

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60962

Première édition
First edition
1988-01

**Guide de maintenance et d'emploi des huiles
lubrifiantes de pétrole pour turbines à vapeur**

**Maintenance and use guide for petroleum
lubricating oils for steam turbines**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60962: 1988

Validité de la présente publication

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

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

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

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

Terminologie

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

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

Symboles graphiques et littéraux

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

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

et pour les appareils électromédicaux,

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

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

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

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

Validity of this publication

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

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

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

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

Terminology

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

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

Graphical and letter symbols

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

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

and for medical electrical equipment,

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

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

IEC publications prepared by the same technical committee

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60962

Première édition
First edition
1988-01

**Guide de maintenance et d'emploi des huiles
lubrifiantes de pétrole pour turbines à vapeur**

**Maintenance and use guide for petroleum
lubricating oils for steam turbines**

© IEC 1988 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

T

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

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	6
PREFACE	6
INTRODUCTION	8
 Articles	
1. Domaine d'application	8
2. Documents de référence	8
3. Description des huiles pour turbines	12
4. Facteurs affectant la durée de vie en service	12
4.1 Conception du système de lubrification	12
4.2 Etat du système de lubrification au démarrage	14
4.3 Qualité originale de l'huile	14
4.4 Températures de fonctionnement	16
4.5 Contamination et purification	16
4.6 Taux d'appoint d'huile	18
5. Dégradation des huiles en service	18
5.1 Viscosité	18
5.2 Stabilité à l'oxydation	18
5.3 Particules solides	20
5.4 Boues	20
5.5 Propriétés antirouille	20
5.6 Pouvoir de désémulsion	22
5.7 Caractéristiques de moussage et de désaération	22
5.8 Indice d'acide total (IAT)	24
6. Essais recommandés et interprétation	24
6.1 Aspect et odeur	24
6.2 Couleur	26
6.3 Indice d'acide total (IAT)	26
6.4 Boues et dépôts	26
6.5 Comptage des particules	28
6.6 Viscosité cinématique	28
6.7 Stabilité résiduelle à l'oxydation	30
6.8 Teneur en eau	30
6.9 Caractéristiques antirouille	30
6.10 Pouvoir de désémulsion	32
6.11 Caractéristique de moussage	32
6.12 Temps de désaération	32
6.13 Point d'éclair	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
PREFACE	7
INTRODUCTION	9
 Clause	
1. Scope	9
2. Reference documents	9
3. Description of turbine oils	13
4. Factors affecting service life	13
4.1 Oil system design	13
4.2 Condition of the oil system at start-up	15
4.3 Original oil quality	15
4.4 System operating temperatures	17
4.5 Contamination and purification	17
4.6 Oil make-up rates	19
5. Deterioration of oils in service	19
5.1 Viscosity	19
5.2 Oxidation stability	19
5.3 Solid particles	21
5.4 Sludge	21
5.5 Anti-rust properties	21
5.6 Water separability	23
5.7 Foaming and air release characteristics	23
5.8 Total acid number (TAN)	25
6. Recommended tests and interpretation	25
6.1 Appearance and odour	25
6.2 Colour	27
6.3 Total acid number (TAN)	27
6.4 Sludge and deposits	27
6.5 Particle counting	29
6.6 Kinematic viscosity	29
6.7 Remaining oxidation stability	31
6.8 Water content	31
6.9 Rust preventing characteristics	31
6.10 Water separability	33
6.11 Foaming characteristics	33
6.12 Air release value	33
6.13 Flash-point	33

Articles	Pages
7. Echantillonnage	32
7.1 Point de prélèvement	32
7.2 Ligne de prélèvement	34
7.3 Récipients	34
7.4 Etiquetage	36
8. Examen de l'huile neuve	36
8.1 Généralités	36
8.2 Echantillonnage des livraisons d'huile neuve	36
8.3 Examen des livraisons d'huile neuve	38
8.4 Programmes d'essai	38
9. Examen des huiles en service	40
9.1 Programmes d'essai	40
9.2 Fréquence	42
TABLEAUX	
I. - Interprétation des résultats d'essai et mesures à prendre	44
II. - Programme d'essais en cours de service pour les turbines à vapeur	48

Clause	Page
7. Sampling	33
7.1 Sampling point	33
7.2 Sampling line	35
7.3 Containers	35
7.4 Labelling	37
8. Examination of new oil	37
8.1 General	37
8.2 Sampling of new oil deliveries	37
8.3 Examination of new oil deliveries	39
8.4 Testing schedules	39
9. Examination of oils in service	41
9.1 Testing procedures	41
9.2 Frequency	43
TABLES	
I. - Interpretation of test data and recommended action	45
II. - In-service testing schedule for steam turbines	49

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GUIDE DE MAINTENANCE ET D'EMPLOI DES HUILES LUBRIFIANTES
DE PETROLE POUR TURBINES A VAPEUR

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

Le présent guide a été établi par le Comité d'Etudes n° 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

Le texte de ce guide est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
10(BC)233	10(BC)244

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MAINTENANCE AND USE GUIDE FOR PETROLEUM
LUBRICATING OILS FOR STEAM TURBINES

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 guide has been prepared by IEC Technical Committee No. 10: Fluids for electrotechnical applications.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
10(C0)233	10(C0)244

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

GUIDE DE MAINTENANCE ET D'EMPLOI DES HUILES LUBRIFIANTES DE PETROLE POUR TURBINES A VAPEUR

INTRODUCTION

Nombre de pays, de sociétés et de services publics ont recours à des méthodes et à des procédures normalisées pour la maintenance des huiles pour turbine en service. Un examen critique des documents s'y rapportant a permis d'en établir un condensé sous forme de Guide international. Les valeurs des différentes caractéristiques mentionnées dans celui-ci doivent être considérées comme étant seulement indicatives. En fait, pour une interprétation correcte des résultats, il faut tenir compte de différents facteurs, tels que les conditions d'utilisation, le type de matériel et l'évolution de tous les changements pouvant affecter les caractéristiques des huiles.

L'objet du présent guide n'est pas de fournir tous les détails concernant les instructions nécessaires pour tous les types et toutes les tailles de systèmes de turbines à vapeur. Son but est de fournir une base commune à partir de laquelle des instructions plus complètes pourront être préparées, si nécessaire. Il faut également se référer aux instructions du fabricant de matériel.

1. Domaine d'application

Le présent guide s'applique aux huiles de pétrole utilisées comme fluides de lubrification et de commande dans les systèmes de turbine à vapeur dans les centrales électriques.

Ce guide peut également être utilisé pour les huiles de pétrole utilisées dans des turbines hydrauliques ou à gaz et dans d'autres équipements auxiliaires de centrales électriques, si cela est approprié.

L'objet de ce guide est d'assister l'opérateur de centrale électrique pour évaluer l'état de l'huile dans le matériel et de l'aider dans ses efforts pour conserver l'huile en état d'utilisation. A cette fin, le guide examine les causes de la détérioration de l'huile et recommande des essais et des procédures d'évaluation standardisés. Des directives sont également données en ce qui concerne le type de mesure corrective qui doit être mis en oeuvre pour garantir une durée de vie en service maximale.

2. Documents de référence

Norme CEI

CEI 422 (1988): Guide pour la maintenance et la surveillance des huiles isolantes en service.

Normes ISO

ISO 2049: 1972 Produits pétroliers - Détermination de la couleur

MAINTENANCE AND USE GUIDE FOR PETROLEUM LUBRICATING OILS FOR STEAM TURBINES

INTRODUCTION

Many countries, companies and utilities use standard practices and procedures for the maintenance of turbine oils in service. A critical examination of the relevant documents has made it possible to prepare a compendium of them as an International Guide. The values of the various characteristics mentioned therein should be considered as indicative only. In fact, for the proper interpretation of results, account has to be taken of various factors, such as the conditions of use, the type of equipment, and the progression of any changes that may affect the oil's characteristics.

It is not intended that this guide should give the full details of the instructions which are necessary to deal with all types of steam turbine systems of all sizes. The intention is to provide a common basis for the preparation of more complete instructions when these are necessary. Reference should also be made to the equipment manufacturer's instructions.

1. Scope

This guide applies to petroleum oils used as lubricating and control fluids with steam turbine systems in power plants.

This guide may also be applied to petroleum oils used in gas or hydraulic turbines and in other auxiliary power plant equipment where appropriate.

The purpose of this guide is to assist the power equipment operator in evaluating the conditions of the oil in his equipment and to help him in his efforts to maintain oil in serviceable condition. To this end, the guide discusses the causes of oil deterioration and recommends standardized tests and evaluation procedures. Guidelines are also given regarding the type of corrective action that should be taken to achieve maximum service life.

2. Reference documents

IEC Standard

IEC 422 (1988): Maintenance and supervision guide for insulating oils in service

ISO Standards:

ISO 2049: 1972 Petroleum products - Determination of colour

ISO 2592: 1973	Produits pétroliers - Détermination des points d'éclair et de feu - Méthode Cleveland en vase ouvert
ISO 2719: 1973	Produits pétroliers - Détermination du point d'éclair - Méthode Pensky-Martens en vase clos
ISO 3104: 1976	Produits pétroliers - Liquides opaques et transparents - Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique
ISO 3170: 1975	Produits pétroliers - Hydrocarbures liquides - Echantillonnage manuel
ISO 3722: 1976	Transmissions hydrauliques - Flacons de prélèvement - Homologation et contrôle des méthodes de nettoyage
ISO 4021: 1977	Transmissions hydrauliques - Analyse de la pollution par particules - Prélèvement des échantillons de fluide dans les circuits en fonctionnement
ISO 4402: 1977	Transmissions hydrauliques - Etalonnage des compteurs automatiques de particules en suspension dans les liquides - Méthode utilisant une fine poussière d'essai ("Air Cleaner Fine Test Dust")
ISO 4406: 1987	Transmissions hydrauliques - Fluides - Méthode de codification du niveau de pollution par particules solides
ISO 6614: 1983	Huiles de pétrole et fluides synthétiques - Détermination des caractéristiques de désémulsion
ISO 6618: 1987	Produits pétroliers et lubrifiants - Indice de neutralisation - Méthode par titrage en présence d'indicateurs colorés
ISO 7120: 1987	Produits pétroliers et lubrifiants - Huiles de pétrole et autres fluides - Détermination des caractéristiques anti-rouille en présence d'eau
ISO 8068: 1987	Produits pétroliers et lubrifiants - Huiles lubrifiantes de pétrole pour turbines (catégories ISO-L-TSA et ISO-L-TGA) - Spécifications
DIS 4407:	Transmissions hydrauliques - Fluides - Détermination de la pollution particulaire solide - Méthode de comptage au microscope en lumière transmise
DIS 4408:	Transmissions hydrauliques - Fluides - Détermination de la pollution particulaire solide - Méthode de comptage au microscope en lumière incidente
DIS 6247:	Produits pétroliers - Huiles lubrifiantes - Détermination des caractéristiques de moussage
DIS 9120:	Huiles pour turbine à vapeur de type pétrolier et autres huiles - Détermination de l'aptitude à la désaération - Méthode Impinger
DP 6296:	Produits pétroliers liquides - Dosage de l'eau - Méthode Karl Fischer (en suspens, étude ASTM).

