

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC REPORT

Publication 877

Première édition — First edition
1986

**Procédures d'assurance de la propreté d'un matériel de mesure
et de commande dans les processus industriels en service
en contact avec de l'oxygène**

**Procedures for ensuring the cleanliness
of industrial-process measurement and control
equipment in oxygen service**



© CEI 1986

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe
Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**

Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande

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

Symboles graphiques et littéraux

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

- la Publication 27 de la CEI Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique,
- la Publication 617 de la CEI Symboles graphiques pour schémas

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**

Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50 International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request

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

- IEC Publication 27 Letter symbols to be used in electrical technology,
- IEC Publication 617 Graphical symbols for diagrams

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, 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 inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
RAPPORT DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC REPORT

Publication 877

Première édition — First edition

1986

**Procédures d'assurance de la propreté d'un matériel de mesure
et de commande dans les processus industriels en service
en contact avec de l'oxygène**

**Procedures for ensuring the cleanliness
of industrial-process measurement and control
equipment in oxygen service**



© CEI 1986

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet	6
2 Procédures	6
2 1 Commande pour un matériel destiné à un service en contact avec de l'oxygène	6
2 2 Nettoyage	6
2 3 Vérification de la propreté	18
2 4 Séchage	20
2 5 Manipulation et assemblage dans l'usine du constructeur	20
2 6 Peinture et identification	22
2 7 Lubrifiants et dispositifs d'étanchéité	22
2 8 Essais et étalonnage	22
2 9 Recette	22
2 10 Avertissement	24
2 11 Emballage pour la protection pendant le transport, le stockage, la manutention et pour l'identification	24
2 12 Installation	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1 Scope and object	7
2 Procedures	7
2.1 Orders for equipment for oxygen service	7
2.2 Cleaning	7
2.3 Cleanliness inspection	19
2.4 Drying	21
2.5 Handling and assembling inside the manufacturer's plant	21
2.6 Painting and identification	23
2.7 Lubricants and seals	23
2.8 Testing and calibration	23
2.9 Inspection	23
2.10 Warning	25
2.11 Packaging for protection during transportation, storage, handling and for identification	25
2.12 Installation	25

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PROCÉDURES D'ASSURANCE DE LA PROPRETÉ D'UN MATÉRIEL DE MESURE ET DE COMMANDE DANS LES PROCESSUS INDUSTRIELS EN SERVICE EN CONTACT AVEC DE L'OXYGÈNE

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I en ce qui concerne les questions techniques préparées 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 C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la C E I et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière

PRÉFACE

Le présent rapport a été établi par le Comité d'Etudes n° 65 de la C E I. Mesure et commande dans les processus industriels

Le texte de ce rapport est issu des documents suivants :

Regle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
65(BC)29	65(BC)32	65(BC)34	65(BC)37

Pour de plus amples renseignements, consulter les rapports de vote correspondants mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Publication citée dans le présent rapport

Norme ISO 5171 (1980) Manomètres utilisés pour le soudage, le coupage et les techniques connexes

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PROCEDURES FOR ENSURING
THE CLEANLINESS OF INDUSTRIAL-PROCESS
MEASUREMENT AND CONTROL EQUIPMENT
IN OXYGEN SERVICE**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 I E C expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the I E C recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the I E C recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter

PREFACE

This report has been prepared by I E C Technical Committee No. 65· Industrial-process Measurement and Control.

The text of this report is based upon the following documents

Six Months' Rule	Report on Voting	Two Months' Procedure	Report on Voting
65(CO)29	65(CO)32	65(CO)34	65(CO)37

Further information can be found in the relevant Reports on Voting indicated in the table above

Publication quoted in this report

ISO Standard 5171 (1986) Pressure Gauges Used in Welding, Cutting and Related Processes

PROCÉDURES D'ASSURANCE DE LA PROPRETÉ D'UN MATÉRIEL DE MESURE ET DE COMMANDE DANS LES PROCESSUS INDUSTRIELS EN SERVICE EN CONTACT AVEC DE L'OXYGÈNE

1 Domaine d'application et objet

Le présent rapport donne un aperçu des procédures destinées à assurer la propreté d'un matériel de mesure et de commande dans les processus industriels appelés en service à être en contact avec de l'oxygène, à vérifier cette propreté et à s'assurer de sa conservation jusqu'au stade où le matériel est installé.

Le présent rapport ne s'applique pas au matériel de mesure et de commande pour le soudage, matériel couvert par la Norme ISO 5171. Le service en contact avec de l'oxygène est défini par le fait, pour un matériel ou partie d'un matériel, d'être en contact avec des mélanges gazeux riches en oxygène, ou avec d'autres gaz oxydants (par exemple le gaz hilarant)

Les graisses, les huiles, les lubrifiants pour filetages, la saleté, l'eau, la limaille, les peintures, les vernis, les écailles, la poudre, etc., doivent être enlevés car beaucoup de ces matériaux, en particulier les huiles et les graisses à base d'hydrocarbures, peuvent réagir violemment en présence d'oxygène et être la cause d'incendies ou d'explosions

En conséquence, le présent rapport traite des procédures de propreté pour préparer, assembler, inspecter, protéger pendant le transport, le stockage et la manutention, installer des matériels, des accessoires ou des pièces détachées destinés à un service en contact avec de l'oxygène

Note — Un grand nombre de facteurs peuvent influencer sur la réaction en présence d'oxygène. A titre d'exemples

- une pression d'oxygène plus élevée,
- une température plus élevée,
- le fait qu'il y ait, soit débit d'oxygène, soit seulement présence d'oxygène en tant que pression statique à l'intérieur de tout ou partie du matériel

2 Procédures

Lors de la préparation, du nettoyage et de l'assemblage de tout matériel, accessoire ou pièce détachée, destinés à un service en contact avec de l'oxygène, on doit respecter scrupuleusement les procédures suivantes

2.1 Commande pour un matériel destiné à un service en contact avec de l'oxygène

Toute commande doit spécifier que le matériel et/ou les accessoires commandés doit être nettoyé, préparé, marqué et emballé pour remplir un service en contact avec de l'oxygène. Toute commande de pièces détachées passée indépendamment des commandes pour le matériel et/ou les accessoires correspondants doit également indiquer clairement que les pièces détachées ainsi commandées doivent être nettoyées, préparées, marquées et emballées pour remplir un service en contact avec de l'oxygène

