
**Qualité du sol — Dosage du carbone
organique et du carbone total après
combustion sèche (analyse élémentaire)**

iTeh STANDARD PREVIEW

*(Soil quality — Determination of organic and total carbon after dry
combustion (elementary analysis))*

ISO 10694:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/19bd02b7-8f5b-4901-8c8c-58bc262773a8/iso-10694-1995>



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 10694 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 et B de la présente Norme internationale sont données uniquement à titre d'information.

ITEH STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)

ISO 10694:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/19bd02b7-8f5b-4901-8c8c-580c202775a6/iso-10694-1995>

© ISO 1995

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 — Dosage du carbone organique et du carbone total après combustion sèche (analyse élémentaire)

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode de dosage du carbone organique et du carbone total du sol après combustion sèche. La teneur en carbone organique est déterminée à partir de cette dernière valeur après correction en raison des carbonates présents dans l'échantillon. Si ces derniers sont éliminés au préalable, on effectue le dosage du carbone organique directement.

La présente Norme internationale est applicable à tous les types d'échantillons de sol séchés à l'air.

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 10390:1994, *Qualité du sol — Détermination du pH*.

ISO 10693:1995¹⁾, *Qualité du sol — Détermination de la teneur en carbonate — Méthode volumétrique*.

ISO 11464:1994, *Qualité du sol — Prétraitement des échantillons pour analyses physico-chimiques*.

ISO 11465:1993, *Qualité du sol — Détermination de la teneur pondérale en matière sèche et en eau — Méthode gravimétrique*.

3 Principe

Le carbone présent dans le sol est oxydé en dioxyde de carbone (CO₂) par chauffage à une température d'au moins 900 °C dans un flux de gaz contenant de l'oxygène, et exempt de gaz carbonique. La quantité de gaz carbonique dégagée est ensuite mesurée par titrimétrie, gravimétrie, conductométrie, chromatographie en phase gazeuse ou grâce à une méthode de détection dans l'infrarouge, selon l'appareil utilisé. Lorsqu'on chauffe le sol à une température d'au moins 900 °C, les carbonates présents sont complètement décomposés. Pour effectuer le dosage du carbone organique, on élimine au préalable les carbonates présents en traitant le sol à l'acide chlorhydrique. On peut également réaliser le dosage du carbone organique en corrigeant la mesure du carbone total de la teneur en carbonates des échantillons analysés qui, dans ce cas, doit être connue.

NOTE 1 Lorsque le pH-CaCl₂ est inférieur à 6,5, la présence de carbonates est peu probable. Cette combinaison de faible pH et de présence de carbonates est possible par exemple sur des sols récemment chaulés.

1) À publier.

4 Réactifs

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

4.1 Eau, de conductivité électrique non supérieure à 0,2 mS/m à 25 °C (eau de qualité 2 selon l'ISO 3696).

4.2 Substances étalon, par exemple acétanilide (C_8H_9NO), atropine ($C_{17}H_{23}NO_3$), carbonate de calcium ($CaCO_3$), poudre graphite spectrographique (C) et hydrogénéphthalate de potassium ($C_8H_5KO_4$).

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

Diluer 340 ml d'acide chlorhydrique concentré ($\rho = 1,19 \text{ g/cm}^3$) à 1 000 ml avec de l'eau (4.1).

NOTE 2 Selon la méthode de détection employée, des réactifs chimiques et/ou des catalyseurs peuvent être nécessaires pour la réduction, l'oxydation, l'élimination et/ou la fixation des gaz de combustion qui perturbent l'analyse. Le manuel du fabricant de l'appareil utilisé devra être consulté.

5 Appareillage et verrerie

5.1 Verrerie courante de laboratoire

5.2 Balance analytique (précision de 0,1 mg) ou **microbalance** (précision de 0,01 mg).

5.3 Appareil de dosage du carbone total, par combustion de l'échantillon à une température d'au moins 900 °C, comprenant un détecteur pour la mesure du dioxyde de carbone formé.

NOTES

3 Les méthodes de détection suivantes sont couramment employées: titrimétrie, gravimétrie, conductométrie, chromatographie en phase gazeuse et absorptiométrie dans l'infrarouge.

4 Certains instruments modernes sont capables de doser séparément le carbone organique et inorganique en une fois, en augmentant la température graduellement et en mesurant le gaz carbonique en continu.

5 Certains instruments sont capables de doser simultanément l'azote total et le carbone total des sols.

5.4 Creusets, en porcelaine, ou en quartz, ou en argent, ou en étain ou en nickel, de différentes tailles.

NOTE 6 Les creusets en étain ou en nickel ne résistent pas à l'acide.

6 Échantillon de laboratoire

Utiliser la fraction de particules inférieure à 2 mm des échantillons de sols séchés à l'air et prétraités selon l'ISO 11464. Utiliser une partie de l'échantillon de laboratoire pour déterminer la teneur en eau selon l'ISO 11465 et, si nécessaire, la teneur en carbonate selon l'ISO 10693.

