



Norme
internationale

ISO 11929-1

**Détermination des limites
caractéristiques (seuil de décision,
limite de détection et limites de
l'intervalle élargi) pour mesurages
de rayonnements ionisants —
Principes fondamentaux et
applications —**

Partie 1:

Applications élémentaires [ISO 11929-1:2025](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/24b94065-5d1c-4fa3-b283-cc91fed34565/iso-11929-1-2025)

*Determination of the characteristic limits (decision threshold,
detection limit and limits of the coverage interval) for
measurements of ionizing radiation — Fundamentals and
application —*

Part 1: Elementary applications

Troisième édition
2025-12

iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

ISO 11929-1:2025

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/24b94065-5d1c-4fa3-b283-cc91fed34565/iso-11929-1-2025>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2025

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
4 Grandeurs et symboles	6
5 Résumé des procédures d'évaluation d'un mesurage et de calcul des limites caractéristiques	8
5.1 Aspects généraux	8
5.2 Modélisation du mesurage	9
5.3 Aspects généraux à considérer sur l'applicabilité du Guide ISO/IEC 98-3	9
5.4 Évaluation des grandeurs d'entrée, des incertitudes-types et des covariances, ainsi que du résultat primaire et de son incertitude-type associée	10
5.5 Évaluation de l'incertitude-type en fonction d'une valeur vraie présumée du mesurande	11
5.6 Calcul du seuil de décision et décisions à prendre	11
5.7 Calcul de la limite de détection et évaluation de la procédure de mesure	12
5.8 Calcul d'un intervalle élargi pour le mesurande	13
5.9 Calcul de la meilleure estimation du mesurande et de son incertitude-type associée	14
5.10 Expression des résultats	14
6 Principes fondamentaux et évaluation du mesurage	16
6.1 Aspects généraux concernant le mesurande	16
6.2 Modèle d'évaluation	16
6.2.1 Modèle général	16
6.2.2 Modèle de mesurage par comptage des rayonnements ionisants	17
6.3 Évaluation du résultat du mesurage primaire	18
6.4 Incertitude-type associée au résultat du mesurage primaire	18
7 Incertitude-type en fonction d'une valeur présumée du mesurande	19
8 Seuil de décision, limite de détection et évaluations	21
8.1 Spécifications	21
8.2 Seuil de décision	21
8.3 Limite de détection	22
8.4 Évaluations	23
9 Limites de l'intervalle élargi	23
9.1 Aspects généraux	23
9.2 Intervalle élargi probabilistiquement symétrique	24
9.3 Intervalle élargi le plus court	24
10 Meilleure estimation et son incertitude-type associée	24
11 Documentation	25
Annexe A (normative) Mesurages répétés par comptage avec des influences aléatoires	27
Annexe B (normative) Mesurages à l'aide d'ictomètres	32
Annexe C (informative) Calcul de la limite de détection par itération	34
Annexe D (informative) Calculs avec un taux de comptage net généralisé	36
Annexe E (informative) Fonction de répartition de la loi normale centrée réduite	39
Bibliographie	44

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'ISO 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'ISO ne prend pas position quant à la preuve, la validité et l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO 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 www.iso.org/brevets. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 430, *Énergie nucléaire, technologies nucléaires, et radioprotection*, du Comité européen de normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 11929-1:2019) dont elle constitue une révision mineure.

Les principales modifications sont les suivantes:

- correction des références internes dans le texte;
- correction des [Formules 3](#), [A.5](#) et [B.3](#);
- correction des définitions de seuil de décision ([3.12](#)) et de la limite de détection ([3.13](#));
- introduction d'une NOTE 3 en [5.8](#), pour plus de clarté;
- complément de la NOTE en [9.1](#);
- correction du 1^{er} alinéa et de la NOTE 2 à [l'Article 10](#);
- correction du 8^e alinéa de [l'Annexe B](#).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 11929 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Les incertitudes de mesure et les valeurs caractéristiques, telles que le seuil de décision, la limite de détection et les limites de l'intervalle élargi pour les mesurages, ainsi que la meilleure estimation et son incertitude-type associée, sont importantes pour la métrologie en général, et pour la radioprotection en particulier. La quantification de l'incertitude associée à un résultat de mesure sert de base pour déterminer la confiance qu'une personne peut accorder à ce résultat. Le respect des limites réglementaires, des contraintes ou des valeurs de référence ne peut être démontré qu'en prenant en compte et en quantifiant la totalité des sources d'incertitude. Les limites caractéristiques servent en définitive de base pour décider si les incertitudes doivent être prises en compte.

La présente norme fournit des valeurs caractéristiques d'un mesurande non négatif de rayonnements ionisants. Elle peut également s'appliquer à un large éventail de méthodes de mesure allant bien au-delà du mesurage des rayonnements ionisants.

