

---

---

**Qualité du sol — Détermination de la  
capacité d'échange cationique effective 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*



## 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 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.

La Norme internationale ISO 11260 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 190, *Qualité du sol*, sous-comité SC 3, *Méthodes chimiques et caractéristiques du sol*.

ISO 11260:1994

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

© ISO 1994

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'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case Postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

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

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode de 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.

La présente Norme internationale porte sur tous les types d'échantillons de sol séchés à l'air, c'est-à-dire traités conformément à l'ISO 11464.

### NOTES

1 La méthode décrite dépend d'interférences du calcium sous forme de calcite ou de gypse dans l'échantillon. La présence de tout sel soluble peut donc conduire à des teneurs en cations échangeables supérieures à la teneur réelle<sup>[3], [4]</sup>.

2 Le mesurage de la conductivité électrique spécifique des échantillons de sol suivant l'ISO 11265 pourrait indiquer si les échantillons de sol contiennent des sels.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO

possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 3696:1987, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai*.

ISO 11265:—<sup>1)</sup>, *Qualité du sol — Détermination de la conductivité électrique spécifique*.

ISO 11464:—<sup>1)</sup>, *Qualité du sol — Prétraitement des échantillons pour analyses physico-chimiques*.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/caa9554b-c141-4662-9bd7-a76a8339880a/iso-11260-1994>

## 3 Principe

La détermination de la CEC telle qu'elle est précisée dans la présente Norme internationale est une modification de la méthode proposée par Gillman [5]. La CEC des échantillons de sol est déterminée au pH du sol et à une faible concentration ionique totale (environ 0,01 mol/l).

En ce qui concerne le baryum, saturer le sol d'abord par un traitement en trois étapes à l'aide d'une solution de chlorure de baryum à 0,1 mol/l. Ensuite équilibrer 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 insoluble et, par conséquent, les sites d'ions échangeables sont facilement occupés par le magnésium. Mesurer l'excès de magnésium par spectrométrie d'absorption atomique dans la flamme (FAAS).

Il est également possible de déterminer la concentration de sodium, potassium, calcium et magnésium

1) À publier.

(ainsi que d'autres éléments, tels que fer, manganèse et aluminium) dans l'extrait de chlorure de baryum à 0,1 ml/l du sol.

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

#### NOTES

3 Étant donné que la matière organique contribue à la CEC, la valeur CEC mesurée se traduira par une sous-estimation de la CEC réelle.

4 Une autre méthode: la spectrométrie d'émission atomique de plasma induit (couplé) (ICP-AES) peut être utilisée pour le mesurage du sodium, du potassium, du calcium et du magnésium.

5 La somme des cations échangeables peut donner un résultat supérieur à la CEC en raison de la dissolution des sels présents dans le sol. Il ne faut pas procéder à un lavage préliminaire du sol à l'eau, car cela changerait les proportions relatives de cations dans la CEC.

## 4 Mode opératoire

### 4.1 Méthode de lixivation

#### 4.1.1 Réactifs

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

##### 4.1.1.1 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.

##### 4.1.1.2 Solution de chlorure de baryum,

$c(\text{BaCl}_2) = 0,0025 \text{ mol/l}$  à 20 °C.

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

##### 4.1.1.3 Solution de sulfate de magnésium,

$c(\text{MgSO}_4) = 0,0200 \text{ mol/l}$ .

Dissoudre ( $4,93 \pm 0,01$ ) g de sulfate de magnésium heptahydraté ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) (voir note 6) dans de l'eau et compléter à 1 000 ml à 20 °C.

NOTE 6 Il se peut que le  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  perde de l'eau de cristallisation au repos. Le réactif est normalisé en le titrant par dosage à l'EDTA à pH 10 en présence d'un indicateur à

base d'eriochrome noir T ou en le conservant dans un flacon enfermé dans un sac hermétique en polyéthylène gardé au réfrigérateur.

### 4.1.2 Mode opératoire

Introduire 2,50 g de sol séché à l'air (particules  $\leq 2 \text{ mm}$ ), c'est-à-dire prétraité conformément à l'ISO 11464, dans un tube à centrifuger en polyéthylène d'environ 50 ml, solidement bouché. Prendre note de la masse du tube et du sol ( $m_1$ ). Ajouter au prélèvement de sol, 30 ml de la solution de baryum (4.1.1.1) et agiter pendant 1 h. Équilibrer les tubes et centrifuger à 3 000 g pendant 10 min.