7 Mode opératoire

Le mode opératoire décrit le dosage

- soit du carbone total incluant le carbone présent sous forme de carbonate;
- soit du carbone organique après élimination du carbonate.

NOTE 7 La teneur en carbone organique total peut être calculée par dosage du carbone total dont on soustrait le carbone présent sous forme de carbonate et dont la teneur peut être déterminée selon l'ISO 10693.

7.1 Étalonnage de l'appareil

Étalonner l'appareil comme décrit dans le manuel correspondant. Pour étalonner ou établir une courbe d'étalonnage, utiliser une des substances répertoriées en 4.2.

7.2 Dosage du carbone total

La quantité de prise d'essai pour analyse dépend de la teneur en carbone total prévue et de l'appareil utilisé. Peser m_1 g de l'échantillon séché à l'air et le placer dans un creuset (5.4). Procéder aux analyses selon le manuel du fabricant de l'appareil.

Lorsque le dosage de carbone organique est effectué, les carbonates présents doivent d'abord être éliminés. Dans ce cas, suivre le mode opératoire décrit en 7.3.

7.3 Dosage du carbone organique

Ajouter au creuset contenant une quantité pesée de sol séché à l'air (voir 7.2) un excès d'acide chlorhydrique (4.3) et mélanger. Attendre 4 h et sécher le creuset pendant 16 h à une température de 60 °C à 70 °C. Procéder ensuite à l'analyse en se conformant au manuel du fabricant de l'appareil.

NOTE 8 La quantité d'acide chlorhydrique à ajouter dépend du poids de la prise d'essai et de la teneur en carbonate. Dans tous les cas, il convient d'ajouter un excès d'acide chlorhydrique qui peut être évalué en supposant que

la quantité d'échantillon à analyser contient 100 % de carbonates.

PRÉCAUTIONS DE SÉCURITÉ — Les creusets utilisés devraient être suffisamment grands pour éviter les problèmes de transport des creusets contenant des échantillons auxquels on a ajouté de l'acide chlorhydrique.

8 Calculs

8.1 Teneur en carbone total

Calculer la teneur en carbone total de l'échantillon, par rapport au sol séché en étuve, à l'aide de l'équation suivante:

$$w_{C,t} = 1\,000 \times \frac{m_2}{m_1} \times 0,272\,7 \times \frac{100 + w_{H_2O}}{100}$$

où

$w_{C,t}$ est la teneur, en grammes par kilogramme, en carbone total rapportée au sol séché en étuve;

m_1 est la masse, en grammes, de la prise d'essai;

m_2 est la masse, en grammes, du gaz carbonique produit par l'échantillon de sol;

0,272 7 est le facteur de conversion du CO₂ en C;

w_{H_2O} est la teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse de masse sèche, déterminée selon l'ISO 11465.

8.2 Teneur en carbone organique

8.2.1 Teneur en carbone organique (détermination indirecte)

Calculer la teneur en carbone organique de l'échantillon, sur la base d'un sol séché en étuve, à l'aide de l'équation suivante:

$$w_{C,o} = w_{C,t} - (0,12 \times w_{CaCO_3})$$

où

$w_{C,o}$ est la teneur, en grammes par kilogramme, en carbone organique rapportée au sol séché en étuve;

$w_{C,t}$ est la teneur, en grammes par kilogramme, en carbone total rapportée au sol séché en étuve, calculée selon 8.1;

0,12 est le facteur de conversion;

w_{CaCO_3} est la teneur, en grammes par kilogramme, en carbonate du sol, exprimée en quantité équivalente de carbonate de calcium, sur la base d'un sol séché à l'étuve, déterminée selon l'ISO 10693.

8.2.2 Teneur en carbone organique (détermination directe)

Si l'on élimine les carbonates au préalable (suivant le mode opératoire décrit en 7.3), on détermine la teneur en carbone organique selon 8.1.

8.3 Teneur en matière organique

La teneur en matière organique de l'échantillon de sol peut être calculée à partir de la teneur en carbone organique à l'aide de l'équation suivante:

$$w_{om} = f \times w_{C,o}$$

où

w_{om} est la teneur, en grammes par kilogramme, en matière organique du sol sur la base d'un sol séché en étuve;

$w_{C,o}$ est la teneur, en grammes par kilogramme, en carbone organique du sol sur la base d'un sol séché en étuve;

f est un facteur de conversion.

NOTE 9 Le facteur de conversion dépend du type de matière organique et peut varier, pour les sols agricoles, entre 1,7 et 2,0.

9 Répétabilité

La répétabilité du dosage du carbone, obtenu par deux mesurages consécutifs, doit satisfaire aux conditions du tableau 1.

Tableau 1 — Répétabilité

Teneur en carbone g/kg		Variation admise
supérieure à	inférieure ou égale à	
0,0	2,5	0,25 g/kg en valeur absolue
2,5	75	10 % en valeur relative
75		7,5 g/kg en valeur absolue

L'annexe A présente les résultats d'un essai inter-laboratoire pour la détermination de la teneur en carbone total et en carbone organique dans cinq sols.