- ISO 2592: 1973 Petroleum products - Determination of flash and fire points - Cleveland open cup method
- ISO 2719: 1973 Petroleum products - Determination of flash point - Pensky-Martens closed cup method
- ISO 3104: 1976 Petroleum products - Transparent and opaque liquids - Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity
- ISO 3170: 1975 Petroleum products - Liquid hydrocarbons - Manual sampling
- ISO 3722: 1976 Hydraulic fluid power - Fluid sample containers - Qualifying and controlling cleaning methods
- ISO 4021: 1977 Hydraulic fluid power - Particulate contamination analysis - Extraction of fluid samples from lines of an operating system
- ISO 4402: 1977 Hydraulic fluid power - Calibration of liquid automatic particle-count instruments - Method using Air Cleaner Fine Test Dust contaminant
- ISO 4406: 1987 Hydraulic fluid power - Fluids - Method for coding level of contamination by solid particles
- ISO 6614: 1983 Petroleum oils and synthetic fluids - Determination of demulsibility characteristics
- ISO 6618: 1987 Petroleum products and lubricants - Neutralization number - Colour-indicator titration method
- ISO 7120: 1987 Petroleum products and lubricants - Petroleum oils and other fluids - Determination of rust-preventing characteristics in the presence of water
- ISO 8068: 1987 Petroleum products and lubricants - Petroleum lubricating oils for turbines (categories ISO-L-TSA and ISO-L-TGA) - Specifications
- DIS 4407: Hydraulic fluid power - Fluids - Determination of solid particle contamination - Counting method using a microscope under transmitted light
- DIS 4408: Hydraulic fluid power - Fluids - Determination of solid particle contamination - Counting method using a microscope under incident light
- DIS 6247: Petroleum products - Lubricating oils - Determination of foaming characteristics
- DIS 9120: Petroleum-type steam turbine and other oils - Determination of air release properties - Impinger method
- DP 6296: Liquid petroleum products - Determination of water - Karl Fischer method (in abeyance because of ASTM study).

3. Description des huiles pour turbines

Les huiles pour turbines sont des huiles de pétrole hautement raffinées auxquelles sont additionnés des inhibiteurs d'oxydation et de rouille. On peut également y trouver de petites quantités d'autres additifs tels que des désactivants des métaux, des améliorants du point d'écoulement et des produits antimousse.

Si ces huiles sont neuves, elles doivent satisfaire aux exigences de l'ISO 8068.

Ces huiles pour turbines doivent, donc, présenter une bonne résistance à l'oxydation, une faible tendance à former des boues et des propriétés adéquates antirouille, antimousse et de désémulsibilité et, si nécessaire, de désaération. Toutefois, on ne peut pas s'attendre à ce que ces propriétés restent inchangées pendant toute la durée de vie de l'huile et un certain degré de détérioration peut être toléré sans préjudice pour la sécurité ou l'efficacité du système. Dans certains cas, l'utilisation d'un additif inhibiteur peut également restaurer certaines propriétés spécifiques de l'huile. De bonnes procédures de surveillance sont nécessaires pour déterminer quand les caractéristiques de l'huile ont suffisamment changé pour justifier une action ultérieure.

4. Facteurs affectant la durée de vie en service

La durée de vie en service des huiles de lubrification pour turbines peut être affectée par les facteurs suivants:

- conception du système de lubrification;
- état du système de lubrification au démarrage;
- qualité originale de l'huile;
- températures de fonctionnement du système;
- taux de contamination et mesures prises pour la purification de l'huile;
- taux d'appoint d'huile.

4.1 Conception du système de lubrification

Les turbines à vapeur contiennent un certain nombre de systèmes dont la conception influence la durée de vie en service des huiles. Ces systèmes sont, en particulier, ceux qui concernent la lubrification des paliers, la commande des flux de vapeur et les joints étanches à l'hydrogène de l'alternateur. Ces facteurs de conception sont établis pour une unité donnée et ils incluent des facteurs tels que les températures de l'huile et des paliers, les vitesses d'écoulement dans les canalisations d'huile, le temps de séjour dans le réservoir et les dispositions concernant l'équipement de purification. Ce dernier équipement peut inclure des écrans sur les canalisations de retour, des filtres sur les lignes d'alimentation en huile, des extracteurs de vapeur sur les réservoirs d'huile, des unités d'élimination de l'hydrogène, des centrifugeuses et des unités de déshydratation. Il est nécessaire d'insister sur l'importance de cet équipement de purification pour l'obtention d'une durée de vie en service satisfaisante.

3. Description of turbine oils

Steam turbine oils consist of a highly refined petroleum oil which is compounded with oxidation and rust inhibitors. Small amounts of other additives such as metal deactivators, pour point depressants and foam suppressants may also be present.

When new these oils should comply with the requirements of ISO 8068.

Such turbine oils should therefore exhibit good oxidation resistance, low tendency to form sludge, and adequate anti-rust, demulsibility and non-foaming properties, and air release when necessary. However, these properties cannot be expected to remain unchanged for the life of the oil, and some deterioration can be tolerated without prejudice to the safety or efficiency of the system. In some cases re-inhibition by appropriate additives can also restore some specific properties of the oil. Good monitoring procedures are necessary to determine when the oil's characteristics have changed sufficiently to warrant further action.

4. Factors affecting service life

The following factors can affect the service life of turbine lubricating oils:

- oil system designs;
- condition of the oil system at start-up;
- original oil quality;
- system operating temperatures;
- contamination rates and oil purification provisions;
- oil make-up rates.

4.1 *Oil system design*

Steam turbines contain a number of systems whose design will influence the service life of oils. Such systems are typically for bearing lubrication, steam flow control and generator hydrogen sealing. These design factors are set for a given unit and include such factors as oil and bearing temperatures, oil line flow rates, tank residence times, and the provisions for purification equipment. This latter equipment may include return line screens, oil supply line filters, oil tank vapour extractors, hydrogen removing units, centrifuges and dehydration units. It is necessary to emphasize the importance of this purification equipment in achieving satisfactory oil lives.

4.2 *Etat du système de lubrification au démarrage*

Les composants individuels d'un système de lubrification qui sont prénettoyés doivent être livrés sur le site avec un système de protection destiné à empêcher la corrosion et/ou la contamination. La procédure de fabrication doit assurer une protection contre la corrosion par nettoyage et traitement de toutes les surfaces métalliques qui seront en contact avec l'huile. La durée du stockage sur le site et les mesures prises pour préserver l'intégrité de la protection des surfaces internes du système de lubrification influenceront sur la quantité de contaminants introduits avant l'utilisation. Pendant l'installation de ces composants des systèmes de lubrification, une attention toute particulière doit être prêtée à la minimisation des ouvertures dans le système et au maintien de la propreté. La purge du système devra être effectuée conformément aux directives du fabricant et à des niveaux de contamination déterminés à l'avance. Il convient de noter que la contamination ne peut pas être enlevée complètement pendant cette purge et peut se manifester ensuite pendant des transitoires; il faut donc limiter sa pénétration initiale.

La contamination des systèmes de lubrification pour turbines, avant le démarrage, consiste habituellement en agents préservateurs, en particules de peinture et de rouille et en différents autres solides intervenant pendant la construction. Il peut s'agir de poussière et de saleté comme de chiffons, de bouteilles et de boîtes de conserve. Leur effet négatif sur les systèmes de lubrification de turbines est évident.

Note. - La norme ASTM-ASME-NEMA LOS-1M-1980 "Pratiques recommandées pour le nettoyage, la purge et la purification des systèmes de lubrification des turbines à gaz et à vapeur", donne des directives en ce qui concerne la purge du système.

4.3 *Qualité originale de l'huile*

L'utilisation d'une huile de haute qualité constitue un point important si l'on souhaite obtenir une longue durée de vie en service. On trouve facilement des huiles satisfaisant aux normes reconnues et l'on en utilisera une qui satisfasse au moins aux exigences du fabricant de la turbine.

Il est recommandé de demander, au fournisseur de l'huile, des données d'essai caractéristiques. Au moment de la réception de la première charge d'huile, il faudra en prélever un échantillon et réaliser des essais, afin de confirmer les données d'essai caractéristiques en question et afin de servir de base de référence pour de futures comparaisons avec des informations concernant l'huile usagée. Ce point est très important. Des essais recommandés pour l'huile neuve sont indiqués au paragraphe 8.4.

Le fournisseur de l'huile et/ou le fabricant de la turbine doivent être consultés avant que des additions d'une huile différente ne soient effectuées. Si cela est nécessaire, lorsque de l'huile pour turbine neuve doit être mélangée avec une charge ayant une composition différente, il faut procéder à des vérifications préliminaires, afin de garantir qu'il n'y aura pas de perte des propriétés attendues de l'huile à cause d'une incompatibilité des additifs. Ces vérifications doivent

4.2 *Condition of the oil system at start-up*

Individual components of a lubrication system that are precleaned should be delivered to the site with a protection system to prevent corrosion and/or contamination ingress. The manufacturing procedure should provide for corrosion protection by cleaning and treating of all metal surfaces which will be in contact with the oil. The length of on-site storage and the means taken to preserve the integrity of the protection of the internal surfaces of the lubrication oil system will affect the amount of contamination introduced prior to use. During the installation of these lube oil system components, attention should be paid to minimize openings in the system and to maintain cleanliness. Flushing of the system should be conducted according to the manufacturer's guidelines and to predetermined contamination levels. It should be noted that contamination may not be removed entirely during such flushing and can show up later during transients; consequently its initial ingress should be prevented.

Turbine oil system contamination prior to start-up usually consists of preservatives, paint, rust particles and various other solids encountered during construction. These can range from dust and dirt to rags, bottles and cans. Their detrimental effect on turbine oil systems is obvious.

Note.— The ASTM-ASME-NEMA Standard LOS-1M-1980 "Recommended practices for the cleaning, flushing and purification of steam and gas turbine lubrication systems" provides guidance on flushing of the system.

4.3 *Original oil quality*

Use of a high quality oil is very important for achieving a long service life. Oils meeting recognized standards are generally available, and one that at least meets the requirements of the turbine manufacturer shall be used.

It is advisable to obtain typical test data from the oil supplier. Upon receipt of the first oil charge, a sample of oil should be taken and tests should be conducted to confirm the typical test data and to be used as a base line for future comparisons with used oil information. This is most important. Recommended tests for new oil are given in Sub-clause 8.4.

The oil supplier and/or the turbine manufacturer should be consulted before additions of a different oil are made. If it is necessary, when new turbine oil is to be mixed with a charge of a different composition, prior checks should be made to ensure that there will be no loss of expected properties of the oil because of additive incompatibility.

inclure des essais fonctionnels (par exemple la stabilité à l'oxydation, la formation de mousse, la désaération, le pouvoir de désémulsion, etc.) et des contrôles concernant la formation de produits insolubles provoquée par la séparation d'additifs.

4.4 *Températures de fonctionnement*

Le facteur le plus important qui influe sur la durée de vie prévue d'une huile donnée dans un système de turbine est constitué par les températures de fonctionnement et en particulier les températures des points chauds.

De nombreux systèmes de lubrification de turbines sont équipés de refroidisseurs d'huile permettant de contrôler les températures moyennes. Toutefois, même lorsque la température de la masse d'huile est basse, il peut y avoir des points chauds localisés dans les paliers, les joints d'étanchéité au gaz ou les soupapes de commande. Ces points chauds peuvent provoquer une dégradation importante de l'huile et même faire apparaître des signes de détérioration de l'ensemble de l'huile présente dans le système. Il faut également remarquer que des températures excessivement basses de la masse d'huile ou des surfaces froides exposées peuvent également provoquer des problèmes de condensation d'humidité.

