
**Qualité du sol — Détermination de
la capacité d'échange cationique
et du taux de saturation en bases
échangeables à l'aide d'une solution
de chlorure de baryum**

*Soil quality — Determination of effective cation exchange capacity
and base saturation level using barium chloride solution*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 11260:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/181c0854-e47d-4121-875e-d1d09c4a6773/iso-11260-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/181c0854-e47d-4121-875e-d1d09c4a6773/iso-11260-2018>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[ISO 11260:2018](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/181c0854-e47d-4121-875e-d1d09c4a6773/iso-11260-2018)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/181c0854-e47d-4121-875e-d1d09c4a6773/iso-11260-2018>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2018

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, 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, Geneva
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principe	1
5 Interférences	2
6 Modes opératoires	2
6.1 Prétraitement des échantillons.....	2
6.2 Lixiviation.....	2
6.2.1 Réactifs.....	2
6.2.2 Mode opératoire de lixiviation.....	3
6.3 Détermination de la CEC.....	3
6.3.1 Principe.....	3
6.3.2 Réactifs.....	3
6.3.3 Série d'étalonnage.....	3
6.3.4 Mode opératoire spectrométrique.....	4
6.3.5 Calculs.....	4
6.4 Détermination de la teneur en sodium et en potassium échangeables.....	5
6.4.1 Principe.....	5
6.4.2 Réactifs.....	5
6.4.3 Série d'étalonnage.....	5
6.4.4 Mode opératoire spectrométrique.....	5
6.4.5 Calculs.....	6
6.5 Détermination de la teneur en calcium et en magnésium échangeables.....	6
6.5.1 Principe.....	6
6.5.2 Réactifs.....	6
6.5.3 Série d'étalonnage.....	7
6.5.4 Mode opératoire spectrométrique.....	7
6.5.5 Calculs.....	8
7 Caractérisation des performances	8
7.1 Vérification de l'étalonnage.....	8
7.2 Répétabilité et reproductibilité.....	8
8 Rapport d'essai	8
Annexe A (informative) Données de performances	10
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 (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.

(standards.iteh.ai)

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 le lien suivant: 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 du sol*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 11260:1994), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle incorpore également le rectificatif technique ISO 11260:1994/Cor.1:1996.

Qualité du sol — Détermination de la capacité d'échange cationique et du taux de saturation en bases échangeables à l'aide d'une solution de chlorure de baryum

AVERTISSEMENT — Il convient que l'utilisateur du présent document connaisse bien les pratiques courantes de laboratoire. Le présent document n'a pas pour but de traiter tous les problèmes de sécurité qui sont, le cas échéant, liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur du présent document d'établir des pratiques appropriées en matière d'hygiène et de sécurité.

IMPORTANT — Il est absolument impératif que les essais effectués conformément à ce document soient menés à bien par un personnel suffisamment qualifié.

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie une méthode pour la détermination de la capacité d'échange cationique (CEC) au pH du sol et de la teneur en sodium, potassium, calcium et magnésium échangeables dans le sol.

Le présent document est applicable à tous les types d'échantillons de sol séchés à l'air. L'ISO 11464 peut être utilisée pour un prétraitement.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 11265, *Qualité du sol — Détermination de la conductivité électrique spécifique*

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

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/>

4 Principe

La détermination de la capacité d'échange cationique (CEC) telle qu'elle est spécifiée dans le présent document est une modification de la méthode proposée par Gillman (voir Référence [6]). La CEC des échantillons de sol est déterminée au pH du sol et à une faible concentration ionique totale.

D'abord saturer le sol en baryum en le traitant trois fois à l'aide d'une solution de chlorure de baryum à 0,1 mol/l. Équilibrer ensuite le sol à l'aide d'une solution de chlorure de baryum à 0,01 mol/l, puis ajouter un excès connu de sulfate de magnésium à 0,02 mol/l. Tout le baryum présent, aussi bien dans la solution que celui qui a été adsorbé, est précipité sous forme de sulfate de baryum très insoluble et, par conséquent, les sites d'ions échangeables sont facilement occupés par le magnésium. Mesurer l'excès de

magnésium par spectrométrie d'émission atomique avec plasma induit par haute fréquence (ICP-AES). D'autres méthodes présentant des limites d'exactitude et de détection comparables peuvent aussi être utilisées.

