

---

---

**Qualité du sol — Détermination du potentiel  
d'oxydoréduction — Méthode de terrain**

*Soil quality — Determination of redox potential — Field method*

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

[ISO 11271:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/923acc97-2d7e-4f4b-8d6f-70e4a75f7d3e/iso-11271-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/923acc97-2d7e-4f4b-8d6f-70e4a75f7d3e/iso-11271-2002>



**PDF — Exonération de responsabilité**

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

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

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

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

[ISO 11271:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/923acc97-2d7e-4f4b-8d6f-70e4a75f7d3e/iso-11271-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/923acc97-2d7e-4f4b-8d6f-70e4a75f7d3e/iso-11271-2002>

© ISO 2002

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

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

Imprimé en Suisse

## Sommaire

	Page
1 Domaine d'application .....	1
2 Référence normative .....	1
3 Terme et définition .....	1
4 Principe .....	1
5 Appareillage .....	2
6 Réactifs .....	3
7 Sélection du site et échantillonnage .....	3
8 Mode opératoire .....	3
9 Évaluation .....	4
10 Expression des résultats .....	5
11 Rapport d'essai .....	5

## Annexes

A Description du montage d'électrodes redox, du pont électrolytique et de leur disposition pendant le mesurage .....	6
B Potentiels d'électrodes de platine dans différentes solutions .....	10
C Potentiels d'électrodes de référence .....	11
D Degré d'humidité du sol .....	12
Bibliographie.....	13

## 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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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.

La Norme internationale ISO 11271 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 190, *Qualité du sol*, sous-comité SC 3, *Méthodes chimiques et caractéristiques du sol*.

Les annexes A, B, C et D de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

ISO 11271:2002  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/923acc97-2d7e-4f4b-8d6f-70e4a75f7d3e/iso-11271-2002>

## Introduction

Le potentiel d'oxydoréduction du sol est un paramètre physico-chimique important, utilisé pour caractériser globalement le degré d'aération d'un sol. Sur site, il fournit des informations sur l'état d'oxydation ou de réduction des composants qui, selon les cas, jouent un rôle important dans la nutrition des végétaux, peuvent provoquer des phénomènes de toxicité ou intervenir dans les transferts gazeux vers l'atmosphère (effet de serre). Il peut également être utilisé, dans une certaine mesure, pour suivre les performances du sol lors de l'épandage ou du compostage des boues et adapter les applications en conséquence. En laboratoire, il peut être utilisé pour étudier les phénomènes de diffusion de l'oxygène au niveau des agrégats.

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

[ISO 11271:2002](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/923acc97-2d7e-4f4b-8d6f-70e4a75f7d3e/iso-11271-2002)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/923acc97-2d7e-4f4b-8d6f-70e4a75f7d3e/iso-11271-2002>

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

ISO 11271:2002

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/923acc97-2d7e-4f4b-8d6f-70e4a75f7d3e/iso-11271-2002>

# Qualité du sol — Détermination du potentiel d'oxydoréduction — Méthode de terrain

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode de terrain pour la détermination du potentiel d'oxydoréduction, ou potentiel redox, d'un sol ( $E_h$ ).

NOTE Le mesurage électrochimique du potentiel redox décrit n'est possible que pour un horizon de sol dont le degré d'humidité est défini comme frais ou plus humide, selon la classification présentée à l'annexe D.

## 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 Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de cette publication ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale 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 l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 3696:1987, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai*  
<https://standards.iso.org/standards/info/3696/1987/0106.html>  
<https://standards.iso.org/standards/info/3696/1987/0106.html>

## 3 Terme et définition

Pour les besoins de la présente Norme internationale, le terme et la définition suivants s'appliquent.

