

NORME INTERNATIONALE

**Isolateurs polymériques à haute tension pour usage intérieur et extérieur -
Définitions générales, méthodes d'essai et critères d'acceptation**

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	3
INTRODUCTION.....	5
1 Domaine d'application	7
2 Références normatives	7
3 Termes et définitions	8
4 Identification.....	12
5 Conditions d'environnement.....	12
6 Informations relatives au transport, au stockage et à l'installation.....	14
7 Classification des essais	14
7.1 Généralités	14
7.2 Essais de conception	14
7.3 Essais de type	15
7.4 Essais sur prélèvements	15
7.5 Essais individuels de série.....	15
8 Exigences générales pour les éprouvettes d'isolateurs	15
9 Essais de conception.....	16
9.1 Généralités	16
9.2 Essais sur les interfaces et les connexions des armatures d'extrémité	16
9.2.1 Généralités	16
9.2.2 Éprouvettes	16
9.2.3 Tension de contournement de référence et température de référence pour les essais de vérification.....	16
9.2.4 Essai de tension de contournement de référence.....	17
9.2.5 Précontrainte spécifique au produit.....	17
9.2.6 Précontrainte par immersion dans l'eau	17
9.2.7 Essais de vérification.....	17
9.3 Essais sur le matériau du revêtement	19
9.3.1 Essai de dureté	19
9.3.2 Essai climatique accéléré	20
9.3.3 Essai de cheminement et d'érosion – essai au brouillard salin de 1 000 h sous tension alternative	21
9.3.4 Essai d'inflammabilité	24
9.3.5 Essai de transfert d'hydrophobie.....	24
9.4 Essais sur le matériau du noyau	26
9.4.1 Généralités	26
9.4.2 Essai de porosité (essai de pénétration de colorant).....	26
9.4.3 Essai de pénétration d'eau	27
9.4.4 Essai de corrosion sous contrainte	28
9.5 Essai de pénétration d'eau sur le noyau avec le revêtement	28
9.5.1 Généralités	28
9.5.2 Éprouvettes	28
9.5.3 Procédure d'essai	29
9.5.4 Critères d'acceptation	29
Annexe A (informative) Explication du concept de classes pour les essais de conception	30
Annexe B (informative) Application d'essai recommandée	31

Annexe C (informative) Essais pour les applications en courant alternatif ou en courant continu	33
Annexe D (informative) Différence entre l'essai de cheminement et d'érosion et l'essai de vieillissement accéléré sur les isolateurs polymériques	34
Annexe E (informative) Prise en compte de la maîtrise des champs électriques	35
Bibliographie.....	37
Figure 1 – Différents types d'isolateurs	9
Figure 2 – Position des électrodes et longueur axiale	18
Figure 3 – Exemple de cuve à ébullition pour l'essai de pénétration d'eau	20
Figure 4 – Exemples d'éprouvettes pour le matériau de noyau.....	26
Figure 5 – Exemple d'éprouvette de porosité dont certaines zones ne peuvent pas être scellées	27
Figure E.1 – Description de la zone d'étanchéité type pou un isolateur composite	36
Tableau 1 – Conditions normales d'environnement.....	13
Tableau 2 – Teneur en NaCl initiale de l'eau en fonction des dimensions des spécimens	23
Tableau 3 – Exigences d'inflammabilité	24
Tableau B.1 – Application pour les interfaces et les connexions des armatures d'extrémité.....	31
Tableau B.2 – Application pour les matériaux de revêtement	31
Tableau B.3 – Application pour les matériaux de noyau	31
Tableau B.4 – Application pour le noyau avec le revêtement.....	32
Tableau C.1 – Essais pour les applications en courant alternatif ou en courant continu	33

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

Isolateurs polymériques à haute tension pour usage intérieur et extérieur - Définitions générales, méthodes d'essai et critères d'acceptation

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 n'avait pas 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 62217 a été établie par le comité d'études 36 de l'IEC: Isolateurs. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2012. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) le domaine d'application du document couvre les isolateurs composites à noyau plein ou creux, ainsi que les isolateurs en résine utilisés avec des systèmes à courant alternatif et à courant continu, en intérieur et en extérieur, sur les lignes aériennes HT et dans les postes; les isolateurs hybrides (définis dans l'IEC TS 62896) constitués d'un noyau en céramique et d'un revêtement en polymère sont également inclus, tandis que les isolateurs revêtus (avec des revêtements en caoutchouc silicone vulcanisé à température ambiante (RTV), par exemple) ne sont pas couverts par le présent document;
- b) l'essai sous onde de choc à front raide a été modifié pour éviter des contournements indésirables entre les conducteurs des électrodes;
- c) les différences entre le matériau de transfert d'hydrophobie (HTM - *Hydrophobicity Transfer Material*) et les matériaux de revêtement non HTM ont été spécifiées, et les méthodes d'essai et les critères d'acceptation pertinents pour les isolateurs polymériques avec revêtement HTM ont été ajoutés;
- d) l'essai précédent de pénétration d'eau sur les matériaux de noyau avec ou sans le revêtement a été divisé en deux essais. L'un porte sur les matériaux de noyau sans le revêtement, l'autre sur les matériaux de noyau avec le revêtement. Les critères d'acceptation ont été modifiés;
- e) l'essai de corrosion sous contrainte pour les matériaux de noyau a été ajouté;
- f) l'Annexe B récapitule l'application de l'essai pour évaluer la qualité des interfaces et connexions des armatures d'extrémité, des matériaux de revêtement et des matériaux de noyau;
- g) l'Annexe E a été ajoutée pour souligner la nécessité de maîtriser les champs électriques dans les isolateurs polymériques pour systèmes à courant alternatif. La maîtrise des champs électriques dans les isolateurs polymériques à courant continu est encore à l'étude.

