

---

---

**Détermination de la limite de détection et  
du seuil de décision des mesurages de  
rayonnements ionisants —**

Partie 7:  
**Principes fondamentaux et leurs  
applications générales**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

*Determination of the detection limit and decision threshold for ionizing  
radiation measurements —*

*ISO 11929-7:2005  
Part 7: Fundamentals and general applications*

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a02b35a-aeb4-45c7-bb9b-8bafb2f738e3/iso-11929-7-2005>



**PDF – Exonération de responsabilité**

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 11929-7:2005](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a02b35a-aeb4-45c7-bb9b-8bafb2f738e3/iso-11929-7-2005)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a02b35a-aeb4-45c7-bb9b-8bafb2f738e3/iso-11929-7-2005>

© ISO 2005

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax. + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction .....	v
1 <b>Domaine d'application</b> .....	1
2 <b>Références normatives</b> .....	1
3 <b>Termes et définitions</b> .....	1
4 <b>Quantités et symboles</b> .....	3
5 <b>Valeurs statistiques et intervalle de confiance</b> .....	4
5.1 <b>Généralités</b> .....	4
5.2 <b>Seuil de décision</b> .....	4
5.3 <b>Limite de détection</b> .....	5
5.4 <b>Limites de confiance</b> .....	5
6 <b>Application de la présente partie de l'ISO 11929</b> .....	6
6.1 <b>Valeurs spécifiées</b> .....	6
6.2 <b>Évaluation d'une méthode de mesure</b> .....	6
6.3 <b>Évaluation des résultats de mesure</b> .....	6
6.4 <b>Documentation</b> .....	6
7 <b>Valeurs de la fonction de distribution de la distribution normale standard</b> .....	7
<b>Annexe A (informative) Exemple 1 d'application de la présente partie de l'ISO 11929</b> .....	9
<b>Annexe B (informative) Exemple 2 d'application de la présente partie de l'ISO 11929</b> .....	15
<b>Bibliographie</b> .....	21

## 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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 11929-7 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*, sous-comité SC 2, *Radioprotection*.

L'ISO 11929 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Détermination de la limite de détection et seuil de décision des mesurages de rayonnements ionisants*:

- *Partie 1: Principes fondamentaux et application aux mesurages par comptage, sans l'influence du traitement de l'échantillon*
- *Partie 2: Principes fondamentaux et application aux mesurages par comptage, avec l'influence du traitement d'échantillon*
- *Partie 3: Principes fondamentaux et application aux mesurages par comptage, par spectrométrie gamma haute résolution, sans l'influence du traitement d'échantillon*
- *Partie 4: Principes fondamentaux et leur application aux mesurages réalisés à l'aide d'ictomètres analogiques à échelle linéaire, sans l'influence du traitement d'échantillon*
- *Partie 5: Principes fondamentaux et leurs applications aux mesurages par comptage réalisés sur filtre lors d'une accumulation de radioactivité*
- *Partie 6: Principes fondamentaux et leurs applications aux mesurages réalisés en mode transitoire*
- *Partie 7: Principes fondamentaux et leurs applications générales*
- *Partie 8: Principes fondamentaux et leur application à la déconvolution des spectres des mesurages de rayonnements ionisants négligeant l'influence de la préparation d'un échantillon*

## Introduction

La présente partie de l'ISO 11929 donne les informations de base concernant les principes statistiques pour la détermination de la limite de détection, du seuil de décision et des limites de l'intervalle de confiance pour des applications générales de mesurages des rayonnements ionisants.

L'ISO 11929-1 et l'ISO 11929-2 traitent, respectivement, de l'ensemble des mesurages par comptage avec ou sans l'influence du traitement de l'échantillon. Les mesurages par spectrométrie à haute résolution sont traités dans l'ISO 11929-3. L'ISO 11929-4 traite des mesurages utilisant les icptomètres à échelle linéaire, l'ISO 11929-5 des dispositifs de surveillance de la concentration en aérosols dans les gaz, l'air ou les déchets liquides, l'ISO 11929-6 des mesurages en mode transitoire et l'ISO 11929-8 de la déconvolution des mesurages par spectrométrie.

