

95^{ème} congrès de l'ASTEE - 31 mai au 3 juin 2016
 Issy-les-Moulineaux

OPTIMISATION DU TRAITEMENT BIOLOGIQUE DE L'AZOTE : VERS UNE REDUCTION DES INTERMEDIAIRES REACTIONNELS

Ahlem FILALI (ahlem.filali@irstea.fr)





Contexte


Intermédiaires réactionnels du cycle N

- Maintien de résiduel de N/C/P « application DCE, NQE »
- Réduction des émissions de GES « facteur 4 »

↳ Objectif SIAAP : Prise en compte des intermédiaires réactionnels dans l'optimisation des installations

Nitrification autotrophe					Dénitrification hétérotrophe											
NH_4^+	→ AMO	NH_2OH	→ HAO	NO	→ HAO	NO_2^-	→ NXR	NO_3^-	→ NAR	NO_2^-	→ Nir	NO	→ Nor	N_2O	→ Nos	N_2
				↓ Nor		↓ Nirk						↓ Nor				
				N_2O		NO						N_2O				

2



Mesure des espèces azotées en continu par spectrométrie UV

T. Labergerie¹, S. Mottelet¹, S. Guérin², V. Rocher², A. Pauss¹

1  SORBONNE UNIVERSITÉS

2  SYNDICAT INTERDÉPARTEMENTAL POUR L'ASSAINISSEMENT DE L'AGGLOMÉRATION PARISIENNE

Contexte & Objectifs

Mesure des espèces azotées $\text{NO}_3^-/\text{NO}_2^-$ en continu par UV

- Contrôle / maîtrise de l'étape de dénitrification devient un enjeu majeur (atteinte NQE, CH_3OH)
- Besoin d'outils métrologiques capables de mesurer en ligne les NO_3^- et NO_2^- pour assurer un meilleur contrôle de la qualité du rejet et permettre la mise en place d'une boucle de régulation intégrant ce paramètre sensible
- Nécessité de développer un outil mathématique approprié et spécifique de traitement des spectres pour discriminer les nitrites des nitrates

Méthodologie

- Analyseur STAC HR (Secomam, Swelia) et sonde Spectro::Lyser (S::CAN)
- Eaux réelles (75 % sortie dénitrification + 25 % entrée dénitrification pour obtenir des concentrations différentes) prélevées sur 45 jours
- Analyse des eaux en parallèle avec les méthodes normées
- Eaux filtrées à 0,45 µm et non filtrées
- Traitement des spectres par PLS (Partial Least Square), validation par « Leave One Out » et facteur de régression optimal déterminé par minimisation de l'erreur

5

Méthodologie

STAR HR

Filtration des échantillons
Gamme : 0-7 mgN-/L NO_3^- , 0-10 mgN-/L NO_2^-
Lampe au deutérium, mesure de 190 à 400 nm



Spectro::Lyser

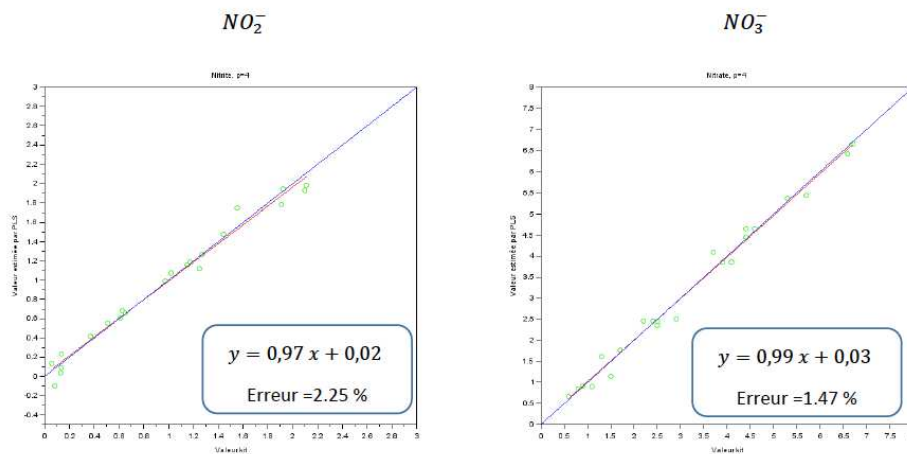
Echantillons bruts ou filtrés
Gamme : 0-60 mgN-/L NO_3^-
Lampe au xénon, mesure de 220 à 400 nm

