
**Qualité du sol — Recommandations
sur les méthodes de mesure des gaz
à effet de serre (CO₂, N₂O, CH₄) et des
flux d'ammoniac (NH₃) entre les sols
et l'atmosphère**

*Soil Quality — Guidance on methods for measuring greenhouse gases
(CO₂, N₂O, CH₄) and ammonia (NH₃) fluxes between soils and the
atmosphere*

(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

ISO 20951:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/cb295624-5e9a-40f7-bfaa-b5a016465ce8/iso-20951-2019>



iTeh Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

ISO 20951:2019

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/cb295624-5e9a-40f7-bfaa-b5a016465ce8/iso-20951-2019>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2019

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
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Méthodes de mesure des flux de GES et d'ammoniac entre le sol et l'atmosphère	2
5 Mesurages de la concentration et prélèvement d'air	5
5.1 Généralités.....	5
5.2 Méthodes de mesure de la concentration.....	5
5.3 Prélèvement d'air.....	8
6 Choix des méthodes appropriées	10
7 Exigence minimale pour le compte-rendu	11
Annexe A (informative) Description des méthodes de mesure des flux	13
Annexe B (informative) Description des méthodes de mesure de la concentration	27
Annexe C (informative) Description des méthodes de prélèvement d'air	33
Bibliographie	37

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[ISO 20951:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/cb295624-5e9a-40f7-bfaa-b5a016465ce8/iso-20951-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/cb295624-5e9a-40f7-bfaa-b5a016465ce8/iso-20951-2019>

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 appelée 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.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute autre 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/iso/fr/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le Comité technique ISO/TC 190, *Qualité du sol*.

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.

Introduction

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) par les sols constituent un problème environnemental majeur. Les inventaires d'émissions mondiaux et nationaux ont identifié les sols, en particulier les sols agricoles, comme étant un contributeur majeur à ces émissions, notamment le protoxyde d'azote (N_2O), le méthane (CH_4) et le dioxyde de carbone (CO_2) associés à la perte de matière organique du sol. Les sols agricoles sont également des émetteurs majeurs d'ammoniac (NH_3), qui est un précurseur du N_2O . Il convient que les changements en matière de gestion des sols tiennent compte de ces émissions dans le but de limiter le changement climatique.

Les GES et les flux d'ammoniac émis par le sol sont difficiles à mesurer, variables et hétérogènes, car ils dépendent des conditions météorologiques (par exemple régimes thermique et hygrométrique), des caractéristiques du sol (par exemple matériau parental du sol, pH, teneur en argile, capacité d'échange d'ions) et, en ce qui concerne les sols exploités, par les pratiques agricoles et forestières (par exemple gestion des résidus de culture et de bois, travail du sol avec ou sans labour, apports en matériau d'amendement du sol et en engrais, irrigation). Généralement, ces facteurs interagissent et leurs effets sur les émissions de GES sont encore mal quantifiés. Cela génère d'importantes incertitudes dans les inventaires d'émissions agricoles mondiaux et nationaux. Par exemple, Freibauer (2008)^[1] a estimé une incertitude à 80 % pour les émissions agricoles européennes (EU27) de N_2O . Avec le renforcement des politiques climatiques internationales et régionales, il est nécessaire d'obtenir des informations comparables et fiables pour rendre compte des émissions de GES, mais également d'adopter et de vérifier des options de limitation.

Aucune norme ne traite du mesurage des émissions de GES et d'ammoniac par le sol. Cependant, plusieurs méthodes de mesure ont été mises au point. Le présent document fournit des recommandations sur les principales méthodes permettant de quantifier les échanges de gaz à effet de serre (CO_2 , N_2O , CH_4) et d'ammoniac (NH_3) entre les sols et l'atmosphère. Il est destiné à aider les utilisateurs à choisir la ou les méthodes de mesure les plus adaptées à leurs besoins en fournissant des informations sur le domaine d'application ainsi que les principaux avantages et inconvénients de chaque méthode.

[ISO 20951:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/cb295624-5e9a-40f7-bfaa-b5a016465ce8/iso-20951-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/cb295624-5e9a-40f7-bfaa-b5a016465ce8/iso-20951-2019>

Qualité du sol — Recommandations sur les méthodes de mesure des gaz à effet de serre (CO₂, N₂O, CH₄) et des flux d'ammoniac (NH₃) entre les sols et l'atmosphère

1 Domaine d'application

Le présent document donne une vue d'ensemble et fournit des recommandations sur les principales méthodes permettant de quantifier les échanges de gaz à effet de serre (CO₂, N₂O, CH₄) et d'ammoniac (NH₃) entre les sols et l'atmosphère.

