



**Norme  
internationale**

**ISO 13196**

**Qualité du sol — Diagnostic rapide  
d'une sélection d'éléments dans  
les sols à l'aide d'un spectromètre  
de fluorescence X à dispersion  
d'énergie de type mobile ou pistolet**

*Soil quality — Screening soils for selected elements by energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometry using a handheld or portable instrument*

**Deuxième édition  
2026-05**

# Sample Document

get full document from [standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai)



## DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2026

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
<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>2</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>2</b>
<b>4 Principe</b> .....	<b>4</b>
<b>5 Appareillage</b> .....	<b>4</b>
5.1 Spectromètre XRF .....	4
5.2 Récipient pour échantillonnage et préparation .....	5
5.3 Matériel d'échantillonnage .....	5
5.4 Crible .....	5
5.5 Godet à échantillon pour spectromètres XRF de type mobile .....	6
5.6 Récipient à échantillon pour spectromètres XRF de type pistolet .....	6
5.7 Dispositif de séchage (facultatif) .....	6
<b>6 Mode opératoire</b> .....	<b>6</b>
6.1 Généralités .....	6
6.2 Contrôle de performance des instruments .....	7
6.3 Étalonnage .....	7
6.4 Préparation avant l'investigation sur site .....	7
6.5 Mesurage in situ (y compris le mesurage strictement in situ) .....	7
6.5.1 Sécurisation de la zone de travail .....	7
6.5.2 Préparation du point de mesure .....	8
6.5.3 Mesurage de surface ou de point .....	8
6.6 Mesurage après échantillonnage .....	8
6.6.1 Préparation des échantillons .....	8
6.6.2 Mesurage des échantillons et calcul .....	10
<b>7 Applications spécifiques: performances spécifiques au site</b> .....	<b>10</b>
<b>8 Assurance et contrôle qualité</b> .....	<b>10</b>
8.1 Généralités .....	10
8.2 Essai de performance .....	11
8.2.1 Performances du spectromètre XRF .....	11
8.2.2 Matériaux de référence certifiés pour essais .....	11
8.3 Étalonnage de l'énergie des spectromètres XRF .....	11
8.4 Analyse/validation complémentaire pour les résultats quantitatifs .....	11
<b>9 Rapport d'essai</b> .....	<b>12</b>
<b>Annexe A (informative) Conclusion de l'essai interlaboratoires</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe B (informative) Utilité de la mesure par spectrométrie de fluorescence X à dispersion d'énergie (ED-XRF)</b> .....	<b>22</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>23</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'ISO attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'ISO ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'ISO n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets). L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevet et averti de leur existence.

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

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

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 190, *Qualité du sol*, sous-comité SC 3, *Méthodes chimiques et caractéristiques physiques*, en collaboration avec le comité technique CEN/TC 444, *Caractérisation environnementale des matrices solides*, du Comité européen de normalisation (CEN), conformément à l'Accord de coopération technique entre l'ISO et le CEN (Accord de Vienne).

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 13196:2013), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes:

- les informations relatives aux options de mesurage ont été clarifiées;
- les matériaux adaptés au matériel d'échantillonnage et de préparation des échantillons sont indiqués;
- de plus amples informations sont fournies aux utilisateurs du présent document concernant les exigences relatives:
  - au tamis;
  - au godet à échantillon;
  - au fonctionnement de base des spectromètres XRF;
  - aux instructions de sécurité;
  - à la préparation des échantillons.

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 spectrométrie de fluorescence X (XRF) à l'aide d'un équipement de type mobile ou pistolet alimenté par batterie ou source active est une méthode de détermination rapide des compositions élémentaires totales des échantillons de sol. Contrairement aux analyses en laboratoire par spectroscopie d'émission optique à plasma à couplage inductif (ICP-OES) et spectroscopie d'absorption atomique (AAS), la spectrométrie XRF à l'aide d'un équipement ne nécessite aucune étape de digestion pour préparer la solution d'essai à analyser. De ce fait, un équipement XRF à dispersion d'énergie (ED-XRF) de type mobile ou pistolet convient à la détermination rapide sur site d'une sélection d'éléments, principalement les métaux lourds dans les démarches de diagnostic rapide. Lors de la réalisation d'une analyse sur un site, il peut être important de disposer d'informations sur la présence d'un élément (analyse qualitative) et également d'obtenir des résultats issus d'une analyse semi-quantitative. Les éléments typiques qu'il est possible de détecter et de mesurer sont Cr, As, Se, Cd, Hg et Pb, selon l'instrument (les éléments validés pour la détection et le mesurage par XRF sont énumérés dans la Note 3 de [l'Article 1](#)). Dans ce type de situation, les étalonnages prédéfinis en usine sont utilisés. Concernant les résultats quantitatifs, une analyse complémentaire est nécessaire à l'aide de moyens alternatifs.

