

# NORME INTERNATIONALE

---

**Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles -  
Partie 3-302: Détection des défauts de métallisation dans les cartes de circuits imprimés nus par tomographie informatisée (TI)**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2025 IEC, Geneva, Switzerland

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)

### A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

### A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

### Recherche de publications IEC -

[webstore.iec.ch/advsearchform](http://webstore.iec.ch/advsearchform)

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [sales@iec.ch](mailto:sales@iec.ch).

### IEC Products & Services Portal - [products.iec.ch](http://products.iec.ch)

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

**Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	3
1 Domaine d'application .....	5
2 Références normatives .....	5
3 Termes et définitions .....	5
4 Principe d'essai .....	5
5 Appareil.....	6
5.1 Scanneur TI à rayons X .....	6
5.1.1 Système source de rayons X .....	6
5.1.2 Dispositif de balayage mécanique.....	6
5.1.3 Système de détection .....	6
5.1.4 Installations de protection .....	7
5.2 Systèmes logiciels .....	7
6 Environnement d'essai .....	7
7 Essai des étapes .....	7
7.1 Préparation de l'équipement .....	7
7.2 Serrage de l'échantillon .....	8
7.3 Paramétrage .....	8
7.3.1 Sources de rayons X .....	8
7.3.2 Méthodes de balayage.....	8
7.3.3 Balayage du champ de vision .....	8
7.3.4 Nombre de trames balayées .....	8
7.3.5 Temps de balayage .....	9
7.4 Balayage.....	9
7.5 Reconstruction d'image.....	9
7.5.1 Reconstruction 3D .....	9
7.5.2 Qualité d'image .....	9
7.5.3 Visualisation .....	9
7.5.4 Analyse d'images et traitement des données .....	9
7.5.5 Enregistrement de l'image .....	10
8 Rapports.....	10
8.1 Informations de base .....	10
8.2 Informations sur le dispositif .....	10
8.3 Informations sur l'échantillon .....	10
8.4 Paramètres de balayage .....	10
8.5 Résultat des mesures .....	10
Annexe A (informative) Images types de défauts de métallisation .....	11
A.1 Images types des vides de métallisation .....	11
A.2 Image type de défauts de remplissage du cuivre du trou de liaison borgne .....	11
A.3 Image type de nodulation .....	12
A.4 Images types des plis de métallisation .....	12
A.5 Image type de coïncidence entre couches.....	13
Annexe B (informative) Identification des vides et analyse statistique .....	14
B.1 Identification des vides .....	14
B.1.1 Principe .....	14
B.1.2 Trou de liaison.....	14

B.1.3	Trou de remplissage .....	15
B.2	Analyse statistique .....	16
B.2.1	Nombre de vides .....	16
B.2.2	Calcul de la longueur maximale du rapport vides/épaisseur de la carte.....	16
B.2.3	Taux de vide calculé des trous remplis .....	16
Bibliographie.....		17
Figure 1 – Processus classique d'une analyse TI .....		5
Figure A.1 – Vides de métallisation .....		11
Figure A.2 – Défauts de remplissage du cuivre du trou de liaison borgne.....		12
Figure A.3 – Nodulation de métallisation .....		12
Figure A.4 – Plis de métallisation .....		13
Figure A.5 – Coïncidence entre couches.....		13
Figure B.1 – Image de reconnaissance des vides de trous de métallisation .....		14
Figure B.2 – Identification du vide dans le sens de l'épaisseur de la carte .....		15
Figure B.3 – Image de reconnaissance des vides de trous de remplissage .....		15
Figure B.4 – Image du vide de microtrou de liaison empilé.....		15
Tableau 1 – Exemples de référence de la correspondance entre la taille de foyer et la résolution spatiale pour la taille de foyer source.....		6
Tableau 2 – Exemples de référence de la résolution d'imagerie du système de détection correspondant au champ de vision d'imagerie .....		6

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### **Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles – Partie 3-302: Détection des défauts de métallisation dans les cartes de circuits imprimés nus par tomographie informatisée (TI)**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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 brevet.

L'IEC 61189-3-302 a été établie par le comité d'études 91 de l'IEC: Techniques d'assemblage des composants électroniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

Projet	Rapport de vote
91/2060/FDIS	91/2071/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](http://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](http://www.iec.ch/publications).

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61189, publiées sous le titre général *Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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](http://webstore.iec.ch) dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

## **1 Domaine d'application**

La présente partie de l'IEC 61189 décrit la méthode de détection des défauts de métallisation des cartes de circuits imprimés nus par tomographie informatisée (TI).

Le présent document s'applique aux essais non destructifs des trous métallisés.

## **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).

ISO 15708-3, *Essais non destructifs - Méthodes par rayonnements pour la tomographie informatisée - Partie 3: Fonctionnement et interprétation*