
**Qualité de l'eau — Isotopes de
l'uranium — Méthode d'essai par
spectrométrie alpha**

*Water quality — Uranium isotopes — Test method using alpha-
spectrometry*

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

[ISO 13166:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/94bb8d30-a68f-4122-b681-4402d73bdc6a/iso-13166-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/94bb8d30-a68f-4122-b681-4402d73bdc6a/iso-13166-2020>



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

[ISO 13166:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/94bb8d30-a68f-4122-b681-4402d73bdc6a/iso-13166-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/94bb8d30-a68f-4122-b681-4402d73bdc6a/iso-13166-2020>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

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	1
3 Termes, définitions et symboles	1
4 Principe	2
5 Réactifs chimiques et matériel	3
5.1 Généralités.....	3
5.2 Réactifs chimiques.....	4
5.3 Matériel.....	4
6 Échantillonnage et échantillons	4
6.1 Échantillonnage.....	4
6.2 Conservation des échantillons.....	5
7 Séparation et mesurage	5
7.1 Étapes chimiques.....	5
7.2 Mesurage.....	5
7.2.1 Contrôle de la qualité.....	5
7.2.2 Rendement chimique.....	5
7.2.3 Bruit de fond.....	5
8 Expression des résultats	6
8.1 Analyse du spectre.....	6
8.2 Calcul de l'activité volumique.....	6
8.3 Incertitude-type.....	6
8.4 Seuil de décision.....	7
8.5 Limite de détection.....	7
8.6 Limites des intervalles élargis.....	8
8.6.1 Limites de l'intervalle élargi probabilistiquement symétrique.....	8
8.6.2 Intervalle élargi le plus court.....	8
9 Rapport d'essai	9
Annexe A (informative) Séparation chimique de l'uranium	10
Annexe B (informative) Préparation de la source par électrodéposition	14
Annexe C (informative) Préparation de la source par co-précipitation	17
Annexe D (informative) Occurrence des isotopes de l'uranium	19
Bibliographie	20

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'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

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 147, *Qualité de l'eau*, sous-comité SC 3, *Mesurages de la radioactivité*. [standards/iso/94bb8d30-a68f-4122-b681-4402d73bdc6a/iso-13166-2020](https://standards.iso/94bb8d30-a68f-4122-b681-4402d73bdc6a/iso-13166-2020)

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 13166:2014), dont elle constitue une révision mineure. Les modifications apportées par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- mise à jour de l'introduction commune;
- mise à jour du texte suite à la publication de la série de normes ISO 11929 publiées en 2019.

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

La radioactivité provenant de sources d'origine naturelle et anthropique est présente partout dans l'environnement. Par conséquent, les masses d'eau (par exemple eaux de surface, eaux souterraines, eau de mer) peuvent contenir des radionucléides d'origine naturelle et/ou engendrés par l'homme:

- les radionucléides naturels, y compris ^{40}K , ^3H et ^{14}C , et ceux provenant des chaînes de désintégration du thorium et de l'uranium, notamment ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{234}U , ^{238}U et ^{210}Pb , peuvent se trouver dans l'eau pour des raisons naturelles (par exemple, désorption par le sol et lessivage par les eaux pluviales) ou peuvent être libérés par des processus technologiques impliquant des matériaux radioactifs existant à l'état naturel (par exemple, extraction minière et traitement de sables minéraux ou production et utilisation d'engrais phosphatés);
- les radionucléides artificiels, tels que les éléments transuraniens (américium, plutonium, neptunium, curium), ^3H , ^{14}C , ^{90}Sr et des radionucléides émetteurs gamma peuvent aussi se trouver dans les eaux naturelles. De faibles quantités de ces radionucléides sont rejetées dans l'environnement dans le cadre de rejets réguliers autorisés par les installations en lien avec le cycle du combustible nucléaire. Certains de ces radionucléides, utilisés dans le cadre d'applications médicales et industrielles, sont également libérés dans l'environnement après usage. Les radionucléides anthropiques peuvent également se trouver dans l'eau du fait de la pollution par retombées d'éléments radioactifs rejetés dans l'atmosphère lors de l'explosion de dispositifs nucléaires ou lors d'accidents nucléaires tels que Tchernobyl et Fukushima.