2.2 Nettoyage

Préalablement au nettoyage, les matériaux constitutifs du matériel, de l'accessoire ou de la pièce détachée, et la finition de leur surface, doivent être vérifiés de manière à déterminer le

PROCEDURES FOR ENSURING THE CLEANLINESS OF INDUSTRIAL-PROCESS MEASUREMENT AND CONTROL EQUIPMENT IN OXYGEN SERVICE

1 Scope and object

This report outlines the procedures for cleaning industrial-process measurement and control equipment to be used for oxygen service, verifying this cleanliness and ensuring that the cleanliness of the equipment will be maintained up to the stage where the equipment is installed

This report does not apply to measurement and control equipment for welding, which is covered by ISO Standard 5171. Oxygen service is defined as equipment or part thereof being in contact with oxygen-rich gas mixtures and other oxydizing gases (e.g. laughing gas)

Greases, oils, thread lubricants, dirt, water, filings, paints, varnishes, scales, powder, etc., shall be removed because many of these materials, in particular oils and hydrocarbon greases, can react violently in the presence of oxygen and initiate fires or explosions

This report consequently covers the cleanliness procedures for the preparation, assembling, inspection, protection during transportation, storage and handling and installation of equipment, accessories or replacement parts intended for oxygen service

Note — Many factors can influence the reaction in the presence of oxygen. Those may be

- a higher oxygen pressure,
- a higher temperature,
- the fact that oxygen flows, or is only present as a static pressure within equipment or part thereof

2 Procedures

In preparing, cleaning and assembling any equipment, accessory or part for oxygen service, the following procedures shall be explicitly observed

2.1 *Orders for equipment for oxygen service*

Each order shall specify that the equipment and/or accessories are to be cleaned, prepared, marked and packed for use in oxygen service. Any order for replacement parts issued separately from the orders for equipment and/or accessories shall also state clearly that the parts so ordered are to be cleaned, prepared, marked and packed for use in oxygen service

2.2 *Cleaning*

Prior to cleaning, the materials used in the equipment, accessory or part, and their surface finish shall be checked in order to determine the appropriate manner of cleaning and the

procédé de nettoyage approprié, et l'agent de nettoyage convenable. Tout matériau étranger tel que les écailles, la saleté, les grains, les corps étrangers solides et les hydrocarbures doit être enlevé. Cet enlèvement peut être effectué par meulage, brossage à la brosse métallique, sablage, balayage, aspiration, épongeage, etc. On doit faire disparaître complètement toutes les particules résultant des opérations de meulage et de brossage à la brosse métallique.

2 2 1 *Nettoyage mécanique*

Ce type de nettoyage peut être effectué par sablage, brossage à la brosse métallique ou meulage

2 2 1 1 *Sablage*

L'opération de sablage peut être décrite comme l'usage d'abrasifs propulsés à travers des tuyères sur la surface d'un tuyau, d'accessoires ou de cavités pour enlever les écailles, la rouille, le vernis, la peinture ou tout autre corps étranger; lorsqu'on y a recours, le sablage fait partie intégrante du processus de fabrication; le fluide véhiculant l'abrasif doit être dépourvu d'huile, sauf si cette huile est susceptible d'être éliminée par un nettoyage ultérieur. Les matériaux abrasifs spécifiques du sablage doivent être de nature telle qu'ils nettoient sans être cause de dépôts qu'un nettoyage ultérieur ne puisse éliminer. On doit prendre soin au cours du sablage de ne pas enlever une quantité excessive du métal d'origine. Les constituants du sablage et les résidus que ce sablage a enlevés de la surface doivent être éliminés pour satisfaire aux exigences de propreté proposées dans le présent rapport pour un matériel, un accessoire ou une pièce détachée en service en contact avec de l'oxygène.

2 2 1 2 *Brossage à la brosse métallique ou meulage*

Les surfaces accessibles peuvent être brossées à la brosse métallique. Les soudures peuvent être meulées et brossées à la brosse métallique pour enlever les scories, les grains ou le matériau de soudage en excédent. Les brosses métalliques en acier au carbone ne doivent pas être utilisées sur des surfaces en aluminium ou en acier inoxydable. N'importe quelle brosse métallique précédemment utilisée pour nettoyer une surface en acier au carbone ne doit plus être utilisée pour brosser des surfaces en aluminium ou en acier inoxydable.

2 2 1 3 *Sablage grenailage au tonneau*

Cette opération peut être décrite comme une méthode de nettoyage utilisant un matériau abrasif dur placé dans une cavité pour nettoyer les surfaces intérieures de cette dernière. La cavité et l'abrasif sont secoués de manière à impartir un déplacement relatif de l'abrasif par rapport à la cavité. Cette méthode peut également être utilisée pour nettoyer les surfaces extérieures de composants de petite taille placés dans un récipient avec ou sans abrasif. Lorsqu'on y a recours, le grenailage au tonneau fait partie intégrante du processus de fabrication.

2.2 1.4 *Épongeage, aspiration*

Le matériel, ses parties constitutives ou la tuyauterie peuvent être nettoyés par aspiration après nettoyage mécanique pour éliminer les particules détachées ou la crasse et les scories.

Lorsque le nettoyage par aspiration n'est pas possible, les surfaces peuvent être épongées avec un solvant approprié en utilisant un tissu propre et ne partant pas en charpie pour enlever la crasse non adhérente, les scories, etc.

2 2 1 5 *Nettoyage à l'eau chaude et à la vapeur*

Le nettoyage à l'eau chaude et à la vapeur peut être utilisé comme opération de dégraissage préliminaire. Toutefois, cette pratique n'est pas recommandée à cause du peu d'efficacité du dégraissage correspondant et de la lenteur et de la difficulté du séchage après nettoyage.

suitable cleaning agent. All foreign material such as mill scale, dirt, grit, solid objects and hydrocarbons shall be removed. Removal may be accomplished by grinding, wire brushing, blast cleaning, sweeping, vacuuming, swabbing, etc. All particles resulting from the grinding and wire brushing operations shall be thoroughly removed.

