

### N<sub>2</sub>O - Expériences danoises

De nombreuses mesures ont confirmé que l'oxyde nitreux est le principal facteur climatique dans le fonctionnement des stations d'épuration.

À partir de 2025, ses émissions seront réglementées par la loi au Danemark. Des changements similaires sont attendus au niveau européen et mondial.

### Campagne de mesure du ministère danois de l'environnement

- Facteur d'émission national: 0,84 % N<sub>2</sub>O-N par flux TN
- Forte variation saisonnière et en fonction des processus
- Des mesures à long terme sont absolument nécessaires
- Il est possible de réduire les émissions en comprenant le processus

measure  
to kN<sub>2</sub>O<sub>w</sub>

## La mesure de l'oxyde nitreux, une étape clé vers un traitement des eaux usées neutre sur le plan climatique

### Le défi mondial

Le climat et la protection de l'environnement font partie des principales préoccupations de l'industrie de l'eau, et pas seulement depuis que le débat public sur le changement climatique a pris de l'ampleur. Des mesures visant à rendre le secteur plus durable et à réduire les effets négatifs sur le climat peuvent être observées dans le monde entier. Dans ce contexte, l'émission de gaz à effet de serre dans les stations d'épuration des eaux usées est également au centre des préoccupations.

Au Danemark, les émissions d'oxyde nitreux font déjà l'objet d'une attention particulière, mais des mesures sont également prises dans d'autres pays. Par exemple, dans son document stratégique "Road to Net Zero 2030", la compagnie britannique Anglian Water a identifié l'oxyde nitreux comme le facteur le plus important du budget d'émissions de l'entreprise, représentant près de la moitié des émissions de catégorie 1<sup>1</sup>. Cet ordre de grandeur est relativement courant au regard des normes internationales.



Fig. 1 : La station d'épuration de 750 000 EH de Lynetten, située dans le port de Copenhague

### Formation d'oxyde nitreux dans la station d'épuration

L'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) présente un potentiel de réchauffement global élevé (=273 CO<sub>2</sub>-eq<sup>2</sup>) et peut être généré dans le cadre du traitement biologique des eaux usées en tant que sous-produit de la nitrification et de la dénitrification<sup>3</sup>. Selon le rapport du GIEC de 2019, un facteur d'émission de 1,6 % de N<sub>2</sub>O-N par flux d'azote total (TN) est supposé pour une "station d'épuration moyenne".

Cependant, le N<sub>2</sub>O dépend fortement du processus et des facteurs d'émission compris entre 0 et 20 % ont été trouvés dans des études antérieures, en fonction de la configuration et des conditions locales. En outre, une forte variation saisonnière est généralement observée, et des mesures ciblées telles que l'ajustement de l'aération permettent parfois d'obtenir des réductions significatives<sup>4</sup>.

### Mesurer l'oxyde nitreux directement dans le processus

Le système N<sub>2</sub>O Wastewater est unique dans sa capacité à mesurer l'oxyde nitreux dissous directement dans le processus. Il fournit des données en ligne en continu et permet de détecter des tendances à court et à long terme ainsi que des corrélations avec d'autres paramètres du processus. Il peut donc être utilisé pour optimiser le contrôle du processus afin de réduire les émissions. En outre, la concentration mesurée est utilisée pour calculer les émissions de N<sub>2</sub>O sur la base du stripping à l'air. La méthode de calcul des émissions a été validée par comparaison directe avec les mesures des effluents gazeux dans plusieurs stations d'épuration, a fait l'objet d'un examen scientifique<sup>5</sup> et est considérée comme étant à la pointe de la technologie pour les exploitants du monde entier.

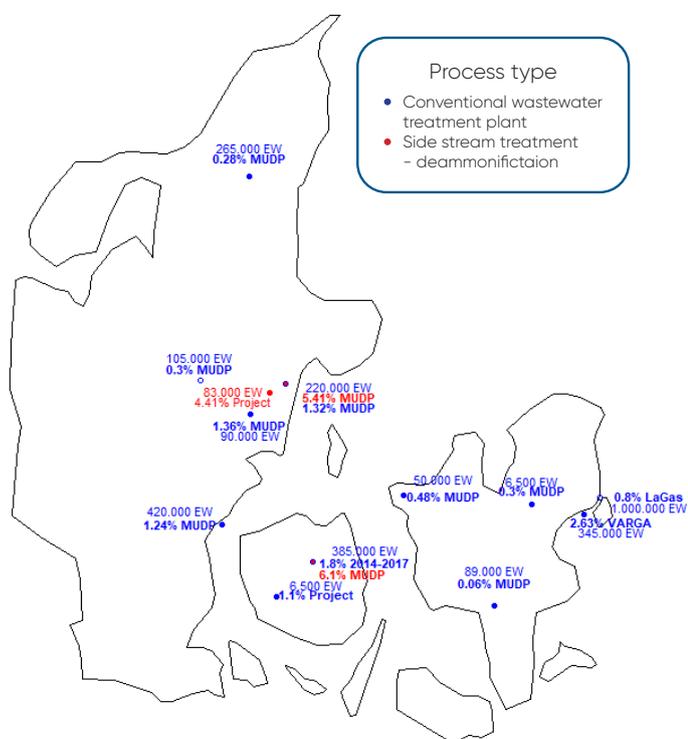


Fig. 2 : Aperçu des facteurs d'émission confirmés au Danemark, sur la base de la campagne de mesure de l'Agence danoise pour la protection de l'environnement et de projets sélectionnés. Unité : % N<sub>2</sub>O-N par flux TN; MUDP : campagne de mesure de l'Agence danoise pour la protection de l'environnement, LaGas ([www.lagas.dk](http://www.lagas.dk)), Varga ([www.projekt-varga.dk](http://www.projekt-varga.dk)).