L'activité volumique d'un radionucléide dans les masses d'eau peut varier selon les caractéristiques géologiques et les conditions climatiques locales, et peut augmenter temporairement au niveau local suite aux rejets d'installations nucléaires lors de situations d'exposition prévues, existantes ou d'urgence^[1]. L'eau potable peut donc contenir des radionucléides dont l'activité volumique est susceptible de présenter un risque pour la santé humaine.

Les radionucléides présents dans les effluents liquides sont généralement contrôlés avant leur rejet dans l'environnement^[2] et les masses d'eau. La teneur en radioactivité de l'eau potable est surveillée conformément aux recommandations de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS)^[3] afin de pouvoir prendre les mesures nécessaires pour garantir l'absence d'effets indésirables sur la santé publique. Suite à ces recommandations internationales, la réglementation nationale précise habituellement les concentrations limites de radionucléides autorisées pour les effluents liquides rejetés dans l'environnement ainsi que les limites indicatives de radionucléides pour les masses d'eau et les eaux de boisson lors de situations d'exposition prévues, existantes ou d'urgence. Le respect de ces limites peut être vérifié à l'aide de résultats de mesurage et des incertitudes associées obtenus conformément au Guide ISO/IEC 98-3 et à l'ISO 5667-20^[4].

En fonction de la situation à l'origine de l'exposition, il existe plusieurs limites et niveaux recommandés susceptibles de déclencher une action visant à réduire le risque sanitaire. Par exemple, lors d'une situation prévue ou existante, la limite indicative concernant l'activité volumique de ^{238}U et ^{234}U dans l'eau potable, conformément aux recommandations de l'OMS, est respectivement de 10 et 1 Bq · l⁻¹. La limite indicative provisoire concernant la concentration en uranium dans l'eau potable est de 30 µg · l⁻¹, en se basant sur sa toxicité chimique, qui est prédominante par rapport à sa toxicité radiologique.

NOTE 1 La limite indicative correspond à l'activité volumique avec incorporation de 2 l/j d'eau potable pendant 1 an, aboutissant à une dose efficace de 0,1 mSv/an pour les personnes du public. Cette dose efficace présente un niveau de risque très faible qui ne devrait pas entraîner d'effets indésirables détectables sur la santé^[3].

Les limites indicatives du codex de l'OMS^[5] mentionnent que l'activité volumique peut être supérieure en cas de situation d'urgence d'origine nucléaire.

NOTE 2 Les limites indicatives énoncées dans le codex s'appliquent aux radionucléides contenus dans les aliments destinés à la consommation humaine et commercialisés à l'échelle internationale qui ont été contaminés suite à une situation d'urgence de type nucléaire ou radiologique. Ces limites indicatives s'appliquent aux aliments après reconstitution ou tels que préparés pour la consommation; autrement dit, elles ne s'appliquent pas aux aliments séchés ou concentrés et elles sont basées sur un niveau d'exemption d'intervention de 1 mSv/an pour les membres du public (enfants et adultes)^[5].

ISO 13166:2020(F)

Ainsi, la méthode d'essai peut être adaptée de telle sorte que les limites caractéristiques, le seuil de décision, la limite de détection et les incertitudes garantissent qu'il soit possible de vérifier que les résultats des essais portant sur l'activité volumique des radionucléides sont inférieurs aux limites indicatives requises par une autorité nationale pour les situations planifiées/existantes ou pour une situation d'urgence^{[6][7]}.

Généralement, les méthodes d'essai peuvent être ajustées pour mesurer l'activité volumique du ou des radionucléides dans les eaux usées avant stockage, ou dans les effluents liquides avant rejet dans l'environnement. Les résultats d'essai permettent à l'exploitant de l'installation industrielle de vérifier, avant rejet, que les activités volumiques des radionucléides présents dans les eaux usées/dans l'effluent liquide ne dépassent pas les limites autorisées.

La ou les méthodes d'essai décrites dans le présent document peuvent être utilisées lors de situations d'exposition prévues, existantes ou d'urgence, ainsi que pour les eaux usées et effluents liquides, avec des modifications spécifiques susceptibles d'augmenter l'incertitude, la limite de détection et le seuil globaux.