Dans le cas des températures plus élevées que l'on trouve au niveau des points chauds, l'oxydation de l'huile peut être accompagnée d'un craquage thermique oxydant, conduisant à la production de résines visqueuses et de dépôts. Ces dépôts tendent à se former au point d'initiation.

4.5 *Contamination et purification*

La contamination des huiles pour turbines pendant le service peut être provoquée tant par des sources externes que par des sources internes.

Comme cela a été noté plus haut, il est extrêmement important que le système de lubrification de la turbine soit propre au démarrage. Si ce point est garanti, la conséquence de pollutions d'origine externe sera moins importante, mais il ne faut pas moins s'en prémunir. La contamination externe peut pénétrer dans le système de lubrification par les joints de palier ou les événements; il y a toujours de l'air (oxygène) et de l'humidité dans les systèmes de lubrification et l'huile peut également être contaminée par l'introduction dans le système d'huiles ou d'additifs non appropriés. Comme cela a été indiqué plus haut, le fournisseur de l'huile et/ou le fabricant de la turbine doivent être consultés avant qu'il ne soit procédé au mélange de différentes huiles ou à l'utilisation d'additifs.

D'autre part, des contaminants internes sont produits à l'intérieur du système de façon permanente. Ces contaminants peuvent comprendre de l'eau, des particules d'usure métalliques et des sous-produits de dégradation de l'huile. Les particules métalliques peuvent apparaître à la suite d'une usure se produisant dans les paliers de tourillon et de butée, les engrenages, les pompes, les servovalves et les joints. Elles peuvent également provenir de la rouille, en particulier si l'huile a une teneur en humidité relativement élevée. Ces contaminants doivent être éliminés de façon continue grâce à des filtres et à des purificateurs correctement conçus. Le pourcentage d'élimination et la taille minimale des particules dépendent de leur conception et de leur efficacité.

These checks should include functional tests (e.g. oxidation stability, foaming, air release, water separability, etc.) and checks for the formation of insolubles caused by additive dropout.

4.4 *System operating temperatures*

The most important factor affecting the anticipated service life of a given oil in a turbine system is the operating temperatures, and in particular the hot spot temperatures.

Many turbine oil systems are provided with oil coolers to control the average temperatures. However, even with low bulk oil temperatures, hot spots can be localized in bearings, at gas seals, or in throttle control mechanisms. These can cause significant oil degradation and will eventually cause all the oil in the system to show signs of deterioration. It should also be noted that excessively low bulk temperatures or exposed cool surfaces can also cause moisture condensation problems.

Under the higher temperature conditions found at hot spots, oxidation of the oil may be accompanied by thermal-oxidative cracking leading to the production of viscous resins and deposits. Such deposits tend to form at the point of initiation.

4.5 *Contamination and purification*

Contamination of turbine oils during service can occur from both external and internal sources.

As noted previously, achieving a clean turbine lubrication oil system at start-up is of great importance. Once attained, the consequence of some external contamination may be less important but should still be guarded against. External contamination may enter the lubrication system through bearing seals or vents, air (oxygen) and moisture is always present in the oil systems, and the oil may also be contaminated by the introduction of improper oils or additives to the system. As previously mentioned the oil supplier and/or the turbine manufacturer should be consulted before different oils are mixed or additives are used.

Internal contaminants, on the other hand, are being generated within the system all the time. Such contaminants can include water, metal wear particles, and oil degradation by-products. Metal particles may occur due to wear in journal and thrust bearings, gears, pumps, servo-valves and seals. They may also occur as a result of rusting, especially if the oil has a relatively high moisture content. These contaminants should be removed continuously by properly designed filters and purifiers. The percentage of removal and the minimum size of particle removed depend on their design and efficiency.

4.6 Taux d'appoint d'huile

La quantité et la fréquence d'appoint d'huile au système jouent un rôle très important dans la détermination de la durée de vie d'une charge d'huile. On sait que les taux moyens d'appoint sont de l'ordre de 5% par an (8 000 h de service), mais, pour certaines machines, ce taux peut varier de moins de 5% à 30% dans des cas extrêmes. Dans le cas de certaines turbines, pour lesquelles le taux d'appoint est relativement élevé comparé à la vitesse de dégradation de l'huile, le degré de dégradation est compensé et l'on peut prévoir pour l'huile une longue durée de vie. Dans les turbines pour lesquelles le taux d'appoint est inférieur à 5%, on a une image plus conforme de la dégradation réelle de l'huile.

5. Dégradation des huiles en service

En service, les huiles pour turbines sont soumises à une détérioration qui est due aux conditions d'utilisation. C'est un phénomène normal; toutefois, cette dégradation peut être contrôlée et réduite, si possible, lorsqu'elle est considérée comme excessive.

5.1 Viscosité

Les huiles pour turbines en service voient rarement leur viscosité modifiée de façon importante par la dégradation. Toutefois, l'oxydation ou la volatilisation des fractions légères du matériau de base peuvent augmenter la viscosité. Une diminution de la viscosité a le plus de chances d'être le résultat d'une contamination; elle peut aussi résulter d'un craquage par effet thermique prolongé, par exemple, mauvais fonctionnement d'un réchauffeur.

5.2 Stabilité à l'oxydation

Une des propriétés les plus importantes des huiles pour turbines est leur stabilité à l'oxydation. Cette stabilité à l'oxydation diminuera graduellement en service à cause de l'effet catalytique des métaux dissous, principalement le cuivre et le fer et de la déplétion des additifs antioxydants. Ce dernier phénomène peut se produire par fonctionnement naturel de l'additif, par volatilisation de celui-ci ou par élimination graduelle par l'eau dans le cas des systèmes humides. La vitesse d'élimination dépend, dans une certaine mesure, de la méthode et des conditions de purification de l'huile, parce que les centrifugeurs et les coalesceurs ont tendance à éliminer plus d'additifs antioxydants avec l'eau que les déshydrateurs à vide. D'autre part, un vide trop élevé en conjonction avec une température élevée de l'huile, pour les purificateurs du type déshydrateur à vide ou les dégazeurs d'huile d'étanchéité, peuvent éliminer certains des antioxydants les plus volatils. Cela se manifeste souvent sous la forme de dépôts dans la partie supérieure de la chambre à vide.

Lorsque la stabilité à l'oxydation diminue, elle peut éventuellement atteindre un niveau tel que de petits volumes d'huile soient oxydés jusqu'au stade de boues dans les parties les plus sévères du système.

4.6 *Oil make-up rates*

The frequency and the amount of make-up oil added to the system play a very significant part in determining the life of an oil charge. Average make-up rates are known to be of the order of 5% per year (8 000 h of service), but for individual machines these can vary from less than 5% to as much as 30% for extreme cases. In some turbines where make-up rate is relatively high compared to the oil degradation rate, the degree of degradation is compensated for and a long oil life can be expected. In turbines where the make-up is less than 5%, a truer picture of the actual oil degradation is obtained.

5. *Deterioration of oils in service*

In service, turbine oils will be subject to deterioration due to the conditions of use. This is normal; however this degradation should be monitored and reduced if possible when it is considered to be excessive.

5.1 *Viscosity*

Turbine oils in service rarely show significant viscosity changes due to degradation. However, high viscosity may result from oxidation or volatilization of the light fractions of the base stock. Low viscosity is most likely the result of contamination; it may also be the result of cracking by prolonged thermal effect, for example, malfunctioning of a heater.

5.2 *Oxidation stability*

One of the most important properties of a turbine oil is its oxidation stability. This oxidation stability will gradually decrease in service due to the catalytic effect of dissolved metals, principally copper and iron, and to the depletion of anti-oxidant additives. The latter may occur by the natural function of the additive, by volatilization of the additives or by gradual removal by water in wet systems. The rate of removal is to some extent dependent upon the method and conditions of oil purification because centrifuges and coalescers tend to remove more of the anti-oxidant additive with the water than vacuum dehydrators. On the other hand too high a vacuum in conjunction with a high oil temperature for the vacuum dehydrator type purifiers or seal oil degasifiers can pull out some of the more volatile anti-oxidants. This will often be evident as deposits in the top of the vacuum chamber.

As the oxidation stability decreases it will eventually reach a level such that small volumes of oil will be oxidized to the sludging stage in the areas of the system where conditions are more severe. As this

Etant donné que cette formation de boues peut se produire sans augmentation de l'indice d'acide, il est nécessaire de déterminer la stabilité résiduelle à l'oxydation de l'huile au moyen d'un essai fonctionnel capable de montrer les effets combinés de la déplétion de l'inhibiteur et de l'intervention de catalyseurs. Les essais en question sont indiqués en 6.7.

5.3 *Particules solides*

Les contaminants solides que l'on trouve dans les huiles pour turbines sont habituellement ceux laissés lors de la construction et de l'installation du système, ou lors de son ouverture pour entretien et réparation. Dans les zones très poussiéreuses, où des unités peuvent se trouver à l'air libre, et dans le cas de certaines unités au charbon, des solides peuvent entrer par des événements installés ou fonctionnant de façon incorrecte. Des contaminants peuvent entrer aussi dans le système lorsque l'on fait l'appoint d'huile. Des sources internes de contaminants sont constituées par les produits formés par des phénomènes de corrosion ou d'usure dans le système.

Les particules abrasives produiront une usure supplémentaire. Elles provoqueront des stries et des dommages aux paliers; elles peuvent aussi être la cause de mauvais fonctionnement et de grippage de mécanismes de commande. Les particules solides favorisent généralement la rétention d'air, le moussage, la formation d'émulsion et l'oxydation.

Bien qu'il existe de grandes divergences dans les normes sur les niveaux de pollution particulaire, celle-ci est généralement considérée comme étant un paramètre important. Les huiles neuves doivent être considérées comme n'étant pas assez propres, à moins que des niveaux appropriés de pollution n'aient été spécifiés. Il est donc recommandé de filtrer l'huile ajoutée à une unité au moyen d'éléments filtrants choisis avec soin.

5.4 *Boues*

Le terme "boues" est habituellement utilisé pour désigner le sédiment déposé au terme du processus de vieillissement. Des boues peuvent être formées dans l'huile par oxydation de celle-ci aux points chauds, par exemple dans les logements des paliers, les joints, les engrenages et les pistons de contrôle, et leur formation dans un système fonctionnant normalement dépend de la stabilité de l'huile à l'oxydation. D'autres types de "boues" peuvent également être formées dans des systèmes humides aux interfaces huile-eau par l'émulsion de certains additifs avec l'eau, comme produits de l'huile et de la corrosion, ou comme conséquence du développement de bactéries. Ce dernier type de boues peut avoir une odeur âcre. La présence de boues dans l'huile a généralement des effets similaires à ceux mentionnés ci-dessus pour les particules solides.

5.5 *Propriétés antirouille*

Les huiles pour turbines à vapeur sont formulées pour assurer une protection contre la rouille et contiennent donc un additif antirouille.

sludging may occur without an increase in the acid value it is necessary to determine the oxidation stability of the oil by a functional test capable of showing the combined effects of inhibitor depletion and the action of catalysts. Such tests are recommended in 6.7.

5.3 *Solid particles*

The solid contaminants found in turbine oils usually are those left behind when the system is constructed and installed or when it is opened for maintenance and repair. In very dusty areas where units may be out-of-doors, and at some coal fired units, solids may enter through improperly installed or operating vents. Contaminants may also enter the system when the make-up oil is added. Internal sources of contaminants may be the result of abrasive degradation and corrosion products formed in the system.