6

Résultats

STAR HR

38 échantillons filtrés, de 0 à 7 mgN/l NO_3^- , 0 à 2,2 mgN/L NO_2^-



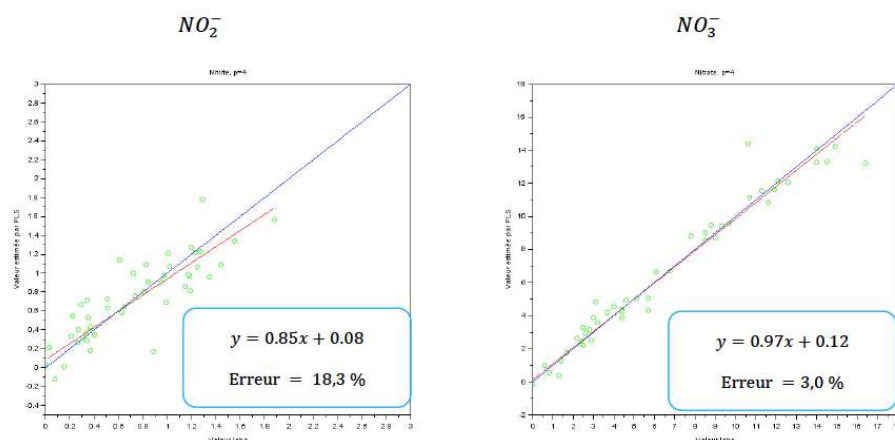
Droites rouges : régression linéaire des points, droites bleues : identité $y=x$

7

Résultats

Spectro::lyser

100 échantillons filtrés, de 0 à 17 mg/l NO_3^- , 0 à 2 mg/L NO_2^-



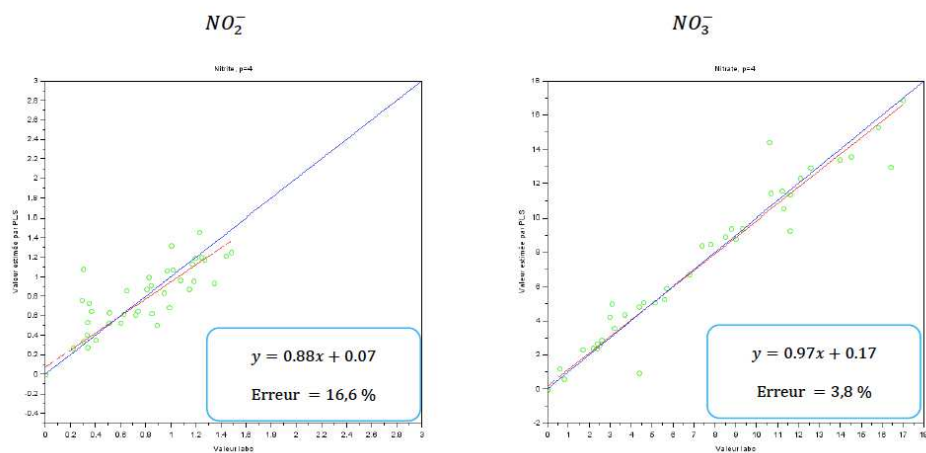
Droites rouges : régression linéaire des points, droites bleues : identité $y=x$

