

NORME INTERNATIONALE

CEI 60567

Troisième édition
2005-06

Matériels électriques immergés – Echantillonnage de gaz et d'huile pour analyse des gaz libres et dissous – Lignes directrices

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[IEC 60567:2005](https://standards.iteh.ai/standards/iec/60567:2005)

<https://standards.iteh.ai/standards/iec/60567:2005>

*Cette version **française** découle de la publication d'origine **bilingue** dont les pages anglaises ont été supprimées. Les numéros de page manquants sont ceux des pages supprimées.*



Numéro de référence
CEI 60567:2005(F)

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)

- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

NORME INTERNATIONALE

CEI 60567

Troisième édition
2005-06

Matériels électriques immergés – Echantillonnage de gaz et d'huile pour analyse des gaz libres et dissous – Lignes directrices

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC 60567:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/30b8c64a-359e-4dc4-b654-ce9f8cc8d64b/iec-60567-2005>

© IEC 2005 Droits de reproduction réservés

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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX

XB

Pour prix, voir catalogue en vigueur

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	6
INTRODUCTION.....	10
1 Domaine d'application	14
2 Références normatives.....	14
3 Echantillonnage des gaz aux relais de protection (Buchholz).....	16
3.1 Remarques générales	16
3.2 Echantillonnage de gaz libres en seringue.....	16
3.3 Echantillonnage des gaz libres par déplacement d'huile.....	18
3.4 Echantillonnage sous vide des gaz libres	20
4 Echantillonnage de l'huile dans les matériels immergés dans l'huile.....	20
4.1 Remarques générales	20
4.2 Echantillonnage de l'huile en seringue	22
4.3 Echantillonnage de l'huile en ampoule de prélèvement.....	24
4.4 Echantillonnage de l'huile en bouteille.....	26
4.5 Elimination de l'huile usagée.....	28
5 Identification des échantillons.....	28
6 Préparation d'étalons de gaz dissous dans l'huile.....	30
6.1 Première méthode: préparation d'un grand volume d'étalon de gaz dissous dans l'huile.....	30
6.2 Deuxième méthode: préparation d'étalon de gaz dissous dans l'huile dans une seringue ou un flacon	34
7 Extraction des gaz de l'huile.....	36
7.1 Remarques générales.....	36
7.2 Dispositif d'extraction sous vide, par cycles successifs, utilisant une pompe de Toepler.....	38
7.3 Extraction sous vide par la méthode de dégazage partiel	42
7.4 Méthode d'extraction des gaz par entraînement	46
7.5 Méthode d'espace de tête	48
8 Analyse des gaz par chromatographie gaz-solide	68
8.1 Remarques générales	68
8.2 Description de modes opératoires satisfaisants à l'aide du Tableau 3	70
8.3 Appareillage	70
8.4 Préparation de l'appareil	74
8.5 Analyse	76
8.6 Etalonnage du chromatographe	76
8.7 Calculs.....	78
9 Contrôle de la qualité	78
9.1 Vérification du système d'analyse.....	78
9.2 Limites de détection et quantification.....	80
9.3 Répétabilité, reproductibilité et exactitude	82
10 Rapport des résultats	86

Annexe A (informative) Procédure pour vérifier l'intégrité des seringues avant le remplissage avec de l'huile (voir Figure 4).....	120
Annexe B (informative) Calcul de la correction due à l'extraction incomplète par la méthode de dégazage partiel.....	122
Annexe C (informative) Versions sans mercure des méthodes d'extraction sous vide et méthode d'extraction par brassage	124
Annexe D (informative) Préparation d'étalons saturés en air	126

Witholdrawn

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC 60567:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/90b8c64a-359e-4dc4-b654-ce9f8cc8d64b/iec-60567-2005>

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIELS ÉLECTRIQUES IMMERGÉS – ÉCHANTILLONNAGE DE GAZ ET D'HUILE POUR ANALYSE DES GAZ LIBRES ET DISSOUS – LIGNES DIRECTRICES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60567 a été établie par le Comité d'études 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1992. Cette édition constitue une révision technique.