2.2.1 *Mechanical cleaning*

This type of cleaning may be accomplished by blast cleaning, wire brushing or grinding.

2.2.1.1 *Blast cleaning*

Blast cleaning may be described as the use of abrasives propelled through nozzles against the surface of pipe, fittings or cavities to remove mill scale, rust, varnish, paint or other foreign matter, when resorted to, blast cleaning forms part of the manufacturing process. The medium propelling the abrasive shall be oil-free unless the oil is to be removed by subsequent cleaning. Specific abrasive materials shall be suitable for performing the cleaning without depositing contaminants that cannot be removed by subsequent cleaning. Care shall be taken when blast cleaning so as to not to remove an excessive amount of parent metal. The blasting medium and residue shall be removed to meet the cleanliness levels suggested herein for oxygen service equipment, accessory or part.

2.2.1.2 *Wire brushing or grinding*

Accessible surfaces may be wire brushed. Welds may be ground and wire brushed to remove slag, grit or excess weld material. Carbon steel wire brushes shall not be used on aluminium or stainless steel surfaces. Any wire brushes previously used on carbon steel shall not be used on aluminium or stainless steel surfaces.

2.2.1.3 *Tumbling*

Tumbling can be described as a cleaning method that uses a quantity of hard abrasive material placed in a cavity to clean the internal surfaces. The cavity and the abrasive are energized so as to impart relative motion between the abrasive material and the cavity. This method can also be used to clean the outside surfaces of small components placed inside the container with or without the abrasive material. When resorted to, tumbling forms part of the manufacturing process.

2.2.1.4 *Swabbing, vacuuming*

Equipment, parts or piping may be vacuum cleaned after mechanical cleaning to remove loose particles or dirt and slag.

If vacuum cleaning is not possible the surfaces may be swabbed with a suitable solvent using a clean lint-free cloth to remove loose dirt, slag, etc.

2.2.1.5 *Hot water and steam cleaning*

Hot water and steam cleaning may be used as a preliminary degreasing operation. However, this practice is not recommended as degreasing efficiency is low and drying after cleaning is slow and difficult.

2 2 1 6 *Soufflage et séchage*

Après que le matériel, les parties et la tuyauterie ont été nettoyés mécaniquement et que tout matériau abrasif a été enlevé, la tuyauterie assemblée doit être soufflée avec de l'air ou de l'azote sec et dépourvu d'huile et de poussières pour éliminer les particules de petite taille

2 2 2 *Méthodes de dégraissage*

2 2 2 1 *Choix des procédures*

Le choix de la méthode de nettoyage, y compris l'élimination de l'agent de nettoyage, dépendra de plusieurs critères dont les suivants :

- a) nature des polluants,
- b) emplacement et degré de la pollution,
- c) arrangement des passages en ce qui concerne leur possibilité d'être rincés par l'agent de nettoyage, puis égouttés,
- d) efficacité de l'agent de nettoyage à faire partir la pollution,
- e) compatibilité de l'agent de nettoyage avec les polluants, les métaux et les matériaux concernés,
- f) disponibilité et coût des agents de nettoyage et des méthodes de nettoyage, disponibilité d'un personnel ayant l'expérience de la manipulation de ces agents;
- g) rapidité et efficacité du nettoyage et niveau souhaité de propreté

Une liste des procédures typiques de nettoyage doit comprendre

- 1) le lavage au solvant et le dégraissage à la vapeur,
- 2) d'autres méthodes de nettoyage
 - nettoyage mécanique (sablage, brossage à la brosse métallique, etc),
 - purgeage,
 - lavage à l'acide,
 - lavage au moyen d'un liquide basique (caustique)

Une procédure détaillée, conforme aux instructions du fournisseur de l'agent de nettoyage, doit en principe être spécifiée à la satisfaction commune du fournisseur et de l'utilisateur de matériel pour service en contact avec de l'oxygène et être suivie d'un bout à l'autre du contrat. Les méthodes de nettoyage et de dégraissage doivent être déterminées en tenant bien compte des limites de propreté nécessaires

2 2 2 2 *Lavage au solvant*

Le lavage au solvant peut être décrit comme l'élimination de polluants organiques depuis la surface à nettoyer en utilisant des solvants ou détergents convenables

Pour augmenter l'efficacité, on peut avoir recours au nettoyage par ultrasons qui peut être décrit comme le décollement d'huile, de graisse ou d'un autre polluant à partir d'une surface métallique par immersion de pièces dans un solvant ou un détergent en présence d'une énergie vibratoire à haute fréquence

2 2 2 3 *Solvants*

La liste des solvants les plus fréquemment utilisés est donnée dans les tableaux I et II. Les caractéristiques données dans les tableaux, de même que la classification proposée, permettront le choix d'un solvant adapté à une application déterminée

Note — Les solvants doivent être manipulés et utilisés conformément aux recommandations du fabricant de ces solvants

Les utilisateurs de solvants doivent être rendus familiers avec les propriétés de ces solvants et en particulier leur toxicité et leur inflammabilité

2 2 1 6 *Blowing and drying*

After the equipment, parts and piping have been mechanically cleaned and any abrasive material removed, the assembled piping should be blown with dry, dust and oil-free air or nitrogen to remove small particles

2 2 2 *Degreasing methods*

2 2 2 1 *Procedure selection*

The cleaning procedure selected, which includes removal of the cleaning agent, will depend on several factors such as the following

- a) the nature of contaminants,
- b) the location and degree of contamination,
- c) the arrangement of passages with respect to their ability to be flushed and drained,
- d) the effectiveness of the cleaning agent in removing the contaminants,
- e) the compatibility of the cleaning agent with the contaminants, metals and material involved,
- f) the availability and cost of cleaning agents and cleaning methods, the availability of personnel experienced in handling these materials,
- g) the speed and effectiveness of cleaning and the desired level of cleanliness

A list of typical cleaning procedures would include

- 1) solvent washing and vapour degreasing,
- 2) other cleaning methods
 - mechanical cleaning (blast cleaning, wire brushing, etc.),
 - purging,
 - acid cleaning,
 - alkaline (caustic) washing