8

Résultats

Spectro::lyser

61 échantillons **non filtrés**, de 0 à 17 mg/l NO_3^- , 0 à 1,8 mg/L NO_2^-



Droites rouges : régression linéaire des points, droites bleues : identité $y=x$

9

Conclusions

- Possibilité d'estimer en ligne les concentrations en nitrate et nitrites dans les eaux réelles par UV, en présence de MES (20-25 mg/L), dans la gamme de la DCE
- Nécessité d'optimiser le traitement PLS des spectres UV pour obtenir une estimation efficace

A noter :

- Pas d'influence notable de la gamme de longueur d'onde, 220 – 400 nm suffit
- Pas d'influence notable du pas d'échantillonnage spectral, une valeur tous les 5 nm suffit

10



Emissions de N₂O des unités de biofiltration de la station Seine Aval

J. Bollon¹, A. Filali¹, Y. Fayolle¹, S. Guérin², V. Rocher², S. Gillot¹

1  2  

Contexte & Objectifs

Problématique industrielle et environnementale

- Puissant GES destructeur de la couche d'ozone
- Obligation réglementaire d'établir des bilans d'émission de GES et de les réduire (Loi Grenelle II, 11 juillet 2011)
- Utilisation de facteurs d'émission non adaptés pour l'estimation des émissions de N₂O
- **Aucune donnée d'émission pour les biofiltres**

Objectifs

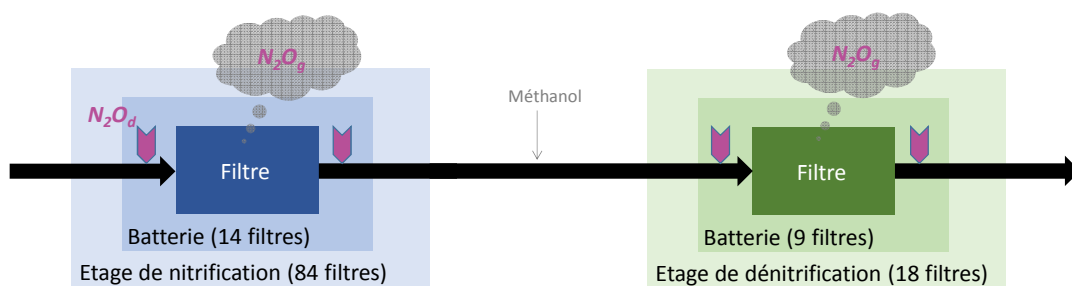
Estimer les facteurs d'émission de N₂O pour les biofiltres nitrifiants et dénitrifiants

- Evaluation de la variabilité temporelle des émissions : journalière et saisonnière
- Etude du lien entre les paramètres de gestion des procédés et les émissions
 - charge traitée
 - aération
 - DCO/N
 - fréquence de lavage,...

Méthodologie

Campagne estivale (Sept.) : Approche procédé

Etude fine d'un filtre donné / 1 semaine (Emissions liquides et gazeuses)
Caractérisation des paramètres d'influence



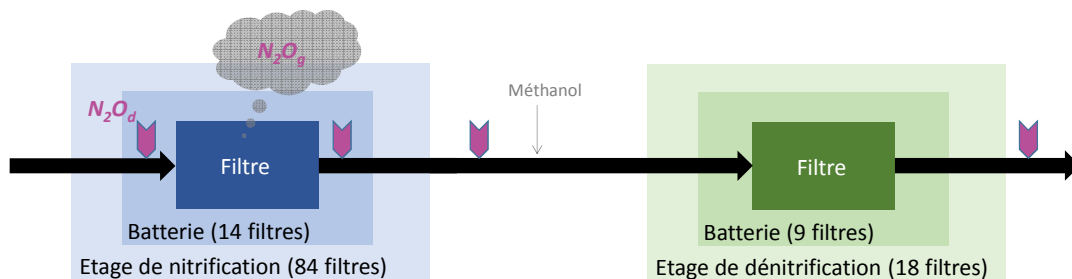
Méthodologie

Campagne estivale (Sept.) : Approche procédé

Etude fine d'un filtre donné / 1 semaine (Emissions liquides et gazeuses)
Caractérisation des paramètres d'influence