Transvaser le liquide surnageant dans une fiole jaugée de 100 ml. Répéter deux fois encore l'addition 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 (4.1.1.1).

Mélanger, filtrer et conserver l'extrait pour la détermination de la teneur en sodium, potassium, calcium et magnésium selon la méthode décrite en 4.3 et 4.4. Ajouter 30 ml de la solution de chlorure de baryum (4.1.1.2) 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 3 000 g pendant 10 min. Transvaser le liquide surnageant.

Peser le tube avec son contenu et son bouchon ( $m_2$ ). Ajouter à l'agrégat de sol, 30 ml de la solution de sulfate de magnésium (4.1.1.3) et agiter pendant une nuit. Équilibrer les tubes et centrifuger à 3 000 g pendant 10 min. Transvaser la solution surnageante à travers un filtre de papier grossier (7 cm de diamètre) dans une fiole conique et le conserver pour la détermination de la concentration de magnésium en excès selon la méthode décrite en 4.2.4.

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

## 4.2 Détermination de la CEC

### 4.2.1 Principe

Ajouter une solution de lanthane acidifiée à la solution obtenue en 4.1.2, et mesurer le magnésium par FAAS. Le lanthane est ajouté pour éviter la formation de composés réfractaires de magnésium avec le phosphate, l'aluminium, etc., dans la flamme.

#### 4.2.2 Réactifs

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

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

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

Prélever à la pipette 50,0 ml de la solution de sulfate de magnésium à 0,020 0 mol/l (4.1.1.3), l'introduire dans une fiole jaugée de 1 000 ml et compléter au volume avec de l'eau.

**4.2.2.3 Solution de lanthane acidifiée,**  
 $\rho(\text{La}) = 10 \text{ mg/l}$ .

Dans une fiole jaugée de 500 ml, dissoudre 15,6 mg de nitrate de lanthane hexahydraté  $[\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  dans de l'eau, ajouter 42 ml d'acide chlorhydrique (4.2.2.1) et compléter au volume avec de l'eau.

#### 4.2.3 Solution d'étalonnage

Prélever à la pipette 0 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml, 4 ml et 5 ml de solution étalon de magnésium (4.2.2.2) et les introduire dans une série de fioles jaugées de 100 ml. Ajouter 10 ml de la solution de lanthane acidifiée (4.2.2.3), compléter chaque fiole avec de l'eau et mélanger. Ces solutions d'étalonnage ont, respectivement, 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.

#### 4.2.4 Méthode spectrométrique

Prélever à la pipette 0,200 ml de chacun des filtrats finaux des échantillons de sol (voir 4.1.2) et des solutions à blanc (voir 4.1.2) et les introduire dans des fioles jaugées de 100 ml. Ajouter 0,3 ml de la solution de chlorure de baryum (4.1.1.1) aux filtrats des échantillons de sol et des solutions à blanc. Ajouter ensuite 10 ml de la solution acidifiée de lanthane (4.2.2.3) dans chaque fiole, compléter au volume avec de l'eau et mélanger.

Déterminer la concentration en magnésium dans les extraits d'échantillon dilués ( $c_1$ ), dans les solutions à blanc diluées ( $c_{b1}$ ) et dans les solutions d'étalonnage par FAAS à 285,2 nm, l'appareil étant réglé selon les instructions du fabricant afin d'optimiser son fonctionnement.

#### 4.2.5 Calculs

Corriger la concentration en magnésium dans les solutions d'échantillon en fonction du volume de liquide retenu par le sol centrifugé après avoir été traité à la solution de chlorure de baryum à 0,002 5 mol/l, à l'aide de la formule suivante:

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

où

- $c_2$  représente la concentration corrigée en magnésium 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

$$\text{CEC} = (c_{b1} - c_2)3 000/m$$

- CEC représente la capacité d'échange cationique du sol, en centimoles électropositifs par kilogramme;
- $c_2$  représente la concentration en magnésium corrigée dans l'échantillon, en millimoles par litre;
- $c_{b1}$  représente la concentration en magnésium dans la solution à blanc, en millimoles par litre;
- $m$  représente la masse de l'échantillon, séché à l'air en grammes.

