

---

---

**Air des lieux de travail —  
Détermination des métaux et  
métalloïdes dans les particules  
en suspension dans l'air par  
spectrométrie d'émission atomique  
avec plasma à couplage inductif —**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

**Partie 2:  
Préparation des échantillons**

ISO 15202-2:2020  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/bd6c616-9517-4c6a-b3a1-b5ba48b64bfd/iso-15202-2-2020>  
*Workplace air — Determination of metals and metalloids in airborne particulate matter by inductively coupled plasma atomic emission spectrometry —*

*Part 2: Sample preparation*



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

ISO 15202-2:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6bd6c6f6-9517-4c6a-bca1-b3ba48b64bfd/iso-15202-2-2020>



### 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](mailto:copyright@iso.org)

Web: [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Principe</b> .....	<b>3</b>
<b>5</b> <b>Exigences</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Réactions</b> .....	<b>4</b>
<b>7</b> <b>Réactifs</b> .....	<b>4</b>
<b>8</b> <b>Appareillage de laboratoire</b> .....	<b>4</b>
<b>9</b> <b>Mode opératoire</b> .....	<b>5</b>
9.1    Composés solubles de métaux et métalloïdes.....	5
9.2    Métaux et métalloïdes totaux et leurs composés.....	5
9.3    Exposition mixte.....	6
<b>10</b> <b>Cas particuliers</b> .....	<b>6</b>
10.1   Action à mener s'il existe un doute concernant l'efficacité de la méthode de mise en solution d'échantillon choisie.....	6
10.2   Action à mener lorsque les particules se sont détachées du filtre pendant le transport.....	7
10.3   Action à mener en présence de dépôts sur les parois du dispositif de prélèvement.....	7
<b>11</b> <b>Enregistrements de laboratoire</b> .....	<b>7</b>
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Précautions de sécurité à respecter lors de l'utilisation d'acide fluorhydrique et perchlorique</b> .....	<b>8</b>
<b>Annexe B</b> (normative) <b>Méthode de mise en solution d'échantillon pour les composés solubles de métaux et métalloïdes</b> .....	<b>9</b>
<b>Annexe C</b> (normative) <b>Mise en solution d'échantillon à l'aide d'acide nitrique et d'acide chlorhydrique sur plaque chauffante</b> .....	<b>15</b>
<b>Annexe D</b> (normative) <b>Mise en solution d'échantillon à l'aide d'acide fluorhydrique et d'acide nitrique par agitation par ultrason</b> .....	<b>19</b>
<b>Annexe E</b> (normative) <b>Mise en solution en utilisant de l'acide sulfurique et du peroxyde d'hydrogène sur plaque chauffante</b> .....	<b>23</b>
<b>Annexe F</b> (normative) <b>Mise en solution en utilisant de l'acide nitrique et de l'acide perchlorique sur plaque chauffante</b> .....	<b>28</b>
<b>Annexe G</b> (normative) <b>Mise en solution d'échantillon dans un système de digestion par micro-ondes en récipient fermé</b> .....	<b>33</b>
<b>Annexe H</b> (normative) <b>Mise en solution d'échantillon à 95 °C sur bloc chauffant</b> .....	<b>39</b>
<b>Annexe I</b> (normative) <b>Action à mener en présence de particules visibles, non dissoutes, après mise en solution d'échantillon</b> .....	<b>43</b>
<b>Annexe J</b> (informative) <b>Dépôts sur les parois des dispositifs de prélèvement</b> .....	<b>49</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>52</b>

## 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](http://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](http://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](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 146, *Qualité de l'air*, sous-comité SC 2, *Atmosphères des lieux de travail*.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition (ISO 15202-2:2012), qui a fait l'objet d'une révision technique. Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- les définitions figurant dans l'ISO 18158 ont été supprimées de l'ISO 15202-2, et la référence à l'ISO 18158 a été ajoutée en remplacement des références à l'EN 1540;
- les références à l'EN 482 ont été remplacées par l'ISO 20581, et les références à l'EN 13890 ont été remplacées par l'ISO 21832;
- des informations relatives à la digestion des capsules internes solubles dans l'acide ont été ajoutées dans les [Annexes C, D, E, F, G](#) et [H](#);
- le texte a fait l'objet d'une mise à jour rédactionnelle.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 15202 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](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

