

# NORME INTERNATIONALE

---

**Dispositifs à semiconducteurs - Lignes directrices concernant les plans de qualification de la fiabilité -  
Partie 4: Évaluation des défaillances précoces**

get full document from [standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai)



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2026 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 Varembé  
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 .....                                                                                                                                                                   | 2  |
| 1 Domaine d'application .....                                                                                                                                                        | 4  |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                                                        | 4  |
| 3 Termes et définitions .....                                                                                                                                                        | 4  |
| 4 Évaluation des défaillances précoces .....                                                                                                                                         | 4  |
| 4.1 Généralités .....                                                                                                                                                                | 4  |
| 4.2 Évaluation des défaillances précoces pour zéro défaillance .....                                                                                                                 | 5  |
| 4.2.1 Généralités .....                                                                                                                                                              | 5  |
| 4.2.2 Évaluation des défaillances précoces avec fonction de répartition de $\chi^2$ .....                                                                                            | 6  |
| 4.2.3 Évaluation des défaillances précoces en utilisant une loi de Weibull .....                                                                                                     | 7  |
| Annexe A (informative) Calcul des défaillances précoces à la fonction de répartition pour zéro défaillance .....                                                                     | 8  |
| A.1 Résumé de l'intervalle de confiance pour zéro défaillance .....                                                                                                                  | 8  |
| A.2 Estimation du taux de défaillance cumulée avec loi de $\chi^2$ .....                                                                                                             | 8  |
| A.3 Estimation du taux de défaillance cumulée basée sur la transformation de la loi de Weibull .....                                                                                 | 10 |
| A.4 Estimation du taux de défaillance cumulée en utilisant une loi binomiale .....                                                                                                   | 12 |
| Annexe B (informative) Défaillances équivalentes pour zéro défaillance .....                                                                                                         | 13 |
| B.1 Comparaison de la limite supérieure de l'intervalle de confiance unilatéral d'évaluation des défaillances précoces .....                                                         | 13 |
| B.2 Valeur de substitution (S,V) en cas de zéro défaillance pour la Méthode A .....                                                                                                  | 14 |
| B.3 Valeur de substitution (S,V) en cas de zéro défaillance pour les Méthodes B et C .....                                                                                           | 14 |
| Bibliographie .....                                                                                                                                                                  | 15 |
| Tableau 1 – Niveau de confiance (C.L.) de 60 % ( $\alpha = 0,4$ ) Limite supérieure de l'évaluation unilatérale de la probabilité cumulée de défaillance précoce .....               | 5  |
| Tableau 2 – Niveau de confiance (C.L.) de 90 % ( $\alpha = 0,1$ ) Limite supérieure de l'évaluation unilatérale précoce de la probabilité de défaillance cumulée .....               | 6  |
| Tableau B.1 – Valeur de substitution pour zéro défaillance (pour l'évaluation unilatérale de défaillance précoce (niveau de confiance de 60 % [ $\alpha = 0,4$ ]) .....              | 13 |
| Tableau B.2 – Valeur de substitution en cas de défaillance nulle par une évaluation unilatérale précoce de la défaillance (niveau de confiance (C.L.) 90 % [ $\alpha = 0,4$ ]) ..... | 14 |

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**Dispositifs à semiconducteurs -**  
**Lignes directrices concernant les plans de qualification de la fiabilité -**  
**Partie 4: Évaluation des défaillances précoces**

**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'a 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 63287-4 a été établie par le comité d'études 47 de l'IEC: Dispositifs à semiconducteurs. Il s'agit d'une Norme internationale.

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

| Projet       | Rapport de vote |
|--------------|-----------------|
| 47/3025/FDIS | 47/3034/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).

Cette Norme internationale doit être lue conjointement avec l'IEC 63287-1.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 63287, publiées sous le titre général *Dispositifs à semiconducteurs - Lignes directrices pour les plans de qualification de fiabilité*, 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.

# Sample Document

get full document from [standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai)

## 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 63287 fournit des lignes directrices pour l'élaboration de plans de qualification de la fiabilité qui utilisent l'évaluation des défaillances précoces, sur la base des conditions environnementales et de l'utilisation prévue du produit. Le présent document n'est pas destiné aux applications militaires et spatiales.