10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les informations suivantes:

- a) une référence à la présente Norme internationale;
- b) une référence à la méthode appliquée;
- c) toutes les informations nécessaires à une identification complète de l'échantillon;
- d) les valeurs de dosage du carbone total et/ou du carbone organique, en grammes par kilogramme, déterminées sur la base d'un sol séché en étuve. Lorsque le carbone organique est déterminé, il y a lieu de mentionner si l'on a déterminé la teneur en carbonates ou si ces derniers ont été éliminés avant dosage;
- e) tous les détails opératoires non prévus dans la présente Norme internationale ou considérés comme facultatifs, ainsi que tout autre facteur susceptible d'avoir affecté les résultats.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10694:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/19bd02b7-8f5b-4901-8c8c-58bc262773a8/iso-10694-1995>

Annexe A (informative)

Résultats des essais interlaboratoires

En 1993, un essai interlaboratoire a été organisé par l'Université d'Agriculture de Wageningen (Pays-Bas), pour vérifier les procédures spécifiées dans la présente Norme internationale.

Pour cet essai interlaboratoire, la détermination de la teneur en carbone organique et en carbone total dans cinq échantillons de sol a été effectuée par neuf laboratoires. Les résultats de huit laboratoires ont été reçus pour le carbone organique et pour le carbone total.

Les types de sol et leur origine sont listés dans le tableau A.1.

La répétabilité (r) et la reproductibilité (R) des résultats des analyses obtenus par les laboratoires sont présentées dans les tableaux A.2 et A.3.

Les valeurs ont été calculées selon l'ISO 5725-2:1994, *Exactitude (justesse et fidélité)*.

des résultats et méthodes de mesure — Partie 2: Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée.

Tableau A.1 — Origine et types de sols utilisés pour l'essai interlaboratoire

N° du sol	Type de sol	Origine
1	Sol «Muck»	Pologne
2	Andosol	Indonésie
3	Sol de jardin	Pays-Bas
4	Loess sous forêt	Suisse
5	Sol sableux	Mali

Tableau A.2 — Résultats de l'essai interlaboratoire sur le dosage du carbone organique dans les sols

Paramètre	Résultats				
	N° des sols				
	1	2	3	4	5
Nombre de laboratoires retenus après élimination des résultats aberrants	7	8	8	8	8
Nombre de résultats aberrants (laboratoires)	—	—	—	—	—
Nombre de résultats acceptés	—	—	—	—	—
Valeur moyenne (g/kg de sol sec)	410,42	63,3	83,88	41,537	2,47
Écart-type de répétabilité (s_r)	4,318	1,225	4,275	1,045	0,272
Écart-type relatif de répétabilité (%)	1,052	1,935	5,096	2,515	10,998
Limite de répétabilité ($r = 2,8 \times s_r$)	12,090	3,43	11,969	2,925	0,761
Écart-type de reproductibilité (s_R)	127,413	11,957	19,376	5,523	1,555
Écart-type relatif de reproductibilité (%)	11,087	18,888	23,098	13,297	62,92
Limite de reproductibilité ($R = 2,8 \times s_R$)	45,505	33,48	54,253	15,465	4,355

Tableau A.3 — Résultats de l'essai interlaboratoire sur le dosage du carbone total dans les sols

Paramètre	Résultats				
	N° des sols				
	1	2	3	4	5
Nombre de laboratoires retenus après élimination des résultats aberrants	8	8	8	8	8
Nombre de résultats aberrants (laboratoires)	—	—	—	—	—
Nombre de résultats acceptés	—	—	—	—	—
Valeur moyenne (g/kg de sol sec)	439,46	72,86	98,56	45,61	2,63
Écart-type de répétabilité (s_r)	6,622	1,314	2,387	1,131	0,127
Écart-type relatif de répétabilité (%)	1,507	1,803	2,422	2,481	4,833
Limite de répétabilité ($r = 2,8 \times s_r$)	18,544	3,679	6,686	3,169	0,356
Écart-type de reproductibilité (s_R)	25,246	5,92	9,483	2,387	1,391
Écart-type relatif de reproductibilité (%)	5,744	8,124	9,620	5,234	52,751
Limite de reproductibilité ($R = 2,8 \times s_R$)	70,69	16,577	26,552	6,685	3,895

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10694:1995

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/19bd02b7-8f5b-4901-8c8c-58bc262773a8/iso-10694-1995>

Annexe B
(informative)

Bibliographie

- [1] NELSON, D. W. et SOMMERS, L. E. (1982) Total carbon, organic carbon and organic matter, Methods of Soil Analysis, Part 2 (second edition) Page et al. (eds), *Soil Sci. Soc. Amer.*, Madison, Wisconsin, USA, pp. 574-577.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 10694:1995](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/19bd02b7-8f5b-4901-8c8c-58bc262773a8/iso-10694-1995)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/19bd02b7-8f5b-4901-8c8c-58bc262773a8/iso-10694-1995>