La santé des travailleurs dans de nombreuses industries est en danger du fait de l'exposition par inhalation aux métaux et aux métalloïdes toxiques. Les hygiénistes industriels et autres professionnels de santé publique ont besoin de déterminer l'efficacité des mesures prises pour contrôler l'exposition des travailleurs et cela s'effectue en général en réalisant des mesurages de l'air du lieu de travail. Le présent document a été publié dans le but de mettre à disposition une méthode permettant d'effectuer des mesurages d'exposition valides pour un large éventail de métaux et de métalloïdes utilisés dans l'industrie. Il sera utile aux organismes concernés par la santé et la sécurité sur le lieu de travail, aux hygiénistes industriels et autres professionnels de santé publique, aux laboratoires d'analyses, aux industriels utilisateurs de métaux et métalloïdes et à leurs employés.

L'ISO 15202, publiée en trois parties, spécifie une méthode générique pour la détermination de la concentration en masse des métaux et métalloïdes sur le lieu de travail en utilisant la spectrométrie d'émission atomique avec plasma à couplage inductif (ICP-AES):

- L'ISO 15202-1 donne les détails des Normes internationales, européennes et nationales appropriées qui spécifient les caractéristiques, les exigences de performance et les méthodes d'essai se rapportant à l'équipement de prélèvement. Elle complète les conseils donnés par ailleurs sur la stratégie d'évaluation et la stratégie de mesure et spécifie une méthode de prélèvement d'échantillons de matière particulaire en suspension dans l'air en vue d'une analyse chimique ultérieure.
- L'ISO 15202-2 décrit plusieurs méthodes de préparation des solutions d'échantillons pour analyse par ICP-AES.
- L'ISO 15202-3 définit les exigences et les méthodes d'essai pour l'analyse de solutions d'échantillons par ICP-AES.

Les méthodes de préparation d'échantillons décrites dans la présente partie de l'ISO 15202 sont généralement appropriées pour une utilisation avec d'autres techniques d'analyse que l'ICP-AES, par exemple la spectrométrie d'absorption atomique (AAS) et la spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS).

Lors de l'élaboration du présent document, il a été présumé que les personnes chargées de l'exécution de ses dispositions et de l'interprétation des résultats obtenus ont les qualifications et l'expérience appropriées.

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

ISO 15202-2:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6bd6c6f6-9517-4c6a-bca1-b3ba48b64bfd/iso-15202-2-2020>

# Air des lieux de travail — Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie d'émission atomique avec plasma à couplage inductif —

## Partie 2: Préparation des échantillons

**AVERTISSEMENT** — L'utilisation du présent document peut impliquer l'emploi de produits et la mise en œuvre de modes opératoires et d'appareillages à caractère dangereux. Le présent document n'a pas pour but d'aborder tous les problèmes de sécurité liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur du présent document d'établir, avant de l'utiliser, des pratiques d'hygiène et de sécurité appropriées et de déterminer l'applicabilité des restrictions réglementaires.

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie plusieurs méthodes appropriées de préparation de solutions d'essai à partir d'échantillons de matière particulaire en suspension dans l'air prélevés en utilisant la méthode spécifiée dans l'ISO 15202-1, en vue du dosage des métaux et métalloïdes par ICP-AES à l'aide de la méthode spécifiée dans l'ISO 15202-3. Il contient des informations relatives à l'applicabilité des méthodes par rapport au dosage de métaux et métalloïdes pour lesquels des valeurs limites ont été établies. Ces méthodes peuvent également être utilisées pour le dosage de certains métaux et métalloïdes pour lesquels les valeurs limites n'ont pas été établies mais, dans ce cas, aucune information sur leur applicabilité n'est disponible.

**NOTE** Les méthodes de préparation d'échantillons décrites dans le présent document sont généralement appropriées pour une utilisation conjointe avec d'autres techniques d'analyse que l'ICP-AES, par exemple la spectrométrie d'absorption atomique (AAS) définie dans l'ISO 8518<sup>[5]</sup> et l'ISO 11174<sup>[10]</sup> et la spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) définie dans l'ISO 30011<sup>[11]</sup>.