Il est également possible de déterminer la concentration en sodium, potassium, calcium et magnésium (ainsi que celle d'autres éléments, tels que le fer, le manganèse et l'aluminium) dans l'extrait du sol traité au chlorure de baryum à 0,1 mol/l du sol.

Si l'extrait au chlorure de baryum présente une coloration brun-jaunâtre, cela indique que certaines matières organiques ont été dissoutes. Si cela se produit, le consigner dans le rapport d'essai.

NOTE 1 Étant donné que la matière organique contribue à la CEC, la valeur de la CEC mesurée donnera une sous-estimation de la CEC réelle.

NOTE 2 La somme des cations échangeables peut donner un résultat supérieur à la CEC réelle en raison de la dissolution des sels présents dans le sol. Toutefois, un lavage préliminaire du sol à l'eau dans le but d'éliminer ces sels peut modifier les proportions relatives de cations dans la CEC.

5 Interférences

Le calcium, qui peut être présent sous forme de calcite ou de gypse dans l'échantillon, influe sur la méthode. En outre, la présence de tout sel soluble conduit à des teneurs en cations échangeables supérieures aux teneurs réelles, (voir les Références [4] et [5]).

Le mesurage de la conductivité électrique spécifique des échantillons de sol conformément à l'ISO 11265 indique si les échantillons de sol contiennent des sels.

6 Modes opératoires

6.1 Prétraitement des échantillons

Prétraiter l'échantillon et le sécher à l'air conformément à l'ISO 11464.

6.2 Lixiviation

6.2.1 Réactifs

Utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue et de l'eau de qualité 2 selon l'ISO 3696.

6.2.1.1 Solution de chlorure de baryum, $c(\text{BaCl}_2) = 0,1 \text{ mol/l}$.

Dissoudre 24,43 g de chlorure de baryum dihydraté ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) dans de l'eau et compléter à 1 000 ml avec de l'eau à 20 °C.

6.2.1.2 Solution de chlorure de baryum, $c(\text{BaCl}_2) = 0,002 5 \text{ mol/l}$.

Diluer 25 ml de la solution de chlorure de baryum à 0,1 ml/l à 1 000 ml à 20 °C.

6.2.1.3 Solution de sulfate de magnésium, $c(\text{MgSO}_4) = 0,020 0 \text{ mol/l}$.

Dissoudre $(4,93 \pm 0,01)$ g de sulfate de magnésium heptahydraté ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) (voir Note) dans de l'eau et compléter à 1 000 ml avec de l'eau à 20 °C.

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ peut perdre de l'eau de cristallisation au repos. Il convient de normaliser le réactif par titrage à l'EDTA à pH 10 en présence de noir d'ériochrome T comme indicateur ou de le conserver dans un flacon fermé dans un sac en polyéthylène hermétique gardé au réfrigérateur.

6.2.2 Mode opératoire de lixiviation

Transvaser 2,50 g de sol séché à l'air (tamisé à une taille de particules < 2 mm) dans un tube à centrifuger en polyéthylène d'environ 50 ml, hermétiquement bouché. Noter la masse combinée du tube et du sol (m_1). Ajouter 30 ml \pm 0,1 ml de solution de chlorure de baryum (6.2.1.1) au sol et agiter pendant 1 h. Centrifuger les tubes à 3 000g pendant 10 min.

Transvaser le liquide surnageant dans une fiole jaugée de 100 ml. Répéter deux fois encore l'addition de solution de 30 ml de chlorure de baryum, l'agitation et la centrifugation, en ajoutant à chaque fois le liquide surnageant à la fiole jaugée de 100 ml. Compléter le volume de la fiole jaugée à l'aide de la solution de chlorure de baryum (6.2.1.1).

Mélanger, filtrer et conserver l'extrait pour la détermination des concentrations en sodium, potassium, calcium et magnésium conformément à 6.4 et 6.5. Ajouter 30 ml de solution de chlorure de baryum (6.2.1.2) à l'agrégat de sol et agiter toute la nuit. (La concentration en baryum dans la solution d'équilibre est d'environ 0,01 mol/l lorsqu'il reste 2,5 ml de solution dans l'agrégat de sol.) Équilibrer les tubes et centrifuger à environ 3 000g pendant 10 min. Transvaser le liquide surnageant.