A detailed cleaning procedure in accordance with the instructions of the cleaning agent manufacturer should be specified to the satisfaction of both the manufacturer and the user of the oxygen equipment and followed throughout the project. The appropriate cleaning and degreasing method shall be determined after due consideration of the limiting values

2 2 2 2 *Solvent washing*

Solvent washing may be described as the removal of organic contaminants from the surface to be cleaned by the use of suitable solvents or detergent solutions

To increase the efficiency, one may resort to ultrasonic cleaning which may be described as loosening of oil and grease or other contamination from a metal surface by the immersion of parts in a solvent or detergent solution in the presence of high-frequency vibrational energy

2 2 2 3 *Solvents*

The solvents most frequently used are listed in Tables I and II. The characteristics given in the tables, as well as the classification shown, will allow the choice of a suitable solvent for a given application

Note — Solvents shall be handled and used according to the solvent manufacturer's recommendations

Users of solvents shall be made familiar with the properties and particularly the toxicity and flammability of those solvents

TABLEAU I

Solvants industriels

	Solvant	Formule chimique	Température d'ébullition (en °C à 1 013 mbar)	Tension de vapeur (en mbar à 20 °C)	Capacité du solvant coefficient Kaurn butanol (note 1)	Toxicité ppm CMPT (note 2)	Taux d'évaporation Diéthyléther = 1	Point d'inflammabilité (°C)	Température minimale d'ignition (note 3) (en °C à 1 013 mbar)	Limites d'inflammabilité dans l'oxygène (% en volume)
Solvants chlores	Tetrachlorure de carbone *	CCl_4	40	474	136	200	1,8	96,7	606	11,7-68
	Chlorure de méthylène	CH_2Cl_2	74	133	126	200	2,6		417	5,5-57
	Trichloroéthane	$\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}_3$	121	19	90	100	11		410	10-
	Perchloroéthylène	C_2Cl_4	87	73	128	50	3,8	32	396	7,5-91
	Trichloroéthylène	C_2HCl_3								
Solvants chlores et fluores	Fluorotrichloromethane	CFCl_3	24	888	60	1 000	1		700	Non inflammable
	Trifluorotrichloroéthane	$\text{C}_2\text{F}_3\text{Cl}_3$	48	364	32	1 000	1,3		700	Non inflammable

Notes 1 — Plus ce coefficient est élevé, plus l'action du solvant est forte

2 — CMPT Concentration maximale de solvant dans l'air qui s'est révélée comme ne mettant pas en danger la santé d'un utilisateur travaillant 8 h par jour dans cette atmosphère d'après le département du Travail et des Affaires Sociales de la République Fédérale d'Allemagne

3 — La température minimale d'ignition est la température du mélange le plus inflammable avec de l'air ou de l'oxygène

* Emploi non recommandé à cause de la nature toxique du solvant

TABLE I
Industrial solvents

	Solvent	Chemical formula	Boiling temperature (°C at 1 013 mbar)	Vapour pressure (mbar at 20 °C)	Solvent capacity Kaure butanol coefficient (Note 1)	Toxicity ppm CMPT (Note 2)	Evaporation rate Diethyl ether = 1	Flash point (°C)	Minimum ignition temperature (Note 3) (°C at 1 013 mbar)	Flammability limits in oxygen (% volume)
Chlorinated solvents	Carbon tetrachloride *	CCl_4	40	474	136	200	1.8	96.7	606	11.7-68
	Methylene chloride	CH_2Cl_2	40	474	136	200	1.8	96.7	606	11.7-68
	Trichloroethane	$C_2H_3Cl_3$	74	133	126	200	2.6		417	5.5-57
	Perchloroethylene	C_2Cl_4	121	19	90	100	11		410	10-
	Trichloroethylene	C_2HCl_3	87	73	128	50	3.8	32	396	7.5-91
Fluoro-chlorinated solvents	Fluorotrichloromethane	$CFCl_3$	24	888	60	1 000	1		700	Not flammable
	Trifluorotrichloroethane	$C_2F_3Cl_3$	48	364	32	1 000	1.3		700	Not flammable

Notes 1 — The higher this coefficient, the greater the solvent action

2 — CMPT Maximum air concentration of solvent which has been proved not to endanger the health of the user working in this atmosphere 8 h/day according to the Federal Republic of Germany's Labour and Social Affairs Department

3 — The minimum ignition temperature is the temperature of the more flammable mixture with air or oxygen

* Not recommended for use because of the toxic nature of the solvent

TABLEAU II

Classification des solvants

Capacité du solvant (par ordre décroissant)	Taux d'évaporation (par ordre décroissant)	Toxicité (par ordre croissant)	Inflammabilité (par ordre croissant)
Tétrachlorure de carbone *	Fluorotrichlorométhane	Fluorotrichlorométhane	Fluorotrichlorométhane
Chlorure de méthylène	Trifluorotrichloroéthane	Trifluorotrichloroéthane	Trifluorotrichloroéthane
Trichloroéthylène	Chlorure de méthylène	Chlorure de méthylène	Tétrachlorure de carbone *
Trichloroéthane	Trichloroéthane	Trichloroéthane	Chlorure de méthylène
Perchloroéthylène	Tétrachlorure de carbone *	Perchloroéthylène	Trichloroéthane
Fluorotrichlorométhane	Trichloroéthylène	Trichloroéthylène	Perchloroéthylène
Trifluorotrichloroéthane	Perchloroéthylène	Tétrachlorure de carbone *	Trichloroéthylène

* Emploi non recommandé à cause de la nature toxique du solvant

2 2 2 4 *Matériel de lavage*

Le matériel de lavage peut consister en un système de recyclage pour le solvant ou en un récipient clos pour l'immersion de pièces.

Le matériel auxiliaire de commande et d'essais peut comprendre des réchauffeurs atmosphériques, des détecteurs d'halogènes, des thermomètres, un réservoir, un entonnoir et un répartiteur, un cône Inhoff, de l'air ou tout autre gaz sec inerte dépourvu d'huile et une pompe siphon.

Pour le nettoyage par ultrason, un générateur de vibrations ultrasoniques à haute fréquence et un récipient remplacent le système de recyclage.

