

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Specification of technical grade sulphur hexafluoride (SF₆) and complementary gases to be used in its mixtures for use in electrical equipment

Spécification de la qualité technique de l'hexafluorure de soufre (SF₆) et des gaz complémentaires à employer dans les mélanges de SF₆ pour utilisation dans les matériels électriques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.040.20

ISBN 978-2-8322-6148-4

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions and abbreviated terms	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Abbreviated terms.....	7
4 General requirements	8
5 Requirements for technical grade SF ₆	8
6 Requirements for complementary gases to be used in SF ₆ mixtures.....	9
7 Environmental impact	10
8 Handling, storage and transportation	10
8.1 Gas handling procedures	10
8.2 Storage and transportation.....	10
Annex A (informative) Sulphur hexafluoride	11
A.1 General.....	11
A.2 Chemical properties	11
A.3 Physical properties	11
A.4 Electrical properties	12
Annex B (informative) Environmental effects of SF ₆ and its mixtures	14
B.1 General.....	14
B.2 Ecotoxicology	14
B.3 Ozone depletion.....	14
B.4 Global warming/climate change (greenhouse effect)	14
B.5 Reducing the environmental impact of the use of SF ₆ and CF ₄ in electrical equipment	15
Annex C (informative) Detection techniques.....	16
C.1 Detection techniques of SF ₆	16
C.2 Detection techniques of N ₂	17
C.3 Detection techniques of CF ₄	17
Bibliography.....	18
Figure A.1 – Pressure/temperature/density characteristics for SF ₆ [3]	12
Table 1 – Requirements for technical grade SF ₆	8
Table 2 – Requirements for N ₂ to be used in SF ₆ mixtures.....	9
Table 3 – Requirements for CF ₄ to be used in SF ₆ mixtures.....	9
Table A.1 – Main chemical characteristics of SF ₆ [3]	11
Table A.2 – Main physical characteristics of SF ₆ [3]	12
Table A.3 – Main electrical characteristics of SF ₆ [3].....	13
Table C.1 – Detection techniques for laboratory analysis of technical grade SF ₆ (not exhaustive).....	16
Table C.2 – Detection techniques for on-site analysis of technical grade SF ₆ (not exhaustive).....	16

Table C.3 – Detection techniques for laboratory analysis of technical grade N₂ used in SF₆ mixtures (not exhaustive)..... 17

Table C.4 – Detection techniques for laboratory analysis of technical grade CF₄ used in SF₆ mixtures (not exhaustive)..... 17

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SPECIFICATION OF TECHNICAL GRADE SULPHUR
HEXAFLUORIDE (SF₆) AND COMPLEMENTARY GASES
TO BE USED IN ITS MIXTURES FOR USE IN ELECTRICAL EQUIPMENT**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60376 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications.

This bilingual version (2018-10) corresponds to the monolingual English version, published in 2018-05.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2005. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) the requirements for the use of SF₆ in electrical equipment have been confirmed;
- b) a specification for complementary gases to be used in SF₆ mixtures with N₂ and CF₄ has been included;

- c) the introduction and scope have been merged;
- d) a new repartition of the annexes of IEC 60376, IEC 60480 and IEC 62271-4 has been included.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
10/1056/FDIS	10/1060/RVD

Full information on the voting for the approval of this International Standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

The French version of this standard has not been voted upon.

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

SPECIFICATION OF TECHNICAL GRADE SULPHUR HEXAFLUORIDE (SF₆) AND COMPLEMENTARY GASES TO BE USED IN ITS MIXTURES FOR USE IN ELECTRICAL EQUIPMENT

1 Scope

This document defines the quality for technical grade sulphur hexafluoride (SF₆) and complementary gases such as nitrogen (N₂) and carbon tetra-fluoride (CF₄), for use in electrical equipment. Detection techniques, covering both laboratory and in-situ portable instrumentation, applicable to the analysis of SF₆, N₂ and CF₄ gases prior to the introduction of these gases into the electrical equipment are also described in this document.

This document provides some information on sulphur hexafluoride in Annex A and on the environmental effects of SF₆ in Annex B.

Information about SF₆ by-products and the procedure for evaluating the potential effects of SF₆ by-products on human health are covered by IEC 60480, their handling and disposal being carried out according to international and local regulations with regard to the impact on the environment. Handling of SF₆ and its mixtures is covered by IEC 62271-4.

Procedures to determine SF₆ leakages are described in IEC 60068-2-17.

For the purposes of this document, the complementary gases used in SF₆ mixtures will be limited to N₂ or CF₄.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-212, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 212: Electrical insulating solids, liquids and gases* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-826, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 826: Electrical installations* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60480, *Guidelines for the checking and treatment of sulphur hexafluoride (SF₆) taken from electrical equipment and specification for its re-use*