La méthode spécifiée à l'[Annexe B](#) est applicable pour effectuer des mesurages de comparaison avec des valeurs limites de composés solubles de métaux ou métalloïdes.

Une ou plusieurs des méthodes de mise en solution d'échantillon spécifiées aux [Annexes C](#) à [H](#) sont applicables pour effectuer des mesurages de comparaison avec des valeurs limites de métaux et métalloïdes totaux et leurs composés. Des informations concernant les possibilités d'application des méthodes individuelles sont données dans le domaine d'application de l'annexe dans laquelle la méthode est spécifiée.

La liste suivante est une liste non exhaustive des métaux et métalloïdes pour lesquels des valeurs limites ont été déterminées (voir Références [\[14\]](#) et [\[15\]](#)) et pour lesquels au moins une des méthodes de mise en solution d'échantillon spécifiées dans le présent document est applicable. Il n'existe cependant pas d'informations disponibles sur l'efficacité de l'ensemble de ces méthodes de mise en solution d'échantillon spécifiées pour les éléments indiqués en italique.

Aluminium	Calcium	Lithium	Potassium	Tungstène
Antimoine	Césium	Magnésium	<i>Rhodium</i>	<i>Uranium</i>
Argent	Chrome	Manganèse	Sélénium	Vanadium
Arsenic	Cobalt	Mercure	Sodium	Yttrium
Baryum	Cuivre	Molybdène	Strontium	Zinc
Béryllium	Étain	Nickel	<i>Tantale</i>	Zirconium
Bismuth	Fer	Phosphore	Tellure	
Bore	<i>Hafnium</i>	<i>Platine</i>	Thallium	
Cadmium	<i>Indium</i>	Plomb	Titane	

L'ISO 15202 n'est pas applicable pour la détermination du mercure élémentaire ni de l'anhydride arsénieux, dans la mesure où les vapeurs de mercure et les vapeurs d'anhydride arsénieux ne sont pas recueillies en utilisant la méthode de prélèvement spécifiée dans l'ISO 15202-1.

## 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 15202-1, *Air des lieux de travail — Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie d'émission atomique avec plasma à couplage inductif — Partie 1: Prélèvement d'échantillons*

ISO 15202-3, *Air des lieux de travail — Détermination des métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air par spectrométrie d'émission atomique avec plasma à couplage inductif — Partie 3: Analyse*

ISO 18158, *Qualité de l'air — Terminologie*

ISO 21832, *Air des lieux de travail — Métaux et métalloïdes dans les particules en suspension dans l'air — Exigences relatives à l'évaluation des procédures de mesure*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 18158 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:

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

### 3.1 mise en solution de l'échantillon

processus permettant d'obtenir une solution contenant les analytes étudiés à partir d'un échantillon, lequel processus peut, ou non, impliquer la mise en solution complète de l'échantillon

### 3.2

#### solution d'échantillon

solution préparée à partir d'un échantillon au moyen du processus de *mise en solution de l'échantillon* (3.1)

Note 1 à l'article: Il peut se révéler nécessaire de soumettre une solution d'échantillon à d'autres opérations, par exemple à une dilution ou à un ajout d'étalon(s) interne(s), ou les deux, en vue de produire une *solution d'essai* (3.3).

SOURCE: Adaptée de l'EN 14902:2005, 3.1.22

### 3.3

#### solution d'essai

solution de blanc ou *solution d'échantillon* (3.2) qui a été soumise à toutes les opérations nécessaires pour l'amener à un état dans lequel elle est prête pour l'analyse

Note 1 à l'article: L'expression «prête pour l'analyse» comprend toute dilution nécessaire ou tout ajout nécessaire d'étalon(s) interne(s), ou les deux. Si une solution de blanc ou une *solution d'échantillon* (3.2) n'est pas soumise à d'autres opérations avant l'analyse, il s'agit d'une solution d'essai.

SOURCE: EN 14902:2005, 3.1.30

## 4 Principe

4.1 Les particules en suspension dans l'air contenant des métaux et métalloïdes sont recueillies par passage d'un volume d'air mesuré à travers un substrat de collecte, généralement un filtre monté dans un dispositif de prélèvement étudié pour retenir une fraction de taille appropriée des particules dans l'air, en utilisant la méthode spécifiée dans l'ISO 15202-1.