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

Projet	Rapport de vote
36/612/FDIS	36/631/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/standardsdev/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 isolateurs polymériques sont constitués soit d'un seul matériau isolant (isolateurs en résine), soit d'au moins deux matériaux isolants (isolateurs composites). Les matériaux isolants sont généralement des matériaux organiques réticulés provenant de la synthèse de carbone ou de silicone, et constituent le corps isolant. Les matériaux isolants peuvent être composés de matériaux organiques contenant différents ingrédients inorganiques et organiques, comme les charges et les adjuvants. Des armatures d'extrémité sont souvent utilisées aux extrémités du corps isolant afin de transmettre les charges mécaniques. Malgré ces caractéristiques communes, les matériaux et les détails de construction utilisés par les fabricants peuvent différer de manière significative.

Le présent document spécifie les essais qui sont généralement communs à la majorité des conceptions et des matériaux d'isolateurs, quelle que soit leur application finale. Compte tenu des applications croissantes des isolateurs polymériques, le domaine d'application du présent document spécifie les exigences techniques pour les isolateurs à noyau plein, les isolateurs à noyau creux et les isolateurs en résine utilisés avec des systèmes à courant alternatif et à courant continu, en intérieur et en extérieur, sur les lignes aériennes HT et dans les postes, afin d'assurer la qualité et la fiabilité des performances des isolateurs dans des conditions normales d'exploitation. Les exigences techniques ont été regroupées dans le présent document afin d'éviter les répétitions dans les normes de produits pertinentes et des décalages entre les procédures lorsque les différentes normes de produits sont rédigées ou révisées.

La majorité de ces essais ont été regroupés dans la classe des "essais de conception" et ne doivent être effectués qu'une seule fois sur des isolateurs présentant la même conception. Les essais de conception sont destinés à éliminer les conceptions, les matériaux ou les technologies de fabrication d'isolateurs qui ne conviennent pas aux applications à haute tension (HT). L'influence du temps sur les propriétés électriques des isolateurs polymériques complets et de leurs composants (noyau, revêtement, interfaces, etc.) a été prise en compte lors de la spécification des essais de conception, afin de procurer une durée de vie satisfaisante des isolateurs dans les conditions normales d'exploitation et d'environnement. Pour assurer la qualité et la fiabilité des performances à long terme des isolateurs, les exigences relatives à la modification de certaines procédures d'essai et à l'introduction de nouveaux essais ont été identifiées.

Les essais sous pollution, conformément à l'IEC 60507 ou à l'IEC TS 61245 [1]¹, ne sont pas inclus dans le présent document. Des essais sous pollution spécifiques pour les isolateurs polymériques sont à l'étude au sein de l'IEC. Des indications de conception prenant en compte la pollution sont fournies dans l'IEC TS 60815-1, l'IEC TS 60815-3 [2] et l'IEC TS 60815-4 [3].

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

En attendant la publication de la norme pertinente pour les applications en courant continu, la majorité des essais définis dans le présent document peuvent également s'appliquer aux isolateurs à courant continu. L'essai de cheminement et d'érosion en courant alternatif au brouillard salin de 1 000 h est considéré comme un essai de conception dans le présent document et est destiné à rejeter les matériaux associés à la conception qui ne sont pas appropriés. Pour le moment, l'essai de cheminement et d'érosion en courant alternatif au brouillard salin de 1 000 h est utilisé afin de définir une exigence minimale pour la résistance au cheminement et à l'érosion, tant en courant alternatif qu'en courant continu. Pour les applications en courant continu, il n'existe pas de procédure d'essai de cheminement et d'érosion en courant continu spécifique dans le cadre d'un essai de conception. D'autres méthodes d'essai de cheminement et d'érosion, comme l'essai de 5 000 h et l'essai de cheminement à la roue, sont décrites dans l'IEC TR 62730 [4] et peuvent être utilisées à des fins de recherche ou autres. Les essais de cheminement et d'érosion ne sont pas destinés à évaluer les performances à long terme des isolateurs dans des environnements difficiles par la simulation de plusieurs facteurs d'environnement. Il est donc nécessaire d'effectuer des essais de vieillissement pour les conceptions d'isolateurs soumis à des contraintes de service cumulatives. Ces essais de vieillissement ne font pas partie du présent document.

