minérale

Il convient de mettre tout en oeuvre pour éviter une contamination par l'huile minérale, parce que cela peut entraîner une détérioration du comportement au feu. Des dépôts peuvent aussi se former par suite d'une réaction entre l'ester phosphate de triaryle et certains additifs de l'huile minérale, et entraîner un grippage d'éléments délicats de régulation. En faibles quantités, l'huile minérale peut également altérer les caractéristiques de moussage et de désaération du fluide de régulation. A la différence des autres contaminants du fluide qui peuvent être normalement enlevés ou réduits par purification sur place, l'huile minérale dissoute dans l'ester phosphate n'est pas facilement extraite par ces méthodes.

6.2.4 Par les composés chlorés

La contamination par le chlore est normalement due à l'utilisation d'un solvant chloré de nettoyage ou à des revêtements de protection contenant du chlore, appliqués aux surfaces métalliques avant le montage du système.

La contamination des esters phosphates par des produits contenant du chlore et particulièrement par des chlorures peut causer une érosion des servovalves même à des niveaux relativement bas. L'utilisation de solvants chlorés pour le nettoyage du système et d'eau de mer pour le refroidissement du fluide de régulation doit donc être évitée.

6.2 *Fluid contamination*

6.2.1 *From water*

Triaryl phosphate esters are susceptible to hydrolysis and the acidic degradation products further catalyse this reaction. In addition, the acidity developed may cause system corrosion, initiate servo-valve erosion and react with adsorbent solid filters to produce gelatinous deposits in the system. Control of the water content is, therefore, of particular importance. Desiccant breathers and, in some cases, vacuum dehydrators are installed to minimize water contamination.

6.2.2 *By particulates*

Hydraulic control systems are sensitive to particulate contamination since very fine tolerances are found in some of the components. Where the fluid moves at high velocity, particulates can be abrasive and deposition in critical areas can impede system operation. They can be present in the system following assembly, in the original fluid or produced in service by wear, fluid degradation and/or system corrosion.

In order to reduce particulate levels the system should be thoroughly flushed before use and new fluid added to the system should be pre-filtered through a 3 µm absolute filter. In service, fine filtration is essential to maintain an acceptable level of the fluid cleanliness.

6.2.3 *By mineral oil*

Every effort should be made to avoid mineral oil contamination as this may adversely affect the fire behaviour. Deposits may also form as a result of reaction between the triaryl phosphate ester and some mineral oil additives and these can lead to seizure of sensitive control elements. Mineral oil in small amounts can also adversely affect the control fluid foaming and air release characteristics. Unlike other fluid contaminants which can normally be removed or reduced by *in situ* purification, mineral oil dissolved in the phosphate ester is not easily removed by such methods.

6.2.4 *By chlorinated materials*

Chlorine contamination is normally due to either the use of a chlorinated cleaning solvent or chlorine-containing protective coatings applied to metal surfaces prior to system assembly.

Contamination of phosphate esters by chlorine-containing products and particularly by chlorides can cause servo-valve erosion even at relatively low levels. The use of chlorinated solvents for system cleaning and of sea-water for cooling the control fluid should therefore be avoided.

6.3 Purification du fluide

Si des mesures ne sont pas prises pour limiter l'acidité formée à partir de la dégradation par hydrolyse ou par oxydation, les performances du système peuvent être altérées et la durée de vie du fluide réduite de façon significative. Il est donc essentiel de maintenir l'acidité à un faible niveau. Cela est normalement réalisé par filtration d'adsorption sur une boucle de shuntage dans laquelle le fluide passe de façon continue à travers de la terre à foulon ou de l'alumine activée. Un filtre fin à particules de 0,5 μm (valeur nominale) est requis en aval du filtre d'adsorption pour s'assurer que des particules adsorbantes ne sont pas mises en circulation.

Les solides adsorbants peuvent aussi enlever d'autres composés ioniques, par exemple les chlorures, et l'unité de filtration dans son ensemble aide à maintenir la propreté du fluide. Lorsque la vitesse de dégradation du fluide s'accélère avec une augmentation de l'acidité, il peut ne plus être possible de limiter l'acidité avec les filtres d'adsorption, si celle-ci dépasse les limites recommandées. Dans ce cas, le remplacement de la charge complète de fluide peut être nécessaire.