Les modifications principales par rapport à l'édition précédente sont les suivantes.

Depuis la parution de la deuxième édition de cette norme, un certain nombre de nouvelles méthodes d'extraction de gaz ont été mises au point et sont disponibles dans le commerce, telles que les versions sans mercure des méthodes normalisées de Toepler et de dégazage partiel, auxquelles il est fait référence à l'Annexe C de la présente édition. La méthode d'espace de tête, basée sur un nouveau concept pour l'extraction des gaz de l'huile, est introduite comme méthode à part entière dans la présente troisième édition, et il est également fait référence à une version simplifiée de cette méthode à l'Annexe C (méthode d'extraction par brassage). Des techniques de chromatographie plus sensibles ont également été mises au point depuis la dernière édition et sont présentées dans la présente troisième édition.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
10/621/FDIS	10/630/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Withdrawing

iTech Standards
(<https://standards.itih.ai>)
Document Preview

IEC 60567:2005
<https://standards.itih.ai/standards/iec/s0b8c64a-359e-4dc4-b654-ce9f8cc8d64b/iec-60567-2005>

INTRODUCTION

Les processus naturels de vieillissement dans les matériels électriques immergés dans l'huile forment des gaz, mais il peut s'en produire beaucoup plus lors de défauts.

Le fonctionnement en présence de défauts peut sérieusement endommager ces matériels; il est alors important de pouvoir détecter ces défauts au tout début de leur apparition.

Si ces défauts ne sont pas importants, les gaz formés se dissoudront normalement dans l'huile et, par la suite, avec une faible proportion, qui éventuellement diffuseront du liquide dans toute la phase gazeuse au-dessus du liquide. L'extraction des gaz dissous à partir d'un échantillon d'huile et la détermination de leur teneur et de leur composition sont des moyens de détecter de tels défauts. On peut alors très souvent, à partir de la composition des gaz et de leur vitesse de formation, en déduire le type et la sévérité de tout type de défaut.

Dans le cas de défauts très importants, les gaz libres traverseront l'huile et seront recueillis au relais de protection (Buchholz), s'il y en a un et, en cas de nécessité, ces gaz pourront être analysés pour déterminer le type de défaut qui les a créés. Au fur et à mesure du déplacement des bulles dans l'huile vers le relais de protection, la composition des gaz dans ces bulles varie.

On peut en tirer parti, puisque les informations concernant la vitesse de formation des gaz peuvent souvent être déduites en comparant la composition des gaz libres recueillis à la concentration des gaz dissous restant dans l'huile.

L'interprétation de l'analyse des gaz fait l'objet de la CEI 60599.

A tous les stades de la vie des matériels immergés dans l'huile, ces techniques sont précieuses. Ainsi, pendant les essais de réception des transformateurs, la comparaison des analyses de gaz dissous dans l'huile avant, pendant et après un essai d'échauffement peut révéler s'il y a des points chauds; de même, après les essais électriques, elles peuvent fournir des informations complémentaires dans le cas de présence de décharges partielles ou disruptives. En cours de fonctionnement, des prélèvements périodiques d'échantillons d'huile, pour l'analyse des teneurs en gaz, servent à surveiller l'état des transformateurs et autres matériels immergés dans l'huile.

L'importance de ces techniques a conduit à la préparation de cette norme, qui donne les modes opératoires d'échantillonnage des gaz et de l'huile contenant des gaz dans les matériels électriques immergés dans l'huile, pour les analyses ultérieures.

NOTE Les méthodes décrites dans cette norme s'appliquent aux huiles minérales isolantes car l'expérience, à ce jour, a presque entièrement été obtenue sur de telles huiles. Il est possible aussi de les appliquer à d'autres liquides isolants, sous réserves de modifications.

