



IEC 63360

Edition 1.0 2025-01

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Fluids for electrotechnical application – Specification of gases alternative to SF₆ to be used in electrical power equipment

Fluides pour applications électrotechniques – Spécifications des gaz alternatifs au SF₆ destinés à être utilisés dans les matériels électriques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.040.20

ISBN 978-2-8327-0161-4

**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
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviated terms	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.2 Abbreviated terms.....	9
4 Requirements for gases.....	9
4.1 General.....	9
4.2 Compressed air	10
4.3 Technical grade synthetic air	10
4.4 Technical grade natural-origin gases	10
4.5 Technical grade C ₅ F ₁₀ O (C5-FK).....	11
4.6 Technical grade C ₄ F ₇ N (C4-FN).....	12
5 Mixing ratio and tolerances.....	12
6 Handling, storage and transportation	13
6.1 Gas handling procedures	13
6.2 Storage and transportation.....	13
7 Environmental impact	13
Annex A (informative) Environmental, health, and safety effects of gases	14
A.1 General.....	14
A.2 Physical hazards.....	14
A.3 Hazard to human health.....	14
A.4 Environmental hazard	15
A.5 Ozone depletion.....	16
A.6 Global warming/climate change (greenhouse effect)	16
A.7 Reducing the environmental impact of the use of gases in electrical power equipment	17
Annex B (informative) On-site detection techniques	18
Annex C (informative) Mole fraction (% mol) versus volume fraction (% vol)	22
C.1 General.....	22
C.2 Definitions of the fractions and compressibility factor	22
C.2.1 Mole fraction (x).....	22
C.2.2 Volume fraction (Φ_i).....	22
C.2.3 Mass fraction (w)	23
C.2.4 Compressibility factor (Z).....	23
C.2.5 Names and symbols	24
C.3 Examples % mol vs % vol for C4-FN / O ₂ / CO ₂ mixtures	24
C.3.1 General	24
C.3.2 Variation with pressure	25
C.3.3 Variation with temperature	25
Bibliography.....	27

Figure C.1 – Shift between mole and volume fractions with pressure for two mixtures containing 5 % mol and 3,5 % mol C4-FN, 13 % mol O₂ and the rest in CO₂ (20 °C)..... 25

Figure C.2 – Shift between mole and volume fractions with temperature for two mixtures containing 5 % mol and 3,5 % mol C4-FN, 13 % mol O ₂ and the rest in CO ₂ (101,3 kPa).....	26
Table 1 – Requirements for compressed air for electrical power equipment	10
Table 2 – Requirements for technical grade synthetic air	10
Table 3 – Requirements for technical grade nitrogen	11
Table 4 – Requirements for technical grade oxygen	11
Table 5 – Requirements for technical grade carbon dioxide	11
Table 6 – Requirements for technical grade C5-FK	12
Table 7 – Requirements for technical grade C4-FN	12
Table A.1 – Global warming potential (GWP) of components of the gases according to IPCC AR6 [12] or [13]	17
Table B.1 – Detection techniques for the analysis of synthetic air	18
Table B.2 – Detection techniques for the analysis of compressed air	19
Table B.3 – Detection techniques for the analysis of natural-origin gases mixtures	20
Table B.4 – Detection techniques for the analysis of C5-FK mixtures	20
Table B.5 – Detection techniques for the analysis of C4-FN mixtures.....	21

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**FLUIDS FOR ELECTROTECHNICAL APPLICATION –
SPECIFICATION OF GASES ALTERNATIVE TO SF₆
TO BE USED IN ELECTRICAL POWER 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) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 63360 has been prepared IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
10/1219/FDIS	10/1257/RVD

Full information on the voting for its approval can be found in the report on voting indicated in the above table.

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

INTRODUCTION

Considering the limited information for some of the data which appear in informative Annex A, the reader should be aware that the information related with possible gases alternative to SF₆ are still a matter of study.

FLUIDS FOR ELECTROTECHNICAL APPLICATION – SPECIFICATION OF GASES ALTERNATIVE TO SF₆ TO BE USED IN ELECTRICAL POWER EQUIPMENT

1 Scope

This document specifies the quality of gases alternative to SF₆ (subsequently referred to as gases) for use in electrical power equipment.

Detection techniques, applicable to the analysis of gases prior to their introduction into the electrical power equipment, are also described in this document.