4.2 Une méthode de mise en solution d'échantillon appropriée et adéquate est choisie parmi celles spécifiées aux [Annexes B à H](#), en tenant compte des métaux et métalloïdes à déterminer, des valeurs limites ayant été déterminées pour ces métaux et métalloïdes, des possibilités d'application de ces méthodes de mise en solution des métaux et métalloïdes étudiés en fonction de la nature des matériaux qui pourraient être présents dans l'atmosphère d'essai, ainsi que de la disponibilité de l'appareillage de laboratoire nécessaire.

4.3 L'échantillon et le substrat de collecte sont alors traités pour mettre en solution les métaux et métalloïdes étudiés en utilisant la méthode de mise en solution d'échantillon choisie.

4.4 La solution d'essai obtenue est ensuite analysée pour déterminer les métaux et métalloïdes étudiés par spectrométrie d'émission atomique avec plasma à couplage inductif au moyen de la méthode spécifiée dans l'ISO 15202-3.

NOTE Les méthodes de préparation d'échantillons décrites aux [Annexes B à H](#) sont généralement appropriées pour une utilisation conjointe avec d'autres techniques d'analyse que l'ICP-AES, par exemple la spectrométrie d'absorption atomique (AAS) définie dans l'ISO 8518<sup>[5]</sup> et l'ISO 11174<sup>[10]</sup> et la spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) définie dans l'ISO 30011<sup>[11]</sup>. Pour l'ICP-MS, il pourrait se révéler nécessaire de modifier les concentrations d'acides ou les facteurs de dilution utilisés pour préparer les solutions d'essai. En outre, certains acides, tels que l'acide chlorhydrique, ne sont pas recommandés pour les solutions d'essai destinées à une analyse par ICP-MS.

## 5 Exigences

Le mode opératoire de mesurage dans son ensemble (couvert par l'ISO 15202-1, l'ISO 15202-2 et l'ISO 15202-3) doit être conforme à toute exigence de performance concernant le mesurage des agents chimiques présents dans l'air des lieux de travail (par exemple l'ISO 20581<sup>[12]</sup> et l'ISO 21832).

## 6 Réactions

En général, la majorité des particules de métaux et métalloïdes et des particules de composés de métaux et métalloïdes qui sont communément étudiés dans les échantillons d'air des lieux de travail est convertie en ions solubles dans l'eau par au moins l'une des méthodes de mise en solution spécifiées dans le présent document. Cependant, s'il existe le moindre doute concernant la capacité de la méthode à obtenir le taux de récupération analytique nécessaire pour une application particulière, il est alors nécessaire d'étudier ce problème avant de poursuivre avec la méthode (voir [10.1](#)).

## 7 Réactifs

Au cours de l'analyse, utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique et uniquement de l'eau telle que spécifiée en [7.1](#).

NOTE 1 Les précautions de sécurité à respecter lors de l'utilisation d'acide fluorhydrique et perchlorique sont données dans l'[Annexe A](#).

NOTE 2 Des détails concernant les réactifs nécessaires pour une utilisation aux [Annexes B](#) à [I](#) sont donnés dans l'annexe concernée.

NOTE 3 Il pourrait se révéler nécessaire d'utiliser des acides de pureté supérieure de manière à obtenir une limite de détection adéquate pour certains métaux et métalloïdes.

**7.1 Eau**, conforme aux exigences de l'ISO 3696<sup>[3]</sup>, qualité 2 (conductivité électrique inférieure à 0,1 mS/m et résistivité supérieure à 0,01 MΩ·m à 25 °C)

Il est recommandé d'utiliser une eau ayant été traitée dans un système de purification fournissant une eau ultrapure, de résistivité supérieure à 0,18 MΩ·m (les fabricants expriment généralement cette valeur sous la forme 18 MΩ·cm).

**7.2 Acide nitrique** (HNO<sub>3</sub>), concentré,  $\rho_{\text{HNO}_3} \approx 1,42 \text{ g ml}^{-1}$ , fraction massique  $w_{\text{HNO}_3} \approx 70 \%$ .