Précautions générales, protection de la santé, de la sécurité et de l'environnement

La présente Norme internationale ne vise pas à répondre à tous les problèmes de sécurité liés à son utilisation. L'utilisateur de la présente norme a la responsabilité de mettre en place les pratiques d'hygiène et de sécurité adéquates, et de vérifier avant utilisation si des contraintes réglementaires s'appliquent.

Il convient que les huiles minérales isolantes dont traite la présente norme soient manipulées en respectant l'hygiène personnelle. Le contact direct avec les yeux peut provoquer une irritation. En cas de contact oculaire, il convient d'effectuer un lavage avec une grande quantité d'eau courante propre et de consulter un médecin. Certains des essais spécifiés dans la présente norme impliquent des opérations pouvant conduire à une situation dangereuse. Les recommandations des normes correspondantes seront prises en compte.

Le mercure présente un risque pour l'environnement et pour la santé. Il convient que tout déversement soit immédiatement nettoyé et éliminé de façon appropriée. Consulter les règlements locaux concernant l'utilisation et la manipulation du mercure. Des méthodes n'utilisant pas de mercure peuvent être exigées dans certains pays.

Environnement

La présente norme est applicable aux huiles minérales, aux produits chimiques et aux récipients d'échantillons usagés.

L'attention est attirée sur le fait que, au moment de la rédaction de la présente norme, de nombreuses huiles minérales en service sont connues pour être contaminées dans une certaine mesure par des polychlorobiphényles. Quand le cas se présente, il faut prendre des contre-mesures de sécurité afin d'éviter les risques pour les travailleurs, le public, et l'environnement au cours de la durée de vie de l'appareil, en contrôlant rigoureusement les débordements et les émissions. Il faut que l'élimination ou la décontamination de ces huiles se fasse rigoureusement, selon les réglementations locales. Il convient de prendre toutes les précautions afin d'empêcher un déversement d'huile minérale dans l'environnement.

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC 60567:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/90b8c64a-359e-4dc4-b654-ce9f8cc8d64b/iec-60567-2005>

MATÉRIELS ÉLECTRIQUES IMMERGÉS – ÉCHANTILLONNAGE DE GAZ ET D'HUILE POUR ANALYSE DES GAZ LIBRES ET DISSOUS – LIGNES DIRECTRICES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite des techniques d'échantillonnage de gaz libres apparus aux relais de protection et d'échantillonnage d'huile dans les matériels immergés dans l'huile, tels que les transformateurs de puissance, les réducteurs de mesure, les réactances, les traversées, les câbles à huile fluide et les condensateurs de puissance. Trois méthodes de prélèvement des gaz libres sont décrites, ainsi que trois méthodes de prélèvement de l'huile. Le choix entre ces différentes méthodes dépend souvent de l'équipement disponible et de la quantité d'huile nécessaire pour l'analyse.

Avant d'analyser les gaz dissous dans l'huile, il faut en premier lieu les extraire de l'huile. Trois méthodes de base sont décrites, l'une utilisant l'extraction sous vide (Toepler et dégazage partiel), une autre par déplacement des gaz dissous par barbotage du gaz vecteur dans l'échantillon d'huile (entraînement), et la dernière par partition des gaz entre l'échantillon d'huile et un faible volume du gaz vecteur (espace de tête). Après extraction, l'analyse quantitative des gaz se fait par chromatographie en phase gazeuse; une méthode d'analyse est décrite. Les gaz libres apparus aux relais de protection sont analysés sans traitement préalable.

La méthode préférentielle pour garantir le fonctionnement des matériels d'extraction des gaz et d'analyse, matériels considérés dans leur totalité, consiste à extraire les gaz d'échantillons d'huile préparés au laboratoire et contenant des concentrations en gaz connues («étalons de gaz dissous dans l'huile») qui seront analysés quantitativement. Deux méthodes sont décrites pour l'obtention d'étalons de gaz dissous dans l'huile.