### L'action par la mesurabilité

La disponibilité d'une méthode viable a conduit à des initiatives politiques sectorielles au Danemark. Des efforts similaires peuvent être observés dans le monde entier, notamment au Royaume-Uni, aux Pays-Bas, aux États-Unis et en Nouvelle-Zélande. Dans le but de rendre le secteur de l'eau climatiquement et énergétiquement neutre d'ici 2030, le gouvernement danois a demandé aux exploitants de stations d'épuration de fournir des données sur les émissions de gaz à effet de serre.

Afin d'améliorer les données de référence, une mesure de financement a été lancée pour réaliser une campagne de mesure à grande échelle. Le rapport de 2020 résume les mesures à long terme (au moins un an) de 9 stations d'épuration danoises et détermine le facteur d'émission national de 0,84 %. Cependant, de grandes différences ont également été constatées entre les différentes stations d'épuration et les configurations des processus. En particulier, les procédés exploités à forte charge pour le traitement des eaux usées très concentrées ont montré des émissions accrues (voir Fig. 2).

Sur la base de ces études, le gouvernement danois prévoit d'introduire une valeur limite pour les émissions d'oxyde nitreux dans les stations d'épuration de plus de 30 000 EH en 2025. L'extension aux stations de 10 000 EH est à l'étude. La structure détaillée du calcul des redevances et des exigences en matière de rapports n'est pas encore claire à l'heure où nous écrivons ces lignes.

### L'optimisation des processus en tant qu'objectif

Cependant, il est certain qu'un facteur d'émission ne peut pas être utilisé seul pour développer des mesures visant à réduire l'oxyde nitreux. L'étude conclut donc en recommandant d'étendre les mesures en ligne existantes et de mener d'autres études sur la relation entre la charge des eaux usées, la stratégie d'aération, le volume et l'âge des boues et les émissions d'oxyde nitreux. Au-delà du potentiel de réduction des émissions, cela peut permettre de mieux comprendre les processus biologiques et d'accroître l'efficacité et la stabilité des procédés.

### L'économie de l'optimisation climatique - Neutralité énergétique et climatique

Les économies d'électricité réalisées grâce à la réduction de l'aération peuvent avoir un impact négatif sur la formation d'oxyde nitreux, en fonction des conditions du site. En outre, les émissions causées par les achats d'électricité diminueront fortement à l'avenir avec le développement des énergies renouvelables. Par conséquent, l'effet climatique global doit toujours être pris en compte lors de l'optimisation d'une station d'épuration.

La réduction des oxydes d'azote par l'optimisation des procédés peut être une méthode rentable pour obtenir des améliorations significatives. Compte tenu des coûts d'acquisition et d'exploitation des mesures permanentes, un prix d'atténuation d'environ 2 €/t CO<sub>2</sub>-eq a été calculé pour la station d'épuration des eaux usées d'Avedøre, par exemple<sup>7</sup>. Dans cette usine, une réduction de 75 % des émissions d'oxyde nitreux a pu être réalisée grâce à des changements de procédés.

Les exploitants de plusieurs centaines de stations d'épuration dans le monde surveillent actuellement l'oxyde nitreux dissous en tant que paramètre de processus en ligne, et nombre d'entre eux mettent en œuvre des stratégies d'atténuation sur cette base. Grâce à cette expérience pratique croissante, le secteur dispose des outils et des connaissances nécessaires pour parvenir à un traitement des eaux usées neutre sur le plan climatique.

**Auteur: Dr. Bastian Piltz, Unisense Environment A/S**

#### Littérature:

<sup>1</sup> Anglian Water, "Our net zero strategy to 2030", <https://www.anglianwater.co.uk/siteassets/household/environment/net-zero-2030-strategy-2021.pdf>

<sup>2</sup> IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change, "2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories", 2019.

<sup>3</sup> M. J. Kampschreur, H. Temmink, R. Kleerebezem, M. Jetten, and M. C. M. van Loosdrecht, "Nitrous oxide emission during wastewater treatment", *Water Res.*, vol. 43, no. 17, pp. 4093–4103, 2009.

<sup>4</sup> V. Vasilaki, T. M. Massara, P. Stanchev, F. Fatone, and E. Katsou, "A decade of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) monitoring in full-scale wastewater treatment processes: A critical review", *Water Res.*, vol. 161, pp. 392–412, 2019,

<sup>5</sup> C. Baresel, S. Andersson, J. Yang, & M.H. Andersen, (2016). "Comparison of nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions calculations at a Swedish wastewater treatment plant based on water concentrations versus off-gas concentrations", *Advances in Climate Change Research*, 7(3), 185-191.

<sup>6</sup> Umweltbehörde Dänemark (MUDP), "Lattergaspulje – Dataopsamling på måling og reduktion af lattergasemissioner fra renseanlæg", 2020.

<sup>7</sup> Umweltbehörde Dänemark (MUDP), "VARGA – Vandressource Genvindingsanlæg", 2023

Capteur de processus d'oxyde nitreux pour l'optimisation du traitement des eaux usées en ligne, la réduction des gaz à effet de serre à faible coût et la comptabilisation fiable de la durabilité

**Unisense Environment A/S**

**Web:** [www.unisense-environment.com](http://www.unisense-environment.com)

**LinkedIn:** [Unisense Environment](#)

**E-mail:** [sales@unisense.com](mailto:sales@unisense.com)

**Telefon:** +45 8944 9500

**Office hours:**

Monday–Thursday 8 am to 4 pm (CET)

Friday 8 am to 3.30 pm (CET)

measure   
to kN<sub>2</sub>Ow 