La teneur en métaux et métalloïdes étudiés doit être inférieure à 0,1 µg ml<sup>-1</sup>.

**AVERTISSEMENT — L'acide nitrique concentré est corrosif et comburant et les fumées d'acide nitrique sont irritantes. Éviter toute exposition par le contact avec la peau ou les yeux, ou par inhalation de fumées. Utiliser un équipement de protection individuelle (y compris gants appropriés, écran facial ou lunettes de protection, etc.) pour tout travail avec de l'acide nitrique concentré ou dilué, et effectuer la mise en solution d'échantillon avec de l'acide nitrique concentré dans des récipients ouverts sous une hotte.**

**7.3 Acide nitrique**, dilué 1 + 9.

Commencer par ajouter soigneusement et lentement 50 ml d'acide nitrique concentré ([7.2](#)) à 450 ml d'eau ([7.1](#)) dans une bouteille en polypropylène de 1 l ([8.5](#)). Verser l'acide par petites aliquotes. Entre les ajouts, faire tourner pour mélanger et faire couler de l'eau courante froide sur la paroi de la bouteille pour refroidir le contenu. Empêcher l'eau courante de contaminer le contenu de la bouteille. Après ajout complet de l'acide nitrique concentré, faire tourner la bouteille pour mélanger le contenu, laisser refroidir à température ambiante, fermer la bouteille avec son bouchon à vis et mélanger parfaitement.

## 8 Appareillage de laboratoire

Matériel courant de laboratoire et, en particulier, ce qui suit.

**8.1 Gants à usage unique**, imperméables et non poudrés, pour empêcher toute possibilité de contamination par les mains et pour les protéger contre le contact avec des substances toxiques et corrosives. Des gants en PVC sont adéquats.

**8.2 Verrerie**, béchers et fioles jaugées à un trait, conformes aux exigences de l'ISO 1042<sup>[1]</sup>, en verre borosilicaté conforme aux exigences de l'ISO 3585<sup>[2]</sup>, nettoyés avant utilisation par trempage dans de l'acide nitrique 1 + 9 (7.3) pendant au moins 24 h puis rinçage abondant avec de l'eau (7.1).

En variante, la verrerie peut être nettoyée avec un détergent de laboratoire approprié en utilisant une machine à laver de laboratoire.

**8.3 Pincés à bout plat**, non métallique (par exemple en plastique ou recouvertes de plastique) pour retirer les filtres des dispositifs de prélèvement ou des cassettes de transport de filtre.

**8.4 Instruments volumétriques à piston**, conformes aux exigences de l'ISO 8655-1<sup>[6]</sup> et soumis à essai conformément à l'ISO 8655-6<sup>[9]</sup>, comprenant des **pipettes** conformes aux exigences de l'ISO 8655-2<sup>[7]</sup> et des **dispenseurs** conformes aux exigences de l'ISO 8655-5<sup>[8]</sup>, pour délivrer la solution de lixiviation, les acides, etc.

**8.5 Bouteille en polypropylène**, d'une capacité de 1 l, munie d'un bouchon à vis étanche.

Une bouteille fabriquée dans un plastique différent peut être utilisée sous réserve qu'elle soit adéquate pour l'utilisation prévue (voir 7.3).

NOTE Des détails concernant l'appareillage de laboratoire nécessaire pour une utilisation aux [Annexes B à I](#) sont donnés dans l'annexe concernée.

## 9 Mode opératoire

### 9.1 Composés solubles de métaux et métalloïdes

**9.1.1** S'il est nécessaire de comparer des résultats avec des valeurs limites pour les composés solubles de métaux ou de métalloïdes, ou les deux, utiliser la méthode de mise en solution spécifiée à l'[Annexe B](#) pour préparer les solutions d'essai destinées à l'analyse par la méthode spécifiée dans l'ISO 15202-3.

**9.1.2** Lorsqu'il est certain qu'aucun composé insoluble des métaux ou des métalloïdes étudiés, ou les deux, n'est utilisé sur le lieu de travail ni produit dans les processus mis en œuvre, une autre méthode consiste à préparer des solutions d'essai pour analyse à l'aide de la méthode spécifiée dans l'ISO 15202-3, en utilisant une des méthodes de mise en solution d'échantillon pour les métaux et métalloïdes totaux et leurs composés spécifiées aux [Annexes C à H](#), et à comparer les résultats avec les valeurs limites des métaux ou métalloïdes solubles, ou les deux, concernés.

