

NORME
INTERNATIONALE

ISO
16000-31

Première édition
2014-05-01

Air intérieur —

Partie 31:

**Mesurage des ignifugeants basés sur
des composés organophosphorés —
Ester d'acide phosphorique**

iTeh **STANDARD PREVIEW**

*Indoor air —
Part 31: Measurement of flame retardants and plasticizers based on
organophosphorus compounds — Phosphoric acid ester*

[SIST ISO 16000-31:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3f7edbb-1903-4b1f-9e6a-c86ac67ab0ae/sist-iso-16000-31-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3f7edbb-1903-4b1f-9e6a-c86ac67ab0ae/sist-iso-16000-31-2015>



Numéro de référence
ISO 16000-31:2014(F)

© ISO 2014

iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

SIST ISO 16000-31:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3f7eddb-1903-4b1f-9e6a-c86ac67ab0ae/sist-iso-16000-31-2015>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2014

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	vii
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Occurrence	1
4 Air intérieur	3
4.1 Planification du mesurage.....	3
4.2 Appareillage et matériaux d'échantillonnage et de préparation des échantillons.....	3
4.3 Échantillonnage.....	6
4.4 Préparation des échantillons.....	6
5 Air de la chambre d'essai	7
5.1 Généralités.....	7
5.2 Appareillage et matériaux d'échantillonnage.....	7
5.3 Échantillonnage.....	7
5.4 Mode opératoire d'échantillonnage.....	8
5.5 Préparation des échantillons.....	8
6 Étalonnage	8
6.1 Solutions d'étalons internes et solutions d'étalonnage.....	8
6.2 Solutions d'étalons internes.....	9
6.3 Solutions d'étalonnage pour basse résolution.....	9
6.4 Solutions d'étalonnage pour haute résolution.....	10
7 Identification et quantification	11
7.1 Généralités.....	11
7.2 Matériel d'analyse.....	11
7.3 Analyse par CPG-SMBR.....	11
7.4 Analyse par CPG-SMHR.....	12
7.5 Interprétation et présentation du résultat du calcul.....	14
8 Caractéristiques de performance	14
8.1 Caractéristiques de performance des analyses d'air.....	14
9 Assurance qualité	15
10 Interférences	15
Annexe A (informative) Nomenclature et caractéristiques physiques	16
Annexe B (informative) Exemple de chromatogrammes pour des solutions étalons	18
Bibliographie	20

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: Avant-propos — Informations supplémentaires.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 146, *Qualité de l'air*, sous-comité SC 6, *Air intérieur*.

L'ISO 16000 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Air intérieur*:

- *Partie 1: Aspects généraux de la stratégie d'échantillonnage*
- *Partie 2: Stratégie d'échantillonnage du formaldéhyde*
- *Partie 3: Dosage du formaldéhyde et d'autres composés carbonylés dans l'air intérieur et dans l'air des chambres d'essai — Méthode par échantillonnage actif*
- *Partie 4: Dosage du formaldéhyde — Méthode par échantillonnage diffusif*
- *Partie 5: Stratégie d'échantillonnage pour les composés organiques volatils (COV)*
- *Partie 6: Dosage des composés organiques volatils dans l'air intérieur des locaux et enceintes d'essai par échantillonnage actif sur le sorbant Tenax TA®, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse utilisant MS/FID*
- *Partie 7: Stratégie d'échantillonnage pour la détermination des concentrations en fibres d'amiante en suspension dans l'air*
- *Partie 8: Détermination des âges moyens locaux de l'air dans des bâtiments pour caractériser les conditions de ventilation*
- *Partie 9: Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement — Méthode de la chambre d'essai d'émission*