Il est destiné à aider les utilisateurs à choisir la ou les méthodes de mesure les plus adaptées à leurs besoins en fournissant des informations sur le domaine d'application ainsi que les principaux avantages et inconvénients de chaque méthode.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

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 (OBP): disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/6465ce8/iso-20951-2019>

3.1

méthode intrusive

méthode de mesure susceptible d'influencer les processus d'émissions

3.2

méthode du bilan de masse

méthode consistant à faire un bilan de masse, c'est-à-dire mesurer le flux de composés rentrant et sortant d'un volume d'air situé au-dessus de la surface du sol étudiée

3.3

méthode micrométéorologique

méthode utilisant des analyses de la concentration atmosphérique du gaz étudié et des mesures météorologiques telles que la vitesse du vent, les températures de l'air avec bulbe sec et humide, le rayonnement net et les flux de chaleur

Note 1 à l'article: Ces techniques sont utilisées pour déterminer les flux à l'échelle du champ, et incluent la covariance turbulente, le bilan énergétique, la méthode du gradient aérodynamique et la méthode du bilan de masse. Elles ne modifient pas les conditions environnementales.

3.4 effet oasis

effet provoqué par l'environnement local de la parcelle étudiée et affectant les émissions selon qu'elle se situe dans un environnement ayant un niveau d'émissions élevé ou un niveau d'émissions faible

Note 1 à l'article: L'effet oasis n'affectera que les composés dont les flux sont provoqués par un équilibre thermodynamique entre la surface et l'atmosphère (NH_3).

4 Méthodes de mesure des flux de GES et d'ammoniac entre le sol et l'atmosphère

Il existe des méthodes de mesure des flux d'ammoniac et de GES entre le sol et l'atmosphère pour plusieurs conditions et résolutions spatiotemporelles (de moins d'une heure jusqu'à plusieurs jours, de l'échantillon de sol jusqu'à plusieurs kilomètres carrés) (cet article). Les principales méthodes impliquent en général le prélèvement d'air et la détermination de la concentration du ou des gaz étudiés. Plusieurs méthodes de mesure de la concentration et de prélèvement d'air sont compatibles avec une stratégie de mesure des flux (voir [Article 5](#)). Les méthodes utilisées et leur combinaison dépendent de l'objectif d'utilisation des mesures, des qualifications des opérateurs et des ressources financières disponibles (voir [Article 6](#)).

Deux stratégies principales peuvent être utilisées:

- a) les méthodes des chambres, mesurant les flux à la source, et
- b) les méthodes atmosphériques utilisées pour estimer les flux à distance de la source.

NOTE 1 Les méthodes des chambres sont des méthodes intrusives reposant sur l'utilisation de chambres statiques ou dynamiques. Les chambres statiques et dynamiques peuvent uniquement quantifier les émissions pour une petite portion de la source. Généralement, les flux varient dans le temps (variations des paramètres météorologiques et saisonniers) et dans l'espace (différents sols et différentes conditions climatiques). Pour l'extrapolation spatiale à l'échelle du champ, une stratégie de prélèvement utilisant plusieurs chambres est requise pour refléter les variations d'émissions dans la zone. La structure spatiale des flux peut être déterminée en effectuant des mesurages exploratoires avant le contrôle, ou en partant du principe que le flux variera en fonction des propriétés du sol (par exemple texture, teneur en matière organique) ou caractéristiques topographiques (par exemple position dans une pente). Ces méthodes peuvent également être appliquées en laboratoire pour déterminer les émissions de gaz par des échantillons de sol, mais elles sont difficiles à extrapoler à l'échelle du champ.

NOTE 2 Les méthodes atmosphériques ne provoquent pas de perturbations. L'échange net est estimé en mesurant les concentrations à distance de la source en parallèle de mesures micro-météorologiques (par exemple vent, température de l'air). Les flux sont ensuite estimés à partir de ces mesures, à l'aide d'une méthode du bilan de masse ou à l'aide de modèles. Certaines de ces méthodes sont assez difficiles à mettre en œuvre et sont très liées aux conditions météorologiques. Il est généralement nécessaire d'avoir des connaissances en micro-météorologie. Elles peuvent être utilisées pour caractériser l'émission globale de sources hétérogènes et diffuses dans une zone donnée, sans permettre de distinguer les émissions propres à chacune des sources. En particulier, les méthodes atmosphériques mesurent les contributions du sol et de la végétation, si la végétation est active.