7. Contrôle et maintenance des fluides en service

Le tableau 2 résume les programmes d'essai recommandés, les méthodes d'essai, la fréquence des essais, les seuils d'alerte et les mesures à prendre.

7.1 Teneur en eau

Méthode d'essai recommandée: ISO/DP 6296

En plus de l'entrée normale d'humidité atmosphérique, de l'eau peut entrer dans les systèmes hydrauliques par suite d'une rupture de joint, de méthodes d'appoint incorrectes, de respirateurs de réservoirs inefficaces ou d'une fuite du refroidisseur. Si l'on observe des taux d'humidité élevés et s'il n'y a pas de preuve d'entrée anormale d'eau, le système de déshydratation peut être impropre ou en mauvais fonctionnement.

Mesures indiquées:

- s'assurer qu'il n'y a pas de fuites après le sécheur d'air ou le respirateur desséchant;
- examiner et remplacer le desséchant si nécessaire;
- rechercher les fuites des refroidisseurs de fluide; si l'on découvre des fuites, consulter le constructeur pour les réparations;
- changer les cartouches filtrantes d'adsorption;
- lorsqu'une charge de fluide est gravement contaminée par l'eau, une unité de déshydratation à vide est le moyen le plus rapide de sécher le fluide, mais une forte contamination peut exiger le remplacement de la charge de fluide ou le syphonage de la couche d'eau libre dans le réservoir;
- si nécessaire, vérifier que l'aspirateur du réservoir maintient le vide désiré au-dessus du fluide dans le réservoir.

6.3 Fluid purification

Unless action is taken to control the generation of acidity arising from hydrolytic or oxidative degradation, the system performance can be adversely affected and the fluid life significantly reduced. It is therefore essential to keep the acidity level low. This is normally achieved by adsorption filtration on a by-pass loop in which the fluid is continuously passed through fuller's earth or activated alumina. A 0,5 μm (nominal) fine particle filter is required downstream of the adsorption filter to ensure that no adsorbent particles are circulated.

The adsorbent solids can also remove other ionic material, for example chloride, and the filter unit as a whole assists in maintaining fluid cleanliness. As the fluid degradation rate accelerates with increasing acidity it may not be possible to control the acidity with adsorption filters if it is allowed to exceed recommended limits. In such circumstances, replacement of the complete fluid charge may be necessary.

7. Monitoring and maintenance of fluids in service

Table 2 summarizes recommended testing schedules, test methods, frequency of testing, warning limits and recommended action.

7.1 Water content

Recommended test method: ISO/DP 6296

As well as the normal ingress of atmospheric moisture, water can get into hydraulic systems due to seal failure, as a result of faulty topping-up procedures, ineffective reservoir breathers, or a cooler leak. If high levels of moisture are observed, and there is no evidence of abnormal ingress of water, then the dehydration equipment may be inadequate or is malfunctioning.

Action indicated:

- ensure that there are no leaks past the air dryer or the desiccant breather;
- investigate and replace the desiccant if necessary;
- test the fluid coolers for leaks; if leaks are discovered consult the manufacturer for repair procedures;
- change the adsorption filter cartridges;
- where a charge of fluid is badly contaminated with water, a vacuum dehydration unit is the quickest way to dry the fluid, but gross contamination may require replacement of the fluid charge or the syphoning-off of the layer of free water in the tank;
- where applicable, check that the tank exhauster is maintaining the desired vacuum above the fluid in the tank.

7.2 *Indice d'acide total (IAT)*

Méthode d'essai recommandée: ISO 6618

L'augmentation d'acidité peut être causée par une dégradation du fluide par une humidité ou des températures élevées du fluide, par une contamination chimique du système ou par un mauvais fonctionnement des filtres d'adsorption.

Mesure indiquées:

- rechercher et colmater toute fuite d'eau;
- changer les filtres d'adsorption et prélever des échantillons de fluide toutes les 48 h jusqu'à ce que l'indice de neutralisation retourne à la normale.

7.3 *Résistivité en courant continu*

Méthode d'essai recommandée: CEI 247

Une diminution de la résistivité en courant continu d'un fluide peut être causée par une augmentation de l'acidité et/ou de la teneur en eau, par un appoint de fluide de qualité impropre ou par une contamination avec de la poussière ou un matériau conducteur

Mesures indiquées:

- rechercher et colmater toute fuite d'eau;
- utiliser comme appoint seulement des fluides recommandés;
- changer les filtres d'adsorption;
- vérifier la propreté du fluide.