Un exercice ED-XRF peut comporter une seule détermination en un seul lieu, conformément aux recommandations du présent document, plusieurs déterminations ou un grand nombre de déterminations.

Lorsque des analyseurs XRF sont utilisés pour évaluer les concentrations des contaminants du sol toxiques pour l'homme et/ou l'environnement, des réglementations nationales peuvent être applicables avec des cadres de normes, de recommandations et de codes de bonne pratique pour de telles investigations.

Le présent document ne vise pas à définir une stratégie, une tactique ou une méthodologie pour réaliser des investigations environnementales, des évaluations de l'impact des terres ou des sols potentiellement contaminés sur la santé humaine ou une évaluation des ressources minérales.

L'adhésion au présent document ne démontre pas la conformité aux réglementations nationales relatives aux investigations des terres contaminées.

get full document from [standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai)

# Sample Document

get full document from [standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai)

# Qualité du sol — Diagnostic rapide d'une sélection d'éléments dans les sols à l'aide d'un spectromètre de fluorescence X à dispersion d'énergie de type mobile ou pistolet

**AVERTISSEMENT** — Les échantillons de sol peuvent contenir des contaminants toxiques. Éviter le contact direct des échantillons de sol avec les parties exposées du corps humain. Des mesures appropriées doivent être prises pour éviter l'ingestion et l'inhalation.

L'exposition aux rayons X peut entraîner des blessures par irradiation dans tout le corps, ainsi qu'un risque accru de cancer. Les spectromètres XRF doivent généralement satisfaire aux réglementations nationales. Les personnes qui utilisent, gèrent ou supervisent l'utilisation de tels équipements doivent généralement être qualifiées pour le faire conformément aux réglementations nationales.

Le spectromètre XRF à utiliser conformément au présent document doit présenter une fonction de sécurité intégrée afin d'empêcher l'opérateur et le public d'être exposés par inadvertance aux faisceaux de rayons X. Les mécanismes de blocage automatique de l'irradiation aux rayons X doivent également fonctionner lorsqu'aucun échantillon n'est trouvé par le spectromètre ou que des corps humains sont détectés par un capteur infrarouge dont il est équipé. Il convient que les utilisateurs de spectromètres XRF fassent appel à un responsable en radioprotection afin qu'il examine leurs propositions d'activité avec le spectromètre XRF et leur fournisse un avis éclairé sur les implications de ces propositions en termes de sécurité.

Pour les analyses in situ (y compris uniquement in situ), il convient d'établir une zone de travail sécurisée ou une zone contrôlée à l'aide de panneaux et de barrières, si nécessaire, afin de s'assurer que les personnes présentes sont tenues à distance.

## 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie la procédure de diagnostic rapide d'une sélection d'éléments dans les sols à l'aide d'un équipement de type mobile ou pistolet pour la spectrométrie de fluorescence X à dispersion d'énergie (ED-XRF). Il couvre l'application de cette méthode de diagnostic pour obtenir des données qualitatives ou semi-quantitatives qui aident à décider d'une stratégie d'échantillonnage pour l'évaluation détaillée de la qualité du sol employant des méthodes d'analyse chimique en laboratoire.

NOTE 1 Les méthodes de diagnostic fournissent généralement des valeurs de concentration qualitatives ou semi-quantitatives qui sont indicatives des valeurs de concentration, bien qu'elles puissent parfois donner des résultats quantitatifs dans des conditions spécifiques ou limitées.

NOTE 2 Plus les efforts appliqués au traitement préalable des échantillons de sol sont importants, plus on peut s'attendre à des résultats d'analyse de qualité (voir, par exemple, la Référence [19]).

Le présent document ne spécifie pas de façon explicite les éléments pour lesquels il est applicable dans la mesure où ses possibilités d'application dépendent des performances de l'appareil et des objectifs du diagnostic rapide. Les éléments qui peuvent être déterminés sont limités par les performances de l'instrument utilisé, les concentrations des éléments particuliers présents dans le sol, et les exigences de l'investigation concernant les concentrations minimales préoccupantes (par exemple, la valeur de référence).

NOTE 3 Les mesurages XRF de As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, V et Zn ont été validées tel que décrit à l'Annexe A.

NOTE 4 L'Annexe B fournit des exemples de cas où il peut être utile d'effectuer un diagnostic rapide à l'aide d'un spectromètre ED-XRF de type mobile ou pistolet.

Le présent document ne fournit pas de recommandations relatives à la manière d'utiliser l'équipement pour obtenir des données quantitatives en vue de les utiliser dans les évaluations détaillées des sites. Le présent

document ne couvre pas la manière dont les résultats de plusieurs déterminations sont synthétisés pour répondre aux objectifs d'une détermination par ED-XRF.