Peser le tube avec son contenu et son bouchon (m_2). Ajouter 30 ml \pm 0,1 ml de la solution de sulfate de magnésium (6.2.1.3) à l'agrégat de sol et agiter pendant une nuit. Centrifuger à 3 000g pendant 10 min. Transvaser la solution surnageante à travers un filtre de papier grossier dans une fiole conique et la conserver pour la détermination de la concentration de magnésium en excès conformément à 6.3.4.

Préparer une solution à blanc en suivant intégralement le même mode opératoire que ci-dessus, mais sans ajouter de sol.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

6.3 Détermination de la CEC

6.3.1 Principe

La teneur en cations est déterminée par ICP-AES.

ISO 11260:2018

https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/181c0854-e47d-4121-875e-d1d09c4a6773/iso-11260-2018

6.3.2 Réactifs

Utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue et de l'eau distillée ou déionisée pour toutes les solutions.

6.3.2.1 Acide chlorhydrique, $c(\text{HCl}) = 12 \text{ mol/l}$ ($\rho = 1,19 \text{ g/ml}$).

6.3.2.2 Solution étalon de magnésium, $c(\text{Mg}) = 0,001 0 \text{ mol/l}$.

Prélever à la pipette 50,0 ml de solution de sulfate de magnésium à 0,020 0 mol/l (6.2.1.3), l'introduire dans une fiole jaugée de 1 000 ml et compléter au volume avec de l'eau.

6.3.2.3 Solution de vérification d'étalonnage.

Préparer la solution de vérification d'étalonnage à l'aide d'un étalon indépendant ayant la même matrice chimique que les solutions d'étalonnage. La concentration de l'étalon doit se situer au milieu de la courbe d'étalonnage.

6.3.3 Série d'étalonnage

Prélever à la pipette 0 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml et 5 ml de solution étalon de magnésium (6.3.2.2) et introduire dans une série de fioles jaugées de 100 ml. Compléter chaque fiole au volume avec de l'eau et mélanger. Ces solutions d'étalonnage présentent une concentration en magnésium de 0 mmol/l, 0,01 mmol/l, 0,02 mmol/l, 0,03 mmol/l, 0,04 mmol/l et 0,05 mmol/l, respectivement.

6.3.4 Mode opératoire spectrométrique

Prélever à la pipette 0,200 ml de chacun des filtrats finaux des échantillons de sol (voir 6.2.2) ainsi que des solutions à blanc (voir 6.2.2) et les introduire dans des fioles jaugées de 100 ml. Compléter au volume avec de l'eau et mélanger.

Déterminer la concentration en magnésium dans les extraits d'échantillon dilués (c_1), dans la solution à blanc diluée (c_{b1}) et dans les solutions d'étalonnage par ICP-AES (voir l'ISO 22036), l'appareil étant réglé selon les instructions du fabricant afin d'optimiser son fonctionnement.

6.3.5 Calculs

Corriger la concentration en magnésium des solutions d'échantillon en fonction du volume de liquide retenu par le sol centrifugé après traitement à la solution de chlorure de baryum à 0,002 5 mol/l à l'aide de la [Formule \(1\)](#):

$$c_2 = \frac{c_1 (30 + m_2 - m_1)}{30} \quad (1)$$

où

c_2 représente la concentration en magnésium corrigée dans l'échantillon, en millimoles par litre;

c_1 représente la concentration en magnésium dans l'échantillon, en millimoles par litre;

m_1 représente la masse du tube à centrifuger contenant le sol séché à l'air, en grammes;

m_2 représente la masse du tube à centrifuger contenant le sol humide, en grammes.