## 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 63287-1, *Dispositifs à semiconducteurs - Lignes directrices génériques concernant la qualification des semiconducteurs - Partie 1: Lignes directrices concernant la qualification de la fiabilité des circuits intégrés*

## 3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

## 4 Évaluation des défaillances précoces

### 4.1 Généralités

Il s'agit d'une estimation de l'intervalle de confiance de l'évaluation des défaillances précoces.

## 4.2 Évaluation des défaillances précoces pour zéro défaillance

### 4.2.1 Généralités

Si aucune défaillance ne se produit lors de l'essai de fiabilité de type à durée définie pour la confirmation de la convergence dans le dépistage, etc., cela signifie que s'il n'est pas possible d'obtenir pour résultat zéro défaillance,  $\hat{F}(t_b) = 0$  est pris pour hypothèse dans l'estimation des points. Par conséquent,  $\hat{\eta}$  ne peut pas être obtenu avec la Formule (2) selon l'IEC 63287-1. C'est la raison pour laquelle la méthode utilisant la limite supérieure de l'estimation de l'intervalle de confiance  $F_c(t_b)$  du taux de défaillance cumulée obtenue avec une évaluation des défaillances précoces dans un intervalle de confiance unilatéral de  $F(t_b)$  est utilisée.  $\hat{F}_c(t_b)$  est obtenu, par exemple, avec des méthodes paramétriques qui prennent pour hypothèse une répartition définie pour la loi de survie du CI et des méthodes non paramétriques qui ne présument d'aucune répartition définie pour la loi de survie et qui considèrent uniquement le taux de défaillance cumulée. Un exemple de ce qui précède est la méthode A dans le Tableau 1 et le Tableau 2, la méthode qui utilise la distribution  $2T/MTTF$  formant une loi de  $\chi^2$  avec  $= 2n$ , degrés de liberté, lorsque la loi de survie peut être supposée être exponentielle. Bien que cette méthode soit largement utilisée, le nombre d'échantillons,  $n$  doit être élevé pour que le taux de défaillance soit fixé à un niveau constant, lors de l'estimation du taux de défaillance précoce. Une autre méthode (méthode B dans Tableau 1 et le Tableau 2) prend pour hypothèse que la loi de survie est une loi de Weibull et étend la Méthode A par une conversion de la mesure du temps. Cette méthode exige que la valeur du paramètre de forme  $m$  soit établie à l'avance, à partir d'informations sur des produits similaires dans le passé. Une méthode non paramétrique (méthode C dans le Tableau 1 et le Tableau 2) utilise  $F_c(t_b)$  comme probabilité de défaillance dans la loi binomiale. L'Annexe A donne un exemple d'évaluation des défaillances précoces pour le cas de zéro défaillance. Lorsque le nombre d'échantillons  $n$  est élevé, ces méthodes aboutissent à la même estimation de la probabilité de défaillance cumulée au point où il est confirmé que le nombre de défaillances est nul à l'instant point  $t_b$ . De plus amples détails sur la méthode A et la méthode B sont fournis respectivement au 4.2.2 et au 4.2.3. De plus, les résultats d'estimation des méthodes A, B et C sont indiqués dans le tableau ci-dessous. Le Tableau 1 des défaillances précoces dans un intervalle de confiance pour le taux de défaillance cumulée diffère lorsque le nombre d'échantillons  $n$  est faible. Inversement, lorsque le nombre d'échantillons  $n$  est élevé ( $n = 1\ 000$  ou plus), l'estimation obtenue à l'aide de la méthode A qui prend pour hypothèse que le taux de défaillance est constant correspond aux résultats des méthodes B et C.

**Tableau 1 – Niveau de confiance (C.L.) de 60 % ( $\alpha = 0,4$ ) Limite supérieure de l'évaluation unilatérale de la probabilité cumulée de défaillance précoce**

| Nombre d'échantillons ( $n$ ) | Méthode A | Méthode B | Méthode C |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 1                             | 0,916 29  | 0,600 00  | 0,600 00  |
| 10                            | 0,091 63  | 0,087 56  | 0,087 56  |
| 22                            | 0,041 65  | 0,040 79  | 0,040 79  |
| 45                            | 0,020 36  | 0,020 16  | 0,020 16  |
| 77                            | 0,011 90  | 0,011 83  | 0,011 83  |
| 100                           | 0,009 16  | 0,009 12  | 0,009 12  |
| 231                           | 0,003 97  | 0,003 96  | 0,003 96  |
| 500                           | 0,001 83  | 0,001 83  | 0,001 83  |
| 1 000                         | 0,000 92  | 0,000 92  | 0,000 92  |