## 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 12404, *Sol et déchets — Recommandations relatives à la sélection et à l'application des méthodes de diagnostic rapide*

IEC 62495, *Nuclear instrumentation — Portable X-ray fluorescence analysis equipment utilizing a miniature X-ray tube (disponible en anglais seulement)*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions 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 <https://www.electropedia.org/>

### 3.1 spectromètre de fluorescence X spectromètre XRF

spectromètre permettant d'observer la fluorescence X émise par les éléments pour analyse

Note 1 à l'article: Dans le présent document, spectromètre de fluorescence X (spectromètre XRF) désigne un spectromètre de fluorescence X à dispersion d'énergie (spectromètre ED-XRF).

### 3.2 spectromètre XRF de type pistolet

*spectromètre XRF (3.1)* qui peut être utilisé pour une analyse in situ (par exemple, *mesurage strictement in situ (3.11)*, *mesurage in situ (3.12)*) à la main

Note 1 à l'article: Les spectromètres XRF de type pistolet peuvent être utilisés à la fois pour les mesurages *in situ* (comprenant les mesurages strictement in situ) et les mesurages avec échantillonnage ou les *mesurages après échantillonnage (3.13)*. Par mesurage après échantillonnage, on entend l'application de méthodes de détermination, y compris la spectrométrie XRF, à des échantillons prélevés et, si nécessaire, préalablement traités, sur un site ou dans un laboratoire.

Note 2 à l'article: Lors de l'application d'un spectromètre XRF à des échantillons en un point juste après les avoir collectés du sol, l'opération consiste toujours en un mesurage in situ.

### 3.3 spectromètre XRF de type mobile

spectromètre XRF qui peut être transporté jusqu'à un site pour analyser les échantillons qui ont été prélevés à un point de celui-ci

Note 1 à l'article: Les spectromètres XRF de type mobile sont applicables aux *mesurages in situ (3.12)* et aux *mesurages après échantillonnage (3.13)*.

Note 2 à l'article: Des spectromètres XRF de type pistolet (3.2) peuvent être utilisés sur le plan de travail. Cependant, le dispositif fonctionne à la main tel que décrit en 3.2.

### 3.4

#### **approche des paramètres fondamentaux**

méthode permettant d'obtenir la composition élémentaire par le biais d'une approximation successive des intensités théoriques de fluorescence X par rapport aux intensités mesurées de fluorescence X

Note 1 à l'article: Le calcul des intensités théoriques de fluorescence X est réalisé à partir de la composition élémentaire présumée, de paramètres théoriques et de coefficients de sensibilité prédéterminés du spectromètre XRF.

### 3.5

#### **diagnostic rapide**

application d'une méthode d'analyse *semi-quantitative* (3.8) à des fins exploratoires

[SOURCE: ISO 12404:2021, 3.1]

### 3.6

#### **méthode de diagnostic rapide**

méthode utilisée (souvent sur site) pour explorer rapidement une zone donnée, y compris la répartition de paramètres cibles, ou pour soumettre à essai un ensemble d'échantillons et obtenir des données sur les caractéristiques des échantillons

Note 1 à l'article: Une méthode de diagnostic rapide n'est pas toujours directement comparable à des *méthodes de référence* (3.7).

[SOURCE: ISO 12404:2021, 3.2]

### 3.7

#### **méthode de référence**

méthode mise en œuvre conformément à des normes nationales ou internationales

[SOURCE: ISO 12404:2021, 3.3]

### 3.8

#### **semi-quantitatif**

approximatif et comparatif plutôt qu'absolument quantitatif

### 3.9

#### **analyse semi-quantitative**

méthode d'analyse des données qui fournit des mesurages approximatifs et comparatifs plutôt qu'une quantification absolue dans le cadre d'une seule expérimentation

Note 1 à l'article: Elle combine des éléments d'analyse qualitative et quantitative, permettant l'interprétation de valeurs numériques qui reflètent le degré ou l'étendue d'une caractéristique particulière dans un échantillon. Contrairement aux méthodes entièrement quantitatives, qui donnent des résultats pouvant être directement comparés entre différentes expérimentations, les méthodes *semi-quantitatives* (3.8) fournissent des informations qui sont principalement significatives dans le contexte d'une seule expérimentation ou étude.

### 3.10

#### **analyse qualitative**

méthode d'analyse des données qui se concentre sur la détection ou l'identification des éléments constituants sans fournir de concentrations spécifiques

### 3.11

#### **mesurage strictement in situ**

observation directe de la surface du sol à l'aide d'un dispositif de type pistolet

### 3.12

#### **mesurage in situ**

observation à l'emplacement d'échantillonnage des échantillons prélevés dans le sol, à l'aide d'un dispositif de type mobile ou pistolet