Avertissement

Certains tubes en plastique, y compris le chlorure de polyvinyle (PVC), peuvent avoir leur plastifiant extrait par le solvant et déposé sur la surface à nettoyer. Pour la même raison, des tubes en caoutchouc et en néoprène ne doivent pas être utilisés en présence de ces solvants pour le nettoyage de matériel pour service en contact avec de l'oxygène. Des tubes en nylon et en polytétrafluoroéthylène (PTFE) donnent satisfaction avec les solvants usuels.

2 2 2 5 *Procédure de nettoyage*

Un échantillon de solvant de nettoyage neuf doit être mis de côté à fins de vérifications lorsque c'est nécessaire. On fait circuler le solvant de nettoyage à travers le matériel pendant un temps prédéterminé. Le niveau de propreté peut être déterminé par comparaison entre le solvant qui a servi et le solvant neuf. Un matériel peut être considéré comme propre lorsque l'on ne constate pas de différence de couleurs entre les deux échantillons. Des lavages supplémentaires avec du solvant neuf peuvent être nécessaires pour atteindre le niveau souhaité de propreté. Puis on vidange le solvant dans un réservoir et on s'assure qu'en utilisant des techniques telles que la surveillance de la température et de la concentration de la vidange, on purge le gaz. Des procédures de lavage par immersion peuvent être utilisées si la pratique le permet.

TABLE II

Classification of solvents

Solvent capacity (decreasing)	Evaporation rate (decreasing)	Toxicity (increasing)	Flammability (increasing)
Carbon tetrachloride *	Fluorotrichloromethane	Fluorotrichloromethane	Fluorotrichloromethane
Methylene chloride	Trifluorotrichloroethane	Trifluorotrichloroethane	Trifluorotrichloroethane
Trichloroethylene	Methylene chloride	Methylene chloride	Carbon tetrachloride *
Trichloroethane	Trichloroethane	Trichloroethane	Methylene chloride
Perchloroethylene	Carbon tetrachloride *	Perchloroethylene	Trichloroethane
Fluorotrichloromethane	Trichloroethylene	Trichloroethylene	Perchloroethylene
Trifluorotrichloroethane	Perchloroethylene	Carbon tetrachloride *	Trichloroethylene

* Not recommended for use because of the toxic nature of the solvent

2 2 2 4 *Washing equipment*

Washing equipment may consist of a recirculating system for the solvent or a closed container for immersing parts

Auxiliary control and test equipment might include the following space heaters, halogen detectors, thermometers, a utility container, funnel and strainer, an Imhoff cone, dry oil-free air or other inert oil-free dry gas and siphon pump

For ultrasonic cleaning, a high-frequency sound generator and container substitutes the recirculation system

Caution

Some plastic tubing including polyvinylchloride (PVC) may have its plasticizer extracted by the solvent and deposited on the surface being cleaned. For the same reason, rubber and neoprene tubing should not be used with these solvents when cleaning oxygen equipment. Nylon and polytetrafluoroethylene (PTFE) tubing are satisfactory with the frequently used solvents.

2 2 2 5 *Washing procedure*

A sample of new wash solvent should be taken for control purposes when required. Circulate the wash solvent through the equipment for a predetermined period. The desired cleanliness level can be determined by comparing the used solvent with new solvent. A vessel can be considered clean when no distinct colour difference exists between the two samples. Additional washings with the new solvent may be required to obtain the desired level of cleanliness. Then drain the solvent into a container and ensure that by using such techniques as temperature and concentration monitoring of the exit the gas is purged. Immersion wash procedures may be utilized if practical.

Si l'on souhaite surveiller le solvant, il convient de mesurer le solvant vidangé après usage, de prendre un échantillon représentatif de ce solvant et de déterminer son niveau de contamination, éventuellement corrigé en fonction de la quantité de contaminant déjà présente dans le solvant initial

Lorsque l'opération de nettoyage n'a pas pour résultat des surfaces nettoyées de manière acceptable, le solvant doit être soit jeté, soit repurifié. L'avis du fournisseur sur les procédures de repurification est essentiel du fait de l'usage de stabilisateurs. Un indice utile dans cette procédure est le fait que le solvant est davantage décoloré que du solvant neuf

Avertissement

Des récipients de transfert convenables au solvant doivent être utilisés (verre ou métal préalablement nettoyé) et ceux-ci ne doivent pas comporter de joints qui peuvent être dissous par le solvant

2 2 2 6 *Dégraissage à la vapeur*

Le dégraissage à la vapeur peut être décrit comme l'élimination de matériaux organiques solubles depuis les surfaces du matériel par la condensation continue de vapeurs de solvants et leur action nettoyante correspondante

Un matériel de dégraissage à la vapeur consiste essentiellement en un vaporisateur pour engendrer des vapeurs propres à partir d'un solvant contaminé, et en un récipient pour maintenir les pièces à nettoyer dans la zone baignée par la vapeur. Les fournisseurs doivent être consultés pour les détails de systèmes convenables.

La procédure qui suit est utile pour nettoyer du matériel froid ou cryogénique. la température du récipient doit se situer entre le point de congélation et le point d'ébullition du solvant de façon que les vapeurs de solvant se condensent et entraînent par gravité les contaminants sur les surfaces du matériel

Cette procédure de nettoyage implique que le solvant soit mis en ébullition dans un vaporisateur et que les vapeurs de solvant soient amenées dans un récipient relativement froid où ces vapeurs se condensent sur les surfaces froides. Le matériel doit, en principe, être disposé et relié de façon que les condensats puissent complètement s'égoutter. Le départ continu du condensat et son retour au vaporisateur entraînent les impuretés dissoutes dans le vaporisateur, dont elles ne sortent plus, pendant que de nouvelles vapeurs propres s'échappent pour continuer l'opération de dégraissage

Le nettoyage peut être considéré comme total lorsque le condensat qui s'égoutte par gravité est aussi propre que du solvant neuf

Note — L'action de dégraissage par la vapeur s'arrête quand la température du récipient atteint la température d'ébullition du solvant

2 2 2 7 *Élimination des solvants*

Après que les contaminants huileux ou gras ont été éliminés ou dissous et que tout le solvant s'est égoutté, il convient de souffler les tuyaux ou les tubes avec de l'air ou de l'azote sec et dépourvu d'huile, de manière à faire partir le liquide par entraînement. Il faut ensuite purger le système jusqu'à ce que les traces finales du solvant aient été enlevées. On peut considérer que la purge est complète lorsqu'il n'est plus possible de détecter du solvant par des méthodes appropriées dans le gaz s'échappant de la cavité purgée

