

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 82 (1991)

**Heft:** 11

**Artikel:** Normalisation de la CEI : aspects généraux et application aux diélectriques liquides

**Autor:** Teichmann, Hans T.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-902975>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Normalisation de la CEI – Aspects généraux et application aux diélectriques liquides

Hans T. Teichmann

**Le rôle de la Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est de préparer et de publier des normes internationales. On montre que ces normes, qui sont vitales pour l'industrie, ne doivent jamais entraver le progrès technique. Les normes concernant les diélectriques liquides sont établies par le Comité d'Etudes CE 10, Fluides pour applications électrotechniques, de la CEI. Les normes existantes traitant de ce sujet sont citées dans ce rapport. Les corrélations entre les caractéristiques physiques, chimiques et électriques les plus importantes et ces normes sont également indiquées.**

**Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) erarbeitet internationale Normen. Diese sind für die Industrie von hoher Bedeutung, dürfen aber nie die technische Entwicklung bremsen. Für das Gebiet der flüssigen Dielektrika ist das technische Komitee 10, Flüssige und gasförmige Isolierstoffe, zuständig. Die vom TC 10 veröffentlichten Normen werden aufgelistet. Anschließend wird gezeigt, in welchen Publikationen die wichtigsten physikalischen, chemischen und elektrischen Eigenschaften der flüssigen Dielektrika behandelt werden.**

## Adresse de l'auteur

Hans T. Teichmann, M. Sc., Commission Electrotechnique Internationale, 3, rue de Varembe, 1211 Genève 20

Dans les secteurs conjoints de l'électricité de puissance et de l'information, l'électrotechnique constitue un réseau cohérent quoique extrêmement ramifié dont les branches interdépendantes obéissent aux mêmes principes physiques. La production, le transport et l'utilisation de l'électricité forment un système interconnecté auquel participent un grand nombre d'individus et d'organisations et qui les lient mutuellement. Tous les éléments constitutifs doivent être compatibles pour assurer une relation optimale sans entraves au sein du système. La principale préoccupation, après celle d'un fonctionnement satisfaisant du système, est l'exclusion de tous les risques prévisibles. Un fonctionnement sûr et fiable n'est possible qu'avec des règles appropriées, appelées normes, qui spécifient les caractéristiques du système pris comme un tout et les caractéristiques de ses éléments constitutifs, particulièrement des interfaces appropriées. Sans ces normes, ni la fourniture d'électricité, ni l'échange d'informations de toute sorte ne seraient possibles sous leur volume actuel, pas plus que le négoce international des produits électriques.

Ce rôle de promoteur de la normalisation est assumé par la CEI, une organisation non gouvernementale composée de Comités nationaux de plus de 40 pays, chargée de préparer et de publier les normes internationales applicables aux secteurs de l'électricité et de l'électronique. Le Bureau Central de la CEI est installé à Genève, en Suisse. Les travaux techniques de la CEI sont effectués par plus de 200 Comités d'Etudes (CE) et Sous-Comités (SC), créés pour développer les normes appartenant à des secteurs bien définis du domaine de l'électrotechnique.

## Normalisation et progrès technique

Les normes ne doivent jamais entraver le progrès technique, et il est donc nécessaire d'éviter certains facteurs-pièges qui peuvent réduire notablement les bénéfices globaux de la normalisation.

L'un de ces facteurs réside dans la nature plus ou moins obligatoire de certaines normes. Le degré auquel la normalisation peut ralentir le développement dépend dans une large mesure de la somme des contraintes qu'elle impose aux efforts faits par les ingénieurs pour faire progresser leur technique. En outre, la qualité des normes est liée à leur statut. Quand certaines divergences sont autorisées (normes non obligatoires), il est possible d'obtenir un important retour d'informations utilisables pour de futures révisions qui serviront à améliorer la qualité des normes. De plus, les normes obligatoires ont un domaine d'application plus limité car elles ne comportent pas de directives prévues pour les cas exceptionnels.