Alors que les précédentes parties 1 à 4 étaient élaborées pour des mesurages spécifiques de rayonnements nucléaires basés sur les principes définis par Altschuler et Pasternack [1], Nicholson [2], Currie [3], cette restriction ne s'applique pas à cette partie ni aux parties 5, 6 et 8. La détermination des limites caractéristiques mentionnées plus haut est séparée de l'évaluation du mesurage. Par conséquent la présente partie de l'ISO 11929 est généralement applicable et peut être appliquée pour toute procédure appropriée d'évaluation de mesurage. Puisque les incertitudes de mesure jouent un rôle fondamental dans la présente partie de l'ISO 11929, l'évaluation des mesurages et la détermination des incertitudes de mesure doivent être mises en œuvre conformément au Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure.

La présente partie de l'ISO 11929, ainsi que les parties 5, 6 et 8 sont basées sur les méthodes statistiques Bayésiennes (voir [4] à [6] dans la Bibliographie) afin de pouvoir tenir compte de quantités incertaines et d'influences qui ne se comportent pas de manière aléatoire lors de mesurages répétés ou par comptage.

À cet effet, les méthodes statistiques Bayésiennes sont utilisées pour spécifier des valeurs statistiques suivantes, appelées limites caractéristiques.

- le *seuil de décision*, qui permet de prendre une décision pour un mesurage, avec une probabilité d'erreur donnée de décider que le résultat de mesurage indique la présence d'un effet physique quantifié par le mesurande.
- la *limite de détection*, qui spécifie la valeur minimale du mesurande qui peut être détectée avec une probabilité d'erreur donnée lors de l'utilisation de la procédure de mesurage en question. Par conséquent cela permet, au moyen de la présente partie de l'ISO 11929, de décider si une méthode de mesure satisfait à certaines exigences et est par conséquent adaptée à l'objectif fixé du mesurage.
- les *limites de l'intervalle de confiance*, définissant un intervalle contenant la vraie valeur du mesurande avec une probabilité donnée dans le cas où le résultat de mesurage dépasserait le seuil de décision.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 11929-7:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a02b35a-aeb4-45c7-bb9b-8bafb2f738e3/iso-11929-7-2005>

# Détermination de la limite de détection et du seuil de décision des mesurages de rayonnements ionisants —

## Partie 7: Principes fondamentaux et leurs applications générales

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11929 spécifie des valeurs statistiques adaptées permettant une évaluation des capacités de détection des mesurages des rayonnements ionisants ainsi que du phénomène physique quantifié par le mesurande. Dans ce but, on utilise des méthodes statistiques Bayésiennes pour définir les limites caractéristiques.

La présente partie de l'ISO 11929 traite des principes fondamentaux et de leurs applications générales.

### 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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 11929-1:2000, *Détermination de la limite de détection et du seuil de décision des mesurages des rayonnements ionisants — Partie 1: Principes fondamentaux et application aux mesurages par comptage, sans l'influence du traitement de l'échantillon*

ISO 11929-2:2000, *Détermination de la limite de détection et du seuil de décision des mesurages des rayonnements ionisants — Partie 2: Principes fondamentaux et application aux mesurages par comptage, avec l'influence du traitement d'échantillon*

*Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*, BIPM/CEI/FICC/ISO/OIML/UICPA/UIPPA, Genève, 1995

*Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie*, BIPM/CEI/FICC/ISO/OIML/UICPA/UIPPA, Genève, 1993

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1

##### méthode de mesure

toute séquence logique d'opérations décrite génériquement, utilisée lors de l'accomplissement des mesurages

NOTE Adapté du Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie:1993.

**3.2  
mesurande**

grandeur particulière soumise à mesurage

NOTE 1 Adapté du Vocabulaire international des termes de base et généraux utilisés en métrologie:1993.

NOTE 2 Dans la présente partie de l'ISO 11929, un mesurande est une quantité non négative quantifiant un effet de rayonnement nucléaire. Cet effet n'est pas présent si la valeur du mesurande est égale à zéro. Par exemple un taux de comptage net d'un objet radioactif, une activité nette d'un échantillon d'objet radioactif connaissant l'activité d'un échantillon blanc, l'augmentation de l'activité spécifique ou de l'activité volumique d'un écoulement gazeux, l'intensité de la raie d'un spectre au-dessus du bruit de fond lors de mesures spectroscopiques.

**3.3  
incertitude (de mesure)**

paramètre associé au résultat de mesure qui caractérise la dispersion des valeurs qui peuvent être raisonnablement attribuées au mesurande mesuré

NOTE 1 Adapté du Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure:1995.

NOTE 2 L'incertitude de mesure selon le Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure comprend en général plusieurs composantes. Certaines de ces composantes peuvent être évaluées d'après des résultats issus de séries de mesurages ou de mesurages par comptage et peuvent être caractérisées par des déviations standards expérimentales. Les autres composantes, qui peuvent aussi être caractérisées par des déviations standards, sont évaluées d'après des distributions de probabilités supposées ou connues, basées sur l'expérience et sur d'autres informations.