Un détecteur de fuite d'halogène peut être utilisé dans le cas de solvants chlorés pour déterminer quand une cavité est purgée de manière satisfaisante. Si de la vapeur de solvant est détectée dans le voisinage de la sortie de gaz de purge, il convient de continuer à purger. La méthode d'essais doit faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur

If solvent monitoring is desired, measure the used solvent collected, take a representative sample of the solvent and determine its contaminant level, correcting for the amount of contaminant in the original solvent

When the cleaning operation does not yield acceptably cleaned surfaces the solvent shall be discarded or reclaimed. Manufacturer's advice on reclaiming procedures is essential as stabilizers are used. A useful guide for this determination is when the solvent is discoloured more than the new solvent.

Caution

Use proper solvent transfer containers (precleaned glass or metal) with no seals that can be dissolved by the solvent.

2 2 2 6 *Vapour degreasing*

Vapour degreasing can be described as the removal of soluble organic materials from the surfaces of equipment by the continuous condensation of solvent vapours and their subsequent washing action.

Vapour degreasing equipment consists essentially of a vaporizer for generating clean vapours from a contaminated solvent and a vessel for holding the parts to be cleaned in the vapour space. Manufacturers should be consulted for details of suitable systems.

The following procedure is useful for cleaning cold or cryogenic equipment: the temperature of the vessel shall be between the freezing and boiling points of the solvent so that the solvent vapours will condense and wash down by gravity over the equipment surfaces.

This cleaning procedure requires that the solvent be boiled in a vaporizer and the solvent vapours piped into a relatively cold vessel where the vapours condense on the cold surfaces. This equipment should be positioned and connected so that the condensate can be thoroughly drained from the system. Continuous removal of the condensate and its transport back into the vaporizer will carry the dissolved impurities into the vaporizer where they remain, as fresh pure vapours are released to continue the degreasing operation.

Cleaning can be considered complete when the returning condensate is as clean as the unused solvent.

Note — The vapour degreasing action will stop when the temperature of the vessel reaches the boiling point of the solvent.

2 2 2 7 *Removal of solvents*

After the oil and grease contaminants have been removed or dissolved and the solvent drained, blow down the piping or tubing with dry oil-free air or nitrogen to remove liquid by entrainment. Then purge the system until the final traces of the solvent have been removed. Purging can be considered complete when the solvent cannot be detected by appropriate methods in the gas venting from the vessel being purged.

A halogen leak detector may be used with chlorinated solvents for determining when a vessel is adequately purged. If solvent vapour is detected in the vicinity of the effluent purge gas, the equipment requires additional purging. The method of test should be agreed between the manufacturer and the purchaser.

2.3 Vérification de la propreté

2.3.1 Inspection visuelle directe (Lumière blanche)

C'est l'essai le plus fréquemment utilisé pour détecter la présence de polluants tels que les revêtements protecteurs, l'humidité, les produits de la corrosion, les scories de soudure, les écailles, les limailles et les copeaux ou tout autre corps étranger. L'article est inspecté à l'œil nu quant à l'absence de polluants et d'accumulation de charpie, sous une vive lumière blanche, cette méthode détectera des corps de plus de 50 µm et de l'humidité, éventuellement des huiles, des graisses en quantités encore notables, etc

2.3.2 Inspection visuelle directe (Rayonnement ultraviolet)

Les rayonnements ultraviolets provoquent la fluorescence d'un grand nombre d'huiles ou de graisses d'hydrocarbures ou organiques qui ne seraient pas décelables par d'autres moyens visuels. De ce fait, l'essai aux rayonnements ultraviolets est le plus fréquemment utilisé pour détecter la présence d'huiles ou de graisses d'hydrocarbures ou organiques. La surface est observée dans l'obscurité ou en éclairage atténué en se servant d'une lampe à rayonnement ultraviolet de longueur d'onde comprise entre 0,32 µm et 0,37 µm. Une inspection aux rayonnements ultraviolets (lumière noire) indiquera si les surfaces nettoyées ne présentent pas de fluorescence due aux hydrocarbures. Des accumulations de charpie ou de poussière qui peuvent être visibles au rayonnement ultraviolet doivent être éliminées par soufflage avec de l'air ou de l'azote sec et dépourvu d'huile, par essuyage avec un linge propre et sans charpie, ou par aspiration.

Toutes les huiles organiques n'occasionnent pas de fluorescences et certains matériaux tels que la charpie de coton, qui occasionne une fluorescence, sont acceptables s'ils ne sont pas en quantité excessive. Si la fluorescence met en évidence une tache, une traînée, un barbouillage ou une pellicule, la zone qui donne lieu à la fluorescence est à nettoyer de nouveau.

Avertissement

Une exposition prolongée aux rayonnements ultraviolets peut être dangereuse pour les yeux et la peau non protégée et doit, de ce fait, être évitée.

2.3.3 Essai d'essuyage

Cet essai est utilisé pour détecter des polluants sur des zones inaccessibles visuellement, en complément des inspections visuelles ci-dessus. La surface est frottée légèrement à l'aide d'un papier blanc ou d'un linge sans charpie propre qui est ensuite examiné à la lumière blanche ou au rayonnement ultraviolet. La zone ne doit pas être frottée suffisamment fort pour décoller une quelconque pellicule d'oxyde, étant donné que cette dernière pourrait être confondue avec une contamination normale de surface. Aucune particule de papier ou de linge ne doit être laissée sur la surface.

2.3.4 Essai de discontinuité de pellicule d'eau

On peut utiliser cet essai pour détecter les résidus huileux qui ne sont pas mis en évidence par d'autres méthodes. La surface est humidifiée avec une pulvérisation d'eau propre. Cette eau doit former une couche mince qui reste continue pendant au moins 5 s. Un perlage des gouttes d'eau indique la présence de polluant huileux. Cette méthode est généralement limitée aux surfaces horizontales.