7.4 *Propreté du fluide*

Méthodes d'essai recommandées:

- comptage microscopique: ISO/DIS 4407 et 4408;
- comptage électronique des particules: ISO 4402;
- méthode gravimétrique: ISO/DIS 4405.

Méthode de présentation recommandée: ISO 4406.

La contamination particulière peut être estimée au moyen de microscopes optiques et de compteurs manuels, au moyen de compteurs automatiques de particules ou par pesée. L'échantillonnage pour le comptage de particules est très important. Les niveaux (distribution en nombre et en taille) doivent être comparés aux recommandations du constructeur.

Une augmentation des niveaux particuliers peut être due à une contamination externe entrant dans le système par le fluide d'appoint ou par une rupture de joint; elle peut aussi être causée par une maintenance impropre, la rupture d'un élément filtrant ou l'usure dans une partie du système.

7.2 *Total acid number (TAN)*

Recommended test method: ISO 6618

The increase in acidity may be caused by degradation of the fluid by moisture or high fluid temperatures, by chemical contamination of the system, or by ineffective operation of any adsorption filters.

Action indicated:

- investigate and correct any water leaks;
- change adsorption filters and take fluid samples every 48 h until the neutralization number returns to normal.

7.3 *Direct current d.c. resistivity*

Recommended test method: IEC 247

A reduction in the d.c. resistivity of a fluid may be caused by an increase in acidity and/or moisture content, by topping-up with an unsuitable grade of fluid, or by contamination with dirt or an electrically conducting material.

Action indicated:

- investigate and correct any water leaks;
- use only recommended fluids as make-up;
- change adsorption filters;
- check fluid cleanliness.

7.4 *Fluid cleanliness*

Recommended test methods:

- microscopic counting: ISO/DIS 4407 and 4408;
- electronic particle counting: ISO 4402;
- gravimetric method: ISO/DIS 4405.

Recommended reporting method: ISO 4406.

Particulate contamination can be assessed by light microscopes and manual counters, automatic particle counters or by weight. Sampling for particle counting is very important. The levels (number and size distribution) should be compared against the manufacturer's recommendations.

Any increase in particulate levels may be due to external contamination entering the system in added make-up fluid, or through seal failure; it can also be caused by inadequate maintenance, failure of a filter element, or wear in a part of the system.

Mesures indiquées:

- s'assurer que tout fluide d'appoint ajouté au système satisfait aux spécifications de propreté du constructeur pour un fluide neuf;
- vérifier le réservoir pour s'assurer que tous les couvercles sont en place et sont bien étanches;
- en effectuant la maintenance du système, observer de strictes mesures de propreté;
- changer les filtres et les tamis si nécessaire;
- vérifier s'il n'y a pas transport de solides adsorbants;
- vérifier s'il n'y a pas de problèmes de fonctionnement et une usure des servovalves, valves solénoïdes, valves de sortie de palier et parties de pompe ou d'accumulateur.

7.5 Teneur en chlore

Bien qu'aucune méthode normalisée n'ait été généralement adoptée pour cette mesure, les méthodes suivantes conviennent: fluorescence X, réduction par le biphényle de sodium, microcoulométrie et activation de neutrons.

Un rinçage répété du système peut être nécessaire pour enlever toute trace de chlore du système avant qu'une nouvelle charge de fluide puisse être introduite sans dommage. Dans ce cas, les filtres d'adsorption peuvent ne pas être efficaces pour enlever le chlore inorganique.

Mesures indiquées:

- cesser d'utiliser des solvants chlorés autour du système hydraulique;
- rechercher les fuites des refroidisseurs;
- changer les filtres d'adsorption et prélever des échantillons de fluide toutes les 48 h jusqu'à ce que la teneur en chlore soit conforme aux exigences du constructeur de turbines.

7.6 Teneur en huile minérale

Méthodes d'essai: spectrométrie IR; chromatographie en couche mince (TLC); chromatographie liquide à haute pression (HPLC); saponification; densité.

La méthode d'essai la plus appropriée dépend du type de fluide et du degré de contamination; en cas de doute, consulter le fournisseur.