Le deuxième facteur vient du fait qu'une norme tend à entraver le développement technique dans la mesure où elle contient des détails sur sa mise en application. On s'est aperçu qu'en général, même si elles appartiennent à la catégorie des normes «de produit», les normes doivent traiter des objectifs à atteindre plutôt que des moyens à utiliser: elles ne doivent pas porter sur les méthodes de mise en application des prescriptions, mais elles doivent spécifier ce que doit faire le produit. Par suite, elles doivent comporter des méthodes d'essai des aptitudes fonctionnelles. Il reste naturellement à fixer également les paramètres d'interface appropriés pour obtenir la compatibilité des produits.



Le troisième facteur porte sur la détermination appropriée de l'intervalle de temps qui s'écoule entre un développement technique et l'engagement des travaux sur la norme. La question fondamentale se pose de savoir à quel moment il faut entreprendre ces travaux. La réponse habituelle veut que la date résulte d'un compromis entre la nécessité de commencer le travail quand la pratique a atteint un niveau suffisamment avancé et la préoccupation que des retards supplémentaires risquent d'inciter des pays à se mettre à élaborer leurs propres normes individuellement, dans des sens différents et sans coordination. En chaque occa-

sion, il faut se rappeler que l'adoption prématurée d'une norme peut enlever toute valeur à l'innovation dans les cas où l'on peut encore s'attendre à une poursuite rapide du développement technologique. On a dit avec quelque vérité qu'une norme arrive toujours trop tôt ou trop tard. Une nouvelle étude doit-elle être entreprise au niveau national ou à celui de la CEI? Idéalement, les normes internationales devraient être élaborées *avant* tout développement de normes nationales. Il serait préférable que les normes de la CEI fussent le résultat de travaux techniques de base effectués par des Groupes de Travail des CE

appropriés plutôt que la conséquence de tentatives faites à la suite pour harmoniser des normes nationales qui existent déjà. La préparation des normes peut souffrir de retards additionnels résultant d'approches trop perfectionnistes. Il ne faut pas oublier que, normalement, les normes ont besoin d'être révisées au bout de quelques années par suite de l'avance du développement de la technique. Par exemple, s'il faut perdre plusieurs mois pour résoudre des questions rédactionnelles, il en résulte dans la pratique une amputation correspondante de la durée d'utilité de la norme avec une perte considérable de sa valeur.

74	(1963) Méthode pour évaluer la stabilité à l'oxydation des huiles isolantes – Deuxième édition comprenant les modifications n° 1 (1973) et n° 2 (1974).
156	(1963) Méthode pour la détermination de la rigidité électrique des huiles isolantes.
247	(1978) Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique et de la résistivité (en courant continu) des liquides isolants.
296	(1982) Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion. Modification n° 1 (1986).
422	(1989) Guide de maintenance et de surveillance des huiles minérales isolantes en service dans les matériels électriques.
465	(1988) Spécification pour huiles minérales isolantes neuves pour câbles à circulation d'huile.
474	(1974) Méthode d'essai pour la stabilité à l'oxydation des huiles minérales isolantes inhibées.
475	(1974) Méthode d'échantillonnage des diélectriques liquides.
567	(1977) Guide pour le prélèvement des gaz et de l'huile dans le matériel électrique rempli d'huile et pour l'analyse des gaz libres et dissous.
588	Askarels pour transformateurs et condensateurs: 588-1 (1977) Première partie: Généralités. 588-2 (1978) Deuxième partie: Méthodes d'essai. 588-3 (1977) Troisième partie: Spécifications pour askarels neufs. 588-4 (1979) Quatrième partie: Guide pour la maintenance des askarels dans les transformateurs. 588-5 (1979) Cinquième partie: Essai éliminatoire pour déterminer la compatibilité des matériaux avec les askarels pour transformateurs. 588-6 (1979) Sixième partie: Essai éliminatoire pour déterminer les effets des matériaux sur les askarels pour condensateurs.
590	(1977) Détermination de la teneur en hydrocarbures aromatiques des huiles isolantes minérales neuves.
599	(1978) Interprétation de l'analyse des gaz dans les transformateurs et autres matériels électriques remplis d'huile, en service.
628	(1985) Gassing des isolants liquides sous contrainte électrique et ionisation.
666	(1979) Détection et dosage d'additifs antioxydants spécifiques présents dans les huiles isolantes.
733	(1982) Dosage de l'eau dans les huiles isolantes, dans les papiers et cartons imprégnés d'huile.
813	(1985) Méthode d'essai pour évaluer la stabilité à l'oxydation des diélectriques liquides à base d'hydrocarbures.
814	(1985) Dosage de l'eau dans les diélectriques liquides par titration coulométrique de Karl Fischer automatique.
836	(1988) Spécification pour liquides silicones pour usages électriques.
867	(1986) Spécifications pour isolants liquides neufs à base d'hydrocarbures aromatiques de synthèse.
897	(1987) Méthodes de détermination de la tension de claquage au choc de foudre des liquides isolants.
944	(1988) Guide de maintenance des liquides silicones pour transformateurs.
963	(1988) Spécification pour polybutènes neufs.
970	(1989) Méthodes de détermination du nombre et de la taille des particules dans les isolants liquides.
997	(1989) Détermination des polychlorobiphényles (PCB) dans les huiles minérales isolantes par chromatographie en phase gazeuse (CPG) sur colonnes remplies.
1039	(1990) Classification générale des isolants liquides.
1065	(1991) Méthode d'évaluation des propriétés d'écoulement à basse température des huiles minérales isolantes, après vieillissement.