Les méthodes spécifiées aux [Annexes C à H](#) ne sont pas spécifiques aux composés solubles de métaux ou de métalloïdes, ou les deux. Toutefois, dans les circonstances décrites ci-dessus, elles peuvent être utilisées comme méthode alternative à la méthode décrite à l'[Annexe B](#), si cela s'avère plus pratique.

### 9.2 Métaux et métalloïdes totaux et leurs composés

**9.2.1** S'il est nécessaire de comparer des résultats avec des valeurs limites pour les métaux ou métalloïdes totaux, ou les deux, et leurs composés, choisir une méthode de mise en solution d'échantillon adéquate parmi celles spécifiées aux [Annexes C à H](#). Tenir compte des possibilités d'application de chaque méthode pour la mise en solution des métaux et métalloïdes en fonction de la nature des matériaux qui pourraient être présents dans l'atmosphère d'essai (se rapporter à l'article sur l'efficacité de la méthode de mise en solution d'échantillon à l'annexe spécifiant la méthode concernée), ainsi que de la disponibilité des instruments de laboratoire nécessaires.

**9.2.2** Utiliser la méthode de mise en solution d'échantillon pour préparer des solutions d'essai destinées à l'analyse des métaux et métalloïdes totaux et leurs composés par la méthode spécifiée dans l'ISO 15202-3.

### 9.3 Exposition mixte

#### 9.3.1 S'il est nécessaire:

- de comparer des résultats avec des valeurs limites pour les composés solubles de métaux et/ou métalloïdes **et** avec des valeurs limites pour les métaux et/ou métalloïdes et leurs composés insolubles; ou
- de comparer des résultats avec des valeurs limites pour les composés solubles de métaux et/ou métalloïdes **et** avec des valeurs limites pour les métaux et/ou métalloïdes totaux et leurs composés;

suivre les instructions données en [9.3.2](#) et [9.3.3](#).

**9.3.2** Utiliser la méthode de mise en solution d'échantillon spécifiée à l'[Annexe B](#) pour préparer des solutions d'essai permettant de déterminer des composés solubles de métaux et métalloïdes par la méthode spécifiée dans l'ISO 15202-3.

**9.3.3** Choisir une méthode de mise en solution d'échantillon adéquate pour les métaux et métalloïdes totaux et leurs composés (voir [9.2](#)). L'utiliser pour le traitement de matériaux non solubilisés par la méthode utilisée pour les composés solubles de métaux et métalloïdes (voir [B.6.7.1](#)) et préparer des solutions d'essai permettant de déterminer les métaux et métalloïdes et leurs composés insolubles par la méthode spécifiée dans l'ISO 15202-3.

## 10 Cas particuliers

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

### 10.1 Action à mener s'il existe un doute concernant l'efficacité de la méthode de mise en solution d'échantillon choisie

ISO 15202-2:2020

**10.1.1** S'il existe le moindre doute concernant l'efficacité de la méthode de mise en solution d'échantillon choisie pour obtenir le taux de récupération analytique requis, lorsque cette méthode est utilisée pour la mise en solution des métaux et métalloïdes étudiés en fonction de la nature des matériaux qui pourraient être présents dans l'atmosphère d'essai, déterminer alors son efficacité pour cette application particulière. À cet effet, dans le cas des métaux et métalloïdes totaux, il est permis d'analyser un échantillon massif de composition connue de nature similaire aux matériaux utilisés ou produits sur le lieu de travail, par exemple un matériau de référence certifié. Pour le taux de récupération analytique des métaux et métalloïdes solubles, de meilleurs résultats sont obtenus en analysant des filtres dopés à l'aide d'une solution contenant une quantité connue des composés solubles étudiés.

**NOTE** Lors de l'élaboration d'une expérience destinée à déterminer l'efficacité d'une méthode de mise en solution d'échantillon, la granulométrie d'un échantillon massif peut avoir un effet significatif sur l'efficacité de la mise en solution. De plus, il est habituellement plus facile de mettre en solution quelques microgrammes de matériaux relativement insolubles que de mettre en solution quelques milligrammes.