Lors de vérifications quotidiennes de l'étalonnage du chromatographe, il est commode d'utiliser un mélange de gaz étalons renfermant des teneurs en gaz connues et appropriées de chacun des composants gazeux devant être dans un rapport similaire aux gaz extraits des huiles des transformateurs.

Les techniques décrites tiennent compte, d'une part, des problèmes spéciaux d'analyse liés aux essais de réception en usine, pour lesquels les teneurs en gaz sont généralement très faibles et, d'autre part, des problèmes rencontrés dans la surveillance de l'équipement en service, pour lesquels il se peut que le transport des échantillons se fasse par fret aérien non pressurisé, avec des différences importantes de températures pouvant exister entre le site de prélèvement et le laboratoire d'analyse.

2 Références normatives

Les documents référencés ci-après sont indispensables pour l'application de ce document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, c'est l'édition la plus récente du document référencé (y compris tous ses amendements) qui s'applique.

CEI 60296, *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion*

CEI 60599, *Matériels électriques imprégnés d'huile minérale en service – Guide pour l'interprétation de l'analyse des gaz dissous et des gaz libres*

ISO/CEI 17025, *Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

ISO 5725 (toutes les parties), *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure*

3 Echantillonnage des gaz aux relais de protection (Buchholz)

3.1 Remarques générales

Il est important de garder à l'esprit que le fait de recevoir un échantillon qualitatif et représentatif est crucial pour obtenir un diagnostic fiable du matériel électrique. Même les méthodes d'extraction ou de diagnostic les plus sophistiquées ne peuvent pas être efficaces quand il y a des échantillons défectueux.

Il convient de prélever les échantillons de gaz sur le matériel aux relais, dans le plus bref délai après l'apparition des gaz. Des variations de la composition des gaz, dues à la réabsorption sélective des constituants, peuvent se produire si les gaz libres restent en contact avec l'huile.

Il est nécessaire de prendre certaines précautions lors du prélèvement des gaz. Il faut que la liaison entre le dispositif de prélèvement et le récipient d'échantillonnage évite toute entrée d'air. Il convient que les liaisons provisoires soient aussi courtes que possible. Il convient aussi que l'imperméabilité aux gaz de tous les tuyaux en plastique ou en caoutchouc utilisés soit vérifiée.

Il convient d'étiqueter soigneusement les échantillons de gaz (voir Article 5) et de les analyser dans les plus brefs délais pour minimiser en particulier les pertes d'hydrogène (délai maximal d'une semaine par exemple).

S'il y a de l'oxygène, il peut réagir avec l'huile entraînée avec l'échantillon. Cette réaction est retardée en empêchant l'action de la lumière sur l'échantillon, par exemple en enveloppant le récipient de prélèvement avec un feuilard d'aluminium ou tout autre matériau opaque.

Des trois méthodes décrites ci-après, la méthode de prélèvement en seringue est recommandée. Les deux autres méthodes sont des alternatives à utiliser seulement en cas de problème sérieux.

L'échantillonnage en ampoule de prélèvement par déplacement de liquide, en utilisant de l'huile pour transformateurs comme liquide de transfert, est simple, mais il faut tenir compte des différences de solubilité des composants gazeux, surtout si la quantité de gaz recueillie est telle qu'il reste de l'huile dans le tube.

La méthode d'échantillonnage sous vide demande une certaine maîtrise pour éviter que les fuites de l'installation puissent contaminer l'échantillon. Cela est particulièrement vrai dans les cas où le gaz à échantillonner serait à une pression inférieure à la pression atmosphérique (cas de transformateurs scellés, par exemple).

3.2 Echantillonnage de gaz libres en seringue

3.2.1 Matériel de prélèvement

Voir la Figure 1.