**Figure 1 Normes de la CEI concernant les diélectriques liquides**

**Figure 2**  
Normes pour les diélectriques liquides, classées selon les caractéristiques physiques, chimiques et électriques

Propriétés physiques des diélectriques liquides	Normes de la CEI
1. Echantillonnage 2. Masse volumique 3. Indice de réfraction 4. Tension interfaciale 5. Point de trouble 6. Point d'écoulement 7. Viscosité 8. Point d'éclair 9. Point de feu 10. Température d'autoinflammation 11. Couleur et aspect 12. Aspect 13. Teneur en eau	475, 567, 588-4 296, 465, 588-2, 588-3, 588-4, 867 588-2, 588-3, 588-4 296, 422 465 296, 465, 588-2, 588-3, 588-4, 867, 1065 296, 465, 588-2, 588-3, 588-4, 867, 1065 296, 422, 465, 867 588-2, 588-3, 588-4 465 588-2, 588-3, 588-4, 588-5 296, 465, 867 296, 422, 588-2, 588-3, 588-4, 733, 814, 867
Caractéristiques chimiques des diélectriques liquides	Normes de la CEI
14. Indice de neutralisation 15. Soufre corrosif 16. Stabilité à l'oxydation 17. Stabilité thermique 18. Teneur en hydrocarbures aromatiques 19. Teneur en hydrocarbures 20. Détection et détermination des anti-oxydants 21. Chlore ionisable 22. Chlore hydrolysable 23. Pentachlorobiphényles et homologues plus chlorés 24. Taux de fixation de l'acide chlorhydrique 25. Caractéristiques de dégazage	74, 296, 422, 465, 588-2, 588-3, 588-4, 588-5 296, 465, 867 74, 296, 474, 813, 1065 588-2, 588-3, 588-4 590 588-2, 588-4 296, 666 588-2, 588-3, 588-4 588-2, 588-3 588-2, 588-3 588-2, 588-4 628, 867
Caractéristiques électriques des diélectriques liquides	Normes de la CEI
26. Tension de claquage 27. Claquage diélectrique sous impulsions 28. Facteur de dissipation diélectrique 29. Résistivité 30. Permittivité	156, 296, 422, 465, 588-4, 867 897 296, 422, 465, 588-3, 588-4, 588-5, 588-6, 867 247, 422, 465, 588-3, 867 247, 588-3, 588-4

## Diélectriques liquides

Les fluides utilisés en électro-technique interviennent de manière essentielle dans la production, la transmission et la distribution de l'électricité comme dans ses applications industrielles. Elles comprennent, outre les diélectriques liquides les liquides qui servent à lubrifier les turbines et les génératrices, les fluides utilisés dans les systèmes de commande, les solutions électrolytiques et les isolants gazeux.