Abrasive particles will produce further wear. They will promote scoring and damage to bearings; they may also cause malfunction and sticking of control mechanisms. Solid particles generally may favour air retention, foaming, emulsification and oxidation.

While there are wide variances in the standards for particulate cleanliness levels, it is generally agreed that this is an important parameter. New oils should be regarded, unless adequate cleanliness levels were specified, as not being clean enough. Therefore, it is recommended that oil being added to a unit be filtered through carefully chosen filter elements.

5.4 *Sludge*

The term "sludge" is usually applied to the sediment deposited as the end result of the ageing process. Sludge may be formed in the oil by oxidation of oil at hot spots, e.g. in bearing housings, seals, gears and control pistons, and its formation in a normally operating system is dependent upon the oxidation stability of the oil. Other types of "sludge" may also be formed in wet systems at the oil water interfaces by the emulsification of certain additives with the water, as oil and corrosion products or as a result of the growth of bacteria. This latter type of sludge may have a pungent odour. The presence of sludge in oil generally has similar effects to those quoted above for solid particles.

5.5 *Anti-rust properties*

Steam turbine oils are formulated to provide rust protection and therefore contain an anti-rust additive. In service this additive is

En service, cet additif subit une déplétion en remplissant sa fonction normale de revêtement des surfaces d'acier, par élimination avec l'eau et par élimination avec les débris d'usure et de corrosion. La protection nécessaire assurée par l'additif est réduite du fait de cette déplétion. Parfois, une réinhibition est possible et doit être faite après consultation du fournisseur d'huile.

5.6 *Pouvoir de désémulsion*

De l'eau peut pénétrer dans les systèmes de turbine à vapeur à la suite de fuites du réfrigérant à huile, de la respiration normale du réservoir ou de la chaise-palier et de fuites de vapeur par les presse-étoupe. Cette eau aura des effets défavorables sur l'huile pour turbine en réagissant avec les métaux pour catalyser l'oxydation, en provoquant la déplétion d'additifs de l'huile solubles dans l'eau, tels que les additifs antirouille, en causant la rouille et la corrosion et en aidant au développement de bactéries. Normalement, si de l'huile au repos est dans de bonnes conditions, l'eau déposera au fond du réservoir, d'où elle peut être éliminée par drainage. Des systèmes de purification aideront aussi à éliminer l'eau. Malheureusement, si l'huile pour turbines à vapeur présente un faible pouvoir de désémulsion, des quantités importantes d'eau resteront dans le système et créeront des problèmes.

En plus des effets chimiques sur l'huile et sur les additifs, les propriétés lubrifiantes de l'huile peuvent être défavorablement affectées si elle contient des quantités importantes d'eau. Par exemple, le flux lubrifiant arrivant aux paliers ne doit pas contenir de quantités importantes d'eau dispersée. La présence d'eau libre dans l'huile peut provoquer la formation de dépôts solides sur les surfaces des paliers garnis de métal antifricction.

Il convient de remarquer que le pouvoir de désémulsion d'une huile peut être gravement affecté par une contamination avec de petites quantités d'huile du type détergent. Cette situation est souvent le résultat d'additions incorrectes d'huile d'appoint ou de la présence de quantités résiduelles d'huile détergente dans un réservoir qui a été ensuite utilisé pour contenir de l'huile pour turbines à vapeur.

Le pouvoir de désémulsion peut aussi être affecté par une contamination avec des résidus de produits de nettoyage contenant des agents tensio-actifs.

5.7 *Caractéristiques de moussage et de désaération*

Les problèmes de moussage peuvent, en général, avoir trois origines différentes:

- la conception mécanique; ce sont habituellement les plus difficiles à surmonter; on peut souvent contribuer à y remédier en empêchant l'introduction d'air par les conduites d'aspiration et/ou par des modifications dans la conception du réservoir à huile;
- le montage et le fonctionnement mécaniques; fuites d'air ou de gaz résultant d'un mauvais montage, espacements excessifs au niveau des joints, usure ou défaillance en fonctionnement;

depleted by performing its normal function by plating out on steel surfaces, by removal with water and by removal with wear and corrosion debris. The necessary protection afforded by the additive is reduced by such a depletion. Sometimes re-inhibition is possible and should be done in consultation with the oil supplier.

5.6 *Water separability*

Water can get into steam turbine systems as a result of oil cooler leaks, normal tank or pedestal breathing and leaks from the gland seal steam. Such water will adversely affect the turbine oil by reacting with metals to catalyze oxidation, depleting water soluble oil additives such as rust inhibitors, causing rusting and corrosion and promoting bacterial growth. Normally if standing oil is in good condition, the water will settle to the bottom of a tank, where it can be drained off. Purification systems will also assist in removing the water. Unfortunately if the steam turbine oil has developed poor water separability properties (poor demulsibility) significant amounts of water will stay in the system and create problems.

In addition to chemical effects on the oil and additives, the lubricating properties of the oil can be adversely affected by an oil which contains a significant quantity of water. For example the lubricant flow to the bearings should not contain significant amounts of dispersed water. Free water in such oil can cause hard brittle deposits to form on babbitted bearing surfaces.

It should be noted that the water separability characteristics of an oil can be seriously affected by contamination with small quantities of detergent type oils. This is often the result of improper make-up additions or by residual quantities of detergent oil in a tank that was subsequently used for a steam turbine oil.

The water separability characteristics can be also affected by contamination with residues of cleaning products containing surface-active agents.

5.7 *Foaming and air release characteristics*

Foaming problems generally have three possible origins:

- mechanical design; usually the most difficult to overcome. Often this can be helped by preventing suction line air ingestion and/or by oil tank design changes;
- mechanical assembly and operation; air or gas leaks resulting from mis-assembly, excessive seal clearances, operating wear or failure;

- la déplétion d'agent antimousse et la contamination; cela peut être habituellement corrigé par l'utilisation d'un agent antimousse; il faut déterminer la cause du problème pour pouvoir y apporter une solution.

La présence d'une certaine quantité de mousse à la surface de l'huile, dans le réservoir, est normale; elle ne peut devenir préoccupante que si elle est excessive. Dans certains cas, la mousse peut obturer les événements ou gêner le fonctionnement des ventilateurs d'extraction d'air du réservoir.

Si les propriétés de désaération sont essentielles, il faut veiller à utiliser l'agent antimousse approprié. L'utilisation de certains agents antimousse aura des effets négatifs sur la désaération.

5.8 *Indice d'acide total (IAT)*

Lorsque des huiles de pétrole se détériorent pour cause d'oxydation, il se forme des sous-produits acides. Ceux-ci vont augmenter l'acidité de l'huile mesurée par titrage. Par conséquent, un accroissement de l'IAT indique une oxydation de l'huile et peut être utilisé pour contrôler celle-ci. Une valeur élevée de l'IAT peut également être inquiétante, en ce sens qu'elle peut provoquer une attaque corrosive des matériaux de palier ou d'autres surfaces de métal nues. Il convient de remarquer qu'un IAT élevé peut également être le résultat d'un appoint d'huile non approprié.

6. *Essais recommandés et interprétation*

Le tableau I résume les méthodes d'essai, les seuils d'alerte, l'interprétation des résultats d'essai et les mesures à prendre.

6.1 *Aspect et odeur*

L'aspect de l'huile est examiné en lumière transmise (par exemple éclairage par en dessous) sous une épaisseur d'environ 10 cm et à la température ambiante.

L'aspect d'une huile en service est un élément important pour détecter la turbidité ou des sédiments qui peuvent indiquer la présence d'eau libre, de boues insolubles, de carbone, de fibres, de saleté, etc.

Une odeur inhabituelle, par exemple une odeur âcre, de brûlé, d'oeuf pourri ou de solvants, correspond à un changement affectant l'huile, qui peut être le résultat d'une dégradation, de températures élevées, du développement de bactéries ou d'une contamination, respectivement.

Un examen visuel attentif peut être employé de façon avantageuse, pour allonger l'intervalle séparant les essais de routine plus détaillés en laboratoire.

Ces examens, aspect et odeur, peuvent être réalisés plus souvent afin d'être en mesure de détecter rapidement des problèmes en cours de développement.

- anti-foam agent depletion and contamination; usually can be corrected with an anti-foam agent. Determination of the cause is necessary to effect a solution to a problem.

Some foam on the top of the oil in the tank is normal and is only a cause for concern if it becomes excessive. In some cases foam can block vents or interfere with the tank air extraction fans.

Where air release properties are essential, care should be taken to use the correct anti-foam agent. Use of some anti-foam agents will adversely affect air release.

5.8 *Total acid number (TAN)*

When petroleum oils deteriorate because of oxidation, acidic by-products are formed. These will increase the acidity of the oil as measured by titration. Consequently an increasing TAN is indicative of oil oxidation and can be used as a monitor for this. A high TAN value can also be of concern as it can lead to corrosive attack of bearing materials or other bare metal surfaces. It should be noted that a higher TAN can also be the result of improper make-up.

6. **Recommended tests and interpretation**

Table I summarizes the test methods, the warning limits, the interpretation of test data and the recommended action.

6.1 *Appearance and odour*

The appearance of the oil is examined in transmitted light (for example, bottom lighting) under a thickness of approximately 10 cm and at room temperature.

The appearance of in-service oil is of significance to detect cloudiness or sediments which may indicate the presence of free water, insoluble sludge, carbon, fibres, dirt, etc.

Unusual smell, for example pungent, burnt, rotten eggs or solvents, represents a change in the oil, possibly as a result of degradation, high temperatures, bacterial growth or contamination respectively.

Careful visual inspection can be advantageously used to extend the period between the more detailed routine laboratory tests.

These inspections, appearance and odour, may be performed more often so as to be able to quickly detect developing problems.

6.2 Couleur

Méthode d'essai recommandée: ISO 2049.

La couleur d'une huile lubrifiante est déterminée en lumière transmise et elle est exprimée au moyen d'une valeur numérique établie sur une comparaison avec une série d'étalons de couleur. Ce n'est pas une propriété critique, mais elle est tout à fait utile pour une évaluation comparative. Les huiles pour turbines neuves sont normalement de couleur claire et habituellement un brunissement se produit lentement au cours des années de service. Une augmentation rapide ou une valeur élevée de l'indice de couleur peuvent indiquer une dégradation de l'huile ou une contamination exigeant une investigation. Le simple assombrissement de la couleur ne constitue pas, en soi, une raison de s'inquiéter, à moins qu'il ne s'accompagne d'autres signes.

Note. - Certaines huiles brunissent lorsqu'elles sont exposées à la lumière. Il convient de tenir compte de ce fait lorsque l'on compare des échantillons ou lorsque l'on stocke des échantillons pour les utiliser ensuite comme référence. Si l'on ne dispose pas d'une chambre sombre pour le stockage, il convient d'utiliser des récipients opaques ou des bouteilles en verre brun.

6.3 Indice d'acide total (IAT)

Méthode d'essai recommandée: ISO 6618.

Les modifications de l'indice d'acide total donnent des indications sur l'état du lubrifiant. L'IAT peut diminuer légèrement en service, avec la déplétion des additifs, et ensuite il augmente. Cette augmentation de l'IAT indique la présence de produits d'oxydation acides ou, de façon plus rare, une contamination par des substances acides. Comme les valeurs sont souvent faibles (pour l'huile neuve, on peut avoir moins de 0,2 mg KOH/g), une détermination précise est très importante. Il convient de remarquer que ce test ne mesure pas strictement la réserve de stabilité à l'oxydation.