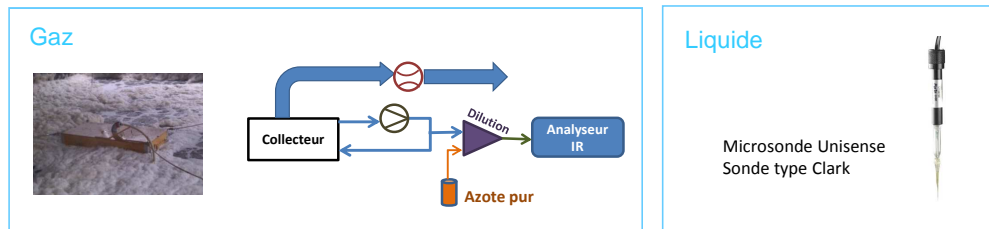
Campagne hivernale (Janv.-Fév.) : Approche filière

Suivi simultané de l'étage Nit et Dénit / 2 semaines
Essais spécifiques (débit d'air, répartition méthanol)

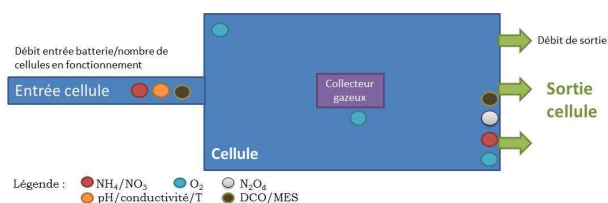


Méthodologie

Dispositif de mesure



Analyse des facteurs d'influence : Instrumentation des filtres en capteurs



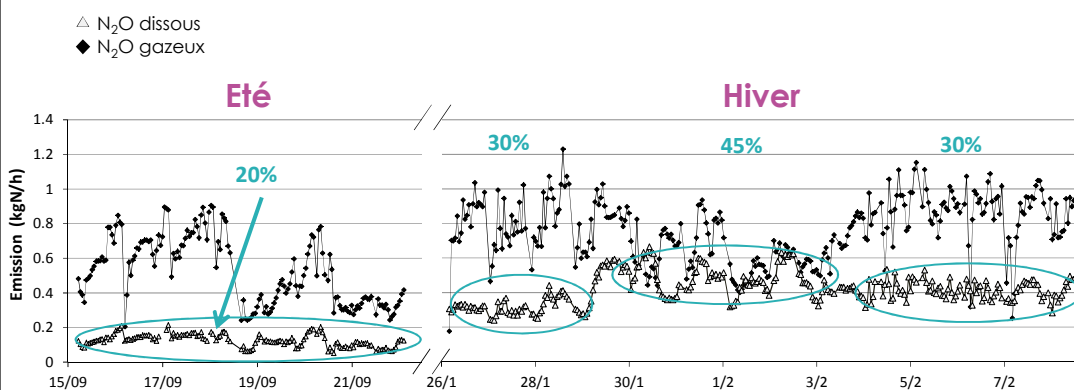
+ Echantillons moyens (24H)
 et échantillons ponctuels