La ou les méthodes d'essai peuvent être utilisées pour les échantillons d'eau après prélèvement et manipulation appropriés des échantillons et préparation de la prise d'essai (voir la partie correspondante de la série de l'ISO 5667).

Le présent document a été élaboré pour répondre au besoin des laboratoires d'essai réalisant ces mesurages et qui sont parfois tenus d'obtenir une accréditation spécifique de la part d'autorités nationales pour la réalisation de mesurages portant sur les radionucléides dans les échantillons d'eau potable.

Le présent document fait partie d'une série de Normes internationales portant sur des méthodes d'essai visant à mesurer de l'activité volumique des radionucléides dans des échantillons d'eau.

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

[ISO 13166:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/94bb8d30-a68f-4122-b681-4402d73bdc6a/iso-13166-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/94bb8d30-a68f-4122-b681-4402d73bdc6a/iso-13166-2020>

Qualité de l'eau — Isotopes de l'uranium — Méthode d'essai par spectrométrie alpha

AVERTISSEMENT — Il convient que les utilisateurs du présent document connaissent les pratiques courantes de laboratoire. Le présent document n'a pas la prétention d'aborder tous les éventuels problèmes de sécurité liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur d'établir des pratiques appropriées en matière de santé et de sécurité et de déterminer l'applicabilité de toute autre restriction éventuelle.

IMPORTANT — Il est absolument essentiel que les essais réalisés conformément au présent document soient effectués par du personnel qualifié.

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les conditions relatives à la détermination de l'activité volumique des isotopes de l'uranium dans des échantillons d'eau environnementale (y compris les eaux de mer) par spectrométrie alpha en utilisant ^{232}U comme traceur.

Une séparation chimique est requise pour séparer et purifier l'uranium de la prise d'essai.

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 3696, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai*

ISO 5667-1, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 1: Lignes directrices pour la conception des programmes et des techniques d'échantillonnage*

ISO 5667-3, *Qualité de l'eau — Échantillonnage — Partie 3: Conservation et manipulation des échantillons d'eau*

ISO 11929-1, *Détermination des limites caractéristiques (seuil de décision, limite de détection et extrémités de l'intervalle élargi) pour mesurages de rayonnements ionisants — Principes fondamentaux et applications — Partie 1: Applications élémentaires*

ISO 11929-3, *Détermination des limites caractéristiques (seuil de décision, limite de détection et extrémités de l'intervalle élargi) pour mesurages de rayonnements ionisants — Principes fondamentaux et applications — Partie 3: Applications aux méthodes de déconvolution*

ISO 80000-10, *Grandeurs et unités — Partie 10: Physique atomique et nucléaire*

Guide ISO/IEC 98-3, *Incertitude de mesure — Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

ISO/IEC 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

3 Termes, définitions et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et symboles donnés dans l'ISO 80000-10, l'ISO 11929-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

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

Tableau 1 — Symboles et définitions

Symbole	Définition
A	activité du traceur ^{232}U ajouté, en becquerels, à la date du mesurage
c_A	activité volumique de ^{238}U , ^{235}U ou ^{234}U , en becquerels par litre
c_A^*	seuil de décision, en becquerels par litre
$c_A^\#$	limite de détection, en becquerels par litre
$c_A^<, c_A^>$	limites basse et haute de l'intervalle élargi probabilistiquement symétrique, en becquerels par litre
$c_A^{<, c_A^{>}$	limites basse et haute de l'intervalle élargi le plus court, en becquerels par litre
R	rendement total du mesurage
r_0, r_{0T}	taux de comptage du bruit de fond par seconde dans les régions d'intérêt respectives (ROI) des analytes de l'uranium et du traceur du spectre de l'échantillon à blanc
R_c	rendement chimique
r_g, r_{gT}	taux de comptage brut par seconde dans les régions d'intérêt respectives (ROI) des analytes de l'uranium et du traceur du spectre de la prise d'essai
t_0	durée de comptage du bruit de fond, en secondes
t_g	durée de comptage de la prise d'essai, en secondes
U	incertitude élargie, calculée par $U = ku(c_A)$ avec $k = 1, 2 \dots$, en becquerels par litre
$u(c_A)$	incertitude-type associée au résultat de mesure, en becquerels par litre
V	volume de la prise d'essai, en litres
ε	rendement de comptage