- *Partie 10: Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement — Méthode de la cellule d'essai d'émission*
 - *Partie 11: Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement — Échantillonnage, conservation des échantillons et préparation d'échantillons pour essai*
 - *Partie 12: Stratégie d'échantillonnage des polychlorobiphényles (PCB), des polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD), des polychlorodibenzofuranes (PCDF) et des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)*
 - *Partie 13: Dosage des polychlorobiphényles (PCB) de type dioxine et des polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD)/polychlorodibenzofuranes (PCDF) totaux (en phase gazeuse et en phase particulaire) — Collecte sur des filtres adsorbants*
 - *Partie 14: Dosage des polychlorobiphényles (PCB) de type dioxine et des polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD)/polychloro-dibenzofuranes (PCDF) totaux (en phase gazeuse et en phase particulaire) — Extraction, purification et analyse par chromatographie en phase gazeuse haute résolution et spectrométrie de masse*
 - *Partie 15: Stratégie d'échantillonnage du dioxyde d'azote (NO₂)*
 - *Partie 16: Détection et dénombrement des moisissures — Échantillonnage par filtration*
 - *Partie 17: Détection et dénombrement des moisissures — Méthode par culture*
 - *Partie 18: Détection et dénombrement des moisissures — Échantillonnage par impaction*
 - *Partie 19: Stratégie d'échantillonnage des moisissures*
 - *Partie 21: Détection et dénombrement des moisissures — Échantillonnage à partir de matériaux*
 - *Partie 23: Essai de performance pour l'évaluation de la réduction des concentrations en formaldéhyde par des matériaux de construction sortifs*
 - *Partie 24: Essai de performance pour l'évaluation de la réduction des concentrations en composés organiques volatils et en composés carbonylés sans formaldéhyde, par des matériaux de construction sortifs*
 - *Partie 25: Dosage de l'émission de composés organiques semi-volatils de produits de construction — Méthode de la micro-chambre*
 - *Partie 26: Stratégie de mesure du dioxyde de carbone (CO₂)*
 - *Partie 28: Détermination des émissions d'odeurs des produits de construction au moyen de chambres d'essai*
 - *Partie 30: Essai sensoriel de l'air intérieur*
 - *Partie 29: Méthodes d'essai pour détecteurs de composés organiques volatils (COV)*
 - *Partie 31: Mesurage des ignifugeants basés sur des composés organophosphorés — Ester d'acide phosphorique*
 - *Partie 32: Investigation de polluants et autres facteurs nocifs dans les constructions — Inspections*
- Les parties suivantes sont en cours de préparation:
- *Partie 33: Dosage des phtalates par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse (CPG/SM)*
 - *Partie 34: Stratégies pour le mesurage des particules en suspension (fraction PM 2,5)*
 - *Partie 35: Mesurage des diphenyléther polybromé, hexabromocyclododécane et hexabromobenzène*

- *Partie 36: Méthode d'essai pour le taux de réduction des bactéries en suspension par des purificateurs d'air en utilisant une chambre d'essai*

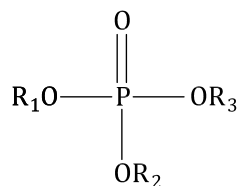
iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[SIST ISO 16000-31:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3f7edbb-1903-4b1f-9e6a-c86ac67ab0ae/sist-iso-16000-31-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3f7edbb-1903-4b1f-9e6a-c86ac67ab0ae/sist-iso-16000-31-2015>

Introduction

En général, les esters d'acide phosphorique sont formés par réaction d'alcools ou de phénols avec du chlorure de phosphoryle (POCl_3). Une distinction entre les mono-, les di- et les triesters est faite (voir la [Figure 1](#)). Les triesters contenant des groupes aryle et alkyle ainsi que des groupes mixtes d'esters halogénés et non halogénés sont utilisés comme plastifiants et ignifugeants dans les matières plastiques et les vernis. En parallèle, les esters d'acide phosphorique sont incorporés dans les durcissants et les accélérateurs, dans les agents favorisant le mordant et l'adhérence et sont utilisés comme substances facilitant le nettoyage, l'adhérence et l'inhibition de la corrosion par le traitement des surfaces métalliques. Ils sont utilisés en tant que substances auxiliaires dans le papier et les textiles, agents antimousse, émulsifiants, stabilisants, additifs dans les agents nettoyants et détergents, liquides hydrauliques difficilement inflammables et additifs pétroliers (voir le [Tableau 1](#)). Ne sont pas pris en compte à cet égard les groupes des esters d'acide thio- et dithiophosphorique (pesticides) ainsi que les esters d'acide phosphorique contenant du cyanure et des groupes halogénés qui ont un impact spécial en tant qu'inhibiteurs de l'acétylcholinestérase (gaz neurotoxiques).^[3]