**3.4  
modèle mathématique d'évaluation**

un ensemble de relations mathématiques entre toutes les quantités mesurées et les autres qui sont impliquées dans l'évaluation des mesures (standards.iteh.ai)

**3.5  
quantité de décision**

variable aléatoire permettant de décider si le phénomène physique mesuré est présent ou non

**3.6  
seuil de décision**

valeur fixée de la quantité de décision telle que, quand le résultat de mesure d'un mesurande quantifiant le phénomène physique lui est supérieur, on décide que le phénomène physique est présent

NOTE Le seuil de décision est la valeur critique d'un test statistique pour décider entre l'hypothèse que le phénomène physique n'est pas présent et l'hypothèse alternative qu'il est présent. Quand le résultat de mesure dépasse cette valeur critique, cela indique que l'hypothèse devrait être rejetée. Ce test statistique sera tel que la probabilité de rejeter à tort l'hypothèse (erreur de première espèce) est égale à une valeur donnée  $\alpha$ .

**3.7  
limite de détection**

la plus petite valeur vraie du mesurande qui est détectable par la méthode de mesure.

NOTE 1 La limite de détection est la plus petite valeur du mesurande qui est associée au test statistique et aux hypothèses de 3.6. Elle a les caractéristiques suivantes: si en réalité la vraie valeur est égale ou est supérieure à la limite de détection, la probabilité de ne pas rejeter à tort l'hypothèse (erreur de deuxième espèce) sera au plus égale à une valeur donnée  $\beta$ .

NOTE 2 La différence entre l'utilisation du seuil de décision et de la limite de détection réside dans le fait que les valeurs mesurées doivent être comparées au seuil de décision, alors que la limite de détection doit être comparée à la valeur de référence.



**3.8****limites de confiance**

valeurs qui définissent un intervalle de confiance, à spécifier pour le mesurande en question, qui, si le résultat est supérieur au seuil de décision, comprend la vraie valeur du mesurande pour une probabilité donnée  $(1 - \gamma)$

**3.9****valeur de référence**

valeur qui correspond aux exigences scientifiques, légales ou autres dont la procédure de mesure est destinée à évaluer

EXEMPLE Une activité, activité spécifique ou concentration d'activité, activité surfacique, ou débit de dose.

**4 Quantités et symboles**

$\hat{\xi}$	Variable aléatoire, estimateur d'un mesurande non négatif quantifiant le phénomène physique en question
$\xi$	Valeur de l'estimateur $\hat{\xi}$ du mesurande; vraie valeur du mesurande
$X$	Variable aléatoire comme quantité de décision; estimateur du mesurande
$x$	Résultat primaire du mesurage du mesurande, valeur obtenue de la quantité de décision $X$ , estimation primaire du mesurande
$u(x)$	Incertitude standard du mesurande associée au résultat primaire de mesurage $x$
$\tilde{u}(\xi)$	Incertitude standard de la quantité de décision $X$ comme fonction de la vraie valeur $\xi$ du mesurande
$z$	Meilleure estimation du mesurande
$u(z)$	Incertitude standard associée à la meilleure estimation $z$ du mesurande
$x^*$	Seuil de décision du mesurande
$\xi^*$	Limite de détection du mesurande $\xi_l, \xi_u$ respectivement la limite basse et haute de l'intervalle de confiance du mesurande
$\alpha$	Probabilité d'erreur de première espèce; la probabilité de rejeter une hypothèse si elle est vraie
$\beta$	Probabilité d'erreur de deuxième espèce; la probabilité d'accepter une hypothèse si elle est fausse
$1 - \gamma$	Probabilité attribuée à l'intervalle de confiance du mesurande; probabilité que la vraie valeur du mesurande soit comprise dans cet intervalle de confiance
$k_p$	Quantiles d'une distribution normale standard pour une probabilité $p$ (voir Tableau 1); $p = (1 - \alpha), (1 - \beta), (1 - \gamma/2)$
$E$	Opérateur pour la formation de l'espérance de la variable aléatoire
$Var$	Opérateur pour la formation de la variance de la variable aléatoire
$\Phi$	Fonction de distribution d'une distribution normale standard (Gaussienne)

## 5 Valeurs statistiques et intervalle de confiance

### 5.1 Généralités

Pour une tâche particulière mettant en jeu des mesures de rayonnements nucléaires, le phénomène physique particulier qui est l'objectif de la mesure doit être décrit en premier. Puis, un mesurande non négatif qui quantifie le phénomène physique doit être défini, en supposant la valeur zéro, dans un cas réel, si le phénomène n'est pas présent.