4 Principe

La prise d'essai est mélangée à une aliquote de traceur ^{232}U , puis mise à l'équilibre avant l'analyse. La purification chimique de l'uranium est obtenue par une étape de concentration (par exemple une précipitation) suivie d'une étape de séparation spécifique (par exemple par chromatographie d'échange d'ions).

Pour le mesurage d'une prise d'essai d'environ 500 ml, la limite de détection est d'environ $5 \text{ mBq} \cdot \text{l}^{-1}$ pour une durée de comptage de l'ordre de 200 000 s.

Les radionucléides naturels tels que ^{230}Th , ^{226}Ra et ^{228}Th peuvent être présents dans l'eau et interférer avec le comptage des isotopes de l'uranium si aucune séparation chimique n'a été effectuée pour éliminer ces radionucléides de la prise d'essai. Les isotopes du plutonium peuvent également interférer, s'ils sont présents à des niveaux d'activité détectables dans l'échantillon.

La source mince mesurée est préparée par électrodeposition ou co-précipitation et mesurée par spectrométrie alpha à l'aide d'un appareillage de type chambre à grille ou semi-conducteur. Les mesurages reposent sur l'interaction des particules alpha avec le milieu de détection. Cette interaction génère une charge qui est amplifiée et transmise sous forme d'une impulsion de tension proportionnelle à l'énergie déposée de la particule alpha entrante.

L'impulsion électrique provenant du détecteur est analysée par des systèmes électroniques. Le logiciel d'analyse de données produit un spectre montrant le nombre d'impulsions (coups) enregistrées dans chaque intervalle d'énergie.

L'analyse des taux de comptage dans les fenêtres d'énergie alpha des isotopes de l'uranium permet de déterminer l'activité volumique de la prise d'essai pour ^{238}U , ^{235}U et ^{234}U , après prise en compte des corrections liées au taux de comptage de l'essai à blanc, au volume de la prise d'essai et au rendement total du mesurage (rendement chimique et rendement de détection).

Le rendement chimique et le rendement de détection ne sont pas nécessairement déterminés séparément, mais sont déterminés ensemble en mesurant le rendement total du mesurage à partir du taux de comptage net de ^{232}U , ajouté comme traceur.

Pour quantifier toute interférence potentielle due aux réactifs, un échantillon à blanc est préparé de la même manière que la prise d'essai. Cet échantillon à blanc est préparé en utilisant une eau de laboratoire.

Aux fins du contrôle de la qualité, pour quantifier les impuretés potentielles dans la solution de traceur, un autre échantillon à blanc doit être préparé en ajoutant le traceur.

Les caractéristiques radioactives des principaux isotopes de l'uranium sont données dans le [Tableau 2](#) (Références [8], [9]).

Tableau 2 — Caractéristiques radioactives des principaux isotopes de l'uranium

Isotope de l'uranium	Période années	Énergie d'émission principale keV	Intensité %
232	70,6 ($\pm 1,1$)	5 263,48	30,6
		5 320,24	69,1
233	$159,1 (\pm 0,2) \times 10^3$	4 783,5	13,2
		4 824,2	84,3
234	$2 455 (\pm 0 006) \times 10^5$	4 722,4	28,42
		4 774,6	71,37
235	$704 (\pm 1) \times 10^6$	4 366,1	18,8
		4 397,8	57,19
		4 414,9	3,01
236	$23,43 (\pm 0,06) \times 10^6$	4 445	26,1
		4 494	73,8
238	$4,468 (\pm 0,005) \times 10^9$	4 151	22,33
		4 198	77,54

Avec une résolution spectrale (FWHM, largeur totale à mi-hauteur du maximum) d'environ 20 keV dans les cas les plus favorables, la spectrométrie alpha peut difficilement faire la distinction entre ^{233}U et ^{234}U , ou ^{235}U et ^{236}U , en raison de la similitude de leurs énergies d'émission respectives. Toutefois, ^{233}U et ^{236}U ne sont généralement pas présents dans les échantillons prélevés dans l'environnement ou, s'ils le sont, pas en quantités supérieures à leurs limites de détection par spectrométrie alpha (voir [Annexe D](#)).