- a) Tuyau en caoutchouc ou en plastique, imperméable aux gaz et résistant à l'huile (3), équipé de raccords adaptables sur la prise d'échantillonnage appropriée du relais de protection. Afin d'éviter la contamination croisée, il convient que le tuyau ne soit utilisé qu'une fois.

b) Seringues étanches aux gaz, de volume convenable (1) (25 ml à 250 ml). Des seringues en verre, du type médical ou vétérinaire, avec des pistons en verre dépoli, peuvent convenir, sinon des seringues avec joints étanches à l'huile peuvent être utilisées. Il convient que les seringues soient obturées par un embout ou un robinet adapté. Il est souvent commode d'utiliser les mêmes seringues, à la fois pour les prélèvements de gaz et l'échantillonnage de l'huile (voir le point b) de 4.2.1). L'étanchéité au gaz des seringues peut être vérifiée en conservant, pendant deux semaines au moins, un échantillon d'huile contenant une quantité mesurable d'hydrogène et en analysant l'hydrogène sur des parties aliquotes, au début et à la fin de cette période. Une seringue sera considérée comme acceptable si les pertes d'hydrogène sont inférieures à 2,5 % par semaine. L'expérience générale révèle que les seringues tout en verre présentent moins de fuites que les seringues utilisant des joints plastiques. L'amélioration de l'étanchéité au gaz peut être obtenue en utilisant un lubrifiant tel qu'une graisse légère ou de l'huile pour transformateurs.

Une bonne pratique consiste à soumettre aux essais l'intégrité des seringues et du système de robinet avant l'échantillonnage. Une procédure recommandée apparaît en Annexe A.

c) Il convient de réaliser des malles d'expédition de façon à maintenir fermement les seringues durant le transport, tout en permettant au piston de se déplacer librement, et en empêchant que son extrémité ne soit en contact avec la mallette, quelle que soit sa position au cours du transport.

3.2.2 Mode de prélèvement

Le dispositif est raccordé comme indiqué à la Figure 1. Il convient que les raccords soient aussi courts que possible et soient remplis d'huile au début du prélèvement.

La vanne d'échantillonnage (5) est ouverte. Si l'échantillonnage à partir du relais de protection d'un transformateur à conservateur se fait en surpression, mettre alors avec précaution le robinet à trois voies (4) en position A et laisser couler l'huile du tuyau de raccordement (3) dans le bac de vidange (7). Quand les gaz atteignent le robinet à trois voies (4), tourner ce dernier en position B pour mettre la seringue prélubrifiée (1) en communication avec le tuyau de raccordement (3). Ouvrir alors le robinet (2) et, sous l'effet de la pression hydrostatique, remplir la seringue en veillant que son piston ne soit pas chassé. Quand on a prélevé un volume suffisant, fermer le robinet (2) et la vanne d'échantillonnage (5) puis démonter le dispositif.

Chasser toute l'huile de la seringue en retournant la seringue et en repoussant lentement le piston.

Etiqueter avec soin l'échantillon (voir Article 5).

3.3 Echantillonnage des gaz libres par déplacement d'huile

Cette méthode n'est possible que si, et seulement si, les gaz à prélever sont à pression égale ou supérieure à la pression atmosphérique. La Figure 2 représente l'équipement nécessaire.

L'ampoule de prélèvement (28), normalement de volume 100 ml, est de préférence en verre, afin de permettre à l'opérateur de voir la quantité d'huile qui reste durant le prélèvement des gaz. L'ampoule de prélèvement est remplie d'huile provenant du transformateur sur site. Il convient que le tuyau de raccordement (3), décrit ci-après, soit également rempli d'huile, avant son emploi.

Adapter l'extrémité libre du tuyau de raccordement (3) à la vanne à gaz d'échantillonnage (5). Ouvrir cette vanne et le robinet d'entrée de l'ampoule de prélèvement. Incliner l'ampoule de prélèvement, de telle sorte que son extrémité fermée soit le plus bas possible. Ouvrir alors le robinet de sortie de l'ampoule de prélèvement afin de permettre l'écoulement de l'huile dans le bac de vidange (7), provoquant l'entraînement en premier lieu de toute l'huile des tubulures de raccordement entre le relais et la vanne d'échantillonnage, puis des gaz du relais dans l'ampoule de prélèvement.