La densité de l'huile minérale est inférieure à celle de l'ester phosphate de triaryle et, si l'huile dépasse le niveau de solubilité, elle flotte à la surface. Cependant, si l'huile minérale et l'ester phosphate de triaryle sont miscibles, la variation de densité est la meilleure méthode de détection. Cependant, les mesures de densité ne détectent pas la présence de faibles quantités d'huile minérale, typiquement moins de 1% à 2%.

Action indicated:

- ensure that any make-up fluid added to the system meets the manufacturer's cleanliness specifications for new fluid;
- check the reservoir to ensure that all cover plates are in place and are properly sealed;
- when carrying out maintenance on the system, observe strict cleanliness procedures;
- change filters and strainers as required;
- check carry-over of adsorbent solids;
- check for possible operating problems and wear of servo-valves, solenoid valves, pedestal trip valves, and pump or accumulator parts.

7.5 Chlorine content

Although no standard method has been generally adopted for this determination, the following methods are suitable: X-ray fluorescence, sodium biphenyl reduction, microcoulometry and neutron activation.

Repeated system flushing may be necessary to remove all traces of chlorine from the system before a new fluid charge can be safely introduced. Adsorption filters may not be effective in removing the inorganic chlorine in these circumstances.

Action indicated:

- discontinue the use of chlorinated solvents around the hydraulic system;
- investigate coolers for leaks;
- change adsorption filters and take fluid samples every 48 h until the chlorine content is reduced to within the turbine manufacturer's recommendations.

7.6 Mineral oil content

Test methods: IR spectrometry; thin layer chromatography (TLC); high pressure liquid chromatography (HPLC), saponification, density.

The most suitable test method will depend on the type of fluid and the degree of contamination; if in doubt, consult the supplier.

The density of mineral oil is less than that of triaryl phosphate ester and if present in excess of the solubility level the oil will float on top. However, if the mineral oil and triaryl phosphate ester are miscible, then the change in density will be the best method of detection. Density measurements, however, will not detect the presence of small amounts of mineral oil, typically less than 1% to 2%.

La contamination par l'huile minérale est due habituellement à un appoint avec du mauvais fluide, à une contamination résiduelle provenant d'essais de composants avec de l'huile minérale, ou à une rupture de joints communs entre le système hydraulique et des éléments d'installation utilisant une lubrification séparée à l'huile minérale.

Mesures indiquées:

- utiliser comme appoint seulement des fluides recommandés;
- ne mettre dans le réservoir que des fluides provenant de bidons scellés en usine;
- contacter le constructeur pour des recommandations spécifiques.

7.7 Viscosité

Méthode d'essai recommandée: ISO 3104

Un changement significatif de viscosité est dû normalement à une dilution du fluide.

Mesure indiquée:

- envisager le changement de fluide.

7.8 Désaération

Méthode d'essai recommandée: ISO/DIS 9120.

L'augmentation de la valeur de désaération peut être due à une contamination ou à des changements chimiques.

Mesures indiquées:

- rechercher et corriger toute contamination;
- changer les filtres d'adsorption.

8. Echantillonnage

Lorsque l'on prélève des échantillons de fluide dans un réservoir ou un système en service, il est important de suivre des techniques d'échantillonnage appropriées. Pour une analyse de laboratoire, la méthode doit fournir des échantillons représentatifs du fluide dans le système. L'expérience a montré la nécessité de suivre des méthodes normalisées pour l'échantillonnage, l'examen et l'acceptation des livraisons de fluides esters phosphates de triaryle.

L'utilisation de personnel entraîné ou qualifié est fortement recommandée, parce qu'un manque de précautions peut introduire des contaminants qui donneront des résultats fallacieux.

Ci-après sont suggérées quelques directives pour des techniques appropriées d'échantillonnage et de manipulation des échantillons.

Mineral oil contamination is usually due to topping-up with the wrong fluid, residual contamination from component tests with mineral oil, or failure of common seals between the hydraulic system and plant items using separate mineral oil lubrication.

Action indicated:

- use only recommended fluids as make-up;
- use only fluid from factory sealed drums in the reservoir;
- contact the manufacturer for specific recommendations.

7.7 Viscosity

Recommended test method: ISO 3104

A significant change in viscosity is normally due to fluid dilution.

Action indicated:

- consider fluid change.

7.8 Air release

Recommended test method: ISO/DIS 9120.

The increase in air release value may be due to contamination or chemical changes.

Action indicated:

- investigate and correct any contamination;
- change adsorption filters.