### 3.1

#### potentiel redox

$E_h$

potentiel électrochimique représentatif de l'état d'oxydoréduction d'un système chimique liquide (dans le cas présent, d'une solution de sol)

## 4 Principe

Le potentiel redox est un équivalent électrochimique de l'énergie libre des réactions d'oxydation et de réduction et pour un seul système redox équilibré de forme générale:



est donné par l'équation de Nernst:

$$E_h = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{A_{\text{ox}}}{A_{\text{red}}} - \frac{2,303mRT}{nF} \text{pH} \quad (2)$$

où

- $A_{\text{ox}}$  et  $A_{\text{red}}$  sont respectivement les activités des formes oxydée et réduite de l'élément;
- $e^-$  fait référence à l'électron ou aux électrons impliqué(s) dans la réaction;
- $H^+$  fait référence au(x) proton(s) impliqué(s) dans la réaction;
- $n$  et  $m$  sont respectivement le nombre d'électrons et le nombre de protons impliqués dans la réaction;
- $E^0$  est la valeur normalisée du potentiel, c'est-à-dire lorsque  $A_{\text{ox}} = A_{\text{red}}$  et  $\text{pH} = 0$ ;
- $R$  est la constante universelle des gaz ( $8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ );
- $T$  est la température absolue;
- $F$  est la constante Faraday ( $96 \text{ 500 C} \cdot \text{mol}^{-1}$ );
- 2,303 est le logarithme naturel de 10.

Le potentiel d'oxydoréduction est lié à l'activité des électrons ( $e^-$ ) dans le système comme suit:

$$E_h = - \frac{RT}{F} \ln(e^-) \tag{3}$$

NOTE Il est recommandé aux utilisateurs de la présente Norme internationale qui ne maîtrisent pas ces concepts électrochimiques de consulter la documentation appropriée ou de se renseigner auprès de professionnels.

La détermination électrométrique du potentiel redox est analogue à la détermination du pH. La détermination du potentiel redox,  $E_h$ , suit le principe de la mesure de la différence de potentiel entre une électrode de mesurage inerte (généralement une électrode de platine), c'est-à-dire une électrode ne réagissant pas avec la solution elle-même, et l'électrode à hydrogène normalisée utilisée comme électrode de référence. De nombreux systèmes redox sont mis en œuvre dans la solution de sol et le potentiel qui en résulte est un potentiel global qui dépend des couples redox électro-actifs existants. Pour des raisons pratiques, une électrode argent-chlorure d'argent est généralement utilisée comme électrode de référence dont le potentiel est ajouté à la différence de potentiel mesurée (voir annexe C) pour obtenir les valeurs exprimées sur la base de l'électrode à hydrogène normalisée.

## 5 Appareillage

**5.1 Millivoltmètre**, avec une résistance d'entrée d'au moins  $10 \text{ G}\Omega$  et une sensibilité de 1 mV.

**5.2 Un jeu d'électrodes redox**, telles que décrites en A.1.

Il convient que toutes les électrodes soient suffisamment robustes pour une utilisation sur le terrain.

**5.3 Électrode de référence:** électrode de référence argent/chlorure d'argent dans une solution de chlorure de potassium à 1 mol/l ou à 3 mol/l.

D'autres électrodes de référence, telles que les électrodes au calomel, peuvent également être utilisées, mais elles ne sont pas recommandées du fait des risques pour la santé liés à l'utilisation du mercure. Le potentiel de telles électrodes de référence par rapport à une électrode à hydrogène normalisée est donné à l'annexe B. Il est recommandé de stocker les électrodes de référence dans une solution de chlorure de potassium (6.4) de même concentration que celle de l'électrode, ou directement dans le pont électrolytique (5.5) contenant une concentration de chlorure de potassium identique. Il convient de noter que des concentrations plus faibles de chlorure de potassium réduisent la contamination du sol par ce sel.

**5.4 Tige rigide** (l'acier inoxydable convient), de 20 cm à 100 cm de longueur et d'un diamètre supérieur de 2 mm à celui des électrodes redox (5.2).

La tige doit avoir une longueur permettant l'insertion des électrodes redox à la profondeur désirée dans le sol.

**5.5 Pont électrolytique**, pour connecter l'électrode de référence au sol (voir A.2).

**5.6 Tarière à main**, d'un diamètre supérieur de 3 mm à 5 mm à celui du pont électrolytique.

**5.7 Matériel et produits de nettoyage des électrodes**: la paille de fer très fine, certains chiffons en coton et la poudre à récurer se sont avérés adaptés.