Légende

R groupe aryle, groupe alkyle et groupes d'esters halogénés et non halogénés

Figure 1 — Formule structurale des esters d'acide phosphorique

Cette applicabilité multiplexe des composés organophosphorés (COP) a pour conséquence la création de grands espaces intérieurs utilisant des matériaux de construction, des vernis, des peintures, des produits de nettoyage du sol ou des revêtements ignifuges contenant des COP. En raison de leurs propriétés physiques et physicochimiques variables, les COP peuvent être également détectés dans les milieux de transfert intérieurs (poussière et air). En règle générale, les COP ayant une température d'ébullition élevée, par exemple le tris(2-butoxyéthyl) phosphate (TBEP, voir l'[Annexe A](#)) peuvent être retrouvés en concentrations importantes dans l'air intérieur, seulement si la source d'émission a atteint des températures élevées. Dans le cas de ce type de sources (par exemple, filtres ou stores pare-soleil), l'influence de hautes températures doit être prise en compte lors de la réalisation d'essais en chambre d'émission.

Le public porte un intérêt croissant aux éventuels effets sur la santé des COP présents dans l'air intérieur. Pour l'air intérieur, une valeur guide II de $0,05 \text{ mg/m}^3$ a été publiée pour le TCEP et, pour simplifier, pour l'ensemble des TCEP, TCPP, TBP, TBEP, TEHP et TPP également. La valeur guide I qui en découle s'élève à $0,005 \text{ mg/m}^3$.^[4] Un article scientifique sur l'occurrence et l'évaluation des COP dans l'air intérieur est disponible.^[5]

La présente partie de l'ISO 16000 repose sur la VDI 4301 Part 5.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[SIST ISO 16000-31:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3f7edbb-1903-4b1f-9e6a-c86ac67ab0ae/sist-iso-16000-31-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3f7edbb-1903-4b1f-9e6a-c86ac67ab0ae/sist-iso-16000-31-2015>

Air intérieur —

Partie 31:

Mesurage des ignifugeants basés sur des composés organophosphorés — Ester d'acide phosphorique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 16000 spécifie une méthode d'essai pour prélever et analyser les esters d'acide phosphorique dans l'air intérieur et dans l'air de chambres d'essai par chromatographie en phase gazeuse/spectrométrie de masse. Deux méthodes principales, à savoir la spectrométrie de masse à basse résolution et la spectrométrie de masse à haute résolution, sont décrites.

Les méthodes décrites dans la présente partie de l'ISO 16000 ne conviennent pas à la détermination de la concentration en esters d'acide phosphorique dans les matériaux.

NOTE L'ISO 16000 6 peut être appliqué pour la détermination des composés les plus volatils couverts par cette norme.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 16000-1, *Air intérieur — Partie 1: Aspects généraux de la stratégie d'échantillonnage*

ISO 16000-9, *Air intérieur — Partie 9: Dosage de l'émission de composés organiques volatils de produits de construction et d'objets d'équipement — Méthode de la chambre d'essai d'émission*

ISO 16000-13, *Air intérieur — Partie 13: Dosage des polychlorobiphényles (PCB) de type dioxine et des polychlorodibenzo-p-dioxines (PCDD)/polychlorodibenzofuranes (PCDF) totaux (en phase gazeuse et en phase particulaire) — Collecte sur des filtres adsorbants*

3 Occurrence

Les composés suivants, du groupe des organophosphates non halogénés, sont fréquemment détectés dans l'air intérieur:

- le triphénylphosphate (TPP);
- le tris(2-butoxyéthyl) phosphate (TBEP);
- le tri-n-butylphosphate (TBP);
- le tris(2-éthylhexyl) phosphate (TEHP);
- le crésyldiphénylphosphate (CDP);
- le triéthylphosphate (TEP);
- le tricrésylphosphate (TCP).

Les esters halogénés d'acide phosphorique suivants sont principalement détectés dans la poussière des maisons et dans l'air intérieur:

- le tris(2-chloroéthyl) phosphate (TCEP);
- le tris(chloropropyl) phosphate (TCPP);
- le tris(1,3-dichloro-2-propyl) phosphate (TDCPP).

Les disphosphates pontés à base de résorcinol et de bisphénol A sont également de plus en plus utilisés comme ignifugeants, par exemple:

- le résorcinoldiphosphate (RDP) de tétraphényle ou
- le bisphénol A-diphosphate (BDP) de tétraphényle.

Pour l'heure, il n'existe que peu d'informations sur le relargage de ces composés émanant de sources primaires.