**10.1.2** Si le taux de récupération analytique est inférieur à la valeur acceptable minimale spécifiée dans l'ISO 21832 (taux de récupération analytique d'au moins 90 % avec un coefficient de variation inférieur à 5 %), étudier l'utilisation d'une autre méthode de mise en solution d'échantillon. Celle-ci peut ne pas être une méthode spécifiée dans le présent document, s'il peut être démontré que son taux de récupération analytique répond aux exigences de l'ISO 21832.

**10.1.3** Ne pas utiliser de coefficient de correction pour compenser l'inefficacité supposée d'une méthode de mise en solution, dans la mesure où cela pourrait également entraîner des résultats erronés.

## 10.2 Action à mener lorsque les particules se sont détachées du filtre pendant le transport

Lorsque les cassettes de transport de filtre ou les dispositifs de prélèvement sont ouverts, il est recommandé de rechercher tout signe permettant de conclure que des particules se sont détachées du filtre pendant le transport. Si cela est avéré, nettoyer les surfaces intérieures de la cassette de transport de filtre ou du dispositif de prélèvement dans le récipient de mise en solution d'échantillon afin de récupérer le matériau concerné. Avant d'effectuer toute analyse, informer la personne ayant prélevé l'échantillon des conditions dans lesquelles ce dernier a été reçu de manière que cette personne puisse évaluer s'il est nécessaire d'analyser l'échantillon.

## 10.3 Action à mener en présence de dépôts sur les parois du dispositif de prélèvement

Il est fréquent que des particules se déposent sur les parois intérieures des dispositifs de prélèvement, et pour nombre de ces dispositifs, ces particules sont une partie intégrante, et souvent substantielle, de l'échantillon. Dans ces cas, une action doit être menée pour inclure les dépôts dans l'analyse. Des informations supplémentaires sont données à l'[Annexe J](#).

## 11 Enregistrements de laboratoire

**11.1** Enregistrer les détails concernant toutes les sources de réactifs (numéros de lot) utilisées pour la préparation des échantillons.

**11.2** Enregistrer les détails concernant l'appareillage de laboratoire utilisé pour la préparation des échantillons, si nécessaire, par exemple le numéro de série des équipements lorsqu'il y a plus d'une pièce d'équipement du même type dans le laboratoire.

**11.3** Enregistrer tout écart par rapport aux méthodes spécifiées.

**11.4** Enregistrer tout événement ou observation inhabituel(le) lors de la préparation des échantillons.

## Annexe A (informative)

### Précautions de sécurité à respecter lors de l'utilisation d'acide fluorhydrique et perchlorique

#### A.1 Précautions spéciales à respecter lors de l'utilisation d'acide fluorhydrique

**A.1.1** Prendre d'extrêmes précautions lors de l'utilisation d'acide fluorhydrique. S'assurer que la nature et la gravité de brûlures d'acide fluorhydrique sont connues avant de commencer à travailler avec cette substance.

La sensation de brûlure liée à de nombreuses brûlures à l'acide concentré n'apparaît pas immédiatement après exposition à l'acide fluorhydrique et peut ne pas apparaître avant plusieurs heures. Des solutions relativement diluées d'acide fluorhydrique peuvent également être absorbées par la peau, avec des conséquences sérieuses similaires à celles résultant d'une exposition à l'acide concentré.

Lors de l'utilisation d'acide fluorhydrique, il est recommandé de porter une paire de gants à usage unique sous une paire de gants en caoutchouc adéquate pour fournir une protection supplémentaire aux mains.

**A.1.2** Avoir à portée de main une crème contre les brûlures d'acide fluorhydrique (contenant du gluconate de calcium) à tout moment pendant tout travail avec de l'acide fluorhydrique et pendant encore 24 h après. Appliquer la crème sur toute peau contaminée, après avoir abondamment lavé à l'eau la surface affectée. Consulter immédiatement un médecin en cas d'accident. La crème à base de gluconate de calcium a une durée de vie limitée et il convient de la remplacer avant sa date d'expiration.