**5.8 Thermomètre**, pour mesurer la température du sol à l'emplacement de l'électrode de référence (voir article 8) avec une précision de 1 °C.

## 6 Réactifs

**6.1 Solution tampon redox**, pour étalonner les électrodes redox.

Utiliser soit une solution tamponnée de quinhydrone (préparée en ajoutant de la quinhydrone à la solution de pH tamponnée pour obtenir une suspension), soit une solution équimolaire d'hexaferrocyanate(III) de potassium et d'hexaferrocyanate(II) de potassium (voir annexe B).

**6.2 Eau**, conforme à la qualité 2 selon l'ISO 3696.

**6.3 Agar-agar**,  $\rho = 0,5\%$ , dans une solution de chlorure de potassium de même concentration que celle de l'électrode de référence.

**6.4 Solution de chlorure de potassium**, de même concentration que celle choisie en 5.3.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/923acc97-2d7e-444b-8d6f>

NOTE Cette solution est utilisée pour stocker l'électrode de référence ou est ajoutée dans le pont électrolytique, selon le cas.

## 7 Sélection du site et échantillonnage

Il est recommandé que la sélection et la description de l'emplacement des mesurages ainsi que des échantillons pour les mesurages effectués en laboratoire suivent les lignes directrices données dans l'ISO 10381-1 et l'ISO 11464.

## 8 Mode opératoire

### 8.1 Entretien, nettoyage et essai du système d'électrodes de potentiel redox

Les électrodes de platine doivent être stockées à l'air et maintenues propres. Elles doivent être inspectées pour détecter d'éventuelles détériorations et/ou contaminations à chaque utilisation, mais au moins une fois par an. Les huiles, graisses, cires et autres produits chimiques susceptibles d'adhérer aux électrodes ont un effet particulièrement négatif sur leur fonctionnement. Les électrodes contaminées par des particules de sol doivent être nettoyées doucement avec un chiffon en coton et rincées avec de l'eau distillée. En cas de contamination importante, par exemple une contamination par des huiles, etc. (voir ci-dessus), un solvant approprié, puis une poudre à récurer (5.7) doivent être utilisés (voir la Note ci-dessous).

L'électrode ou les électrodes de référence doivent être vérifiées en même temps que l'électrode ou les électrodes de platine. Tout changement visible de couleur ou de transparence de la solution électrolytique de chlorure de potassium indique une anomalie probable. Dans ce cas, l'électrode de référence ne doit pas être utilisée. Cependant, la présence de cristaux de chlorure de potassium est une caractéristique normale des solutions de chlorure de potassium saturées et ne justifie pas le rejet de l'électrode en question.

Les électrodes doivent être vérifiées avant chaque série de mesurages en déterminant leur réaction au moyen de la solution tampon redox (6.1). Les valeurs de potentiels redox mesurées doivent être celles indiquées dans l'annexe B. Toute électrode dont la valeur diffère de plus de 10 mV par rapport à la valeur requise doit être nettoyée et faire l'objet d'un nouvel essai ou éliminée si le nettoyage ne supprime pas le problème.

NOTE L'expérience a montré que l'utilisation d'agents oxydants forts, par exemple l'acide nitrique ou une solution de peroxyde d'hydrogène, comme agents de nettoyage des électrodes de platine peut occasionner des potentiels redox élevés. C'est pourquoi l'utilisation de ce type d'agents n'est pas recommandée.

D'un point de vue pratique, les potentiels de l'électrode de référence peuvent être vérifiés les uns par rapport aux autres. Une électrode dont la valeur mesurée diffère de plus de 10 mV par rapport aux autres est vraisemblablement défectueuse et il convient de l'éliminer. Cette méthode de contrôle nécessite un minimum de trois électrodes de référence connectées l'une après l'autre.