6.4 Boues et dépôts

Méthode d'essai recommandée: voir CEI 422 (annexe A).

Lorsque la stabilité à l'oxydation diminue, l'huile peut en fin de compte atteindre un stade où de petits volumes d'huile sont oxydés au stade de boues dans les zones sévères du système. Cette formation de boues peut se produire sans augmentation de la valeur de l'indice d'acide.

Il est possible de mesurer les quantités de boues dans les huiles pour turbines au moyen de méthodes telles que la filtration par membrane; toutefois, les boues déjà déposées à l'intérieur du système ne seront pas prises en compte dans cette détermination. D'autres tests peuvent indiquer une détérioration de la qualité de l'huile, même avant que ne se forment des quantités significatives de boues. Par exemple, si l'on suspecte ou si l'on relève la présence de boues, il faut contrôler les propriétés de stabilité à l'oxydation de l'huile.

6.2 Colour

Recommended test method: ISO 2049.

The colour of a lubricating oil is determined in transmitted light and is expressed by a numerical value based on comparison with a series of colour standards. It is not a critical property but it is quite useful for comparative evaluation. New turbine oils are normally light in colour and darkening will usually occur slowly over years of service. A rapid increase or high colour number may be an indication of oil degradation or contamination requiring investigation. Colour darkening alone is not itself a cause for alarm, unless supported by other evidence.

Note.— Some oils will darken when exposed to light. This should be taken into account when comparing samples or when storing samples for later reference. If a darkened storage room is not available, then opaque containers or brown glass bottles should be used.

6.3 Total acid number (TAN)

Recommended test method: ISO 6618.

Total acid number changes give an indication of the lubricant condition. The TAN may decrease slightly in service as additives are depleted and then increase. This increase in TAN indicates the presence of acidic oxidation products or, less likely, contamination with acidic substances. As the values are often low (i.e. new oil may be less than 0,2 mg KOH/g), an accurate determination is very important. Note that this test does not strictly measure oxidation stability reserve.

6.4 Sludge and deposits

Recommended test method: see IEC 422 (Appendix A).

As the oxidation stability decreases, oil will eventually reach a stage when small volumes of oil will be oxidized to the sludging stage in areas of the system where conditions are severe. This sludging may occur without an increase in acid value.

Measurement of the amounts of sludge in turbine oils using such methods as membrane filtration is possible; however, sludge already deposited within the system would not be included in such a determination. Other tests can signal deteriorating quality of the oil even before any significant formation of sludge occurs. For example, if sludge is found or suspected then the oxidation stability properties of the oil should be checked.

La purification par centrifugation et aussi la filtration aident à éliminer de l'huile les boues formées, mais elles ne peuvent pas protéger le système si l'on a laissé l'huile se détériorer trop loin avant un changement d'huile ou autre mesure corrective.

6.5 *Comptage des particules*

Méthodes d'essais recommandées: comptage microscopique: ASTM F 312, ISO/DIS 4407 et 4408; comptage électronique des particules: ASTM F 661, ISO 4402.

Méthode de présentation recommandée: ISO 4406 ou ANSI/SAE J 1165.

La contamination par des particules peut être estimée au moyen de méthodes utilisant soit des microscopes optiques et des compteurs manuels, soit des compteurs automatiques de particules. Les niveaux trouvés doivent être comparés aux valeurs recommandées par le fabricant.

Les niveaux de contamination sont présentés de différentes façons au moyen de numéros de code et doivent être complétés par le nombre de particules dans des plages de taille spécifiées. C'est le cas dans le code ISO 4406 et la Pratique recommandée SAE J 1165.

Il faut prendre soin de s'assurer que des éléments étrangers ne soient pas introduits pendant l'échantillonnage; voir ISO 3722, ISO 3170, ISO 4021 ou ASTM D 4057 et les recommandations du fabricant.

Il faut insister sur le fait qu'il est nécessaire de bien nettoyer et rincer les nouveaux systèmes lubrifiants et les systèmes en fonctionnement après les opérations de maintenance sur les systèmes de lubrification. Dans certains cas, l'utilisation temporaire d'un équipement supplémentaire de filtration peut présenter un intérêt. Si la concentration de particules augmente brusquement, il faut immédiatement procéder à une investigation pour déterminer la source et vérifier le fonctionnement de l'équipement de purification. Dans le cas de produits de corrosion, il faut également contrôler les caractéristiques antirouille de l'huile. Il convient aussi de remarquer que des valeurs de comptage élevées peuvent également être provoquées par des bulles de gaz et par des agents antimousse, et un examen visuel au moyen d'un microscope est souvent souhaitable. L'analyse des particules peut également être très utile pour déterminer la source de la contamination.

6.6 *Viscosité cinématique*

Méthode d'essai recommandée: ISO 3104.

Des valeurs de viscosité nettement en dehors de la spécification peuvent provoquer des problèmes de fonctionnement. Toutefois, l'objet principal de la vérification de la viscosité des huiles pour turbines en service est de déterminer si l'on utilise bien l'huile correcte ou si l'huile d'appoint est bien appropriée et de détecter une contamination par d'autres liquides.

Purification by centrifuging and filtration assist in removing sludge from the oil as it is formed but these cannot protect the system if the oil is allowed to deteriorate too far before an oil change or other corrective action.

6.5 *Particle counting*

Recommended test methods: microscopical counting: ASTM F 312, ISO/DIS 4407 and 4408; electronic particle counting: ASTM F 661, ISO 4402.

Recommended reporting method: ISO 4406 or ANSI/SAE J 1165.

Particulate contamination can be assessed by methods utilizing either optical microscopes and manual counters, or automatic particle counters. The levels found should be compared against the manufacturer's recommendations.

The contamination levels are variously reported by code numbers and should be completed by the number of particles in specified size ranges. This is the case in the ISO 4406 code and SAE Recommended Practice J 1165.

Care shall be taken to ensure that no foreign material is introduced during sampling; see ISO 3722, ISO 3170, ISO 4021 or ASTM D 4057 and the recommendations of the manufacturer.

It should be emphasized that there is a need for the proper cleaning and flushing of new oil systems and operating systems after maintenance on the oil systems. In certain cases the use of extra oil filtration equipment on a temporary basis could be an advantage. If the concentration of particles increases suddenly, investigate immediately to determine the source and check the functioning of the purification equipment. In the case of corrosion products also check the rusting characteristics of the oil. Note that high counts can also be caused by gas bubbles and foam suppressants so that a visual examination using a microscope is often desirable. Particle analysis can also be very useful to determine the source of the contamination.

6.6 *Kinematic viscosity*

Recommended test method: ISO 3104.

Viscosity values which are well outside the specification can cause operational problems. However, the main purpose for checking the viscosity of in-service turbine oils is to determine if the correct oil is being used and is being added as make-up and for detecting other liquid contamination.

6.7 *Stabilité résiduelle à l'oxydation*

Méthodes d'essai recommandées: ASTM D 2272, IP 328.

La stabilité résiduelle de l'huile à l'oxydation peut être évaluée au moyen de l'essai d'oxydation de la bombe tournante (RBOT) décrit dans la norme ASTM D 2272. Cet essai est réalisé sur un échantillon d'huile à 150 °C avec de l'eau, une spirale de catalyseur en cuivre et de l'oxygène. L'essai est réalisé jusqu'à ce que soit atteinte une chute spécifiée de la pression d'oxygène. Les valeurs de RBOT varient avec les différentes formulations d'huile et ne peuvent servir à comparer la qualité des différentes huiles. La stabilité résiduelle de l'huile à l'oxydation est exprimée en pourcentage de la valeur initiale de RBOT de l'huile.

Le contrôle de la stabilité résiduelle à l'oxydation de l'huile pour turbine peut également être effectué au moyen de l'essai décrit dans la norme IP328, qui est un essai d'absorption d'oxygène à 150 °C.

D'autres essais de laboratoire se sont avérés être utilisables pour mesurer la stabilité résiduelle à l'oxydation. Cela doit être fait après consultation du fournisseur d'huile.

6.8 *Teneur en eau*

Méthode d'essai recommandée: ISO/DP 6296.

La présence d'eau dans l'huile lubrifiante n'est pas un indice de décomposition de l'huile. Toutefois, l'eau peut favoriser cette décomposition en réagissant avec des additifs présents dans l'huile. Par ailleurs, la présence d'une quantité excessive d'eau indique qu'il y a un problème avec l'équipement de purification ou avec le système de turbine. Il faut en déterminer la cause et y remédier le plus rapidement possible.

6.9 *Caractéristiques antirouille*

Méthode d'essai recommandée: ISO 7120, Méthode A.

Si la rouille de l'éprouvette d'essai est indiquée comme étant forte ou modérée lorsque l'essai est réalisé avec de l'eau distillée conformément à la procédure A de la méthode d'essai et si l'échantillon d'huile a été prélevé au début de la vie de la charge, cela signifie que le système est très sévère. Cela veut dire qu'il est très humide et/ou très sale ou qu'il a été entretenu de façon incorrecte, que le drainage de l'eau a été négligé et/ou que le purificateur d'huile ne fonctionne pas de façon satisfaisante. Il faut immédiatement en rechercher la cause et y remédier, puis examiner de nouveau l'huile et consulter le fournisseur d'huile au sujet d'une possible réinhibition.

Après plusieurs années de service, un résultat d'essai de rouille modérée peut indiquer une déplétion normale de l'inhibiteur. Il faut alors consulter la société fabriquant l'huile.

6.7 *Remaining oxidation stability*

Recommended test methods: ASTM D 2272, IP 328.

The remaining oxidation stability of the oil can be evaluated by the rotary bomb oxidation test (RBOT), described in ASTM D 2272. This test is performed on a sample of oil at 150 °C with water, a copper catalyst coil and oxygen. The test is run until a specified drop in the oxygen pressure is reached. The RBOT values vary with the different oil formulations and cannot be used for comparison of quality of different oils. The remaining oxidation stability is expressed as a percentage of the oil's initial RBOT value.

The monitoring of remaining oxidation stability of turbine oil can also be performed by the test described in IP328, which is an oxygen absorption test at 150 °C.

Other laboratory tests have been found applicable to measure the remaining oxidation stability. This should be done in consultation with the oil supplier.

6.8 *Water content*

Recommended test method: ISO/DP 6296.

The presence of water in the lubricating oil is not indicative of oil deterioration. Water can, however, promote such deterioration by reacting with additives in the oil. Also, the presence of excessive water indicates a problem with the purification equipment or with the turbine system. The cause of this should be determined and corrected as soon as possible.

6.9 *Rust preventing characteristics*

Recommended test method: ISO 7120, Method A.

If the rust on the test specimen is indicated as being heavy or moderate when tested with distilled water according to procedure A of the test method, and if the oil sample was taken early in the life of the charge, then conditions in the system are very severe. That is, the system is very wet and/or dirty or it is being incorrectly maintained, because the water drainage is being neglected and/or the oil purifier is not operating satisfactorily. The cause should be investigated immediately and rectified and then the oil rechecked and the oil supplier consulted regarding possible re-inhibition.

After some years in service a moderate rust test result may indicate normal inhibitor depletion. The oil company should then be consulted again.