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 7 L'unité «centimoles électropositifs par kilogramme», abrégée sous la forme cmol+/kg, est en quantité absolue égale à l'unité utilisée antérieurement de milliélectrons par cent grammes.

### 4.3 Détermination des teneurs en sodium et potassium échangeables

#### 4.3.1 Principe

On mesure par FAAS le sodium et le potassium dans un extrait acidifié au chlorure de baryum à 0,1 mol/l des échantillons de sol. On ajoute une solution de césium aux solutions de mesure pour éliminer les interférences d'ionisation.

#### 4.3.2 Réactifs

Pour toutes les solutions, utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue et de l'eau distillée ou déionisée.

##### 4.3.2.1 Solution acidifiée de chlorure de césium.

Dissoudre 10 g de chlorure de césium dans un peu d'eau. Ajouter 83 ml d'acide chlorhydrique (4.2.2.1) et compléter jusqu'à 1 000 ml avec de l'eau.

##### 4.3.2.2 Solution mère de potassium et de sodium, $\rho(K) = 1\ 000\ \text{mg/l}$ et $\rho(\text{Na}) = 400\ \text{mg/l}$ .

Réduire en poudre le chlorure de potassium et le chlorure de sodium, chauffer les poudres obtenues, soit à 400 °C à 500 °C pendant au moins 8 h, soit à environ 200 °C pendant 24 h et 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 avec de l'eau.

##### 4.3.2.3 Solution mère diluée, $\rho(K) = 100\ \text{mg/l}$ et $\rho(\text{Na}) = 40\ \text{mg/l}$ .

Prélever à la pipette 25,0 ml de solution mère (4.3.2.2), l'introduire dans une fiole jaugée de 250 ml et compléter au volume avec de l'eau.

#### 4.3.3 Solution d'étalonnage

Prélever à la pipette 0 ml, 5 ml, 10 ml, 15 ml, 20 ml et 25 ml de solution mère diluée (4.3.2.3) dans une série de fioles jaugées de 50 ml. Ajouter 10,0 ml de la solution de chlorure de baryum à 0,1 mol/l (4.1.1.1) et 5,0 ml de la solution acidifiée de chlorure de césium (4.3.2.1). Compléter au volume avec de l'eau. Ces solutions d'étalonnage ont respectivement des concentrations en potassium de 0 mg/l, 10 mg/l, 20 mg/l, 30 mg/l, 40 mg/l et 50 mg/l et des concentrations en sodium de 0 mg/l, 4 mg/l, 8 mg/l, 12 mg/l, 16 mg/l et 20 mg/l.

#### 4.3.4 Mode opératoire

Prélever à la pipette 2,0 ml de chacun des extraits de sol (voir 4.1.2) et de la solution à blanc (voir 4.1.2) et les introduire dans des tubes à essai. Ajouter 1,0 ml de la solution acidifiée de chlorure de césium (4.3.2.1), suivie de 7,0 ml d'eau dans chaque tube et mélanger. Déterminer la concentration en sodium et en potassium dans les solutions d'étalonnage, d'échantillonnage et à blanc, par FAAS, à des longueurs d'onde de 589,0 nm et 766,0 nm, respectivement, à l'aide d'une flamme air/propane.

#### NOTES

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

9 Vérifier fréquemment la solution titrée dont la concentration est la plus élevée (par exemple tous les cinq mesurages).

#### 4.3.5 Calculs

Calculer la teneur en sodium et potassium échangeables dans les échantillons de sol à l'aide de la formule:

$$b(\text{Na}, \text{éch}) = 2,174\ 9(\rho_3 - \rho_{b2})/m$$

$$b(\text{K}, \text{éch}) = 1,278\ 8(\rho_3 - \rho_{b2})/m$$

où

$b(\text{Na}, \text{éch})$  représente la teneur en sodium échangeable dans le sol, en centimoles électropositifs par kilogramme;

$b(\text{K}, \text{éch})$  représente la teneur en potassium échangeable dans le sol, en centimoles électropositifs par kilogramme;

$\rho_3$  représente la concentration en sodium ou potassium dans les extraits dilués, en milligrammes par litre;

$\rho_{b2}$  représente la concentration en sodium ou potassium dans la solution à blanc diluée, en milligrammes par litre;

$m$  représente la masse de l'échantillon de sol séché à l'air, en grammes.