Une variable aléatoire appelée quantité de décision  $X$  doit être attribuée au mesurande. C'est aussi un estimateur du mesurande. Il faut que l'espérance  $EX$  de la quantité de décision  $X$  soit égale à la vraie valeur  $\xi$  du mesurande. Une valeur  $x$  de l'estimateur  $X$  provenant des mesures est une estimation primaire du mesurande. L'estimation primaire  $x$  du mesurande et son incertitude standard associée  $u(x)$  doit être calculée comme un résultat primaire complet de la mesure, selon le Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure, par l'évaluation des quantités mesurées et d'autres informations utilisant un modèle mathématique de l'évaluation qui tient compte de toutes quantités pertinentes. Généralement, on ne tient pas compte du fait que le mesurande est non négatif. Alors,  $x$  peut prendre des valeurs négatives, en particulier si la vraie valeur du mesurande est proche de zéro.

NOTE Le modèle d'évaluation de la mesure n'a pas nécessairement besoin d'être donné sous la forme de formules mathématiques explicites. Il peut aussi être représenté par un algorithme ou un code de calcul (voir A.2).

Pour la détermination du seuil de décision et de la limite de détection, l'incertitude standard de la quantité de décision doit être calculée, si possible, comme une fonction  $\tilde{u}(\xi)$  de la vraie valeur  $\xi$  du mesurande. Quand ce n'est pas possible, des solutions approximatives sont décrites plus bas.  $\xi$  est la valeur d'un autre estimateur  $\hat{\xi}$  non négatif du mesurande. L'estimateur  $\hat{\xi}$ , par contraste avec  $X$ , utilise le fait que le mesurande est non négatif. Les limites de l'intervalle de confiance à déterminer se rapportent à cet estimateur  $\hat{\xi}$  (5.4). En outre, les limites de l'intervalle de confiance, l'espérance  $E\hat{\xi}$  de cet estimateur comme meilleure estimation  $z$  du mesurande et de la déviation standard  $[\text{Var}(\hat{\xi})]^{1/2}$  comme incertitude standard  $u(z)$  associée à la meilleure estimation  $z$  du mesurande doivent être calculées (6.3).

Pour un calcul numérique du seuil de décision et de la limite de détection, on a besoin de la fonction  $\tilde{u}(\xi)$  qui est l'incertitude standard de la quantité de décision  $X$  comme fonction de la vraie valeur  $\xi$  du mesurande. La fonction  $\tilde{u}(\xi)$ , généralement, doit être déterminée par l'utilisateur de la présente partie de l'ISO 11929 au cours de l'évaluation de la mesure selon le Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure. Pour les exemples voir l'Annexe A. Souvent, cette fonction croît lentement. Il est alors justifié dans de nombreux cas d'utiliser l'approximation  $\tilde{u}(\xi) = u(x)$ . Cela s'applique en particulier si l'estimation primaire  $x$  du mesurande n'est pas plus grande que son incertitude standard  $u(x)$  associée à  $x$ . Si la valeur  $x$  est calculée en tant que différence (phénomène net) de deux valeurs approximativement égales  $y_1$  et  $y_0$  obtenues par des mesurages indépendants, soit  $x = y_1 - y_0$ , on obtient  $\tilde{u}^2(\xi) = u^2(y_1) + u^2(y_0)$  avec les incertitudes standards  $u(y_1)$  et  $u(y_0)$  associées, respectivement, à  $y_1$  et  $y_0$ .

Si seules  $\tilde{u}(0)$  et  $u(x)$  sont connues, une approximation par interpolation est souvent suffisante pour  $x > 0$  selon:

$$\tilde{u}^2(\xi) = \tilde{u}^2(0) \cdot (1 - \xi/x) + u^2(x) \cdot \xi/x \quad (1)$$

NOTE Dans beaucoup de cas,  $\tilde{u}^2(\xi)$  est une fonction linéaire lentement croissante de  $\xi$ . Cela justifie les approximations mentionnées au-dessus, en particulier l'interpolation linéaire de  $\tilde{u}^2(\xi)$  au lieu de celle de  $\tilde{u}(\xi)$ .

### 5.2 Seuil de décision

Le seuil de décision  $x^*$  d'un mesurande non négatif quantifiant un phénomène physique selon 5.1 est une valeur de la quantité de décision  $X$  qui, lorsqu'elle est dépassée par un résultat de mesure  $x$ , indique que le phénomène physique est présent. Si  $x \leq x^*$  on décide que le phénomène physique n'est pas présent. Si cette règle de décision est observée, une fausse décision en faveur de la présence d'un phénomène physique survient avec une probabilité pas plus grande que  $\alpha$  (erreur de première espèce).

Le seuil de décision est donné par:

$$x^* = k_{1-\alpha} \cdot \tilde{u}(0) \quad (2)$$

Les valeurs des quantiles  $k_{1-\alpha}$  d'une distribution normale standard  $k_{1-\alpha}$  sont données dans le Tableau 1. Elles correspondent à  $\Phi(k_{1-\alpha}) = 1 - \alpha$ .

Si l'approximation  $\tilde{u}(\xi) = u(x)$  est suffisante, on obtient  $x^* = k_{1-\alpha} \cdot u(x)$ .

### 5.3 Limite de détection

La limite de détection  $\xi^*$ , qui est la plus petite valeur vraie détectable du mesurande, avec la méthode de mesure, est tellement plus grande que le seuil de décision que la probabilité d'erreur de deuxième espèce n'est pas plus grande que  $\beta$ . La limite de détection est donnée par

$$\xi^* = x^* + k_{1-\beta} \cdot \tilde{u}(\xi^*) \quad (3)$$

L'Équation (3) est implicite. La limite de détection peut être calculée à partir de cette équation en faisant une itération, en commençant, par exemple, par l'approximation  $\xi^* = 2x^*$ . Dans la plupart des cas, l'itération converge. L'Équation (3) peut avoir des solutions multiples. Dans ce cas la limite de détection est la plus petite solution. Si l'Équation (3) n'a pas de solution, la procédure de mesure est insuffisante au regard de l'objet du mesurage. Si l'approximation  $\tilde{u}(\xi) = u(x)$  est suffisante, alors  $\xi^* = (k_{1-\alpha} + k_{1-\beta}) \cdot u(x)$  est valable. Avec la formule d'interpolation selon l'Équation (1) on obtient l'approximation

$$\xi^* = a + \sqrt{a^2 + (k_{1-\beta}^2 - k_{1-\alpha}^2) \cdot \tilde{u}^2(0)} \quad \text{avec } a = k_{1-\alpha} \cdot \tilde{u}(0) + \frac{1}{2} (k_{1-\alpha}^2 / x) \cdot [u^2(x) - \tilde{u}^2(0)] \quad (4)$$

Pour  $\alpha = \beta$  on obtient  $\xi^* = 2a$ .

ISO 11929-7:2005

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0a02b35a-aeb4-45c7-bb9b->

Quand on utilise l'approximation donnée par l'Équation (4) pour calculer la limite de détection  $\xi^*$  et que les incertitudes de type B ne sont pas négligeables, un résultat de mesure  $x > \approx 2x^*$  sera choisi. Si  $x \gg 2x^*$  on obtient une limite de détection déraisonnablement élevée. Dans ce cas, l'approximation conduit à une valeur limite supérieure de  $\xi^*$ . Si les incertitudes de type B sont négligeables alors les Équations (3) et (4) convergent vers la même valeur de la limite de détection.

Les valeurs des quantiles  $k_{1-\alpha}$   $k_{1-\beta}$  de la distribution normale standard sont données dans le Tableau 1. Ce sont  $\Phi(k_{1-\alpha}) = 1 - \alpha$  et  $\Phi(k_{1-\beta}) = 1 - \beta$ .

### 5.4 Limites de confiance

Pour un résultat de mesure  $x$  supérieur au seuil de décision  $x^*$  l'intervalle de confiance comprend la vraie valeur du mesurande avec une probabilité donnée de  $(1 - \gamma)$ . Elle est incluse dans les limites de confiance  $\xi_l$  et  $\xi_u$  selon:

$$\xi_l = x - k_p \cdot u(x) \quad \text{avec } p = \kappa \cdot (1 - \gamma / 2) \quad (5)$$

$$\xi_u = x + k_p \cdot u(x) \quad \text{avec } q = 1 - (\kappa \cdot \gamma / 2) \quad (6)$$

$\kappa$  est donné par:

$$\kappa = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x/u(x)} \exp(-z^2/2) dz = \Phi[x/u(x)] \quad (7)$$

Les valeurs de la fonction  $\Phi(t)$  sont données dans le Tableau 1. C'est  $\Phi(k_p) = p$  et  $\Phi(k_q) = q$ .