



HAL
open science

Mesure du N₂O lors du traitement des eaux usées : comment et pour quels objectifs ?

Ahlem Filali, Sam Azimi, Sabrina Rechdaoui-Guérin, Romain Lemaire, Sylvie Gillot, Corinne Trommsdorff, Mathieu Sperandio, Vincent Rocher

► To cite this version:

Ahlem Filali, Sam Azimi, Sabrina Rechdaoui-Guérin, Romain Lemaire, Sylvie Gillot, et al.. Mesure du N₂O lors du traitement des eaux usées : comment et pour quels objectifs ?. 100 e congrès de l'Astee, Sep 2021, Paris, France. hal-03364595

HAL Id: hal-03364595

<https://hal.inrae.fr/hal-03364595>

Submitted on 4 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

MESURE DU N₂O LORS DU TRAITEMENT DES EAUX USEES : COMMENT ET POUR QUELS OBJECTIFS ?

Filali A.¹, Azimi S.², Guérin-Rechdaoui S.², Lemaire R.³, Gillot S.¹, Trommsdorff C.⁴, Spérandio M.⁵ Rocher V.²

MOTS-CLES

Protoxyde d'azote, Protocole de mesure, Recommandation, Quantification, Facteurs d'émission, Applications opérationnelles.

CHAPÔ

Afin d'améliorer la compréhension des émissions de protoxyde d'azote du secteur de l'assainissement et permettre l'élaboration de leviers d'action de réduction, ce travail présente les différentes approches existantes pour la mesure de ces émissions gazeuses avec des exemples d'applications et en définit les limites et recommandations principales d'utilisation.

CONTEXTE

Le protoxyde d'azote (N₂O) est un puissant gaz à effet de serre (GES) dont le potentiel de réchauffement global est équivalent à 265 fois celui du dioxyde de carbone, sur une échelle de 100 ans, couplé à une durée de vie dans l'atmosphère de 120 ans (GIEC, 2014). Principalement d'origine naturelle (sol et hydrosphère), il est également émis par les activités anthropiques, en particulier l'agriculture, l'industrie, le transport et le traitement des eaux résiduaires. Or, le contexte réglementaire de lutte contre les émissions de GES oblige à considérer et limiter ces émissions. Ainsi, en France, l'article 75 de la loi Grenelle II du 12 Juillet 2010 et le décret d'application n° 2011-829 du 11 juillet 2011, rendent obligatoires pour les collectivités territoriales de plus de 50 000 habitants, le rendu de bilans d'émission des GES et la mise en place de démarches visant à leur réduction.

Actuellement, l'estimation des émissions de N₂O des stations d'épuration repose principalement sur l'utilisation de facteurs d'émission quantifiés sur un panel limité d'installations. Cependant, ces facteurs ne sont pas toujours représentatifs des émissions réelles de l'installation pour laquelle ils sont appliqués. Une mesure *in situ* des émissions est nécessaire pour caractériser la valeur du facteur d'émission spécifique à l'installation et établir des stratégies de contrôle et de réduction de ces dernières. L'objectif du groupe de travail de l'Astee est donc de faire connaître les différentes méthodes de mesures existantes permettant l'évaluation des émissions de N₂O et d'en définir les principales recommandations et limites d'usage.

TECHNIQUES DE MESURES ET TECHNOLOGIES ASSOCIEES EN TRAITEMENT DES EAUX USEES

Dans la filière de traitement des eaux usées, le protoxyde d'azote est principalement émis lors de la transformation biologique de l'azote par les processus microbiens de nitrification et dénitrification. Différentes méthodes existent pour en évaluer les émissions ; lesquelles peuvent être directes ou indirectes. Dans le premier cas, les émissions sont mesurées par collecte et analyse de leur débit et de leur teneur en protoxyde d'azote gazeux. Cette mesure *in situ* peut s'opérer au niveau du procédé (bassin biologique) par l'utilisation de collecteur de gaz flottant (système ouvert) ou sur les conduites de reprise d'air (système fermé). Une mesure *ex situ* des émissions globales de l'installation par capteur mobile dans le panache des émissions de la zone, nécessitant l'utilisation de gaz traceurs, est également possible. Dans le second cas, la mesure est effectuée dans la phase liquide et les flux d'émission gazeuses sont évaluées à l'aide de corrélations de transfert de masse liquide/gaz. Chacune de ces méthodes dispose de technologies de mesure adaptées mais il est nécessaire d'en évaluer la précision et les facilités de mise en œuvre opérationnelles dans le cadre de l'évaluation des flux d'émission.

¹ INRAE, ² SIAAP, ³ VEOLIA, ⁴ WATER CITIES, ⁵ TBI.

EXEMPLES D'APPLICATION

Dans le cadre du programme de recherche Mocopée et avec le soutien financier de l'ANR (projet N2Otrack - ANR-15-CE04-0014), des travaux de quantification et de modélisation des émissions de protoxyde d'azote des procédés de biofiltration ont été entrepris. En parallèle, les opérateurs du domaine du traitement des eaux usées ont mené des campagnes de mesures des émissions de protoxyde d'azote issu des procédés de traitement qu'ils exploitent. Les résultats de ces travaux ont permis d'évaluer les dynamiques des flux de production et d'émission du N_2O des procédés biologiques (biofiltres) en nitrification tertiaire et post-dénitrification. Les résultats confirment le poids significatif de ces émissions à l'empreinte carbone des stations et le rôle prépondérant de la nitrification comme étape principale de production. Ils mettent également en exergue la dénitrification aval (ou post-dénitrification) comme contributrice à la réduction des émissions à l'échelle de la filière de traitement de l'azote, à condition de maîtriser l'apport de carbone exogène appliqué (Mottelet et al, 2020, Bollon et al, 2016 a et b). Par ailleurs, les résultats de ces campagnes de mesure soulignent également le caractère très dynamique des flux d'émission de N_2O en lien avec la variation des paramètres de gestion des procédés et des conditions climatiques, et donc leur variabilité saisonnière.

Ainsi, les différents exemples d'application qui sont présentés utilisent la technique par collecteur de gaz par INRAE et le SIAAP ainsi que par mesure du N_2O dissous et collecteur de gaz pour Veolia. Outre l'évaluation des flux d'émission de protoxyde d'azote, les résultats de ces campagnes de mesure ont permis, en fonction des méthodes utilisées, de définir les principales recommandations d'usage. Il s'agit notamment de prendre en compte les aspects opérationnels de mise en œuvre (complexité du système, compétences requises, maintenance, etc.) mais également les incertitudes potentielles d'évaluation des flux liées à la variabilité spatiale et temporelle des émissions de ce gaz.



Figure 1. Collecteur de gaz flottant à la surface d'un bassin de traitement de biologique (crédit INRAE).

RÉFÉRENCES

- GIEC. Industry. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Bollon J., Filali A., Fayolle Y., Guerin S., Rocher V., Gillot S. (2016 a). N_2O emissions from full-scale nitrifying biofilters. *Water Res.* 102, 41-51.
- Bollon J., Filali A., Fayolle Y., Guerin S., Rocher V., Gillot S. (2016 b). Full-scale post denitrifying biofilters: sinks of dissolved N_2O ? *Sci. Total Environ.* 563–564, 320-8.
- Mottelet S., Filali A., Guérin S., Rocher V., Azimi S., Pauss A. (2020). Mesure en ligne des concentrations d'ions nitrites et nitrates pour l'optimisation de la dénitrification et la réduction de la production de protoxyde d'azote. *Techniques Sciences Méthodes.* 6, 23-32.