Le [Tableau 1](#) donne une vue d'ensemble des organophosphates fréquemment détectés dans l'air intérieur. L'[Annexe A](#) répertorie la nomenclature et les données physicochimiques des organophosphates.

Tableau 1 — Organophosphates et leur utilisation prévue (voir les Références[5] et[6])

Abréviation du COP	Organophosphates	Utilisation prévue en tant qu'ignifugeant et plastifiant
CDP	Crésyldiphénylphosphate	Revêtements ignifuges
RDP	Résorcinoldiphosphate de tétraphényle	Matériaux de conditionnement, câbles spéciaux
TBEP	Tris(2-butoxyéthyl) phosphate	Produits de nettoyage du sol, encaustique, additifs pour élastomères, solvants pour résines, agents antimousse, additifs pour matières plastiques, caoutchouc synthétique et vernis
TBP	Tri-n-butylphosphate	Agents antimousse pour additifs pour béton, papiers peints, peintures-dispersions, vernis, caoutchouc, résines plastiques et vinyliques, agents antimousse
TCEP	Tris(2-chloroéthyl) phosphate	Peintures, revêtements, plafonds insonorisés, papier peint en fibres de verre, mousse expansée, matériaux de conditionnement
TCPP	Tris(1-chloro-2-propyl) phosphate	Mousse de polyuréthane à propriétés insonorisantes, mousse expansée, mousse souple (sièges, matelas), doublure textile, matériaux de conditionnement
TDBPP	Tris(2,3-dibromopropyl) phosphate	Caoutchouc mousse, vernis, papier, peintures, tissus en cellulose, triacétate et polyester, tapis, résines, mobilier, habillages intérieurs d'automobiles
TDCPP	Tris(1,3-dichloro-2-propyl) phosphate	Mousse de polyuréthane, matériaux de conditionnement, doublure textile
TEHP	Tris(2-éthylhexyl) phosphate	Stabilisants, additifs gras, additifs pour caoutchouc synthétique
TCP	Tricrésylphosphate	Lubrifiants, habillages intérieurs d'automobiles, additifs pour revêtements de sol et muraux
TPP	Triphénylphosphate	Mousse expansée, peintures et vernis, azurants optiques, matériaux de conditionnement, pellicules photographiques, résines phénoliques, additifs pour lubrifiants, habillages intérieurs d'automobiles

^a Le TCPP technique n'existe pas sous la forme d'un isomère pur. Par conséquent, il provoque généralement l'émission de trois signaux CPG.

Les concentrations publiées des mesurages dans l'air intérieur sont répertoriées dans le [Tableau 2](#). Il ne peut être exclu de mentionner des valeurs de mesure propres à un événement.

Tableau 2 — Résultats publiés pour les COP dans l'air intérieur

Substance	Concentration dans l'air intérieur $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Gamme	Moyenne	Référence
TCEP	< 0,005 à 6	0,10 à 0,38	[8][9][10]
TCPP	0,019 à 0,058	-	[10]
TBP	0,01 à 0,064	-	[10]
TBEP	0,001 à 0,03	-	[9] et [10]
TEHP	< 0,001 à 0,01	-	[10]
TPP	< 0,01	-	[9] et [10]
TCP	< 0,01	-	[9]

4 Air intérieur

4.1 Planification du mesurage

La planification du mesurage pour déterminer la concentration en esters d'acide phosphorique dans l'air intérieur est effectuée conformément aux exigences de l'ISO 16000-1.