8. Sampling

When taking fluid samples from a reservoir or a system in service, it is important that proper sampling techniques be followed. The procedure should provide samples for laboratory analysis that are representative of the fluid in the system. Experience has shown the need for standardized procedures to be used for the sampling, examination and acceptance of incoming supplies of triaryl phosphate ester fluids.

The use of trained or knowledgeable personnel is highly recommended as carelessness can introduce contaminants that will result in misleading results.

The following are some suggested guidelines for proper sampling and sample handling techniques.

8.1 Récipients

Les échantillons doivent être prélevés dans un récipient "convenable". Pour être "convenable", il faut que le récipient soit:

- *propre*. Une méthode de nettoyage convenable pour les échantillons de comptage de particules est décrite en 8.2;
- *compatible* avec l'ester phosphate de triaryle. Certains plastiques, le PVC par exemple, ne sont pas compatibles;
- *approprié* quelle que soit la manipulation requise. Les récipients avec des bouchons qui fuient et les récipients de verre sans protection ne sont pas convenables pour l'expédition;
- *suffisamment grand*. Une analyse chimique complète ne peut pas être effectuée si l'on présente un échantillon insuffisant. Normalement, il suffit de 1 litre, à moins qu'une plus grande quantité ne soit requise. Un échantillon séparé de 200 ml doit être prélevé pour une analyse de comptage de particules.

8.2 Préparation des récipients, de l'appareillage d'essai et des réactifs pour le comptage de particules

- Filtrer des quantités d'eau distillée et d'alcool isopropylique de telle façon qu'un échantillon de 100 ml dans une analyse à blanc donne un comptage de particules inférieur ou égal à 10% de l'essai de fluide acceptable;
- laver minutieusement tout l'appareillage à l'eau chaude sans détergent de rinçage (il convient, si possible, d'utiliser un lave-vaisselle automatique);
- rincer deux fois avec au moins 50 ml d'eau distillée filtrée;
- rincer deux fois avec de l'alcool isopropylique filtré pour enlever l'eau;
- placer un film de polyéthylène sur le sommet du récipient et serrer le bouchon sans déchirer le film.

8.3 Échantillonnage en service

Le groupe hydraulique doit être en fonctionnement et le système en régime établi (à la température normale de fonctionnement et à la pression assignée), afin de garantir un mélange parfait du fluide pour un échantillon représentatif. Pour réaliser cela, le temps minimal de circulation est d'environ 1 h.

8.3.1 Points d'échantillonnage

Des points convenables d'échantillonnage doivent être prévus sur le système pour permettre une détermination du comportement des différents composants. Typiquement, ils seront situés:

- avant chaque batterie principale de filtres;
- après chaque batterie principale de filtres;
- sur le retour BP vers le réservoir de fluide.

8.1 Containers

Samples should be taken in a "suitable" container. To be "suitable" the container should be:

- *clean*. A cleaning procedure suitable for particle count samples is described in 8.2;
- *compatible* with triaryl phosphate ester. Some plastics, PVC for example, are not compatible;
- *appropriate* for whatever handling is required. Containers with leaking tops and unprotected glass containers are not suitable for shipment;
- *of sufficient size*. An extensive chemical analysis cannot be carried out if an insufficient sample is submitted. Normally 1 litre is sufficient unless a larger quantity is requested. A separate 200 ml sample should be taken for a particle count analysis.

8.2 Preparation of containers, test apparatus and reagents for particle counting

- Filter portions of distilled water and isopropyl alcohol such that a 100 ml sample in a blank analysis shows a particle count of not more than 10% of an acceptable fluid test;
- wash all apparatus thoroughly in hot water free of rinsing detergent (if possible an automatic dishwasher should be used);
- rinse twice with at least 50 ml of filtered distilled water;
- rinse twice with filtered isopropyl alcohol to remove the water;
- place a polyethylene film over the top of the container and tighten the cap without tearing the film.

8.3 Sampling in service

The hydraulic power unit should be in operation with the system under steady state conditions (normal operating temperature and rated pressure) to ensure thorough mixing of the fluid for a representative sample. The minimum circulation time needed to accomplish this is about 1 h.

8.3.1 Sampling points

Suitable sampling points should be provided on the system to enable determination of the behaviour of system components. Typically, these would be located:

- before each main filter bank;
- after each main filter bank;
- in the LP return to the fluid reservoir.