#### A.2 Précautions spéciales à respecter lors de l'utilisation d'acide perchlorique

**A.2.1** L'acide perchlorique forme des composés explosifs avec des matériaux organiques et de nombreux sels métalliques. Lors de la mise en solution d'échantillon utilisant cet acide, s'assurer que tout matériau organique présent est détruit, par exemple en chauffant avec de l'acide nitrique, avant de verser de l'acide perchlorique.

**A.2.2** Ne pas laisser bouillir jusqu'à extrait sec des solutions d'acide perchlorique présentant des teneurs élevées en sels métalliques, car les perchlorates solides sont sensibles au choc et peuvent exploser.

**A.2.3** Effectuer des digestions d'échantillons en utilisant une hotte conçue pour l'utilisation d'acide perchlorique et comprenant un système d'épuration pour éliminer les vapeurs d'acide des gaz d'échappement de manière à empêcher toute possibilité d'accumulation de matières potentiellement explosibles dans les conduits.

## Annexe B (normative)

### Méthode de mise en solution d'échantillon pour les composés solubles de métaux et métalloïdes

#### B.1 Domaine d'application

**B.1.1** La présente annexe spécifie une méthode de mise en solution des composés solubles de métaux et métalloïdes utilisant une solution de lixiviation adéquate.

**B.1.2** Cette méthode est applicable dans tous les cas, sauf lorsqu'une solution de lixiviation ou des conditions de lixiviation spécifiques, ou les deux, sont spécifiées dans des normes ou réglementations nationales.

**B.1.3** Les métaux pour lesquels les valeurs limites de leurs composés solubles ont généralement été établies (voir Références [14] et [15]) et pour lesquels la méthode de mise en solution d'échantillon spécifiée dans la présente annexe est applicable sont énumérés ci-dessous:

Aluminium	Baryum	Nickel	Rhodium	Tungstène
Argent	Molybdène	Platine	Thallium	Uranium

NOTE 1 La liste ci-dessus est fondée sur l'applicabilité du mode opératoire de mise en solution d'échantillon spécifié dans les Références [17], [18] et [19] avec adaptation sur la base du jugement d'experts. En outre, il ne s'agit pas d'une liste exhaustive et le mode opératoire sera efficace pour certains métaux et métalloïdes qui n'y sont pas répertoriés.

NOTE 2 La méthode de mise en solution d'échantillon spécifiée dans la présente annexe peut également être utilisée pour la mise en solution de composés solubles de zinc, par exemple pour le dosage du chlorure de zinc lorsque de l'oxyde de zinc est présent dans les fumées émises lors d'une galvanisation.

#### B.2 Efficacité de la méthode de mise en solution d'échantillon

**B.2.1** Les «composés solubles» de métaux et métalloïdes se définissent essentiellement par les solutions de lixiviation spécifiques et les conditions de lixiviation utilisées pour les méthodes de mesure spécifiées pour leur détermination. (Cela parce que, excepté les composés très solubles ou très insolubles dans l'eau, la solubilité peut dépendre de la nature de la solution de lixiviation et de paramètres tels que la granulométrie, le rapport soluté/solvant, le pH, la température, etc.). Par conséquent, la méthode de mise en solution d'échantillon donne, par définition, le résultat attendu.

NOTE La répétabilité et la reproductibilité de la lixiviation à l'eau des métaux solubles ont été démontrées pour les fumées de soudage dans le cadre d'une étude interlaboratoires<sup>[43]</sup>.

**B.2.2** Bien que la méthode de mise en solution d'échantillon des composés solubles spécifiée dans le présent document soit définie par elle-même, elle peut dans certains cas donner des résultats erronés. C'est le cas, notamment, lorsqu'un composé soluble réagit avec le matériau du filtre ou un contaminant présent sur le filtre, créant ainsi un composé insoluble. Par exemple, pour les composés d'argent solubles, le taux de récupération sera faible si le filtre utilisé est contaminé par du chlorure. Il est par conséquent important de tenir compte de la compatibilité chimique lors du choix d'un filtre pour le prélèvement des échantillons de composés solubles (voir l'ISO 15202-1). Lorsqu'un problème de compatibilité chimique est susceptible d'apparaître, il convient de procéder à des essais pour s'assurer que le taux