Le [Tableau 1](#) présente les différentes méthodes ainsi que leurs principaux avantages et inconvénients.

Tableau 1 — Les différentes méthodes et leurs principaux avantages et inconvénients

	Domaine d'application	Principaux avantages	Principaux inconvénients
Méthodes des chambres			
Chambres statiques	<ul style="list-style-type: none"> — Applicables aux faibles flux — Principalement utilisées pour comparer les traitements — Applicables sur le terrain et en laboratoire — Petite surface (~m²) — Peuvent être automatisées pour suivre la dynamique sur de courtes périodes — Gaz non réactifs (CO₂, CH₄, N₂O) 	<ul style="list-style-type: none"> — Faciles à mettre en œuvre — Haute sensibilité même avec une faible fidélité instrumentale — Évaluation de la variabilité spatiale avec plusieurs chambres — Principales méthodes de mesure des flux avec de nombreuses références méthodologiques 	<ul style="list-style-type: none"> — Méthode intrusive modifiant les conditions d'émissions. Possibilité d'alterner les chambres entre les emplacements (prévoir plusieurs bases de chambres) pour limiter l'impact de la chambre sur l'environnement du sol et, par conséquent, les émissions — L'extrapolation spatiale des mesures requiert une stratégie de prélèvement à l'aide de plusieurs chambres avec des modèles d'extrapolation spatiale et temporelle
Chambres dynamiques et tunnels de ventilation	<ul style="list-style-type: none"> — Comparaison des traitements — Applicables sur le terrain et en laboratoire — Petite surface (~m²) 	<ul style="list-style-type: none"> — Contrôle possible de la vitesse du vent — À privilégier pour les gaz réactifs tels que le NH₃ 	<ul style="list-style-type: none"> — Méthode intrusive modifiant les conditions d'émissions — Résultats très difficiles à extrapoler en émissions représentatives du champ — L'effet oasis peut augmenter ou réduire le flux apparent
Méthodes atmosphériques			

Tableau 1 (suite)

	Domaine d'application	Principaux avantages	Principaux inconvénients
Méthodes du bilan de masse	<ul style="list-style-type: none"> — Suivi en continu — Conditions réelles — Comparaison des traitements 	<ul style="list-style-type: none"> — Faciles à mettre en œuvre et peu onéreuses — Méthode non intrusive — Peuvent être utilisées pour des petites zones (quelques dizaines de mètres carrés) 	<ul style="list-style-type: none"> — Nécessité d'un grand nombre de points de mesure — Concentration de fond à mesurer avec exactitude
Modélisation inverse		<ul style="list-style-type: none"> — Facile à mettre en œuvre et peu onéreuse — Méthode non intrusive — Faible nombre de points de mesure — Peut être utilisée pour estimer les émissions de plusieurs sources simultanément, si le nombre de capteurs est suffisant (n+1, où n est le nombre de sources). 	<ul style="list-style-type: none"> — Convient pour les principales sources d'émissions homogènes ayant des concentrations de fond faibles et relativement constantes — Ne convient pas pour les zones couvertes de haies ou d'arbres isolés ou dont la rugosité de surface change significativement — Le déploiement sur de longues périodes avec des changements de direction du vent nécessite plusieurs points de mesure pour couvrir toutes les directions du vent

iTeh Standards
 (https://standards.iteh.ai/)
 Document Preview

[ISO 20951:2019](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/cb295624-5e9a-40f7-bfaa-b5a016465ce8/iso-20951-2019)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/cb295624-5e9a-40f7-bfaa-b5a016465ce8/iso-20951-2019>

Tableau 1 (suite)