Information about gases by-products and the procedure for evaluating the potential effects of gases and its by-products on human health are covered by IEC 63359¹[1] and IEC 62271-4.

It is the responsibility of the gas manufacturer to make available sufficient information for safe handling of gases and a risk assessment.

For gases not mentioned in this document, the electrical power equipment manufacturer and/or gas manufacturer provides the information indicated in this document. It is the intention of this document to include such gases in a next edition or in amendments to this edition. This document provides information to prepare risk assessment associated with the use of gases. It is the responsibility of the user of this document to establish appropriate health and safety practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

NOTE 1 Throughout this document, the term "pressure" stands for "absolute pressure".

NOTE 2 If not otherwise specified in this document, concentration values (e.g. %, ppmv, µl/l) of gas components or contaminants are given in volume fraction at 20 °C and 100 kPa. More information on temperature and pressure dependence of mole fraction and volume fraction is given in Annex C.

NOTE 3 If gases for electrical power equipment are regulated, their designation and regulation origin can be found in the IEC 62474 database [2] (available at <https://std.iec.ch/iec62474> [viewed 2024-02-19]).

NOTE 4 Handling of gases is covered by IEC 62271-4:2022.

NOTE 5 Additional information is needed from gas manufacturer and/or electrical power equipment manufacturer to perform a full risk assessment.

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 (IEV) – Part 212: Electrical insulating solids, liquids and gases* (available at <http://www.electropedia.org>)

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

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

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

IEC 62271-4:2022, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 4: Handling procedures for gases for insulation and/or switching*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	32
INTRODUCTION.....	34
1 Domaine d'application	35
2 Références normatives	35
3 Termes, définitions et abréviations	36
3.1 Termes et définitions	36
3.2 Abréviations.....	37
4 Exigences relatives aux gaz	38
4.1 Généralités	38
4.2 Air comprimé	38
4.3 Air synthétique de qualité technique	38
4.4 Gaz d'origine naturelle de qualité technique.....	39
4.5 C ₅ F ₁₀ O de qualité technique (C5-FK)	40
4.6 C ₄ F ₇ N de qualité technique (C4-FN)	40
5 Rapport de mélange et tolérances	41
6 Manipulation, stockage et transport	41
6.1 Procédures de manipulation des gaz.....	41
6.2 Stockage et transport.....	41
7 Impact environnemental.....	41
Annexe A (informative) Effets des gaz sur l'environnement, la santé et la sécurité.....	42
A.1 Généralités	42
A.2 Dangers physiques	42
A.3 Danger pour la santé humaine	42
A.4 Danger pour l'environnement	43
A.5 Appauvrissement en ozone	44
A.6 Réchauffement global/changement climatique (effet de serre)	44
A.7 Réduction de l'impact environnemental lié à l'utilisation des gaz dans les matériels électriques	45
Annexe B (informative) Techniques de détection sur site	47
Annexe C (informative) Fraction molaire (%mol) et fraction volumique (%vol)	51
C.1 Généralités	51
C.2 Définitions des fractions et du facteur de compressibilité	51
C.2.1 Fraction molaire (x).....	51
C.2.2 Fraction volumique (Φ_i).....	51
C.2.3 Fraction massique (w).....	52
C.2.4 Facteur de compressibilité (Z).....	52
C.2.5 Noms et symboles	53
C.3 Exemples de %mol et %vol pour les mélanges C4-FN / O ₂ / CO ₂	53
C.3.1 Généralités	53
C.3.2 Variation en fonction de la pression	54
C.3.3 Variation en fonction de la température	54
Bibliographie.....	56