6.10 *Pouvoir de désémulsion*

Méthodes d'essai recommandées; ISO 6614, DIN 51589.

Un insuccès, lors de cet essai, indique que l'huile a été dégradée ou a été contaminée par des huiles de type détergent ou par des surfactants. En cas de contamination, il sera probablement nécessaire de changer l'huile, si le purificateur n'est plus capable de maintenir la teneur en eau à des niveaux bas. Des émulsions stables peuvent se former.

6.11 *Caractéristique de moussage*

Méthode d'essai recommandée: ISO/DIS 6247.

Cet essai indique la tendance d'une huile à former de la mousse et il peut aussi indiquer la stabilité de la mousse lorsqu'elle s'est formée. Ces deux caractéristiques sont importantes et leur importance relative peut dépendre de la conception du système.

6.12 *Temps de désaération*

Méthode d'essai recommandée: ISO/DIS 9120 ou DIN 51 381.

Contrairement à la formation de mousse à la surface de l'huile, cet essai indique les caractéristiques de l'huile en ce qui concerne la rétention d'air (de gaz). Les temps de désaération peuvent être significatifs en fonction de la conception du système ou de problèmes de fonctionnement tels qu'un comportement inhabituel du système de commande (oscillations ou cavitation, spongiosité).

Note. - Les temps de désaération devront être suivis lorsque la conception de la turbine exige un lubrifiant avec des limites de désaération (par exemple: huile turbine ISO 8068 type AR).

6.13 *Point d'éclair*

Méthode d'essai recommandée: ISO/DIS 2592 ou ISO 2719.

Une baisse du point d'éclair peut indiquer une contamination, telle que celle provoquée par des solvants ou par du carburant.

7. *Echantillonnage*

Lorsque l'on prélève des échantillons de lubrifiant dans les équipements en service, il est important que soient bien appliquées des techniques d'échantillonnage appropriées. Ci-après sont suggérées quelques directives pour des techniques d'échantillonnage appropriées et des techniques de manipulation des échantillons. En ce qui concerne le comptage des particules, il y a des méthodes spécifiques d'échantillonnage (voir ISO 3722 et ISO 4021).

7.1 *Point de prélèvement*

Pour qu'un échantillon soit représentatif, il doit être prélevé en un point approprié.

6.10 *Water separability*

Recommended test methods; ISO 6614, DIN 51589.

Failing these tests indicates that the oil has degraded or has been contaminated with detergent type oils or surfactants. If contaminated, it will probably be necessary to change the oil if the purifier is no longer able to maintain a low level of water. Stable emulsions could be formed.

6.11 *Foaming characteristics*

Recommended test method: ISO/DIS 6247.

This test will indicate the tendency of an oil to foam and can also indicate the stability of the foam once formed. Both are important characteristics and their relative significance can depend upon the system design.

6.12 *Air release value*

Recommended test method: ISO/DIS 9120 or DIN 51 381.

As opposed to the formation of a foam above the oil this test will indicate the air (gas) holding characteristics of the oil. Air release values can be significant depending upon the system design or operational problems such as unusual behaviour of the control system (oscillations or cavitation, sponginess).

Note.— Air release properties should be followed when the turbine design requires a lubricant with air release limits (for example: ISO 8068 type AR turbine oil).

6.13 *Flash-point*

Recommended test method: ISO/DIS 2592 or ISO 2719.

A decrease in the flash-point could indicate contamination, such as may be caused by solvents or fuel.

7. *Sampling*

When taking lubricant samples from equipment in service, it is important that proper sampling techniques are followed. The following are some suggested guidelines for proper sampling technique and sample handling techniques. For particle counting there are some specific methods for sampling (see ISO 3722 and ISO 4021).

7.1 *Sampling point*

For a sample to be representative it must be obtained from a suitable point.

La méthode préférable d'échantillonnage pour l'huile en service provenant d'une unité en fonctionnement est le *prélèvement sur une canalisation*. La canalisation doit contenir de l'huile en circulation et ne doit pas être un bras mort. Par exemple les canalisations dans le distributeur de palier, le filtre actif et l'échangeur de chaleur actif sont à écoulement libre; les canalisations allant au boîtier de jaugeage sont des bras morts. L'huile se trouvant dans la ligne de prélèvement et dans la vanne de la ligne de prélèvement doit être soutirée et éliminée. L'échantillon doit ensuite être prélevé sans réglage supplémentaire de la vanne.

Une autre méthode d'échantillonnage consiste à procéder par *immersion de la sonde de prélèvement dans le réservoir*. Si le système n'est pas en fonctionnement, il faut bien faire circuler l'huile avant de prélever l'échantillon. Si cela n'est pas possible, il peut s'avérer nécessaire de prélever des échantillons à différentes profondeurs.

Pour l'identification des défaillances, il peut également être souhaitable d'obtenir des échantillons provenant de différents endroits du système, afin de détecter les sources de contamination ou de vérifier l'efficacité des purificateurs, etc.

7.2 Ligne de prélèvement

Lorsque l'on utilise une ligne de prélèvement, il faut vérifier que la canalisation a bien été rincée avant le prélèvement de l'échantillon. La quantité appropriée d'huile de rinçage dépendra des dimensions de la canalisation de prélèvement, de sa longueur et de son diamètre.

7.3 Récipients

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

- a) *Propre*. S'il existe un doute sur sa propreté, il faut utiliser un autre récipient; si cela n'est pas possible, rincer le récipient avec le liquide à prélever.
- b) *Compatible* avec l'huile à prélever, surtout si l'on utilise des récipients en plastique.
- c) *Approprié*. Approprié pour toutes les manipulations requises. Les récipients dont le couvercle fuit et les récipients en verre insuffisamment protégés ne sont pas appropriés pour le transport.
- d) *Suffisamment grand*. Pour une analyse chimique poussée, un litre d'échantillon est normalement exigé.

Note. - Lorsque cela est possible, on couvre l'orifice du récipient avec une feuille d'aluminium avant de visser le bouchon. Cela est destiné à empêcher la pénétration de contaminants par le bouchon.

The preferable sampling method for in service oil from an operating unit is *sampling from a line*. The line should contain oil which is free flowing and which is not deadheaded. For instance the lines in the bearing header, the active filter and active heat exchanger are free flowing; the lines to the gauge cabinet are deadheaded. The oil standing in the sample line and sample line valve shall be drawn off and discarded. The sample should then be taken without further adjustment of the valve.

An alternative sampling method is: *dipping from the tank*. If the system is not operating the oil should be thoroughly circulated before the sample is taken. If this is not possible then samples from different depths may be required.

For trouble-shooting purposes it may also be desirable to obtain samples at different locations in the system so as to trace sources of contamination or to determine the effectiveness of the purifiers, etc.

7.2 Sampling line

When using a sampling line, make sure that the line has been thoroughly flushed before taking a sample. The amount of flushing oil required will depend on sampling line dimensions, length and diameter.

7.3 Containers

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

- a) *Clean*. If in doubt about its cleanliness, use another container; if this is not possible, flush it out with the fluid to be sampled.
- b) *Compatible* with the oil being sampled, especially if plastic containers are used.
- c) *Appropriate*. Appropriate for whatever handling is required. Containers with leaking tops and glass containers improperly protected are not suitable for shipment.
- d) *Of adequate size*. For an extensive chemical analysis, a one litre sample is normally required.

Note.— Where possible, the container opening should be covered with foil prior to screwing on the cap. This is to prevent the introduction of contaminant from the cap.

7.4 *Etiquetage*

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

- a) le nom du client;
- b) l'emplacement et l'identification de la machine;
- c) le type de fluide prélevé;
- d) la date de prélèvement de l'échantillon et les heures de service;
- e) le taux d'appoint de l'huile;
- f) le point de prélèvement;
- g) les problèmes de fonctionnement.

Note.— Le récipient pour échantillon devra porter les étiquettes d'hygiène et de sécurité, s'il y a lieu.

8. *Examen de l'huile neuve*

8.1 *Généralités*

L'expérience a montré qu'il est nécessaire de normaliser les procédures à appliquer pour l'échantillonnage, l'examen et l'acceptation des livraisons d'huile pour turbine.

Il est essentiel que le personnel responsable de l'échantillonnage et des essais ait l'expérience et la qualification nécessaire et que soit apportée, à chaque instant, une attention scrupuleuse aux détails afin d'éviter des résultats erronés, des prélèvements répétés et des rebuts de livraison non fondés.

Il est également essentiel que toutes les livraisons d'huile soient correctement contrôlées pour éviter que ne soit livré un produit incorrect ou contaminé.

Des cas de contamination d'huiles lubrifiantes par des particules ou des huiles détergentes ont été observés, en particulier lorsque les fournisseurs ont procédé à des livraisons dans des véhicules citernes qui n'avaient pas été convenablement nettoyés pour le transport des huiles pour turbine à vapeur. Le contenu de la citerne peut être contaminé par des résidus de produits au niveau du manifold de la vanne du fond ou par suite d'une mauvaise étanchéité des tuyaux et des tubes. Le premier cas a le plus de chance de se produire, en particulier lorsque différents produits sont transportés dans les divers compartiments ou lorsque des livraisons d'un produit différent ont été faites antérieurement sans effectuer ensuite un nettoyage adéquat. Des produits différents ne doivent pas être transportés dans la même citerne.

8.2 *Echantillonnage des livraisons d'huile neuve*

L'échantillonnage des livraisons doit être fait conformément aux techniques d'échantillonnage appropriées décrites précédemment.

7.4 Labelling

A sample should be properly labelled. Markings should include at least the following information:

- a) customer name;
- b) site and identification of the machine;
- c) type of fluid sampled;
- d) date sample taken, and service hours;
- e) oil make-up rate;
- f) sampling point;
- g) operational problems.

Note.— The sample container should have health and safety labels where appropriate.

8. Examination of new oil

8.1 General

Experience has shown the need for standardizing procedures to be followed for the sampling, examination, and acceptance of incoming supplies of turbine oil.

It is essential that personnel responsible for sampling and testing shall have the necessary experience and skills, and that scrupulous attention to detail be applied at all times to avoid erroneous results, repeated samplings, and unwarranted delivery rejections.

It is equally essential that all incoming supplies of oil be adequately monitored to guard against incorrect or contaminated material being delivered.

Contamination of lubricating oils with particulates or detergent oils has been noted especially when suppliers have made deliveries in tanker vehicles not adequately cleaned for steam turbine oils. The tanker contents can become contaminated by residual material left in the bottom valve manifold or by inadequate sealing of hose and pipe ends. The former is most likely to occur particularly when different products are being carried in separate compartments or previous deliveries of a different product have been made to other locations without subsequent adequate cleaning. Different products should not be transported in the same tanker.

8.2 Sampling of new oil deliveries

Sampling of incoming supplies shall be in accordance with the proper sampling techniques previously described.

Les échantillons prélevés doivent être représentatifs du fluide examiné, mais, pour une garantie maximale de l'utilisateur, ils doivent être prélevés au(x) point(s) le(s) plus significatif(s) de la contamination brute par des débris et par l'eau.