## 4.4 Détermination de la teneur en calcium et magnésium échangeables

### 4.4.1 Principe

On détermine par FAAS la teneur en calcium et en magnésium dans l'extrait acidifié au chlorure de baryum. Pour empêcher la formation de composés réfractaires de calcium et de magnésium avec le phosphate, l'aluminium, etc., dans la flamme, ajouter un excès de lanthane qui remplace le calcium et le magnésium dans ces composés.

### 4.4.2 Réactifs

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

#### 4.4.2.1 Acide chlorhydrique, $c(\text{HCl}) = 4 \text{ mol/l}$ .

Diluer 330 ml d'acide chlorhydrique (4.4.2.1) dans 1 000 ml d'eau.

#### 4.4.2.2 Solution mère de magnésium, $\rho(\text{Mg}) = 100 \text{ mg/l}$ .

Dissoudre 0,836 g de chlorure de magnésium hexahydraté ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) dans un peu d'eau. Transvaser dans une fiole jaugée de 1 000 ml et compléter avec de l'eau.

NOTE 10 Le  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  peut perdre de l'eau de cristallisation au repos. Il faut titrer le réactif par dosage à l'EDTA tamponné à pH 10 en présence de l'indicateur eriochrome noir T.

#### 4.4.2.3 Solution mère de calcium, $\rho(\text{Ca}) = 1 000 \text{ mg/l}$ .

Peser 2,497 3 g de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) dans une fiole de 1 000 ml. Dissoudre le carbonate de calcium dans 12,5 ml d'acide chlorhydrique à 4 mol/l (4.4.2.1). Faire bouillir la solution pour libérer le dioxyde de carbone, refroidir à la température ambiante, transvaser dans une fiole jaugée de 1 000 ml et compléter avec de l'eau.

NOTE 11 Il faut chauffer le  $\text{CaCO}_3$  pendant 2 h à 400 °C avant de pouvoir l'utiliser comme étalon.

#### 4.4.2.4 Solution mère de mélange, $\rho(\text{Mg}) = 5 \text{ mg/l}$ et $\rho(\text{Ca}) = 50 \text{ mg/l}$ .

Prélever à la pipette 5,0 ml de solution mère de magnésium (4.4.2.2) et 5,0 ml de solution mère de calcium (4.4.2.3), les introduire dans une fiole jaugée de 100 ml et compléter au volume avec de l'eau.

### 4.4.3 Solution d'étalonnage

Prélever à la pipette 0 ml, 2 ml, 4 ml, 6 ml, 8 ml et 10 ml de solution mère de mélange (4.4.2.4) et les introduire dans des fioles jaugées de 100 ml. Ajouter 10,0 ml de la solution de chlorure de baryum à 0,1 mol/l (4.1.1.1) et 10,0 ml de la solution de lanthane acidifiée (4.2.2.3). Compléter avec de l'eau. Ces solutions d'étalonnage ont, respectivement, des concentrations en magnésium de 0 mg/l, 0,1 mg/l, 0,2 mg/l, 0,3 mg/l, 0,4 mg/l et 0,5 mg/l et des concentrations en calcium de 0 mg/l, 1 mg/l, 2 mg/l, 3 mg/l, 4 mg/l et 5 mg/l.

### 4.4.4 Méthode spectrométrique

Prélever à la pipette, 1,0 ml de chacun des extraits de sol (voir 4.1.2) et de la solution à blanc (voir 4.1.2) et les introduire dans des tubes à essai. Ajouter 1,0 ml de la solution de lanthane acidifiée (4.2.2.3), suivi de 8,0 ml d'eau et mélanger. Déterminer les concentrations en magnésium et en calcium dans les solutions d'étalonnage, à blanc à 285,2 nm pour le magnésium et à 422,7 nm pour le calcium, dans une flamme bleue air/acétylène pour le magnésium et une flamme à peine lumineuse air/acétylène pour le calcium.