On peut définir les liquides qui font l'objet des travaux du CE 10 comme «des liquides dont la présence et les propriétés, considérées isolément ou en conjonction avec des matériaux de

construction isolants massifs, permettent de concevoir des équipements électriques de transmission et de distribution au coût minimal compatible avec des performances et une durée de vie acceptables».

Certaines propriétés des liquides diélectriques sont particulièrement intéressantes en fonction du type d'équipement considéré:

- transformateurs: stabilité chimique, caractéristiques thermiques, résistance au feu;
- appareillage: formation de carbone, extinction des arcs;
- traversées: caractéristiques électriques;

- câbles: caractéristiques électriques, caractéristiques de «gassing», permittivité, stabilité thermique;
- condensateurs: caractéristiques électriques, caractéristiques de «gassing», permittivité, stabilité thermique.

Les recherches récentes montrent que les *critères de sélection* des liquides diélectriques sont assez spécifiques aux divers types d'équipement. On recommande quatre essais électriques pour déterminer le comportement de ces liquides en présence de haute tension:

- le comportement en présence de tensions à fréquence industrielle;



- le comportement dans les conditions de chocs de foudre;
- la tension d'entrée en décharges partielles;
- la stabilité électriques en présence de décharges partielles.

Il y a lieu de tenir compte des caractéristiques suivantes, en fonction de la *durée de vie en service*, pour l'essai des huiles isolantes dans ces conditions:

- valeur de neutralisation;
- pertes diélectriques;
- teneur en eau;
- concentration des gaz dissous.

### Comité d'Etude CE 10: Fluides pour applications électrotechniques

#### Domaine d'activité

Le CE 10 est chargé d'établir des normes internationales relatives aux spécifications des produits et aux méthodes d'essais ainsi que des guides d'entretien et emploi, pour diélectriques liquides et gazeux. Le CE 10 est également chargé d'établir des spécifications et des guides d'entretien et d'emploi pour lubrifiants et fluides de commande de turbines à vapeur, alternateurs et systèmes de conduite, ainsi que de prêter assistance à l'établissement de méthodes d'essais relatives à de tels fluides.

#### Normes établies par le CE 10

Le CE 10 a établi un très grand nombre de normes concernant les diélectriques liquides [1]. La figure 1 en donne une vue d'ensemble.

#### Caractéristiques des diélectriques liquides

Les liquides isolants sont souvent considérés comme des sous-produits de l'industrie pétrolière à cause du marché limité qu'ils représentent, et c'est pour cette raison que les efforts consacrés à leur développement par les producteurs sont restés limités et que les spécifications et les méthodes d'essai ont été principalement élaborées par l'industrie électrique.

Résultant des efforts conjugués des producteurs et des utilisateurs d'équipements de transmission et de distribution électriques, ainsi que ceux des laboratoires de recherche, les normes de la CEI s'étendent actuellement à de nombreux aspects importants propres aux diélectriques liquides.

Les caractéristiques des diélectriques liquides peuvent être classées en trois groupes: physiques, chimiques et électriques. La figure 2 définit et répartit ces caractéristiques d'après les normes de la CEI; elle aidera le lecteur à trouver la norme appropriée à une caractéristique particulière.

#### Conclusion

L'élaboration de normes internationales exige des compétences d'experts et une expérience pratique. Alors que dans d'autres secteurs techniques c'est principalement aux «compétences organisées» de l'industrie manufacturière que l'on peut faire appel, le secteur électrotechnique peut avoir recours à une base plus étendue, représentant des intérêts différents. En dehors des scientifiques, il s'agit par exemple d'experts en systèmes de transports d'énergie, issus des compagnies de distribution d'électricité et des services de télécommunications, ainsi que d'experts représentant les stations d'essai et les installateurs. Une norme qui est le fruit du rapprochement des intérêts mis en jeu tient compte des besoins de toutes les parties prenantes, engagées dans le travail de normalisation. Les normes de la CEI peuvent donc être considérées, d'une manière générale, comme étant neutres, c'est-à-dire non affectées par des intérêts spécialisés et concurrentiels.

#### Bibliographie

- [1] Catalogue des publications de la CEI. Genève, Commission Electrotechnique Internationale, 1991.