5 Réactifs chimiques et matériel

5.1 Généralités

Les réactifs chimiques et le matériel utilisés pour le traitement chimique et la préparation de la source sont décrits dans les [Annexes A](#) à [C](#), qui proposent diverses alternatives. Lorsqu'il existe plusieurs possibilités, au moins l'une d'entre elles doit être utilisée.

Utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue.

5.2 Réactifs chimiques

5.2.1 Eau de laboratoire, utilisée comme blanc, aussi exempte que possible d'impuretés chimiques ou radioactives (telles que des isotopes de l'uranium) et conforme à l'ISO 3696, qualité 3.

L'eau de pluie, recueillie récemment, est un exemple d'eau présentant une très faible activité volumique d'uranium. L'activité volumique de l'uranium de cette eau peut être évaluée en même temps que les interférences dues aux réactifs ou en utilisant un autre type de mesurage de précision, par exemple l'ionisation thermique ou la spectrométrie de masse avec plasma couplé par induction.

5.2.2 Solution de traceur ^{232}U , utilisée pour déterminer le rendement total. Elle peut également être utilisée pour calculer le rendement chimique. La solution est préparée par dilution d'un étalon approprié pouvant être relié à des étalons nationaux et internationaux. La solution de traceur doit être homogène et stable.

Il convient de calculer la concentration de la solution de traceur de manière à pouvoir ajouter une faible quantité de cette solution pour atteindre la plage d'activité de la prise d'essai. Par exemple, l'activité massique de la solution de traceur pourrait être comprise entre $0,05 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$ et $1 \text{ Bq} \cdot \text{g}^{-1}$.

Il est recommandé de vérifier l'activité et la pureté de la dilution de solution de traceur avant usage et à intervalles réguliers après sa préparation. Cette vérification peut être effectuée, par exemple, par comptage par scintillation liquide, mais il est nécessaire de tenir compte de la re-croissance des descendants du radionucléide. Réaliser une analyse à blanc avec le traceur est l'une des méthodes possibles pour détecter la présence d'analytes isotopes de l'uranium dans le traceur.

^{228}Th est présent dans la solution de traceur ^{232}U , car c'est un élément de sa chaîne de désintégration, et a une énergie très proche de celle de ^{232}U . Par conséquent, une séparation de Th et U est requise (Références [10], [11]) pour réduire au minimum l'interférence de ^{228}Th afin de ne pas surestimer le rendement de comptage de ^{232}U (voir [Article 4](#)).

5.3 Matériel

Matériel courant de laboratoire et en particulier les éléments suivants:

5.3.1 Spectromètre alpha, de type chambre à grille (avec un rendement de détection élevé, mais une faible résolution) ou de type semi-conducteur (avec un faible rendement de détection, mais une haute résolution). Un fonctionnement à température constante est recommandé. Suivre les instructions du fabricant.

Pour un appareillage de type semi-conducteur, les mesurages par spectrométrie alpha dépendent de l'interaction des particules alpha avec le silicium à implantation ionique. Cette interaction fait varier instantanément la conductivité du silicium, proportionnellement à l'énergie de la particule alpha entrante. Pour obtenir des spectres ayant une résolution satisfaisante, il est nécessaire de maintenir le système de détection à une pression inférieure à 1 Pa. La résolution peut encore être améliorée en augmentant la distance entre la source et le détecteur.

5.3.2 Pipette, adaptée au transfert exact de solution de traceur ^{232}U (par exemple, 100 μl) avec une précision totale de $\pm 1 \%$.

5.3.3 Balance, par exemple, capable d'atteindre une précision de $\pm 0,1 \text{ mg}$.

6 Échantillonnage et échantillons

6.1 Échantillonnage

Les conditions d'échantillonnage doivent être conformes à l'ISO 5667-1.