Quand les expéditions d'huile se font en fûts, les échantillons doivent être prélevés au fond conformément à l'ISO 3170 (voir 6.3 et 6.3.2). Les échantillons de fond doivent être prélevés au moyen d'une sonde ou d'une éprouvette lestée (par exemple bombe de Bacon). Ces appareils permettent de recueillir des dépôts au fond du récipient sans introduire une contamination par grattage du revêtement interne ou de la paroi du récipient. Si l'on suspecte le produit de ne pas être uniforme, il faut échantillonner un nombre plus important de fûts. Si l'on soupçonne une contamination, il n'y a pas d'autre possibilité que d'échantillonner tous les fûts.

Pour les expéditions en vrac, les échantillons doivent être prélevés au fond du compartiment de la citerne comme ci-dessus et/ou au début du déchargement de l'huile. Chaque compartiment doit être échantillonné. Si ces échantillons sont dépourvus de débris et d'eau, ils peuvent être combinés en vue d'une analyse de laboratoire ultérieure. En plus de l'échantillonnage de chaque compartiment de la citerne, un ou plusieurs échantillons doivent être prélevés à la sortie de la tuyauterie flexible ou au moins du manifold de la vanne de fond de la citerne.

8.3 *Examen des livraisons d'huile neuve*

L'aspect de tous les échantillons doit être examiné immédiatement.

Dans le cas des fûts, les essais doivent être effectués sur un échantillon composite avant que l'huile ne soit utilisée en service. Les échantillons individuels des fûts doivent être conservés jusqu'à ce que l'échantillon composite soit reconnu comme étant satisfaisant.

Dans le cas des livraisons en citerne, les essais additionnels à effectuer avant le déchargement de la citerne ou l'utilisation de l'huile ne peuvent être estimés qu'à partir d'une évaluation 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 lorsque les essais ultérieurs indiquent que cette opération est nécessaire. Cela est possible, s'il y a un réservoir séparé pour l'huile d'appoint ou un réservoir d'huile neuve. Son volume doit être suffisant pour contenir la livraison d'au moins une citerne.

8.4 *Programmes d'essai*

8.4.1 *Livraison d'huile neuve*

Les exigences minimales pour un essai d'acceptation au moment de la livraison et avant la mise en place d'une nouvelle charge d'huile sont les suivantes:

Samples taken should be representative of the fluid being examined but for maximum user protection they should be obtained from the point(s) most indicative of gross contamination by debris and water.

When consignments of oil are in drums they should be sampled from the bottom in accordance with ISO 3170 (see 6.3 and 6.3.2). Bottom samples shall be collected by either a tube or thief sampler (e.g., Bacon bomb). These samplers permit collection of settleings on the bottom of the container without introducing contamination by scraping the container lining or wall. In cases where the product is suspected of being non-uniform then a larger number of drums should be sampled. Where contamination is suspected there is no alternative to sampling every drum.

For bulk consignments, the samples should be taken from the bottom of the tanker compartment as above and/or when the oil is first being discharged. Each tanker compartment should be sampled. If these samples are clear of debris and water then the samples can be combined for subsequent laboratory analysis of the consignment. In addition to 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.

8.3 *Examination of new oil deliveries*

All samples should be immediately examined for appearance.

With drums, tests should be completed on the combined sample before the oil is used in service. Individual drum samples should be retained until the combined sample is passed as being satisfactory.

With tanker deliveries the additional tests to be completed before the tanker is discharged or the oil used can only be judged from an assessment of the risk involved by the acceptance of an off-specification product, i.e. whether or not the charge can be readily recovered and corrected before passing into service if the subsequent tests indicate this to be necessary. This may be possible if there is a separate make-up oil tank or a new oil tank. Its size should be sufficient to be able to hold at least one tanker delivery.

8.4 *Testing schedules*

8.4.1 *New oil delivery*

The minimum requirements for an acceptance test at the time of delivery and before installing a new oil charge are the following:

Echantillons Prélevés dans la citerne ou dans les fûts ou, si cela n'est pas possible, dans le réservoir de stockage sur le site. Conserver 4 litres pour servir de référence par la suite.

Essais	Aspect	Limpide et clair, ni sédiments ni eau libre
	Couleur	a)
	Viscosité	a)
	Indice d'acide total	a)
	Propreté	b)
	Pouvoir de désémulsion	a)

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

b) La définition des niveaux convenables de propreté dépend des exigences du fabricant de la turbine et de l'utilisateur.

8.4.2 Mise en place d'une charge d'huile neuve a)

Echantillons Prélevés après 24 h de circulation. Conserver 4 litres pour servir de référence par la suite.

Essais	Aspect	Limpide et clair, ni sédiments ni eau libre
	Couleur	b)
	Viscosité	b)
	Indice d'acide total	b)
	Propreté	c)
	Stabilité à l'oxydation	d)
	Désaération	e)

a) Suivre les procédures de rinçage recommandées avant de mettre en place une nouvelle charge d'huile, qu'il s'agisse d'un premier remplissage ou d'un remplacement de l'huile.

b) Doit concorder avec les résultats d'essai de l'huile neuve.

c) La définition des niveaux convenables de propreté dépend des exigences du fabricant de la turbine et de l'utilisateur. La filtration de l'huile entrant dans la turbine est vivement recommandée.

d) Important comme ligne de base pour déterminer la sévérité du système de turbine.

e) La comparaison avec les caractéristiques de désaération de l'huile neuve peut indiquer la présence de contaminants.

9. Examen des huiles en service

9.1 Programmes d'essai

On peut distinguer trois types d'essais:

- *les essais de sélection*: ce sont ceux réalisés par l'opérateur de tranche ou son homologue, et effectués à l'endroit où est situé l'équipement;

Samples From the tanker or drums or if not possible then from the site storage tank. Retain 4 litres for later reference.

Tests	Appearance	Clear and bright, no sediments or free water
	Colour	a)
	Viscosity	a)
	Total Acid Number	a)
	Cleanliness	b)
	Water separability	a)

- a) Should agree with the user's purchase specification.
 b) Definition of suitable cleanliness levels depends on turbine builder and user requirements.

8.4.2 Installation of a new oil charge a)

Samples After 24 h circulation. Retain 4 litres for later reference.

Tests	Appearance	Clear and bright, no sediments or free water
	Colour	b)
	Viscosity	b)
	Total Acid Number	b)
	Cleanliness	c)
	Oxidation stability	d)
	Air release	e)

- a) Follow recommended flushing procedures prior to installing a new oil charge whether it is an initial fill or an oil replacement.
 b) Should agree with new oil test results.
 c) Definition of suitable cleanliness levels depends on turbine manufacturer and user requirements. Filtration of the oil going into the turbine is strongly recommended.
 d) Important as a baseline to determine the severity of the turbine system conditions.
 e) Comparison with new oil air release characteristics on delivery may indicate the presence of contaminants.

9. Examination of oils in service

9.1 Testing procedures

Three types of tests can be distinguished:

- *field screening tests*: these are those done by the unit operator or his equivalent and are performed at the location of the equipment;

- *les essais sur site*: ce sont ceux réalisés au laboratoire de chimie de la centrale;
- *les essais de laboratoire*: ce sont ceux effectués normalement dans un laboratoire qualifié, par exemple par le fournisseur d'huile ou dans un laboratoire central de l'utilisateur.

9.1.1 *Essais de sélection*

Les essais de sélection peuvent inclure la détermination des propriétés suivantes:

- aspect: solides visibles, eau libre ou eau émulsifiée;
- odeur: odeur inhabituelle.

Note.— Un programme complet doit comprendre d'autres types de mesures locales, telles que le contrôle et l'enregistrement de paramètres tels que les températures, les niveaux des réservoirs d'huile, l'appoint, la vidange de l'eau de rebut provenant du purificateur, la quantité d'eau éliminée des réservoirs d'huile, etc.

9.1.2 *Essais sur site*

Ils peuvent inclure:

- l'odeur;
- l'aspect;
- la couleur;
- l'indice d'acide total (IAT).

9.1.3 *Essais de laboratoire*

Les essais de laboratoire doivent inclure la détermination de toutes les propriétés énumérées dans le tableau I.

Certains de ces essais peuvent être réalisés par l'utilisateur, les autres dans un laboratoire d'essai qualifié ou par le fournisseur de l'huile.

9.2 *Fréquence*

Les essais de sélection doivent être réalisés tous les jours ou au moins une fois par semaine.

Les essais sur site et les essais de laboratoire doivent être réalisés conformément aux tableaux 2A et 2B.

- *site tests*: these are those done at the station chemical laboratory;
- *laboratory tests*: these are those normally performed in a qualified laboratory, for example by the oil supplier or at a central facility of the user.

9.1.1 *Field screening tests*

The field screening tests may include the determination of the following properties:

- appearance: visible solids, free water or emulsified water;
- odour: unusual smell.

Note.— A comprehensive programme should include other types of local action such as monitoring and charting of such parameters as temperatures, oil tank levels, oil make-up, purifier waste water discharge flow, the amount of water drawn from oil tanks, etc.

9.1.2 *Site tests*

These could include the following:

- odour;
- appearance;
- colour;
- total acid number (TAN).

9.1.3 *Laboratory tests*

The laboratory tests should include the determination of all the properties listed in Table I.

Some of these tests can possibly be made by the user, the others in a qualified test laboratory or by the oil supplier.

9.2 *Frequency*

Field screening tests should be done daily or at least once a week.

Site tests and laboratory tests should be made according to Tables 2A and 2B.

TABLEAU I

Interprétation des résultats d'essai et mesures à prendre

Essai	Seuils d'alerte	Interprétation	Mesures à prendre
Aspect	Trouble	L'huile contient de l'eau, des solides et/ou de l'air	Rechercher la cause. Vérifier d'abord la teneur en eau
Odeur	Odeur inhabituelle, c'est-à-dire odeur âcre, de brûlé, d'oeuf pourri ou de solvants	Cela correspond à un changement dans l'huile, peut-être le résultat d'une dégradation, de températures élevées, du développement de bactéries ou d'une contamination, respectivement	Rechercher la cause, Contrôler l'IAT, la teneur en eau ou le point d'éclair
Couleur ISO 2049	Brunissement rapide et inhabituel	Cela indique: a) une contamination, ou b) une dégradation excessive	Déterminer la cause et corriger
Indice d'acide total (IAT) ISO 6618	Augmentation de 0,1 à 0,2 mg KOH/g par rapport à la valeur initiale avant 20 000 h de fonctionnement Augmentation de 0,3 à 0,4 mg KOH/g par rapport à la valeur initiale à tout moment	Cela correspond à une détérioration anormale. Les causes possibles en sont: a) un système très sévère; b) une déplétion de l'antioxydant; c) l'utilisation d'une mauvaise huile; d) une contamination de l'huile L'huile est à la fin ou approche de la fin de vie en service, mais les points c) ou d) ci-dessus peuvent s'appliquer	Rechercher la cause. Augmenter la fréquence des essais. Comparer avec les données de stabilité à l'oxydation. Consulter le fournisseur de l'huile en vue d'une éventuelle réinhibition Rechercher des signes d'augmentation de la sédimentation sur les filtres et les centrifugeuses. Si tel est le cas ou si la stabilité à l'oxydation est en dessous des seuils d'alerte, revoir la situation avec le fournisseur de l'huile. Augmenter la fréquence des essais de l'huile si on la laisse dans le système
Boues CEI 422	Détectable	Dégradation excessive	Contrôler la stabilité résiduelle à l'oxydation
Comptage des particules ASTM F 312 ISO/DIS 4407 ISO/DIS 4408	Dépasse les limites admises*, par exemple 15/12 ISO 4406 ou SAE J 1165	Les sources de particules peuvent être: a) l'huile d'appoint; b) l'entrée de poussière ou de cendres dans le système; c) des conditions d'usure dans le système	Revoir les limites avec le fabricant du matériel et, si nécessaire, identifier les particules. Localiser et éliminer la source. Purifier l'huile du système par filtration et/ou centrifugation
Viscosité ISO 3104	±20% par rapport à la viscosité originale de l'huile	a) l'huile est contaminée; b) l'huile est sévèrement dégradée, ou c) une huile d'une autre qualité a été ajoutée	Déterminer la cause. Si la viscosité est basse, déterminer le point d'éclair. Contrôler la désémulsibilité. Changer l'huile si nécessaire

(Suite du tableau page 46)

* Les limites dépendent de la méthode utilisée (consulter le fabricant du matériel ou le fournisseur d'huile).