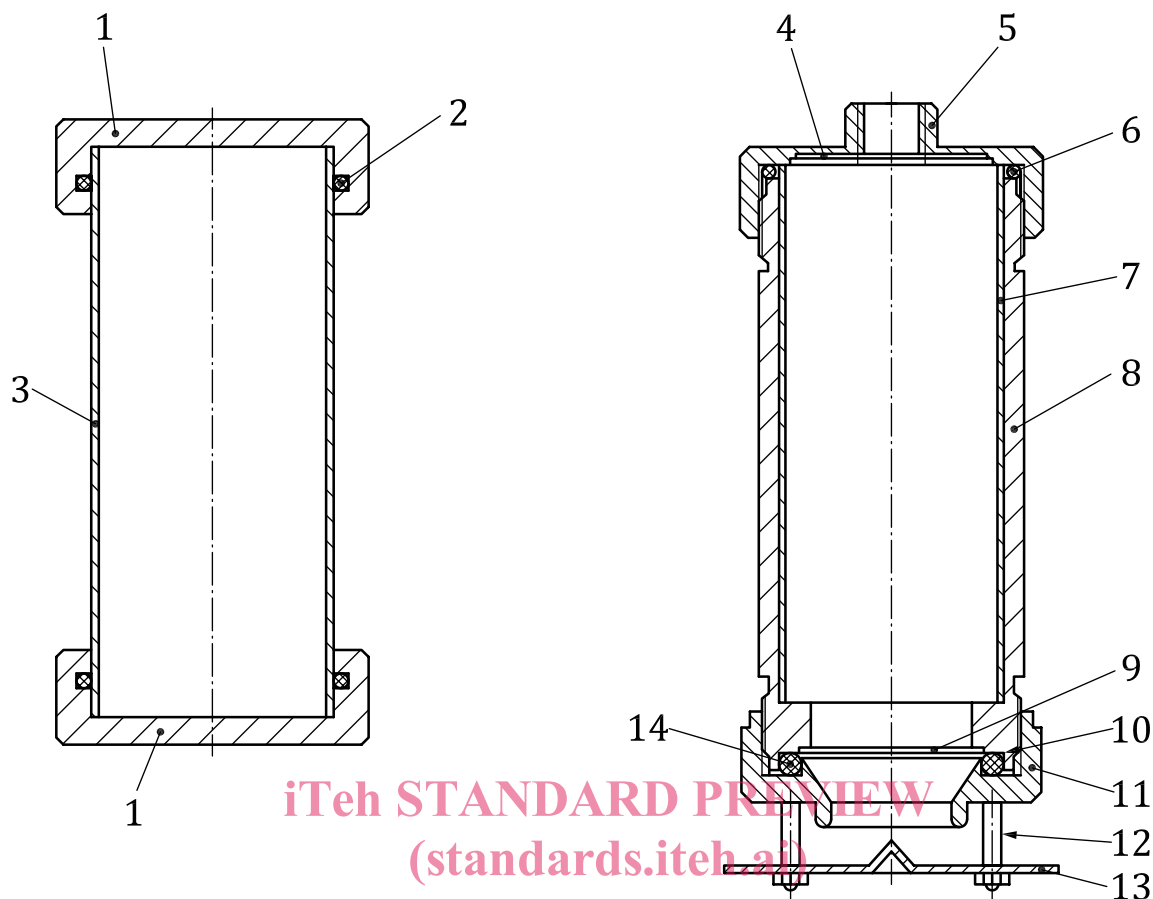
4.2 Appareillage et matériaux d'échantillonnage et de préparation des échantillons

4.2.1 Appareil d'échantillonnage

Le dispositif d'échantillonnage est décrit en détail dans l'ISO 16000-13.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/d3f7edbb-1903-4b1f-9e6a-86c4f769ad/iso-16000-31-2014>

4.2.1.1 Tête de prélèvement, équipée d'un manchon pour retenir les mousses de polyuréthane (Figures 2a et 2b) (voir également l'ISO 16000-13).



a) **Manchon en mousse de polyuréthane avec couvercle (aluminium)** b) **Tête de prélèvement**

Légende

- 1 couvercle
- 2 joint torique
- 3 manchon en mousse de polyuréthane (diamètre extérieur: 49,5 mm, longueur: environ 120 mm)
- 4 tamis en acier inoxydable
- 5 couvercle
- 6 joint torique
- 7 manchon en mousse de polyuréthane
- 8 cylindre (diamètre intérieur: 49,8 mm)
- 9 tamis en acier inoxydable pour supporter le filtre en fibre de verre
- 10 bague en PTFE/disque de filtration/bague en PTFE
- 11 couvercle avec orifice d'entrée (diamètre intérieur de l'orifice d'entrée: 27 mm)
- 12 entretoise
- 13 chicane
- 14 joint torique

Figure 2 — Appareil d'échantillonnage constitué d'une tête de prélèvement équipée d'un manchon pour retenir les mousses de polyuréthane

4.2.1.2 Pompe, ayant un débit volumétrique de 2,7 m³/h à 2,8 m³/h (45 l/min à 46,7 l/min) dans les conditions d'échantillonnage.