Le prélèvement est terminé quand le relais de protection est à nouveau complètement rempli d'huile ou quand presque toute l'huile de l'ampoule de prélèvement s'est écoulée.

Fermer les deux robinets (2) de l'ampoule de prélèvement et la vanne d'échantillonnage (5), enlever ensuite les tuyaux de raccordement.

3.4 Echantillonnage sous vide des gaz libres

Raccorder le dispositif de prélèvement selon la Figure 3. Mettre en route la pompe à vide (12) pour évacuer tous les tuyaux de raccordement, le piège et l'ampoule de prélèvement, les robinets (1), (2) et (10) étant ouverts, le robinet à trois voies (4) étant dans la position A et la vanne d'échantillonnage du matériel étant fermée.

Le vide obtenu sera considéré comme satisfaisant s'il est inférieur à 100 Pa. Il convient de contrôler les fuites du dispositif de prélèvement en fermant le robinet d'aspiration (10) de la pompe et en observant qu'il n'y a pas de variation appréciable du vide obtenu. Pour une durée supérieure ou au moins égale à celle qui sera nécessaire au prélèvement, il convient que la pression n'augmente pas de plus de 100 Pa. De manière analogue, il convient que le robinet (1) de l'ampoule de prélèvement soit étanche au vide durant plusieurs semaines.

Si le tuyau de raccordement entre la vanne d'échantillonnage du matériel (5) et le relais de protection est rempli d'huile, mettre le robinet à trois voies (4) en position (B). Ouvrir la vanne d'échantillonnage du matériel (5) avec soin afin de laisser s'écouler l'huile dans le piège (9). Quand la fin de l'écoulement de l'huile arrive au niveau du robinet à trois voies (4), placer celui-ci en position D, pour le vidanger. Remettre alors le robinet (4) en position C. Le prélèvement terminé, fermer le robinet (1) en premier, puis la vanne d'échantillonnage du matériel (5) et enlever le dispositif de prélèvement.

Dans le cas où le tuyau de raccordement entre le matériel et la vanne d'échantillonnage serait vide d'huile, ne pas appliquer le mode opératoire de vidange de l'huile et placer le robinet à trois voies (4) dans la position C, après avoir évacué le dispositif de prélèvement et avoir vérifié qu'il est étanche au vide.

4 Echantillonnage de l'huile dans les matériels immergés dans l'huile

4.1 Remarques générales

Il est important de garder à l'esprit que le fait de recevoir un échantillon qualitatif et représentatif est crucial pour obtenir un diagnostic fiable du matériel électrique. Même les méthodes d'extraction ou de diagnostic les plus sophistiquées ne peuvent pas être efficaces quand il y a des échantillons défectueux.

Avertissement: Au cours d'un prélèvement d'huile, il convient de prendre toutes les précautions pour faire face à tout écoulement brutal d'huile et éviter un déversement accidentel d'huile.

La méthode de prélèvement en seringue est, parmi les trois méthodes décrites ci-après, la méthode recommandée d'échantillonnage de l'huile. Les deux autres méthodes sont des variantes à utiliser seulement en cas de problème sérieux.

Le prélèvement en ampoules de verre convient également, à condition qu'elles soient pourvues d'une longueur suffisante de tuyau en caoutchouc se comportant alors comme un système de dilatation.

Des ampoules de prélèvement en acier inoxydable, munies de vannes, sont extrêmement robustes et ne sont pas affectées par de grandes variations de températures; elles peuvent être utilisées sans système de dilatation.