TABLE I

Interpretation of test data and recommended action

Test	Warning limits	Interpretation	Action
Appearance	Hazy	Oil contains water, solids and/or air	Investigate cause. Check water content first
Odour	Unusual smell, i.e. pungent, burnt, rotten eggs or solvents	This represents a change in the oil, possibly as a result of degradation, high temperature, bacterial growth or contamination respectively	Investigate cause. Check TAN, water content or flash-point
Colour ISO 2049	Unusual and rapid darkening	This is indicative of: a) contamination, or b) excessive degradation	Determine cause and rectify
Total acid number (TAN) ISO 6618	Increase over the initial value by 0,1 - 0,2 mg KOH/g before 20 000 h of operation Increase over the initial value by 0,3 - 0,4 mg KOH/g at any time	This represents abnormal deterioration. Possible cause are: a) very severe system; b) anti-oxidant depleted; c) wrong oil used; d) oil contaminated Oil at end or approaching end of service life but c) or d) above may apply	Investigate cause. Increase frequency of testing. Compare with oxidation stability data. Consult with oil supplier for possible re-inhibition Look for signs of increased sediment on filters and centrifuges. If so or if oxidation stability is less than warning limits, review status with oil supplier. Increase oil test frequency if left in system
Sludge IEC 422	Detectable	Excessive degradation	Check oxidation stability remaining
Particle counting ASTM F 312 ISO/DIS 4407 ISO/DIS 4408	Exceeds accepted limits*, for example 15/12 ISO 4406 or SAE J 1165	Source of particulates may be: a) make-up oil; b) dust or ash entering system; c) wear condition in system	Review limits with equipment manufacturer and if required identify particles. Locate and eliminate source. Clean system oil by filtration and/or centrifuging
Viscosity ISO 3104	±20% from original oil viscosity	a) oil is contaminated b) oil is severely degraded, or c) wrong oil is added	Determine cause. If viscosity is low determine flash-point. Check demulsibility. Change oil, if necessary

(Table continued on page 47)

* Limits will depend on method used (consult equipment manufacturer or oil supplier).

TABLEAU I (fin)

Essai	Seuils d'alerte	Interprétation	Mesures à prendre
Stabilité résiduelle à l'oxydation ASTM D 2272 (RBOT) ou IP 328	Moins de 50% de la valeur originale avant 20 000 h de fonctionnement Moins de 25% à tout moment Moins de 10 h à tout moment	Dégradation supérieure à la normale Avec un IAT élevé indique que l'huile approche de la fin de vie en service Avec un IAT élevé indique que l'huile approche de la fin de vie en service	Rechercher la cause. Augmenter la fréquence des essais. Envisager la réinhibition Prélever un nouvel échantillon. Si les résultats sont les mêmes, envisager un changement de l'huile Prélever un nouvel échantillon. Si les résultats sont les mêmes, envisager un changement de l'huile
Teneur en eau ISO/DP 6296	Dépasse 0,2%	Huile polluée ou dégradée. Fuites d'eau, mauvais fonctionnement potentiels	Contrôler le pouvoir de désémulsion. S'il n'est pas satisfaisant, rechercher la source de contaminants. Comparer avec d'autres données d'essai indiquant le degré de dégradation. Enlever l'eau et surveiller soigneusement le système
Essai de corrosion ISO 7120 Méthode A	Rouille légère avant 20 000 h de fonctionnement Rouille légère après 20 000 h de fonctionnement	Le système est sale et/ou humide, pas entretenu correctement et l'additif est lessivé Déplétion normale de l'additif dans un système humide	Rechercher la cause et procéder aux modifications nécessaires de maintenance et de fonctionnement. Prélever un nouvel échantillon et refaire un essai de corrosion. Consulter le fournisseur d'huile au sujet d'une réinhibition si les résultats de l'essai restent inchangés Consulter le fournisseur d'huile au sujet d'une réinhibition
Pouvoir de désémulsion ISO 6614 DIN 51589	60 min 600 s	Huile polluée ou dégradée	Comparer avec d'autres résultats d'essai indiquant le degré de dégradation. Aucune action n'est exigée si la teneur en eau est acceptable
Essai de moussage ISO/DIS 6247	Dépasse les limites suivantes: Seq. I: 600/0	Contamination probable par des solides ou une mauvaise huile. Dans les turbines neuves, l'absorption par l'huile de résidus de produits anti-rouille peut poser des problèmes	Examiner l'huile dans le système. Corriger. Examiner avec le fournisseur d'huile la possibilité d'une réinhibition
Désaération DIN 51 381, ISO/DIS 9120	Si cela est exigé 8 min pour VG 32 10 min pour VG 46 12 min pour VG 68	Contamination ou dégradation	Examiner le système comme cela est exigé. Corriger. Comparer avec d'autres résultats d'essais
Point d'éclair ISO 2592 ou ISO 2719	Baisse de 30 °C ou plus par rapport à l'huile neuve	Contamination probable	Déterminer la cause. Contrôler la viscosité pour voir s'il y a des solvants. Envisager un changement d'huile

TABLE I (concluded)

Test	Warning limits	Interpretation	Action
Oxidation stability remaining ASTM D 2272 (RBOT) or IP 328	Less than 50% of original value before 20 000 h of operation Less than 25% at any time Less than 10 h at any time	Above normal degradation Together with high TAN indicates oil nearing end of service life Together with high TAN indicates oil nearing end of service life	Investigate cause. Increase frequency of testing. Consider reinhibition Resample. If same consider oil change Resample. If same consider oil change
Water content ISO/DP 6296	Exceeds 0,2%	Oil contaminated or degraded. Potential water leaks, system malfunctioning	Check water separability. If unsatisfactory, check for source of contaminants. Compare with other test data indicating degree of degradation. Remove water and watch system carefully
Rust test ISO 7120 Procedure A	Light rust before 20 000 h of operation Light rust after 20 000 h of operation	The system is wet and/or dirty, not maintained properly, and the additive is washed out Normal additive depletion in wet system	Investigate cause and make necessary maintenance and operating changes. Resample and recheck rust test. Consult oil supplier regarding re-inhibition if test result unchanged Consult oil supplier regarding re-inhibition
Water separability ISO 6614 DIN 51589	60 min 600 s	Oil contaminated or degraded	Compare with other test data indicating degree of degradation. No action required if water content is acceptable
Foam test ISO/DIS 6247	Exceeds following limits: Seq. I: 600/0	Probably contamination with solids or wrong oil. In new turbines residual rust preventives absorbed by oil may cause problems	Watch oil in the system. Rectify cause. Check with oil supplier regarding inhibition
Air release DIN 51 381, ISO/DIS 9120	When it is required 8 min for VG 32 10 min for VG 46 12 min for VG 68	Contamination or degradation	Watch the system as required. Rectify cause. Compare with other test results
Flash-point ISO 2592 or ISO 2719	Drop of 30 °C or more compared to new oil	Probably contamination	Determine cause. Check viscosity to see if solvents are present. Consider oil change

TABLEAU II

Programme d'essais en cours de service pour les turbines à vapeur

2A — Les douze premiers mois de fonctionnement (nouvelle turbine)

Essai (note 1)	Aspect Odeur	Couleur	IAT	Boues	Particules	Viscosité	Stabilité à l'oxydation	Teneur en eau	Essai de corrosion	Pouvoir de désémulsion	Essai de moussage	Désaération	Point d'éclair
Fréquence (note 2)	Tous les jours ou au moins toutes les semaines	Tous les mois	Tous les mois	Au bout de 1 mois 6 mois 12 mois	Au bout de 1 mois 6 mois 12 mois	Au bout de 1 mois 3 mois 6 mois 12 mois	Au bout de 1 mois 6 mois 12 mois	Au bout de 1 mois 3 mois 6 mois 12 mois	Au bout de 1 mois 3 mois 6 mois 12 mois	Au bout de 1 mois 12 mois	Au bout de 1 mois 12 mois	Au bout de 1 mois 12 mois	Au bout de 1 mois 12 mois

2B — Programme normal (note 3)

Essai (note 1)	Aspect Odeur	Couleur	IAT	Boues	Particules	Viscosité	Stabilité à l'oxydation	Teneur en eau	Essai de corrosion	Pouvoir de désémulsion	Essai de moussage	Désaération	Point d'éclair
Fréquence (note 2)	Tous les jours ou au moins toutes les semaines	Tous les trimestres	Tous les trimestres	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans	Tous les ans

Notes 1. — Si l'on soupçonne une contamination, il peut s'avérer utile de réaliser des essais, tels que pouvoir de désémulsion, moussage, désaération, point d'éclair, pour déterminer le degré et l'effet de la présence de contaminants. Un laboratoire extérieur ou le fournisseur de l'huile peuvent également aider à réaliser des analyses plus approfondies.

2. — La fréquence se fonde sur un fonctionnement continu ou sur le temps cumulé de service.

3. — Il convient que ce programme serve de guide. Une augmentation de la fréquence est nécessaire pour une turbine sévère ou pour des huiles approchant de la fin de vie en service. La plupart des turbines devront être couvertes par ce programme.

TABLE II
In-service testing schedule for steam turbines
2A — First 12 months' operation (new turbine)

Test (note 1)	Appearance Odour	Colour	TAN	Sludge	Particles	Viscosity	Oxidation stability	Water content	Rust test	Water separability	Foam test	Air release	Flash- point
Frequency (note 2)	Daily or at least weekly	Monthly	Monthly	After 1 month 6 months 12 months	After 1 month 6 months 12 months	After 1 month 3 months 6 months 12 months	After 1 month 6 months 12 months	After 1 month 3 months 6 months 12 months	After 1 month 3 months 6 months 12 months	After 1 month 12 months	After 1 month 12 months	After 1 month 12 months	After 1 month 12 months

2B — Normal schedule (note 3)

Test (note 1)	Appearance Odour	Colour	TAN	Sludge	Particles	Viscosity	Oxidation stability	Water content	Rust test	Water separability	Foam test	Air release	Flash- point
Frequency (note 2)	Daily or at least weekly	Quarterly	Quarterly	Yearly	Yearly	Yearly	Yearly	Yearly	Yearly	Yearly	Yearly	Yearly	Yearly

Notes 1. — If contamination is suspected, tests such as water separability, foam, air release, flash-point, may be useful to determine degree and effect of contaminants present. An outside laboratory or oil supplier can also assist in a more in-depth analysis.

2. — Frequency is based on continuous operation or total accumulated service time.

3. — This schedule should be used as a guide. Increased frequency is required for a turbine where conditions are severe or for oils approaching the end of their service life. Most turbines should be covered by this schedule.

ICS 27.040 ; 75.100