+ Données d'autosurveillance
 de la station

15

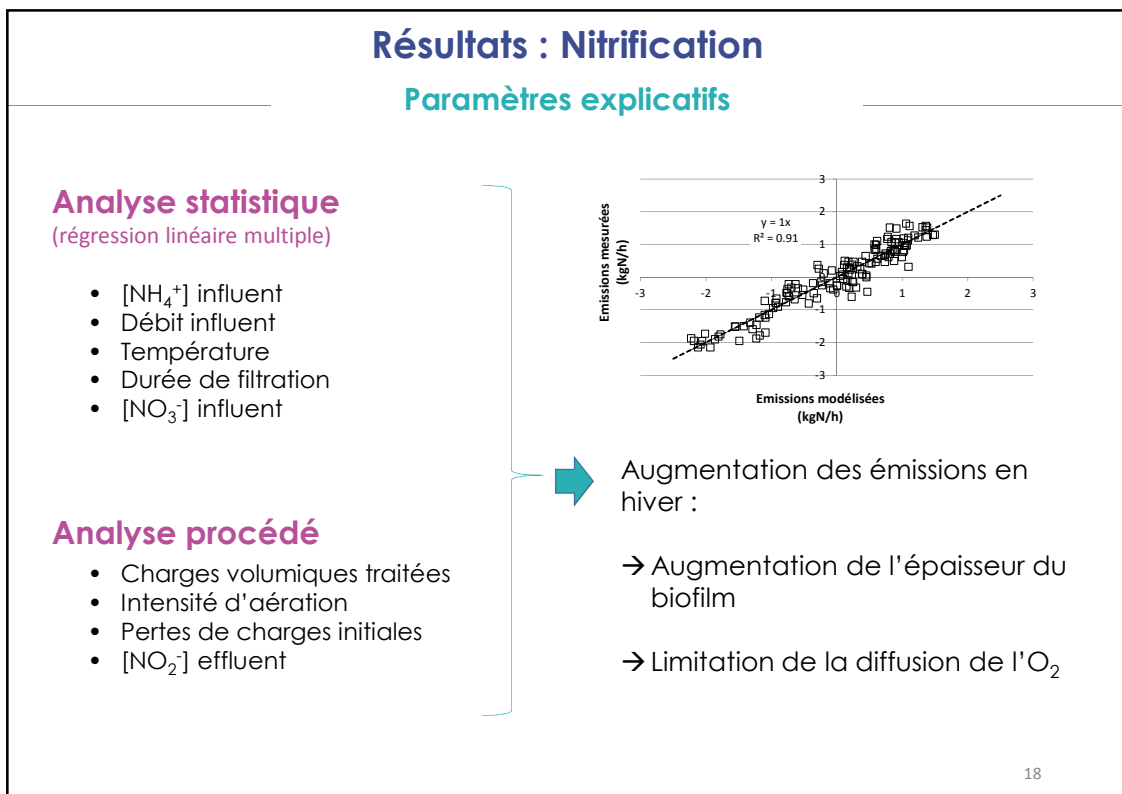
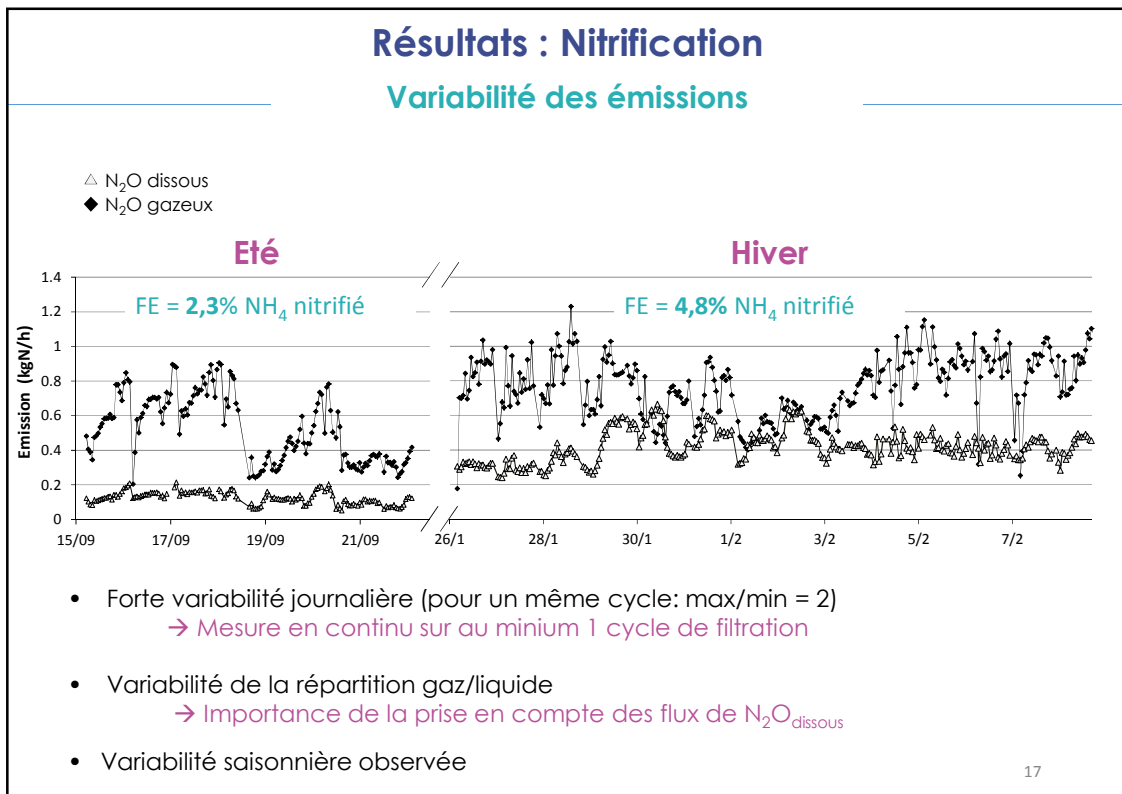
Résultats : Nitrification