Les électrodes de référence ne peuvent être vérifiées dans l'absolu que par rapport à une électrode à hydrogène normalisée. Ceci ne peut être réalisé que dans des laboratoires spécialisés. Il est souvent plus pratique de se procurer des électrodes exclusivement chez un fournisseur réputé.

## 8.2 Préparation du site et mesurage du potentiel redox

À l'emplacement du mesurage, percer un trou dans le sol à l'aide d'une tige rigide (5.4) à une profondeur inférieure de 2 cm à 3 cm à celle de la profondeur de mesure désirée. Insérer immédiatement l'électrode redox dans le trou à une profondeur supérieure de 2 cm à 3 cm à celle du trou. Il convient de mettre au moins deux électrodes en place pour chaque profondeur de mesurage. Laisser les électrodes de platine dans le sol pendant au moins 30 min avant de les connecter au millivoltmètre.

À une distance comprise entre 10 cm et 100 cm de l'électrode redox, percer un trou dans une couche fraîche (ou plus humide) du sol (voir annexe D) et installer le pont électrolytique pour obtenir un bon contact entre la capsule en céramique du pont électrolytique et le sol. Mesurer la différence de potentiel,  $E_m$ , en millivolts, entre l'électrode de platine et l'électrode de référence au bout d'une heure, en utilisant le millivoltmètre (5.1). La période de temps avant le mesurage ne peut être plus courte (mais non inférieure à 30 min) que si la différence entre des mesurages successifs à des intervalles de 10 min est inférieure ou égale à 2 mV. Mesurer la température (5.8) à l'emplacement de l'électrode de référence au moment du mesurage de la différence de potentiel,  $E_m$ .

Il est recommandé de déconnecter l'électrode de platine du millivoltmètre entre les mesurages. Du chlorure de potassium peut s'échapper du pont électrolytique et cette fuite peut atteindre des proportions importantes au bout de 2 h environ. Pour l'éviter, il convient de retirer du sol le pont électrolytique et de le réinstaller avant chaque série de mesurages.

Protéger l'électrode de référence contre un échauffement direct par le soleil. Se souvenir qu'il convient de prendre en compte la température de l'électrode de référence et non celle du sol pour obtenir le potentiel de l'électrode de référence.

## 9 Évaluation

La tension mesurée,  $E_m$ , doit être liée à la tension de l'électrode à hydrogène normalisée en ajoutant le potentiel de l'électrode de référence,  $E_r$ , (voir annexe C) à la valeur mesurée  $E_m$  [équation (4)]. La tension ainsi obtenue est appelée potentiel redox,  $E_h$ .

$$E_h = E_m + E_r \quad (4)$$

NOTE Le potentiel redox dans les sols est compris entre -400 mV (réduction extrême) et +900 mV (oxydation extrême).

## 10 Expression des résultats

La valeur du potentiel redox doit être arrondie à 10 mV près.

a) Exemple de calcul:

Valeur mesurée de  $E_m$ : +327 mV, mesurée par rapport à une électrode argent/chlorure d'argent dans une solution de chlorure de potassium à 1 mol. La température de l'emplacement de l'électrode de référence au moment du mesurage est de 17 °C, ce qui signifie que son potentiel par rapport à l'électrode à hydrogène normalisée est de 241 mV (voir annexe C). Ainsi:

$$E_h = +327 \text{ mV} + 241 \text{ mV} = +568 \text{ mV}$$

b) Exemple de présentation des résultats:

Potentiel redox ( $E_h$ ) = 570 mV

## 11 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit comporter les informations suivantes:

- une référence à la présente Norme internationale;
- l'identification complète du site d'essai, y compris la profondeur de mesurage et le degré d'humidité du sol, par exemple sur la base du Tableau D.1;
- les résultats de la détermination;
- tous les détails facultatifs non mentionnés dans la présente Norme internationale, ainsi que tous les facteurs susceptibles d'avoir influé sur les résultats.

(standards.iteh.ai)

ISO 11271:2002

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/923acc97-2d7e-4f4b-8d6f-70e4a75f7d3e/iso-11271-2002>