### 4.4.5 Calculs

Calculer la teneur en magnésium et en calcium échangeables dans les échantillons de sol à l'aide des formules

$$b(\text{Mg}, \text{éch}) = 8,228 8(\rho_4 - \rho_{b3})/m$$

$$b(\text{Ca}, \text{éch}) = 4,990 3(\rho_4 - \rho_{b3})/m$$

où

$b(\text{Mg}, \text{éch})$  représente la teneur en magnésium échangeable dans le sol, en centimoles électropositifs par kilogramme;

$b(\text{Ca}, \text{éch})$  représente la teneur en calcium échangeable dans le sol, en centimoles électropositifs par kilogramme;

$\rho_4$  représente la concentration en magnésium ou calcium dans les extraits dilués, en milligrammes par litre;

$\rho_{b3}$  représente la concentration en magnésium ou calcium dans la so-

lution à blanc diluée, en milligrammes par litre;

*m* représente la masse de l'échantillon de sol séché à l'air, en grammes.

d) une déclaration de la répétabilité obtenue par le laboratoire à l'aide de cette méthode;

e) les résultats des déterminations:

- 1) CEC, en centimoles électropositifs par kilogramme;
- 2) *b*(Na, éch), en centimoles électropositifs par kilogramme;
- 3) *b*(K, éch), en centimoles électropositifs par kilogramme;
- 4) *b*(Ca, éch), en centimoles électropositifs par kilogramme;
- 5) *b*(Mg, éch), en centimoles électropositifs par kilogramme;

f) tous les détails opératoires non prévus dans la présente Norme internationale, ou facultatifs, ainsi que tous les facteurs susceptibles d'avoir agi sur les résultats.

## 5 Répétabilité et reproductibilité

Dans l'annexe A figurent les résultats d'essais inter-laboratoires pour la détermination de la CEC et des teneurs en sodium, potassium, calcium et magnésium dans quatre types de sols.

## 6 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- a) la référence à la présente Norme internationale;
- b) une identification précise de l'échantillon;
- c) des détails sur la conservation de l'échantillon de laboratoire avant analyse;

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

ISO 11260:1994

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/caa9554b-c141-4662-9bd7-a76a8339880a/iso-11260-1994>

## Annexe A (informative)

### Résultats des essais interlaboratoires

La Faculté d'agronomie de Wageningen a organisé en 1990 un programme d'essais interlaboratoires pour vérifier les méthodes spécifiées dans la présente Norme internationale.

Pour ces essais, huit à dix laboratoires ont procédé à la détermination de la CEC et des teneurs en sodium, potassium, calcium et magnésium dans quatre types de sols.

Le tableau A.1 donne les caractéristiques des sols analysés.

Les tableaux A.2 à A.6 donnent la répétabilité ( $r$ ) et la reproductibilité ( $R$ ) des résultats d'analyse obtenus par les laboratoires. Les valeurs ont été calculées selon l'ISO 5725-2.

**Tableau A.1 — Caractéristiques des sols utilisés dans l'essai interlaboratoire de détermination de la CEC**

Sol N°	Type de sol	Origine	pH (CaCl <sub>2</sub> )	Matière organique %	% < 2 µm (frac. min.)
100	organique	France	5,2	86,1	16,4
200	rhodique ferreux	Tanzanie	5,8	33,3	nd.
300	sable	Pays-Bas	5,4	2,6	6,2
400	argile marin	Pays-Bas	7,4	2,0	16,7

**Tableau A.2 — Résultats de l'essai interlaboratoire pour la détermination de la CEC**

Paramètre	Résultats			
	Sol N°			
	100	200	300	400
Nombre de laboratoires retenu après élimination des extrêmes	10	7	10	10
Nombre d'extrêmes (laboratoires)	—	1	—	—
Nombre de résultats acceptés	20	14	20	20
Valeur moyenne (cmol+/kg)	10,818	11,013	4,626	11,264
Écart-type de répétabilité ( $S_r$ )	1,827	0,716	0,743	0,475
Écart-type de répétabilité relatif (%)	16,890	6,498	16,071	4,218
Limite de répétabilité ( $r = 2,8 \times S_r$ )	5,116	2,004	2,081	1,330
Écart-type de reproductibilité ( $S_R$ )	2,006	1,530	2,401	1,078
Écart-type de reproductibilité relatif (%)	18,543	13,891	51,914	9,567
Limite de reproductibilité ( $R = 2,8 \times S_R$ )	5,617	4,284	6,724	3,017