2.3.5 Essai d'extraction de solvant

Cette méthode peut être utilisée pour compléter les techniques visuelles ou pour contrôler les surfaces inaccessibles en utilisant un solvant pour extraire des polluants à fins d'inspection.

2.3 Cleanliness inspection

2.3.1 Direct visual inspection (White light)

This is the most common test used to detect the presence of contaminants such as preservatives, moisture, corrosion products, weld slag, scale filings and chips and other foreign matter. The item is observed with the naked eye for the absence of contaminants and accumulations of lint fibres under strong white light and this method will detect particulate matter in excess of 50 μm and moisture, eventually oils, greases in still significant amounts, etc.

2.3.2 Direct visual inspection (Ultraviolet light)

Ultraviolet light causes many common hydrocarbon or organic oils or greases to fluoresce when they may not be detectable by other visual means. Therefore the ultraviolet test is the most common test used to detect the presence of hydrocarbon or organic oils or greases. The surface is observed in darkness or subdued light using an ultraviolet light radiating between 0.32 μm and 0.37 μm . Ultraviolet (black light) inspection shall indicate that cleaned surfaces are free of any hydrocarbon fluorescence. Accumulations of lint or dust that may be visible under the black light shall be removed by blowing with dry oil-free air or nitrogen, wiping with a clean lint-free cloth or vacuuming.

Not all organic oils fluoresce and some materials such as cotton lint that fluoresce are acceptable unless present in excessive amounts. If fluorescence shows up as a blotch, smear, smudge or film, reclean the fluorescing area.

Warning

Prolonged exposure to ultraviolet light should be avoided because it can be harmful to the eyes and to unprotected skin.

2.3.3 Wipe test

This test is used to detect contaminants on visually inaccessible areas as an aid in the above visual inspections. The surface is rubbed lightly with a clean white paper or lint-free cloth which is examined under white and ultraviolet light. The area should not be rubbed hard enough to remove any oxide film as this could be confused with normal surface contamination. No paper or cloth particle shall be left on the surface.

2.3.4 Water break test

This test may be used to detect oily residues not found by other means. The surface is wetted with a spray of clean water. This should form a thin layer and remain unbroken for at least 5 s. Beading of the water droplets indicates the presence of oil contaminants. This method is generally limited to horizontal surfaces.

2.3.5 Solvent extraction test

This method may be used to supplement visual techniques or to check inaccessible surfaces by using a solvent to extract contaminants for inspection.

La surface est doucée, rincée ou immergée par ou dans un solvant laissant peu de résidus. La méthode d'extraction de solvant est limitée par la capacité de ce dernier à atteindre et à dissoudre les polluants présents. Les composants du matériel essayé peuvent aussi contenir des matériaux susceptibles d'être attaqués par le solvant, d'où des résultats erronés.

Après passage sur la surface, le solvant est contrôlé pour déterminer la quantité de résidus non volatils. Une quantité déterminée d'un échantillon représentatif de solvant ayant servi à l'essai est évaporée presque en totalité, puis transférée dans une coupelle préalablement pesée pour y effectuer l'évaporation finale, en prenant soin de ne pas surchauffer le résidu. De même, le poids du résidu obtenu à partir de la même quantité de solvant neuf est déterminé. La différence de poids entre les deux résidus et la quantité de solvant utilisé serviront à calculer la quantité de polluant extrait par mètre carré de surface nettoyée.

En variante, une quantité déterminée d'un échantillon du solvant non filtré ayant servi à l'essai peut être placée dans un cône Imhoff et complètement évaporée. Le volume du résidu peut être mesuré directement et utilisé pour calculer la quantité de polluant extrait par mètre carré de surface nettoyée. On peut obtenir une plus grande sensibilité en évaporant des quantités successives de solvant dans le même cône Imhoff.

Une autre méthode consiste à prendre un échantillon d'une quantité connue de solvant ayant servi à l'essai et à le comparer à un échantillon semblable de solvant neuf en comparant simultanément la transmission de lumière à travers les deux échantillons. Il ne doit y avoir que peu ou pas de différence de couleur entre les deux solvants et l'on ne doit observer que très peu de particules.

Les résultats d'hydrocarbures ou d'autres polluants particuliers, déterminés par la procédure d'inspection, ne doivent pas dépasser la quantité spécifiée par l'utilisateur du matériel.

2.4 Séchage

Les pièces doivent être séchées par circulation naturelle d'air ambiant, ou soufflées avec de l'air ou de l'azote sec et sans huile. Dans aucune circonstance, l'usage d'air comprimé tel qu'utilisé habituellement pour l'alimentation de l'instrumentation pneumatique n'est autorisé, car cet air est susceptible de contenir des traces d'huile ou d'autres polluants.

Le séchage ne doit pas être effectué dans des enceintes ou des fours de séchage.

2.5 Manipulation et assemblage dans l'usine du constructeur

2.5.1 Après nettoyage, les pièces ne doivent être manipulées qu'avec des gants propres, étant donné qu'au contact de la main il existe un risque de recontamination des surfaces destinées à entrer en contact avec de l'oxygène.

2.5.2 Le dégraissage et l'assemblage doivent être effectués dans une (des) pièce(s) ou zone(s) séparée(s) réservée(s) à ces usages. Elle(s) doit (doivent) être d'accès restreint, dépourvue(s) de poussières, de brouillard ou vapeur d'huile, et avoir le niveau de propreté requis pour cet usage.

2.5.3 Les outils et l'appareillage utilisés en liaison avec ces procédures, et qui risquent de toucher des surfaces qui peuvent être en contact avec de l'oxygène, doivent être maintenus séparés pendant l'utilisation particulière et avoir le même niveau de propreté que le matériel destiné à un service en contact avec de l'oxygène.

2.5.4 Les bancs d'assemblage doivent être propres et dépourvus d'huile ou de graisse. Ils doivent être munis d'une protection qui peut être facilement nettoyée et/ou remplacée (par exemple une feuille de polyéthylène).

2.5.5 Toutes les parties qui comportent des joints filetés, des emboîtages par pression, ou tout autre dispositif d'accès difficile pour le solvant, doivent être nettoyées avant l'assemblage. Les «soufflures» et autres cavités qui peuvent apparaître sur des surfaces pouvant être en contact avec de l'oxygène doivent être éliminées (par exemple par meulage et soudure).