Les limites à établir conformément à la série ISO 11929, pour les probabilités spécifiées de décisions incorrectes, permettent d'évaluer les possibilités de détection d'un mesurande ainsi que l'effet physique quantifié par ce mesurande, comme suit:

- le «seuil de décision» permet de décider si l'effet physique quantifié par le mesurande est présent ou non;
- la «limite de détection» indique la plus petite valeur vraie du mesurande qui peut encore être détectée par la procédure de mesurage utilisée. Cela permet de décider si la procédure satisfait ou non aux exigences et si elle est donc adaptée à l'objectif de mesurage prévu;
- les «limites de l'intervalle élargi» comprennent, si l'effet physique est reconnu comme présent, un intervalle élargi contenant la valeur vraie du mesurande avec une probabilité spécifiée.

Dans la suite du présent document, les limites mentionnées ci-dessus sont collectivement appelées «limites caractéristiques».

NOTE Conformément au Guide ISO/IEC 99:2007 mis à jour par le JCGM 200:2012, le terme «intervalle élargi» est utilisé ici à la place de «intervalle de confiance» afin de distinguer la terminologie bayésienne de celle des statistiques conventionnelles.

Toutes les valeurs caractéristiques sont fondées sur les statistiques bayésiennes et sur l'ISO/IEC 98-3, ainsi que sur le Guide ISO/IEC 98-3:2008/Suppl 1:2008 et le Guide ISO/IEC 98-3:2008/Suppl 2:2011. Comme l'explique en détail l'ISO 11929-2, les valeurs caractéristiques sont définies mathématiquement au moyen de moments et de quantiles de lois de probabilité des valeurs possibles des mesurandes.

Comme l'incertitude de mesure joue un rôle important dans l'ISO 11929, l'évaluation des mesurages et le traitement des incertitudes associées sont réalisés au moyen de procédures générales conformément au Guide ISO/IEC 98-3 et au Guide ISO/IEC 98-3:2008/Suppl 1:2008. Voir également les Références [13] à [17]. Cela permet d'établir une séparation stricte entre, d'une part, l'évaluation des mesurages et, d'autre part, la mise en place et le calcul des valeurs caractéristiques. La série ISO 11929 utilise une théorie d'incertitude de mesurage^{[18] à [20]} reposant sur les statistiques bayésiennes (voir par exemple les Références [21] à [26]) afin de tenir compte de ces incertitudes qui ne peuvent pas être déduites de mesurages répétés ou de mesurages par comptage. Ces dernières incertitudes ne peuvent pas être traitées par des statistiques fréquentistes.

Du fait des développements en métrologie concernant l'incertitude de mesure exposés dans le Guide ISO/IEC 98-3, l'ISO 11929:2010 a été rédigée sur la base du Guide ISO/IEC 98-3, mais en utilisant les statistiques bayésiennes et la théorie bayésienne de l'incertitude de mesure. Cette théorie sert de base bayésienne pour le Guide ISO/IEC 98-3. En outre, l'ISO 11929:2010 est fondée sur les définitions des valeurs caractéristiques,^[13] la proposition de norme^[14] et l'article explicatif.^[15] Elle a unifié et remplacé toutes les parties antérieures de l'ISO 11929 et était non seulement applicable à une grande diversité de mesurages particuliers de rayonnements ionisants, mais aussi, par analogie, à d'autres procédures de mesure.

En 2008, le Guide ISO/IEC 98-3:2008/Suppl 1:2008 a été publié, en examinant de façon exhaustive un traitement plus général de l'incertitude de mesure en utilisant la méthode de Monte Carlo dans des évaluations de mesure complexes. Cela a incité à rédiger un supplément^[16] à l'ISO 11929:2010 portant sur la

méthode Monte Carlo, et à réviser l'ISO 11929:2010. L'ISO 11929 révisée repose aussi essentiellement sur les statistiques bayésiennes et peut servir de passerelle entre l'ISO 11929:2010 et le Guide ISO/IEC 98-3:2008/Suppl 1:2008. En outre, des définitions plus générales des valeurs caractéristiques (ISO 11929-2) et le calcul des valeurs caractéristiques par la méthode de Monte Carlo permettent d'aller au-delà de l'état actuel de la normalisation exposé dans l'ISO 11929:2010 car des lois de probabilité peuvent être propagées, et non plus des incertitudes. Elle est donc plus complète et élargit l'éventail des applications.