	Domaine d'application	Principaux avantages	Principaux inconvénients
Gradient aérodynamique	<ul style="list-style-type: none"> — Suivi en continu — Conditions réelles — Permet de mesurer le dépôt atmosphérique 	<ul style="list-style-type: none"> — Méthode non intrusive — Mesure le flux directement depuis la surface — Peut être utilisé pour suivre plusieurs sources 	<ul style="list-style-type: none"> — Difficile à mettre en œuvre et onéreux — Implique une grande surface émettrice homogène
Covariance turbulente ou «Eddy covariance»		<ul style="list-style-type: none"> — Applicable aux grandes zones (>1 ha) — Méthode non intrusive 	<ul style="list-style-type: none"> — Très difficile à mettre en œuvre et onéreuse — Implique une surface émettrice homogène. Des méthodes de distinction des différentes surfaces émettrices par analyse de l'empreinte des flux sont en cours de développement (voir, par exemple, Cowan et al. 2016^[2]; Bureau et al. 2017^[3]). — Nécessite des capteurs rapides pour le vent et les concentrations en gaz, mais des méthodes dérivées de la covariance turbulente, notamment la covariance turbulente disjointe (DEC), ont été mises au point pour mesurer les flux sans analyseurs rapides — En cours de développement, pour les gaz réactifs tels que le NH₃ — Sous-estimation des flux lorsque les turbulences sont faibles, notamment la nuit

5 Mesurages de la concentration et prélèvement d'air

5.1 Généralités

Les méthodes de mesure de l'échange sol-atmosphère de GES et d'ammoniac impliquent la détermination des concentrations en gaz, en volumes d'air. Il existe plusieurs méthodes permettant de déterminer les concentrations, impliquant le prélèvement d'air si nécessaire. Elles sont caractérisées par l'espèce chimique qu'elles peuvent détecter et par leurs limites de détection, leur fréquence d'acquisition, leur fidélité, leur coût et leur facilité d'utilisation.

5.2 Méthodes de mesure de la concentration

Deux types de méthodes de mesure de la concentration ([Tableau 2](#)) peuvent être utilisés pour n'importe quel type de gaz étudié:

- Méthodes physiques (spectroscopie d'absorption). Les principales caractéristiques de ces méthodes sont leur temps de réponse très court, leur sensibilité et la possibilité de contrôler la dynamique de concentration en temps réel (en contrôlant éventuellement plusieurs gaz ayant différents niveaux

de concentration en même temps). Des techniques en circuit ouvert permettent de mesurer les concentrations gazeuses directement dans l'atmosphère.

- Méthodes chimiques (chromatographie en phase gazeuse, dosages en laboratoire, chimiluminescence). Ces méthodes conviennent pour les mesurages ad hoc ou pour les mesurages intégrés sur des périodes allant de quelques minutes à quelques semaines. Par conséquent, elles conviennent moins bien au suivi de la dynamique temporelle de concentration. En outre, la plupart de ces méthodes sont sélectives et ne peuvent pas être utilisées pour mesurer plusieurs gaz en même temps avec le même appareil.

L'Annexe B indique les méthodes de mesure de la concentration.

Tableau 2 — Méthodes de mesure de la concentration

Méthode	Domaine d'application	Avantages	Inconvénients
Méthodes chimiques			
Chromatographie en phase gazeuse	<ul style="list-style-type: none"> — Gaz CO₂, CH₄, N₂O, NH₃ — Convient pour les méthodes des chambres et atmosphériques, sauf la covariance turbulente 	<ul style="list-style-type: none"> — Technique bien connue, matériel commercial disponible — Haute sensibilité et faible limite de détection (de l'ordre des ppm pour les CO₂ et des ppb pour le N₂O, NH₃ et CH₄) — Peut être utilisée pour quantifier plusieurs espèces chimiques en même temps — Peut être utilisée en cas de fortes fluctuations de concentrations — Convient pour les petits volumes d'échantillons — Facilement automatisée 	<ul style="list-style-type: none"> — Peut être utilisée sur le terrain pour les mesurages continus, mais présente des inconvénients logistiques et des coûts de fonctionnement élevés (bouteilles de gaz vecteur, gaz de référence, intervention quotidienne des opérateurs et maintien des conditions ambiantes)
Chimiluminescence	<ul style="list-style-type: none"> — Gaz NH₃ — Convient pour les méthodes des chambres dynamiques et atmosphériques 	<ul style="list-style-type: none"> — Haute sensibilité de l'ordre des ppb pour le NH₃ — Temps de réponse rapide (de l'ordre de 0,1 s) avec acquisition rapide des données — Convient particulièrement pour une utilisation avec la méthode des covariances turbulentes 	<ul style="list-style-type: none"> — Étalonnage fréquent — Les interférences peuvent être problématiques pour les faibles concentrations en zones rurales