Figure C.1 – Écart entre la fraction molaire et la fraction volumique en fonction de la pression pour deux mélanges contenant 5 %mol et 3,5 %mol de C4-FN, 13 %mol d'O ₂ et le reste en CO ₂ (20 °C)	54
Figure C.2 – Écart entre la fraction molaire et la fraction volumique en fonction de la température pour deux mélanges contenant 5 %mol et 3,5 %mol de C4-FN, 13 %mol d'O ₂ et le reste en CO ₂ (101,3 kPa)	55
Tableau 1 – Exigences relatives à l'air comprimé destiné aux matériels électriques	38
Tableau 2 – Exigences relatives à l'air synthétique de qualité technique	39
Tableau 3 – Exigences relatives à l'azote de qualité technique	39
Tableau 4 – Exigences relatives à l'oxygène de qualité technique	39
Tableau 5 – Exigences relatives au dioxyde de carbone de qualité technique	39
Tableau 6 – Exigences relatives au C5-FK de qualité technique	40
Tableau 7 – Exigences relatives au C4-FN de qualité technique	40
Tableau A.1 – Potentiel de réchauffement global (PRG) des composants des gaz selon le sixième rapport d'évaluation du GIEC [12] ou [13]	45
Tableau B.1 – Techniques de détection pour l'analyse de l'air synthétique	47
Tableau B.2 – Techniques de détection pour l'analyse de l'air comprimé	48
Tableau B.3 – Techniques de détection pour l'analyse des mélanges de gaz d'origine naturelle	49
Tableau B.4 – Techniques de détection pour l'analyse des mélanges C5-FK	49
Tableau B.5 – Techniques de détection pour l'analyse des mélanges C4-FN	50

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

FLUIDES POUR APPLICATIONS ÉLECTROTECHNIQUES – SPÉCIFICATION DES GAZ ALTERNATIFS AU SF₆ DESTINÉS À ÊTRE UTILISÉS 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC avait reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 63360 a été établie par le comité d'études 10 de l'IEC: Fluides pour applications électrotechniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
10/1219/FDIS	10/1257/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

INTRODUCTION

Les informations concernant certaines données de l'Annexe A informative étant limitées, il convient que le lecteur soit conscient que les informations liées aux potentiels gaz alternatifs au SF₆ sont encore à l'étude.

FLUIDES POUR APPLICATIONS ÉLECTROTECHNIQUES – SPÉCIFICATION DES GAZ ALTERNATIFS AU SF₆ DESTINÉS À ÊTRE UTILISÉS DANS LES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

Le présent document définit la qualité technique des gaz alternatifs au SF₆ (dénommés par la suite "gaz") destinés à être utilisés dans les matériels électriques.

Le présent document décrit également les techniques de détection applicables à l'analyse des gaz avant leur introduction dans les matériels électriques.

Les informations relatives aux produits de décomposition des gaz et à la procédure d'évaluation des effets potentiels des gaz et de leurs produits de décomposition sur la santé humaine sont données dans l'IEC 63359¹[1] et l'IEC 62271-4.

Il incombe au fabricant du gaz de fournir des informations suffisantes pour assurer une manipulation en toute sécurité des gaz et effectuer une évaluation du risque.

Pour les gaz qui ne sont pas mentionnés dans le présent document, le fabricant du matériel électrique et/ou le fabricant du gaz fournissent les informations indiquées dans le présent document. L'objectif du présent document est de traiter ces nouveaux gaz dans une édition ultérieure ou dans des amendements à la présente édition. Le présent document fournit des informations pour élaborer une évaluation du risque concernant l'utilisation de ces gaz. Il incombe à l'utilisateur du présent document d'établir, avant de l'utiliser, des pratiques d'hygiène et de sécurité appropriées et de déterminer l'applicabilité des restrictions réglementaires.

NOTE 1 Dans l'ensemble du présent document, le terme "pression" signifie "pression absolue".

NOTE 2 Sauf spécification contraire dans le présent document, les valeurs de concentration (% , ppmv, µl/l, par exemple) des composants gazeux ou des contaminants sont données en fraction volumique à 20 °C et 100 kPa. Des informations supplémentaires concernant la dépendance de la fraction molaire et de la fraction volumique vis-à-vis de la pression et de la température sont données à l'Annexe C.

NOTE 3 Si les gaz destinés aux matériels électriques sont réglementés, la désignation de ces gaz et leur origine réglementaire se trouvent dans la base de données de l'IEC 62474 [2] (disponible à l'adresse <https://std.iec.ch/iec62474> [consulté le 19-02-2024]).

NOTE 4 La manipulation des gaz est traitée dans l'IEC 62271-4:2022.

NOTE 5 Pour effectuer une évaluation complète du risque, il est nécessaire d'obtenir des informations supplémentaires auprès du fabricant du gaz et/ou du fabricant du matériel électrique.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 (IEV) – Partie 212: Isolants électriques solides, liquides et gazeux* (disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org>)

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

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

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

IEC 62271-4:2022, *Appareillage à haute tension – Partie 4: Procédures de manipulation des gaz pour l'isolation et/ou la commutation*