8.3.2 *Précautions à prendre lors d'un échantillonnage sur une canalisation*

- Garder propres tous les points d'échantillonnage et les connecteurs; les garnir de capots de protection lorsqu'ils ne sont pas utilisés. Avant usage, vérifier la sécurité des connections;
- laver l'orifice de la valve de prélèvement avec le solvant filtré d'une bouteille de lavage;
- laisser couler entre 500 ml et 1 000 ml de fluide pour purger la valve et les canalisations avant de prélever l'échantillon. Recueillir le fluide dans un récipient et l'éliminer;
- enlever le bouchon et le film de polyéthylène du récipient à échantillon et remplir immédiatement le récipient à flot continu. Le courant d'échantillonnage doit être ajusté pour fournir le volume d'échantillon en 20 s à 30 s. Ne pas faire toucher le récipient à échantillon et la valve. En aucun cas, faire fonctionner la valve d'échantillonnage ou toucher à une canalisation de fluide pendant le remplissage du récipient;
- enlever le récipient du courant de fluide avant de fermer la vanne d'échantillonnage; replacer immédiatement le film de polyéthylène sur le sommet du récipient et serrer le bouchon.

8.3.3 *Echantillonnage à partir d'un réservoir*

Si la teneur en eau d'un échantillon prélevé suivant la méthode décrite ci-dessus est supérieure ou égale à 0,2%, de l'eau libre est probablement présente dans le système. La méthode suivante est utilisée pour rechercher l'eau libre dans le réservoir:

- nettoyer minutieusement la zone autour du couvercle du réservoir et enlever les verrous;
- lever le couvercle et puiser ou écumer un échantillon à la surface du fluide en utilisant une bouteille propre attachée à une baguette ou une "bouteille d'échantillonnage" commerciale;
- vérifier si le joint de couvercle n'est pas endommagé et le remplacer si nécessaire; remettre en place le couvercle;
- l'eau libre apparaît sur l'échantillon sous forme d'une couche flottant à la surface du fluide hydraulique.

Si l'on trouve de l'eau en surface dans le réservoir, des mesures immédiates doivent être prises pour trouver le point d'entrée de l'eau et pour éviter une contamination ultérieure.

8.4 *Echantillonnage des livraisons*

L'échantillonnage d'un fluide neuf doit être effectué conformément aux techniques décrites ci-dessus. Les échantillons prélevés doivent être représentatifs du fluide examiné et obtenus à partir des points les plus représentatifs de la contamination globale par des débris et par l'eau, c'est-à-dire à la surface et au fond du fût ou du compartiment de citerne. L'aspect de tous les échantillons doit être examiné immédiatement.

8.3.2 *Precaution to be taken when sampling from a line*

- Keep all sampling points and connectors clean; fit blanking covers when not in use; check the security of connections before using;
- wash sampling valve outlet with filtered solvent from a wash bottle;
- allow between 500 ml and 1 000 ml of fluid to purge the valve and lines before taking the sample; catch the fluid in a container and discard;
- remove the cap and polyethylene film from the sample container and immediately fill the container from the flowing stream. The sampling flow rate should be set to yield the sample volume in 20 s to 30 s. Do not allow the sample container and valve to touch. Under no circumstances should the sampling valve be operated or any fluid lines be touched while the container is being filled;
- remove the container from under the flowing fluid before closing sampling valve; immediately replace the polyethylene film over the container mouth and tighten the cap.

8.3.3 *Sampling from a tank or reservoir*

If the water content of a sample taken by the method outlined above is 0,2% or greater, free water may be present in the system. The following procedure is used for investigating free water in the reservoir:

- thoroughly clean the area around the reservoir cover plate and remove the bolts;
- lift the cover and dip or skim a sample from the surface of the fluid using a clean bottle attached to a rod, or a commercial "grab sampler";
- check the cover gasket for damage and replace if necessary; rebolt the cover in place;
- any free water will be evident on the sample as a layer floating on the surface of the hydraulic fluid.

If surface water is found in the reservoir, immediate action shall be taken to find the point of entry and measures taken to avoid further contamination.

8.4 *Sampling of supplies*

The sampling of new fluid should be carried out in accordance with the relevant techniques described above. Samples taken should be representative of the fluid being examined but obtained from the point(s) most indicative of global contamination by debris or water, i.e. at the top and the bottom of the drum or tanker compartment. All samples should be examined immediately for appearance.