IEC 62271-4, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 4: Handling procedures for sulphur hexafluoride (SF₆) and its mixtures*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	22
1 Domaine d'application	24
2 Références normatives	24
3 Termes, définitions et abréviations	25
3.1 Termes et définitions	25
3.2 Abréviations	25
4 Exigences générales	26
5 Exigences relatives au SF ₆ de qualité technique	26
6 Exigences relatives aux gaz complémentaires à employer dans les mélanges de SF ₆	27
7 Impact sur l'environnement	28
8 Manipulation, stockage et transport	28
8.1 Procédures de manipulation du gaz	28
8.2 Stockage et transport	29
Annexe A (informative) Hexafluorure de soufre	30
A.1 Généralités	30
A.2 Propriétés chimiques	30
A.3 Propriétés physiques	30
A.4 Propriétés électriques	32
Annexe B (informative) Effets sur l'environnement du SF ₆ et des mélanges de SF ₆	33
B.1 Généralités	33
B.2 Écotoxicologie	33
B.3 Appauvrissement de la couche d'ozone	33
B.4 Réchauffement de la planète/changements climatiques (effet de serre)	33
B.5 Réduction de l'impact sur l'environnement de l'utilisation du SF ₆ et du CF ₄ dans les matériels électriques	34
Annexe C (informative) Techniques de détection	35
C.1 Techniques de détection du SF ₆	35
C.2 Techniques de détection de N ₂	36
C.3 Techniques de détection du CF ₄	36
Bibliographie	37
Figure A.1 – Caractéristiques de pression/température/densité du SF ₆ [3]	31
Tableau 1 – Exigences relatives au SF ₆ de qualité technique	26
Tableau 2 – Exigences relatives au N ₂ à employer dans les mélanges de SF ₆	27
Tableau 3 – Exigences relatives au CF ₄ à employer dans les mélanges de SF ₆	28
Tableau A.1 – Principales caractéristiques chimiques du SF ₆ [3]	30
Tableau A.2 – Principales caractéristiques physiques du SF ₆ [3]	31
Tableau A.3 – Principales caractéristiques électriques du SF ₆ [3]	32
Tableau C.1 – Techniques de détection pour analyse en laboratoire du SF ₆ de qualité technique (non exhaustives)	35
Tableau C.2 – Techniques de détection pour analyse sur site du SF ₆ de qualité technique (non exhaustives)	35

Tableau C.3 – Techniques de détection pour analyse en laboratoire du N ₂ de qualité technique employé dans les mélanges de SF ₆ (non exhaustives)	36
Tableau C.4 – Techniques de détection pour analyse en laboratoire du CF ₄ de qualité technique employé dans les mélanges de SF ₆ (non exhaustives)	36

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SPÉCIFICATION DE LA QUALITÉ TECHNIQUE DE L'HEXAFLUORURE DE SOUFRE (SF₆) ET DES GAZ COMPLÉMENTAIRES À EMPLOYER DANS LES MÉLANGES DE SF₆ POUR UTILISATION DANS LES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60376 a été établie par le comité d'études 10 de l'IEC: Fluides pour applications électrotechniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2005. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) les exigences en matière d'utilisation du SF₆ dans les matériels électriques ont été confirmées;
- b) une spécification relative aux gaz complémentaires (N₂ et CF₄ par exemple) à employer dans les mélanges de SF₆ est incluse;

- c) l'introduction et le domaine d'application ont été fusionnés;
- d) les annexes de l'IEC 60376, l'IEC 60480 et l'IEC 62271-4 ont fait l'objet d'une nouvelle répartition.

La présente version bilingue (2018-10) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2018-05.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 10/1056/FDIS et 10/1060/RVD.

Le rapport de vote 10/1060/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

SPÉCIFICATION DE LA QUALITÉ TECHNIQUE DE L'HEXAFLUORURE DE SOUFRE (SF₆) ET DES GAZ COMPLÉMENTAIRES À EMPLOYER DANS LES MÉLANGES DE SF₆ POUR UTILISATION DANS LES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

Le présent document définit la qualité technique de l'hexafluorure de soufre (SF₆) et des gaz complémentaires (l'azote (N₂) et le tétrafluorure de carbone (CF₄), par exemple) utilisés dans les matériels électriques. Le présent document décrit également les techniques de détection couvrant les instruments de laboratoire et les instruments portables *in situ*, applicables à l'analyse des gaz SF₆, N₂ et CF₄ avant leur introduction dans les matériels électriques.

Le présent document donne des informations relatives à l'hexafluorure de soufre (Annexe A) et à ses effets sur l'environnement (Annexe B).

Les informations relatives aux sous-produits du SF₆ et à la procédure d'évaluation de leurs effets potentiels sur la santé humaine sont données dans l'IEC 60480, leur manipulation et leur élimination étant assurées selon les réglementations internationales et locales, du fait de leur effet sur l'environnement. La manipulation du SF₆ et des mélanges de SF₆ est couverte par l'IEC 62271-4.

Les procédures de détermination des fuites de SF₆ sont décrites dans l'IEC 60068-2-17.

Pour les besoins du présent document, les gaz complémentaires utilisés dans les mélanges de SF₆ se limitent au N₂ et au CF₄.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60050-212, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 212: Isolants électriques solides, liquides et gazeux* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-441, *Vocabulaire Électrotechnique International – Chapitre 441: Appareillage et fusibles* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 60050-826, *Vocabulaire Électrotechnique International – Partie 826: Installations électriques* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

IEC 60480, *Lignes directrices relatives au contrôle et au traitement de l'hexafluorure de soufre (SF₆) prélevé sur le matériel électrique et spécification en vue de sa réutilisation*

IEC 62271-4, *Appareillage à haute tension – Partie 4: Utilisation et manipulation de l'hexafluorure de soufre (SF₆) et des mélanges contenant du SF₆*