Les prélèvements en bouteilles de verre sont aussi satisfaisants, à la condition que les bouteilles soient équipées d'un bouchon convenable, permettant la dilatation de l'huile. L'échantillonnage en bouteilles est simple et n'exige pas d'habileté particulière; il convient dans de nombreux cas, tels les prélèvements de routine sur site à grande échelle. L'emploi de bouteilles (0,5 l à 2,5 l) peut être préféré dans le cas où des échantillons relativement importants sont nécessaires. Lorsque la méthode de prélèvement en bouteille est utilisée, il convient de prendre soin de réduire le contact entre l'échantillon et l'air.

Toutes les méthodes décrites conviennent pour des matériels contenant un grand volume d'huile, comme les transformateurs de puissance. Pour des matériels à faible volume d'huile, il est essentiel de s'assurer que le volume total de l'huile prélevée ne mette pas en danger le fonctionnement du matériel.

Il convient de choisir avec soin les zones de prélèvements. Normalement, il convient que l'échantillon soit prélevé en un point représentatif de la totalité de l'huile de l'appareil. Cependant, il sera parfois nécessaire de prélever délibérément des échantillons là où il n'est pas évident qu'ils soient représentatifs (par exemple quand on essaie de localiser un défaut).

Il convient de prélever les échantillons lorsque le matériel est en fonctionnement normal. Cela est important pour déterminer la vitesse de formation des gaz.

Il est possible qu'une partie de l'oxygène dissous dans l'huile du prélèvement soit consommée par oxydation. Cette réaction peut être retardée si l'échantillon est placé à l'abri de la lumière, par exemple en enveloppant le récipient de prélèvement en verre transparent avec un matériau opaque mais, dans tous les cas, il est souhaitable que l'analyse soit faite aussi tôt que possible après le prélèvement.

NOTE 1 Lorsque le prélèvement se fait à partir de traversées, il convient que les instructions du fabricant soient suivies attentivement. Toute défaillance peut entraîner un endommagement sérieux et des défaillances au niveau des traversées. Il convient que le prélèvement d'huile soit effectué sur des traversées mises hors tension. Au cours d'un prélèvement, il convient de prendre toutes les précautions pour faire face à tout écoulement brutal d'huile. Il convient que les échantillons soient prélevés avec l'appareil hors charge en position normale afin d'évaluer correctement la condition de la traversée.

NOTE 2 Pour les transformateurs ayant deux vannes d'échantillonnage, il convient que la procédure suivante soit utilisée: ouvrir d'abord la vanne de sortie, puis la deuxième vanne. Cela est particulièrement important afin d'éviter l'entrée d'air dans les transformateurs.

4.2 Echantillonnage de l'huile en seringue

4.2.1 Matériel de prélèvement

- a) Tuyau en caoutchouc ou en plastique, imperméable aux gaz et résistant à l'huile, pour raccorder la seringue à l'appareil. Il convient qu'il soit aussi court que possible. Il convient qu'un robinet à trois voies soit fixé au tuyau.

Le raccordement entre le tuyau et le matériel dépendra de l'appareil. En l'absence de vanne d'échantillonnage permettant d'adapter directement le tuyau, il peut être nécessaire d'utiliser une bride ou un bouchon percé en caoutchouc, résistant à l'huile, monté sur la tubulure de vidange ou de remplissage.

NOTE Le prélèvement en seringue est la procédure recommandée pour les traversées par le SC36A de la CEI. Dans le cas de traversées équipées d'un point d'échantillonnage au niveau de la bride de fixation, la procédure décrite s'applique.

Dans le cas de traversées non équipées d'un point d'échantillonnage au niveau de la bride de fixation, il peut être possible de prélever un échantillon à partir du sommet de la traversée. Il convient que les instructions du fabricant soient consultées afin de déterminer une position adaptée. Insérer une extrémité de l'ampoule de prélèvement dans la traversée, à partir du sommet, et connecter l'autre extrémité au robinet à trois voies de la seringue, en utilisant un couplage en plastique, puis suivre la même procédure.

Dans le cas de traversées pressurisées à température ambiante, la procédure n'est pas applicable, et il convient de se référer aux instructions du fabricant de l'appareil.