En outre, l'ISO 11929 révisée est plus explicite concernant le calcul des valeurs caractéristiques. Elle corrige également un problème de l'ISO 11929:2010 relatif aux grandeurs et influences incertaines, dont le comportement n'est pas aléatoire lorsque les mesurages sont répétés plusieurs fois. La Référence [17] est une enquête fondée sur la révision. Par ailleurs, l'ISO 11929-3 fournit des conseils détaillés pour calculer les valeurs caractéristiques en cas de mesurages à plusieurs variables en utilisant des méthodes de déconvolution. Pour de tels mesurages, le Guide ISO/IEC 98-3:2008/Suppl 2:2011 sert de base pour l'évaluation de l'incertitude.

Des formules sont fournies pour le calcul des valeurs caractéristiques d'un mesurande de rayonnement ionisant par «l'incertitude-type de mesure» du mesurande (ci-après appelée «incertitude-type») déterminée conformément au Guide ISO/IEC 98-3, ainsi que par les fonctions de densité de probabilité (FDP) du mesurande déterminées conformément au Guide ISO/IEC 98-3:2008/Suppl 1:2008. Les incertitudes-types ou les fonctions de densité de probabilité tiennent compte des incertitudes du mesurage réel, ainsi que de celles du traitement de l'échantillon, de l'étalonnage du système de mesure et d'autres influences. Ces dernières incertitudes sont présumées être connues grâce à des recherches antérieures.

iTeh Standards (<https://standards.iteh.ai>) Document Preview

[ISO 11929-1:2025](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/24b94065-5d1c-4fa3-b283-cc91fed34565/iso-11929-1-2025)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/24b94065-5d1c-4fa3-b283-cc91fed34565/iso-11929-1-2025>

Détermination des limites caractéristiques (seuil de décision, limite de détection et limites de l'intervalle élargi) pour mesurages de rayonnements ionisants — Principes fondamentaux et applications —

Partie 1: Applications élémentaires

1 Domaine d'application

La série ISO 11929 spécifie une procédure applicable, dans le domaine de la métrologie des rayonnements ionisants, pour le calcul du «seuil de décision», de la «limite de détection» et des «limites de l'intervalle élargi» pour un mesurande de rayonnement ionisant non négatif, lorsque des mesurages par comptage sont effectués avec une présélection du temps ou du nombre d'impulsions. Le mesurande résulte d'un taux de comptage brut et d'un taux de comptage du bruit de fond ainsi que de grandeurs supplémentaires reposant sur un modèle d'évaluation. En particulier, le mesurande peut être le taux de comptage net défini comme la différence du taux de comptage brut et du taux de comptage du bruit de fond, ou l'activité nette d'un échantillon. Il peut également être influencé par l'étalonnage du système de mesure, par le traitement de l'échantillon et par d'autres facteurs.

L'ISO 11929 a été scindée en quatre parties couvrant les applications élémentaires dans le présent document, les applications avancées reposant sur le Guide ISO/IEC 3-1 dans l'ISO 11929-2, les applications aux méthodes de déconvolution dans l'ISO 11929-3, et les recommandations d'application dans l'ISO 11929-4.

Le présent document couvre les applications de base des mesurages par comptage souvent utilisés dans le domaine de la métrologie des rayonnements ionisants. Il se limite aux applications pour lesquelles il est possible d'évaluer les incertitudes sur la base du Guide ISO/IEC 98-3 (JCGM 2008). L'[Annexe A](#) traite du cas particulier des mesurages répétés par comptage avec des influences aléatoires, alors que l'[Annexe B](#) couvre les mesurages avec des ictomètres analogiques linéaires.

L'ISO 11929-2 étend l'ancienne ISO 11929:2010 à l'évaluation des incertitudes de mesure conformément au Guide ISO/IEC 98-3:2008/Suppl 1:2008. Elle contient également plusieurs notes explicatives concernant les aspects généraux des mesurages par comptage et les statistiques bayésiennes dans les mesurages.

L'ISO 11929-3 traite de l'évaluation des mesurages en utilisant des méthodes de déconvolution ainsi que de l'évaluation des mesurages multicanaux spectrométriques par comptage en cas d'évaluation par des méthodes de déconvolution, en particulier pour les mesurages spectrométriques alpha et gamma. Elle fournit en outre des conseils pour le traitement avec des corrélations et des covariances.

L'ISO 11929-4 fournit des recommandations pour l'application de la série ISO 11929, résume les grandes lignes de la procédure générale et présente ensuite un large éventail d'exemples numériques. Des informations relatives à l'origine des statistiques de l'ISO 11929 et à son stade de développement actuel peuvent être trouvées dans les Références [33] [34].

La série ISO 11929 s'applique également de manière analogue à d'autres mesurages de tout type, notamment si un modèle d'évaluation similaire est concerné. D'autres exemples pratiques sont, par exemple, disponibles