The surface is flushed, rinsed or immersed in a low residue solvent. Solvent extraction is limited by the ability of the procedure to reach and dissolve the contaminants present. Components of the equipment tested may also contain material which would be attacked by the solvent and give erroneous results.

The used solvent is checked to determine the amount of non-volatile residue. A known quantity of a representative sample of filtered used solvent is evaporated almost to dryness, then transferred to a small weighed beaker for final evaporation, being careful not to overheat the residue. In the same manner, the weight of residue from a similar quantity of clean solvent is determined. The difference in weight of the two residue and the quantity of solvent used should be used to compute the amount of contaminant extracted per square metre of surface area cleaned.

In a similar manner, a measured quantity of a sample of the unfiltered used solvent can be placed in an Imhoff cone and evaporated to dryness. The volume of residue can be measured directly and used to compute the amount of contaminant extracted per square metre of surface area cleaned. Greater sensitivity can be achieved by evaporating successive quantities of solvent in the same Imhoff cone.

Another method is to take a sample of known quantity of the used solvent and compare it to a similar sample of new solvent by comparing light transmission through the two samples simultaneously. There should be little, if any, difference in colour of the solvents and very few particles.

Hydrocarbon or particular matter residues determined by the inspection procedure shall not exceed the amount specified by the user of the equipment.

2.4 *Drying*

Parts shall be air-dried naturally or dried with dry purified oil-free nitrogen or air. Under no circumstances shall the use of ordinary compressed air supply for pneumatic instruments be permitted for drying since it may contain traces of oil or other contaminants.

Drying shall not take place in enclosures or drying ovens.

2.5 *Handling and assembling inside the manufacturer's plant*

- 2.5.1 Parts shall be handled with clean gloves at all times after cleaning as the danger exists that surfaces meant to come into contact with oxygen are likely to be contaminated once again by hand contact.
- 2.5.2 Degreasing and assembly shall be done in separate room(s) or area(s) set aside for the purpose. It(they) shall be of restricted access and free of dust, oil mist or vapours and be of the required cleanliness standard for the purpose.
- 2.5.3 Tools and equipment used in connection with these procedures and which may touch surfaces which may be in contact with oxygen shall be kept separate during that usage and meet the same standards of cleanliness that apply to the equipment for oxygen service.
- 2.5.4 Assembly benches shall be clean and free from oil and grease. They shall be provided with a covering which can be easily cleaned or replaced (e.g. polyethylene sheeting).
- 2.5.5 All parts which contain threaded joints, shrinks or press fits or areas which could be difficult for the solvent to reach shall be cleaned before assembly. Blow holes and other cavities which may appear during processing on surfaces which may be in contact with oxygen shall be removed (e.g. by grinding out and welding).

- 2 5 6 On doit s'assurer que les composants et/ou les sous-ensembles n'ont pas été exposés à une recontamination (par exemple lorsqu'ils sont manipulés lors du transport à l'intérieur ou en dehors de la (des) pièce(s) ou zone(e) consacrée(s), ou lorsque ces composants et/ou sous-ensembles sont stockés sur une longue période de temps).
- 2 5 7 Après nettoyage et assemblage, toutes les parties doivent être fermées de manière à éviter une contamination possible de leur intérieur. Toutes les ouvertures dans l'assemblage doivent être bouchées au moyen de bouchons propres appropriés. Les brides doivent être convenablement obturées en utilisant un matériau propre et lisse couvrant leurs deux faces. Pour des instructions concernant l'emballage, voir le paragraphe 2 11.

2.6 *Peinture et identification*

- 2 6 1 On ne doit peindre aucune partie ou surface destinée à être en contact avec de l'oxygène. Lorsque de telles parties présentent de la peinture, cette dernière doit être complètement enlevée avant nettoyage et dégraissage.
- 2 6 2 Les pièces peuvent être marquées par poinçonnage, par gravure ou par un dépôt électrolytique à condition d'effectuer ces opérations avant la procédure de nettoyage.

2.7 *Lubrifiants et dispositifs d'étanchéité*

Si possible, il y a lieu d'éviter l'usage de lubrifiants.

Lorsque des parties filetées sont en contact avec de l'oxygène, elles doivent être assemblées en utilisant des composés inertes à l'oxygène à la température et à la pression maximale spécifiées pour l'application. Leur caractère approprié doit être vérifié par un organisme compétent.

Les joints toriques et autres joints, et leurs lubrifiants en contact avec de l'oxygène, doivent être constitués par des matériaux inertes à l'oxygène à la température et à la pression maximale spécifiées pour l'application. Leur caractère approprié doit être vérifié par un organisme compétent.

2.8 *Essais et étalonnage*

- 2 8 1 Les essais et l'étalonnage doivent être effectués dans la(les) zone(s) temporairement consacrée(s) ou consacrée(s) de façon permanente aux matériels pour service en contact avec de l'oxygène. Des précautions pour que le matériel conserve le niveau de propreté pour service en contact avec de l'oxygène, telles que développées au paragraphe 2 5, doivent être prises.
- 2 8.2 Pour l'étalonnage, on doit utiliser de l'azote ou de l'air prépurifié, dépourvu d'huile. Comme préalable à l'étalonnage au gaz (azote ou air), un essai de pression avec de l'eau distillée exempte d'huile peut être nécessaire, par exemple pour des pressions supérieures à 200 kPa, de manière à vérifier la résistance à la pression du matériel et à s'assurer que la personne effectuant l'étalonnage ne risque pas d'accident dû à des pièces défectueuses. Le matériel ainsi essayé à l'eau distillée doit être séché après que les surfaces ont été mouillées avec du liquide (voir paragraphe 2 4).

2.9 *Recette*

La recette doit être effectuée dans la(les) zone(s) temporairement consacrée(s) ou consacrée(s) à titre permanent au matériel pour service en contact avec de l'oxygène. On doit respecter les mêmes précautions de propreté que celles qui ont été prises lors de la manipulation et de l'assemblage dans les locaux du constructeur aussi bien en ce qui concerne le matériel utilisé pour la recette que la(les) zone(s) dans laquelle(lesquelles) elle s'effectue.