Lorsque les expéditions de fluide sont effectuées en fûts, ceux-ci doivent être échantillonnés conformément à l'ISO 3170. Dans les cas où le produit est soupçonné de ne pas être uniforme, un plus grand nombre de fûts doit être échantillonné. Lorsque l'on soupçonne une contamination, chaque fût doit être échantillonné.

Lorsque le fluide est livré en vrac, chaque compartiment de citerne doit être échantillonné. Si ces échantillons sont dépourvus de débris et d'eau, ils peuvent être mélangés en vue d'une analyse de laboratoire ultérieure. En plus de l'échantillonnage des compartiments individuels de la citerne, d'autres échantillons doivent être prélevés à la sortie de la tuyauterie flexible ou, au moins, du manifold de la vanne du fond de la citerne; le courant d'échantillonnage doit être ajusté pour fournir le volume d'échantillon en 20 s à 30 s.

Lorsque l'on effectue les essais après la livraison, un échantillon supplémentaire doit être disponible et réservé pour une analyse future par le fournisseur du fluide ou un laboratoire différent de celui du lieu de réception.

8.5 *Etiquetage*

Les échantillons doivent être correctement étiquetés. Le marquage doit comporter au moins les informations suivantes:

- nom du service public;
- nom de l'échantillonneur;
- centrale et numéro de l'unité;
- date de prélèvement de l'échantillon et heure de service;
- lieu de prélèvement (avant les filtres, après les filtres, écumage à la surface du réservoir, etc.);
- problèmes de fonctionnement.

Note.- Il convient que les récipients à échantillon portent les étiquettes d'hygiène et de sécurité appropriées.

9. Examen du fluide neuf

Toutes les livraisons de fluide ester phosphate de triaryle doivent être convenablement contrôlées pour se garder de la livraison d'un produit incorrect ou contaminé, par exemple par de l'eau ou des matières insolubles. La livraison en vrac et le stockage du fluide ne sont pas recommandés en raison de la difficulté de maîtriser la contamination. Il y a lieu d'utiliser des bidons scellés en usine (voir 7.6).

Un programme d'essai pour fluide neuf est donné ci-dessous. Pour les produits en fût, les essais doivent être effectués sur un échantillon mélangé avant que le fluide ne soit mis en service. Des échantillons individuels doivent être retenus jusqu'à ce que l'échantillon mélangé soit reconnu satisfaisant.

When consignments of fluid are in drums, they should be sampled in accordance with ISO 3170. In cases where the product is suspected of being non-uniform, a larger number of drums should be sampled. Where contamination is suspected, every drum shall be sampled.

If the fluid is supplied in bulk, each tanker compartment should be sampled. If these are clear of debris and water, then the samples can be combined for a subsequent laboratory analysis of the consignment. As well as sampling individual tanker compartments, further sample(s) should be taken from the outlet of the flexible pipework, or at least from the tanker bottom valve manifold; the sampling flow rate should be set to yield the sample volume in 20 s to 30 s.

Where post-delivery testing is undertaken, an additional sample shall be available and reserved for future analysis by the fluid supplier or an alternative laboratory to that of the receiving station.

8.5 Labelling

Samples should be properly labelled. Marking should include at least the following information:

- utility name;
- person sampling;
- station and unit number;
- date sample taken, and service hours;
- location of sample (before filters, after filters, skimmed off the top of the reservoir, etc.);
- operational problems.

Note. - The sample containers should have health and safety labels as appropriate.

9. Examination of new fluid

All incoming supplies of triaryl phosphate ester fluid shall be adequately monitored to guard against the delivery of incorrect or contaminated material e.g. by water or insoluble matter. Bulk delivery and storage of fluid are not recommended owing to the difficulty in controlling contamination. Factory sealed drums should be used (see 7.6).

A testing schedule for new fluid is given below. For material in drums, tests should be completed on the bulked sample before the fluid is used in service. Individual samples should be retained until the bulk sample is passed as satisfactory.

Si le fluide est livré en citerne, les essais additionnels à effectuer avant le déchargement de la citerne ne peuvent être estimés qu'à partir du risque encouru par l'acceptation d'un produit hors spécification, c'est-à-dire si la charge peut facilement être récupérée et corrigée avant de passer en service dans l'installation mécanique, lorsque les essais ultérieurs indiquent que cette opération est nécessaire.