Calculer la capacité d'échange cationique (CEC) du sol à l'aide de la [Formule \(2\)](#):

$$CEC = \frac{(c_{b1} - c_2) \cdot 2 \cdot 500 \cdot V}{m \cdot 10} \cdot \frac{100 + w}{100} \quad (2)$$

où

CEC représente la capacité d'échange cationique du sol, en centimoles de charge positive par kilogramme;

c_{b1} représente la concentration en magnésium dans la solution à blanc (voir 6.2.2), en millimoles par litre;

c_2 représente la concentration en magnésium corrigée dans l'échantillon, en millimoles par litre;

2 représente la valence du magnésium (2 charges positives, Mg^{2+});

V représente le volume de la solution de sulfate de magnésium (6.2.1.3) en millilitres;

m représente la masse de l'échantillon séché à l'air, en grammes;

10 représente le facteur de conversion des millimoles en centimoles: 10 mmol/cmole;

500 représente le facteur de dilution durant l'étape de mesure (6.3.4);

w représente le pourcentage d'eau en masse sur la base d'un sol séché à l'étuve, déterminé selon l'ISO 11465.

Si la CEC dépasse 40 cmol+/kg, répéter le dosage en utilisant moins de sol et en prenant soin d'ajuster les calculs en conséquence.

NOTE L'unité «centimoles de charge positive par kilogramme», abrégée sous la forme cmol+/kg, est une quantité absolue équivalant à l'unité anciennement utilisée: les milliéquivalents pour cent grammes.

6.4 Détermination de la teneur en sodium et en potassium échangeables

6.4.1 Principe

La teneur en sodium et en potassium est mesurée par ICP-AES sur des extraits de sol acidifiés au chlorure de baryum à 0,1 mol/l.

6.4.2 Réactifs

Utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue et de l'eau distillée ou déionisée pour toutes les solutions.

6.4.2.1 Solution mère de potassium et de sodium, $\rho(K) = 1\ 000$ mg/l et $\rho(Na) = 400$ mg/l.

Réduire en poudre le chlorure de potassium et le chlorure de sodium, chauffer les poudres obtenues, soit de 400 °C à 500 °C pendant au moins 8 h, soit à environ 200 °C pendant 24 h. Refroidir les poudres dans un dessiccateur avant de les utiliser.

Dissoudre 1,906 8 g de chlorure de potassium et 1,016 8 g de chlorure de sodium dans un peu d'eau. Transvaser dans une fiole jaugée de 1 000 ml et compléter au volume avec de l'eau.

Des solutions mères de potassium et de sodium disponibles dans le commerce peuvent être utilisées.

6.4.2.2 Solution mère diluée, $\rho(K) = 100$ mg/l et $\rho(Na) = 40$ mg/l.

Prélever à la pipette 25,0 ml de solution mère (6.4.2.1), l'introduire dans une fiole jaugée de 250 ml et compléter au volume avec de l'eau.

6.4.2.3 Solution de vérification d'étalonnage.

Préparer la solution de vérification d'étalonnage à l'aide d'un étalon indépendant ayant la même matrice chimique que les solutions d'étalonnage. La concentration de l'étalon doit se situer au milieu de la courbe d'étalonnage.

6.4.3 Série d'étalonnage

Prélever à la pipette 0 ml, 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml et 25 ml de la solution mère diluée (6.4.2.2) et les introduire dans des fioles jaugées de 50 ml. Ajouter 10,0 ml de la solution de chlorure de baryum à 0,1 mol/l (6.2.1.1). Compléter au volume avec de l'eau. Respectivement, ces solutions d'étalonnage présentent des concentrations en potassium de 0 mg/l, 10 mg/l, 20 mg/l, 30 mg/l, 40 mg/l et 50 mg/l ainsi que des concentrations en sodium de 0 mg/l, 4 mg/l, 8 mg/l, 12 mg/l, 16 mg/l et 20 mg/l.

6.4.4 Mode opératoire spectrométrique

Prélever à la pipette 2,0 ml de chacun des extraits de sol et de la solution à blanc (voir 6.2.2) et les introduire dans des tubes à essai. Ajouter 8,0 ml d'eau dans chaque tube et mélanger. Déterminer la concentration en sodium et en potassium dans les solutions d'étalonnage, les échantillons et la solution à blanc par ICP-AES (voir l'ISO 22036).

Pour éviter toute contamination par le sodium, nettoyer la verrerie en la laissant tremper toute une nuit dans de l'acide nitrique de qualité industrielle, à 4 mol/l.