Pour les isolateurs polymériques présentant des propriétés de transfert d'hydrophobie, des procédures d'essai pertinentes ont été ajoutées. Dans le présent document, l'essai de transfert d'hydrophobie s'applique à distinguer les matériaux dits HTM et les matériaux non HTM, plutôt qu'à différencier les différents degrés de revêtement HTM.

L'essai de pénétration d'eau est divisé en deux essais. Le premier essai concerne le noyau seul (comme par le passé), tandis que le second essai concerne le noyau avec le revêtement. L'essai de pénétration d'eau sur le noyau avec le revêtement porte sur l'interface entre le noyau et le revêtement. Les critères d'acceptation ont été modifiés et harmonisés pour les deux essais.

L'essai de corrosion sous contrainte pour les isolateurs essentiellement soumis à des charges de traction a été ajouté afin de réduire le plus possible les risques de fractures fragiles.

L'Annexe B récapitule l'application de l'essai pour évaluer la qualité des interfaces et connexions des armatures d'extrémité, des matériaux de revêtement et des matériaux de noyau.

L'Annexe E a été ajoutée pour souligner la nécessité de maîtriser les champs électriques dans les isolateurs polymériques fonctionnant sous tension alternative.

Le Guide 111 de l'IEC a été suivi autant que possible pour l'élaboration du présent document.

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux isolateurs polymériques pour systèmes à courant alternatif de tension nominale supérieure à 1 000 V (fréquence inférieure à 100 Hz) et pour systèmes à courant continu de tension nominale supérieure à 1 500 V, dont le corps isolant est constitué d'un ou de plusieurs matériaux organiques. Les isolateurs polymériques couverts par le présent document sont destinés à être utilisés sur les lignes aériennes HT et dans les postes, en intérieur et en extérieur. Il s'agit d'isolateurs composites à noyau plein et à noyau creux, ainsi que d'isolateurs en résine. Les isolateurs hybrides constitués d'un noyau en céramique et d'un revêtement en polymère sont également inclus, tandis que les isolateurs revêtus (avec des revêtements en caoutchouc silicone vulcanisé à température ambiante (RTV), par exemple) ne sont pas couverts par la présente norme. Les essais électriques décrits dans le présent document sont effectués sous une tension alternative et s'appliquent généralement aux isolateurs destinés à être utilisés dans des systèmes à courant continu également. Les essais sous tension continue sont prévus pour refléter l'état actuel des connaissances et de l'expérience.

NOTE Seuls les matériaux de revêtement en polymère des isolateurs hybrides sont spécifiés dans le présent document. Les essais pour les matériaux de noyau et les interfaces entre le revêtement et le noyau des isolateurs hybrides ne sont pas inclus.

L'objet du présent document est

- De définir les termes couramment utilisés pour les isolateurs polymériques.
- De spécifier des méthodes d'essai communes pour les essais de conception sur les isolateurs polymériques.
- De spécifier des critères d'acceptation ou de défaillance, le cas échéant.

Ces essais, critères et recommandations sont destinés à procurer une durée de vie satisfaisante des isolateurs dans les conditions normales d'exploitation et d'environnement (voir l'Article 5). Le présent document comprend des essais de conception destinés à rejeter les matériaux ou les conceptions qui ne conviennent pas dans des conditions normales d'exploitation et d'environnement. Le présent document définit les méthodes d'essai et les critères d'acceptation. Les essais applicables sont définis dans la norme de produit pertinente.

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 60050-471:2007, *Vocabulaire électrotechnique international - Partie 471: Isolateurs*

IEC 60060-1, *Techniques d'essai à haute tension - Partie 1: Définitions générales et exigences d'essai*

IEC 60507:2013+COR1:2018, *Essais sous pollution artificielle des isolateurs haute tension en céramique et en verre destinés aux réseaux à courant alternatif*

IEC 60695-11-10, *Essais relatifs aux risques du feu - Partie 11-10: Flammes d'essai - Méthodes d'essai horizontal et vertical à la flamme de 50 W*

IEC 60721-1, *Classification des conditions d'environnement - Partie 1: Agents d'environnement et leurs sévérités*

IEC TS 60815-1, *Sélection et dimensionnement des isolateurs haute tension utilisés dans des conditions de pollution - Partie 1: Définitions, informations et principes généraux*

IEC TR 62039:2021, *Selection guidelines for polymeric materials for outdoor use under HV stress* (disponible en anglais seulement)

ISO 868, *Plastiques et ébonite - Détermination de la dureté par pénétration au moyen d'un duromètre (dureté Shore)*

ISO 4892-2, *Plastiques - Méthodes d'exposition à des sources lumineuses en laboratoire - Partie 2: Lampes à arc au xénon*

ISO 21920-2, *Spécification géométrique des produits (GPS) - État de surface: Méthode du profil - Partie 2: Termes, définitions et paramètres d'état de surface*