Note. - Il convient que le fluide destiné au remplissage ou à l'appoint de systèmes très sévères (voir tableau 1 pour les définitions) soit transféré à travers un filtre fin convenable de 3 µm (valeur absolue).

9.1 Programme d'essais pour livraisons de fluide neuf

Les exigences minimales pour un essai d'acceptation au moment de la livraison avant l'installation d'une charge de fluide neuf sont les suivantes:

Echantillons:

- a) de la citerne ou des fûts;
- b) du réservoir de stockage.

Essais:

- aspect limpide et clair, pas d'eau libre
- teneur en eau 1)
- indice de neutralisation 1)
- viscosité 1)
- propreté 2)

1) Doit satisfaire aux spécifications d'achat de l'utilisateur.

2) La définition de niveaux convenables de propreté dépend des exigences du fabricant du système et de l'utilisateur.

9.2 Programme d'essais après la mise en place d'une charge de fluide neuf¹⁾

Echantillons:

après 24 h de circulation; conserver 4 litres pour référence ultérieure.

Essais:

- aspect limpide et clair, pas d'eau libre
- teneur en eau 2)
- indice de neutralisation 3)
- viscosité 3)
- propreté 4)
- teneur en chlore 2)
- teneur en huile minérale 5)
- résistivité 2)
- désaération 6)

If fluid is received in tankers the additional tests to be completed before the tanker is discharged can only be judged from the risk involved by the acceptance of a non-specification product, i.e. whether the charge can be readily recovered and corrected before passing into service on the mechanical plant, if subsequent tests indicate this to be necessary.

Note.- Fluid intended for failing or additions to very severe systems (see table 1 for definitions) should be added through a suitable 3 μm (absolute) fine filter.

9.1 Testing schedules for new fluid

The minimum requirements for an acceptance test at the time of delivery, before installing a new fluid charge are as follows:

Samples:

- a) from tanker or drums;
- b) from storage tank.

Tests:

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| - appearance | clear and bright, no free water |
| - water content | 1) |
| - neutralization number | 1) |
| - viscosity | 1) |
| - cleanliness | 2) |

1) Should agree with user's purchase specification.

2) Definition of suitable cleanliness levels depends on system manufacturer and user requirements.

9.2 Testing schedules after installation of a new fluid charge¹⁾

Samples:

after 24 h circulation; retain 4 litres for later reference.

Tests:

- | | |
|-------------------------|---------------------------------|
| - appearance | clear and bright, no free water |
| - water content | 2) |
| - neutralization number | 3) |
| - viscosity | 3) |
| - cleanliness | 4) |
| - chlorine content | 2) |
| - mineral oil content | 5) |
| - resistivity | 2) |
| - air release | 6) |

- 1) Suivre les procédures de rinçage recommandées avant de mettre en place une charge de fluide neuf, qu'il s'agisse d'un premier remplissage ou d'un remplacement de fluide.
- 2) Doit être en accord avec les bonnes pratiques en service.
- 3) Doit concorder avec les limites spécifiées pour le fluide neuf.
- 4) La définition des niveaux convenables de propreté dépend des exigences du constructeur du système et de l'utilisateur.
- 5) Doit être inférieure à 1% en masse, si elle est causée par une contamination résiduelle de composants essayés avec de l'huile minérale.
- 6) La comparaison avec les caractéristiques de désaération d'un fluide neuf peut indiquer la présence de contamination.

10. Directives pour les essais

10.1 Programmes d'essais

On peut distinguer deux types d'essais.

10.1.1 Essais sur site

Les essais sur site peuvent inclure la détermination des propriétés suivantes:

- aspect: absence de solides visibles ou d'eau libre;
- teneur en eau;
- indice de neutralisation.

Les essais sur site peuvent être effectués au laboratoire de chimie de la centrale.

10.1.2 Essais de laboratoire

Il convient que les essais de laboratoire comprennent la détermination de toutes les propriétés énumérées dans le tableau 2.

Ces essais sont normalement réalisés dans un laboratoire qualifié, par exemple dans celui du fournisseur du fluide ou dans un laboratoire central de l'utilisateur.

10.2 Catégories de service

Pour minimiser le nombre des essais à effectuer, le matériel a été divisé en trois catégories: très sévère, sévère et moins sévère, selon sa conception, sa fonction, son emplacement et la performance du fluide: