

---

---

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

**Partie 1:**

Principes fondamentaux et application aux  
mesures par comptage, sans l'influence du  
traitement de l'échantillon

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

*Part 1: Fundamentals and application to counting measurements without  
the influence of sample treatment*



Sommaire	Page
Avant-propos.....	iii
Introduction.....	iv
1 Domaine d'application.....	1
2 Référence normative .....	1
3 Termes et définitions.....	1
4 Symboles .....	3
5 Valeurs statistiques et intervalle de confiance.....	4
5.1 Principes.....	4
5.2 Seuil de décision.....	4
5.3 Limite de détection .....	5
5.4 Intervalle de confiance .....	6
6 Application de la présente partie de l'ISO 11929 (voir annexe A).....	6
6.1 Valeurs spécifiées.....	6
6.2 Évaluation d'un protocole de mesure.....	6
6.3 Évaluation des résultats mesurés.....	8
6.4 Documentation.....	6
Annexe A (informative) Exemple d'application de la présente partie de l'ISO 11929.....	13
Bibliographie.....	14

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 11929-1:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d125884-503e-4f59-83f3-8d7405674dd5/iso-11929-1-2000>

## 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 3.

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.

La Norme internationale ISO 11929-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 85, *Énergie nucléaire*, sous-comité 2, *Radioprotection*, groupe de travail GT 17 (précédemment GT 2), *Mesurages de la radioactivité*.

L'ISO 11929 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *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 d'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 de l'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*

L'annexe A de la présente partie de l'ISO 11929 est donnée uniquement à titre d'information.

## Introduction

La présente partie de l'ISO 11929 fournit des informations de base sur les principes statistiques relatifs à la détermination de la limite de détection et du seuil de décision (ainsi que des directives supplémentaires de spécification d'un intervalle de confiance) pour les mesurages de rayonnements nucléaires s'appuyant sur les principes définis par Altschuler et Pasternack [1], Nicholson [7] et Currie [3].

Par exemple, la présente partie de l'ISO 11929 fournit des informations sur la façon de réaliser un comptage brut. Les autres parties traitent des mesurages tenant compte du traitement des échantillons avant comptage et des mesurages analogiques du taux d'impulsions, ainsi que des problèmes spécifiques qui se manifestent lors de l'application de la présente partie de l'ISO 11929 (par exemple dans le cas de mesurages spectrométriques ou d'une surveillance continue des effluents radioactifs).

La présente partie de l'ISO 11929 concerne le domaine du mesurage des rayonnements nucléaires pour lesquels les événements (notamment les impulsions) sont comptés (par exemple sur des échantillons). Elle concerne exclusivement le caractère aléatoire de la désintégration radioactive et du comptage d'impulsions et ne tient pas compte des autres influences (par exemple, les influences résultant du traitement, du pesage, de l'enrichissement des échantillons ou de l'instabilité de l'installation d'essai). Elle suppose également que la durée du mesurage est courte par rapport à la demi-vie des radionucléides concernés et que l'influence du temps mort est négligeable.

Pour plus d'informations concernant ces influences, se reporter à l'ISO 11929-2.

Quelles que soient les activités ou activités spécifiques à déterminer, on suppose que les facteurs de conversion des taux d'impulsions en activités ou en activités spécifiques sont définis avec une précision telle que l'influence de leur incertitude de mesurage peut être ignorée.

La présente partie de l'ISO 11929 a été élaborée parallèlement à d'autres Normes internationales préparées par le GT 2 (actuellement GT 17): ISO 11932:1996, *Mesures d'activité de matériaux solides considérés comme déchets radioactifs destinés à un recyclage, une réutilisation ou une mise au rebut* et ISO 11929-2, ISO 11929-3 et ISO 11929-4, et présente donc une complémentarité par rapport à ces documents.

# Détermination des limites inférieures de détection et de décision de mesures des rayonnements ionisants —

## Partie 1:

### Principes fondamentaux et application aux mesurages par comptage, sans l'influence du traitement d'échantillon

## 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 11929 définit des valeurs statistiques adaptées permettant une évaluation des capacités de détection des mesurages des rayonnements ionisants sans l'influence du traitement d'échantillon. Dans ce but, des méthodes statistiques permettent de définir deux valeurs statistiques caractérisant des probabilités d'erreur données.

- Le seuil de décision, qui permet de prendre une décision pour chaque mesurage, avec une probabilité d'erreur donnée de décider si les impulsions enregistrées comprennent ou non une contribution de l'échantillon.
- La limite de détection, qui spécifie la contribution minimale de l'échantillon pouvant être détectée, avec une probabilité d'erreur donnée, en utilisant le mode de mesurage en question. Elle permet donc de décider si une méthode de mesure vérifiée au moyen de la présente partie de l'ISO 11929 satisfait ou non à certaines exigences et correspond donc à l'objectif fixé du mesurage.

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.

## 2 Référence normative

Le document normatif suivant contient des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 11929. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 11929 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente du document normatif indiqué ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

*Guide BIPM/CEI/IFCC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML de l'expression de l'incertitude d'une mesure*, Genève 1993.

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 11929, les termes et définitions suivants s'appliquent.

### 3.1

#### méthode de mesure

utilisation d'un instrument de mesure destiné à des comptages dans des conditions données

### 3.2

#### seuil de décision

valeur critique d'un test statistique dans le but d'établir une décision entre l'hypothèse nulle  $\rho_s = \rho_0$  et l'hypothèse alternative  $\rho_s > \rho_0$

NOTE En mode présélection de temps, ce sera la valeur  $R_n^*$  qui, lorsqu'elle est inférieure à la valeur déterminée  $R_n$ , doit être prise pour indiquer qu'il convient de rejeter l'hypothèse. En mode présélection d'impulsions, ce sera la valeur  $(R_s/R_0)^*$  qui, lorsqu'elle est inférieure à la valeur déterminée  $R_s/R_0$ , est prise pour indiquer qu'il convient de rejeter l'hypothèse. Le test statistique doit être conçu de manière que la probabilité de rejeter à tort l'hypothèse (erreur de première espèce) soit égale à une valeur  $\alpha$  fixée avant le début du mesurage.

### 3.3

#### limite de détection

(en mode présélection de temps) plus petite espérance mathématique du taux de comptage qui peut être détectée sur des probabilités données et, par conséquent, plus petite différence  $\rho_n = \rho_s - \rho_0$  associée au test statistique concerné pour décider entre l'hypothèse  $\rho_s = \rho_0$  et l'hypothèse alternative  $\rho_s > \rho_0$  et ayant la caractéristique suivante: si en réalité  $\rho_n \geq \rho$ , la probabilité de ne pas rejeter à tort l'hypothèse  $\rho_s = \rho_0$  (erreur de deuxième espèce) doit être, au plus, égale à la valeur  $\beta$  qui est fixée avant le début du mesurage

### 3.4

#### limite de détection

(en mode présélection d'impulsions) plus petit quotient  $\rho_s/\rho_0$  associé au test statistique concerné pour établir la décision entre l'hypothèse  $\rho_s = \rho_0$  et l'hypothèse alternative  $\rho_s > \rho_0$  et ayant la caractéristique suivante: si en réalité,  $\rho_s/\rho_0 \geq (\rho_s/\rho_0)^*$ , la probabilité de ne pas rejeter à tort l'hypothèse  $\rho_s = \rho_0$  (erreur de deuxième espèce) doit être au plus égale à la valeur  $\beta$  qui est fixée avant le début du mesurage

### 3.5

#### intervalle de confiance

intervalle à spécifier pour la valeur mesurée obtenue pour  $R_n$  ou  $R_s/R_0$ .

NOTE Cet intervalle comprend la valeur vraie de  $\rho_n$  ou de  $\rho_s/\rho_0$  dans au moins  $(1-\gamma) \times 100\%$  de tous les cas.

### 3.6

#### échantillon

quantité totale ou une fraction aliquote d'un matériau dont la teneur en radionucléides doit être déterminée par mesurage des rayonnements ionisants

### 3.7

#### bruit de fond

taux d'impulsions mesuré sans échantillon

NOTE Ceci couvre les radiations émises par les sources externes et par les détecteurs non blindés de radionucléides.

### 3.8

#### comptage brut

taux d'impulsions mesuré à partir du rayonnement de l'échantillon (contribution de l'échantillon) et du bruit de fond

### 3.9

#### comptage net

(équivalent à la contribution de l'échantillon) différence entre le comptage brut et le bruit de fond

### 3.10

#### valeur de référence

valeur liée aux exigences attachées aux procédures de mesurage, dictées par des raisons scientifiques, juridiques ou autres, et qui sont spécifiées, par exemple, comme activité, activité spécifique, activité de surface, débit de dose, etc.

NOTE Si nécessaire, un facteur d'étalonnage peut être déterminé au moyen d'un étalon radioactif.

## 4 Symboles

$N_0$	Nombre d'impulsions comptées pendant le mesurage du bruit de fond
$N_s$	Nombre d'impulsions comptées pendant le mesurage du comptage brut
$t_0$	Durée du mesurage du bruit de fond
$t_s$	Durée du mesurage du comptage brut
$R_0$	Taux de comptage du bruit de fond, quotient des impulsions $N_0$ comptées pendant la durée prédéfinie de mesurage $t_0$ et la durée de mesurage $t_0$ : $R_0 = N_0/t_0$
$\rho_0$	Espérance mathématique de $R_0$
$R_s$	Taux de comptage brut, quotient du nombre d'impulsions $N_s$ comptées pendant la durée prédéfinie de mesurage $t_s$ et la durée de mesurage $t_s$ : $R_s = N_s/t_s$
$\rho_s$	Espérance mathématique de $R_s$
$R_n$	Taux de comptage net, différence entre les taux de comptage brut et celui du bruit de fond, $R_n = R_s - R_0$
$\rho_n$	Espérance mathématique de $R_n$
$R_n^*$	Seuil de décision pour le taux de comptage net $R_n$ , avec présélection du temps (voir Tableau 1)
$(R_s/R_0)^*$	Seuil de décision pour le quotient $R_s/R_0$ avec présélection des impulsions
$\rho_n^*$	Limite de détection pour l'espérance mathématique du taux de comptage net $R_n$ avec présélection du temps
$(\rho_s/\rho_0)^*$	Limite de détection pour le quotient $\rho_s/\rho_0$ avec présélection des impulsions (voir Tableau 1)
$\alpha$	Erreur de première espèce; la probabilité de rejeter l'hypothèse nulle $\rho_s = \rho_0$ et de choisir l'hypothèse alternative $\rho_s > \rho_0$ alors que l'hypothèse nulle est vraie
$\beta$	Erreur de deuxième espèce; la probabilité d'accepter l'hypothèse nulle $\rho_s = \rho_0$ au lieu de choisir l'hypothèse alternative $\rho_s > \rho_0$ alors que l'hypothèse nulle est fautive
$1-\gamma$	Niveau de confiance de l'intervalle de confiance pour $\rho_n$ ou $\rho_s/\rho_0$
$k_{1-\alpha}, k_{1-\beta}, k_{1-\gamma/2}$	Quantiles de la loi normale (voir Tableau 2)
$F(N_s, N_0, 1-\alpha)$	} Quantiles de la distribution de $F$ (voir Tableaux 3 et 4)
$F(N_s, N_0, 1-\beta)$	
$F(N_s, N_0, 1-\gamma/2)$	
$F(N_s, N_0, 1-\gamma/2)$	
$q$	Quotient des durées de comptage $t_s$ et $t_0$ avec présélection du temps: $q = t_s/t_0$ ; ou quotient du nombre d'impulsions $N_s$ et $N_0$ avec présélection des impulsions: $q = N_s/N_0$

## 5 Valeurs statistiques et intervalle de confiance

### 5.1 Principes

#### 5.1.1 Généralités

La définition des valeurs statistiques relatives au seuil de décision, à la limite de détection et à l'intervalle de confiance est fondée sur la variance des résultats mesurés. Ces valeurs dépendent des variations résultant des statistiques de comptage. L'instabilité de l'équipement de mesurage peut normalement être négligée car elle est généralement faible par rapport aux autres influences. L'influence des statistiques de comptage peut être calculée par la formule de Poisson.

#### 5.1.2 Modèle

Si les instabilités de l'équipement sont négligées, il est possible d'appliquer le modèle suivant.

Le nombre d'impulsions sans échantillon,  $N_0$ , est donné par le rayonnement de bruit de fond (sources externes et bruit de fond du détecteur). Le nombre d'impulsions,  $N_s$ , avec un échantillon est la somme du rayonnement du bruit de fond et du rayonnement de l'échantillon (comptage net):

$$N_s = N_0 + N_n \quad (1)$$

On suppose que, pour une émission radioactive constante, les nombres d'impulsions  $N_s$ ,  $N_0$  comptés, l'un lors d'une mesure de comptage brut effectuée pendant une durée  $t_s$  et l'autre lors d'une mesure indépendante du bruit de fond effectuée pendant une durée  $t_0$  suivent une loi de Poisson avec des espérances mathématiques respectives  $\rho_s \cdot t_s$  et  $\rho_0 \cdot t_0$ . Les espérances mathématiques des taux de comptage  $R_0$  et  $R_s$  sont donc  $\rho_0$  et  $\rho_s = \rho_0 + \rho_n$  et les variances de  $R_0$  et de  $R_s$  sont respectivement  $\rho_0/t_0$  et  $\rho_s/t_s$ .

Le taux de comptage net  $R_n = R_s - R_0$  a l'espérance mathématique  $\rho_n$  et la variance

$$\text{var}(R_n) = \text{var}(R_0) + \text{var}(R_s) \quad (2)$$

Pour  $\rho_n = 0$ , cette variance est

$$\text{var}(R_n) = \rho_0(1/t_0 + 1/t_s) \quad (3)$$

Dans ce cas,  $\rho_0$  et  $\rho_s$  sont des paramètres inconnus.

Les valeurs statistiques caractérisant le seuil de décision et la limite de détection seront exprimées de manière différente selon qu'on sera en mode de présélection de temps ou d'impulsions.

## 5.2 Seuil de décision

### 5.2.1 Mode présélection de temps

En mode de présélection de temps, le seuil de décision correspondra à la valeur  $R_n^*$  qui, lorsqu'elle est inférieure à un taux de comptage net mesuré  $R_n$ , est prise pour indiquer la présence d'une contribution de l'échantillon.

Si l'on observe cette règle, une décision incorrecte qu'il y a contribution de l'échantillon survient avec la probabilité  $\alpha$  alors qu'en réalité, il y a seulement une contribution du bruit de fond (erreur de première espèce).

Le seuil de décision est donné par:

$$R_n^* \approx k_{1-\alpha} \sqrt{\text{var}(R_n=0)} \quad (4)$$

où  $k_{1-\alpha}$  est un facteur donné dans le Tableau 2.

Les formules de calcul du seuil de décision dans différentes conditions sont données dans le Tableau 1.

## 5.2.2 Mode présélection d'impulsions

En mode de présélection d'impulsions,  $N_s, N_0$ , le seuil de décision pour le taux de comptage des impulsions est donné par:

$$\left(\frac{R_s}{R_0}\right)^* = F(N_s, N_0, 1 - \alpha) \quad (5)$$

où  $F(N_s, N_0, 1 - \alpha)$  est un facteur donné dans le Tableau 3;  $R_s = N_s/t_s$ ,  $R_0 = N_0/t_0$ .

Si le quotient  $(R_s/R_0)$  des résultats mesurés est supérieur à  $(R_s/R_0)^*$ , on suppose qu'une contribution de l'échantillon est réelle et qu'il convient de rejeter l'hypothèse nulle.

## 5.3 Limite de détection

### 5.3.1 Mode présélection de temps

En mode de présélection de temps, la limite de détection correspondra à la plus petite espérance mathématique du taux de comptage net  $\rho_n$  pour laquelle une mauvaise décision survient avec la probabilité  $\beta$  (si la règle de décision telle qu'elle est spécifiée au chapitre 5.2 est appliquée) qu'il n'y a pas contribution de l'échantillon mais seulement un bruit de fond (erreur de deuxième espèce).

Pour vérifier si un mode opératoire de mesurage convient à l'objectif du mesurage, la limite de détection doit être comparée à une valeur de référence spécifique (par exemple, exigences spécifiques sur la sensibilité du mode opératoire de mesurage pour des raisons scientifiques, juridiques ou autres).

Ainsi, avec  $\alpha$  et  $\beta$ , la limite de détection est:

$$\rho_n^* = R_n^* + k_{1-\beta} \sqrt{\text{var}(R_n = \rho_n^*)} \quad (6)$$

$$= k_{1-\alpha} \sqrt{\text{var}(R_n = 0)} + k_{1-\beta} \sqrt{\text{var}(R_n = \rho_n^*)} \quad (7)$$

et pour  $\text{var}(R_n = 0) \approx \text{var}(R_n > 0)$

$$\rho_n^* = (k_{1-\alpha} + k_{1-\beta}) \sqrt{\text{var}(R_n = 0)} \quad (8)$$

Si  $\alpha = \beta$ , la limite de détection est

$$\rho_n^* = 2 \cdot R_n^* \quad (9)$$

où  $k_{1-\alpha}$ ,  $k_{1-\beta}$  sont des facteurs donnés dans le Tableau 2.

Les formules de calcul de la limite de détection dans différentes conditions sont données au Tableau 1.

### 5.3.2 Mode présélection d'impulsions

En mode de présélection des impulsions, la limite de détection est le plus petit quotient des espérances mathématiques des taux de comptage brut et du bruit de fond  $(\rho_s/\rho_0)^*$  pour lesquels il y a une probabilité  $\beta$  d'accepter à tort l'hypothèse nulle  $\rho_s = \rho_0$  qu'il n'y a pas de contribution de l'échantillon mais seulement un bruit de fond.

La limite de détection est

$$\left(\frac{\rho_s}{\rho_0}\right)^* = F(N_0, N_s, 1 - \beta) \cdot F(N_s, N_0, 1 - \alpha) \quad (10)$$

## 5.4 Intervalle de confiance

Par souci d'exhaustivité, sont indiquées les formules qui peuvent être utilisées à un niveau de confiance spécifié  $1-\gamma$  afin d'affecter un intervalle de confiance à chaque valeur mesurée. L'intervalle de confiance pour  $\rho_n$  ou  $\rho_s/\rho_0$  est un intervalle devant être spécifié pour la valeur mesurée obtenue pour  $R_n$  ou  $R_s/R_0$  à l'aide des formules données dans le tableau 1. Cet intervalle comprend la valeur vraie de  $\rho_n$  ou de  $\rho_s/\rho_0$  dans au moins  $(1-\gamma) \times 100 \%$  de tous les cas.

## 6 Application de la présente partie de l'ISO 11929 (voir annexe A)

### 6.1 Valeurs spécifiées

Les probabilités d'erreur  $\alpha$ ,  $\beta$  et le niveau de confiance  $1-\gamma$  doivent être spécifiés préalablement. Les valeurs fréquemment citées sont  $\alpha = \beta = \gamma = 0,05$ . Les temps de mesure  $t_0$  et  $t_s$ , dans le cas de la présélection du temps, et le nombre d'impulsions  $N_0$  et  $N_s$ , dans le cas de la présélection des impulsions, doivent être choisis de manière que la limite de détection soit inférieure à la valeur de référence.

NOTE Si  $\alpha = \beta = \gamma/2$  sont choisis et si  $\text{var}(R_n)$  varie légèrement avec  $R_n$ , on obtient pour  $R_n = R_n^*$  l'intervalle de confiance  $R_n^* \pm k_{1-\alpha} \sqrt{\text{var}(R_n)}$ , c'est-à-dire l'intervalle  $(0, \rho_n^*)$ . Ce choix permet d'éviter une discontinuité dans l'expression du résultat.

### 6.2 Évaluation d'un protocole de mesure

La décision selon laquelle une méthode de mesure (3.1) satisfait ou non à certaines exigences relatives aux limites de détection doit être déterminée en comparant la limite de détection déterminée au préalable à la valeur de référence spécifiée (voir 5.3.1).

Ceci peut être effectué soit à l'avance, pour évaluer une méthode de mesure sur la base d'une valeur déterminée de manière empirique pour le bruit de fond ou une mesure distincte, soit après coup, pour l'évaluation d'un mesurage déjà réalisé sur la base d'une valeur du bruit de fond déjà disponible.

La limite de détection peut être soit lue à partir de la Figure 1 ou de la Figure 2, soit calculée au moyen des formules du Tableau 1.

Si la limite de détection ainsi déterminée est supérieure à la valeur de référence, la procédure de mesure n'est pas adaptée à l'objectif de la mesure.

NOTE Dans certaines situations, un protocole de mesure peut être adapté à l'objectif de la mesure, par exemple en présélectionnant une durée de mesure plus longue ou un nombre d'impulsions plus important, en réduisant le bruit de fond ou encore en augmentant la quantité de l'échantillon, ou en enrichissant l'échantillon.

### 6.3 Évaluation des résultats mesurés

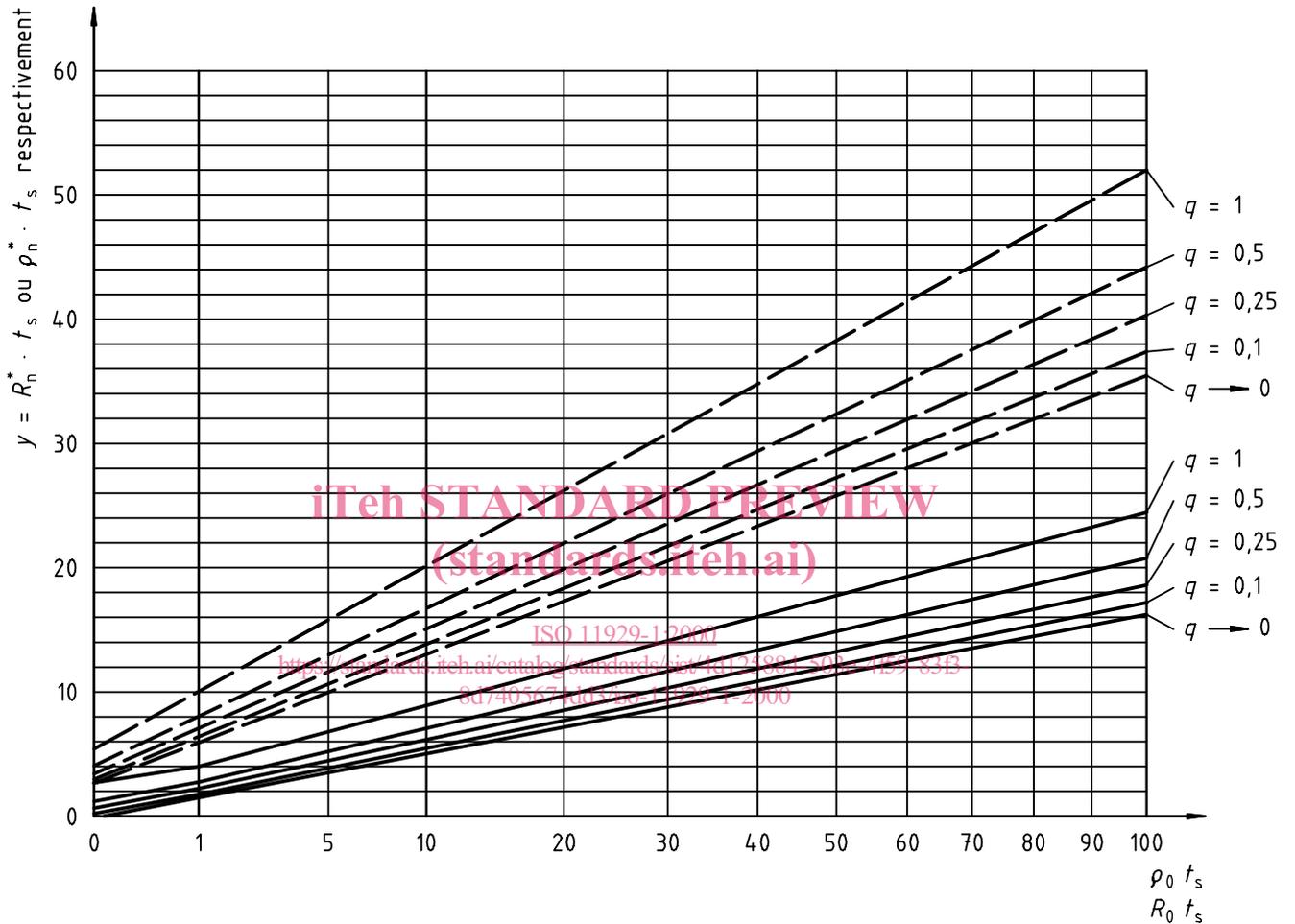
Le seuil de décision peut être soit lu à partir de la Figure 1 ou de la Figure 2, soit calculé au moyen des formules du Tableau 1.

Un résultat mesuré doit être comparé au seuil de décision ainsi obtenu (voir 5.2). Si un résultat est supérieur au seuil de décision, on suppose qu'il représente bien la contribution de l'échantillon. Il est considéré comme indiquant l'existence d'une réelle contribution de l'échantillon.

### 6.4 Documentation

Un rapport des mesurages réalisés conformément à la présente partie de l'ISO 11929 doit être accompagné de détails sur les probabilités d'erreur, le seuil de décision et la limite de détection.

Pour les contributions d'échantillons établies, il faudra également spécifier, outre la valeur mesurée, les intervalles de confiance déterminés conformément aux équations du Tableau 1 ainsi que le niveau de confiance.



\_\_\_\_\_ Seuil de décision:  $R_n^* = y/t_s$ ; (axe x:  $R_0 \cdot t_s$ ) (11)

----- Limite de détection:  $\rho_n^* = y/t_s$ ; (axe x:  $\rho_0 \cdot t_s$ ) (12)

NOTE Pour  $q \rightarrow 0$ , les valeurs sont calculées au moyen des formules du Tableau 1 pour  $t_0 \rightarrow \infty$ .

**Figure 1 — Détermination du seuil de décision et de la limite de détection, en mode présélection de temps, en fonction de  $R_0 t_s$  ou  $\rho_0 t_s$  respectivement pour  $\alpha = \beta = 0,05$ ; paramètre  $q = t_s/t_0$**