Variabilité des émissions



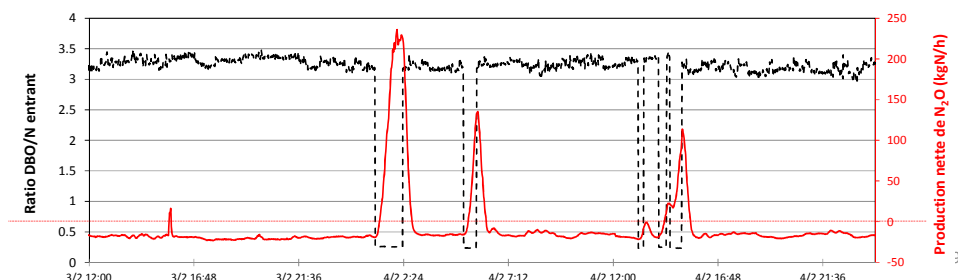
- Forte variabilité journalière (pour un même cycle: max/min = 2)
 → Mesure en continu sur au minimum 1 cycle de filtration
- Variabilité de la répartition gaz/liquide
 → Importance de la prise en compte des flux de $\text{N}_2\text{O}_{\text{dissous}}$

16



Résultats : Dénitrification

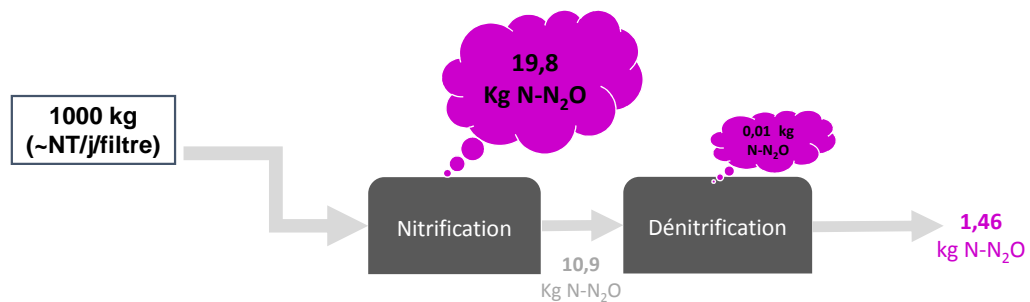
- Variabilité des émissions
- **99%** du flux de N_2O est contenu dans la **phase liquide**
- **Consommation importante** de $N_2O_{dissous}$ issu de l'étape amont de nitrification (**> 90%** en fonctionnement classique)
- Importance de la régulation du méthanol pour réduire les émissions de N_2O (**$DBO/N-NO_3 > 3$**)



Analyse de la filière

Facteur d'émission

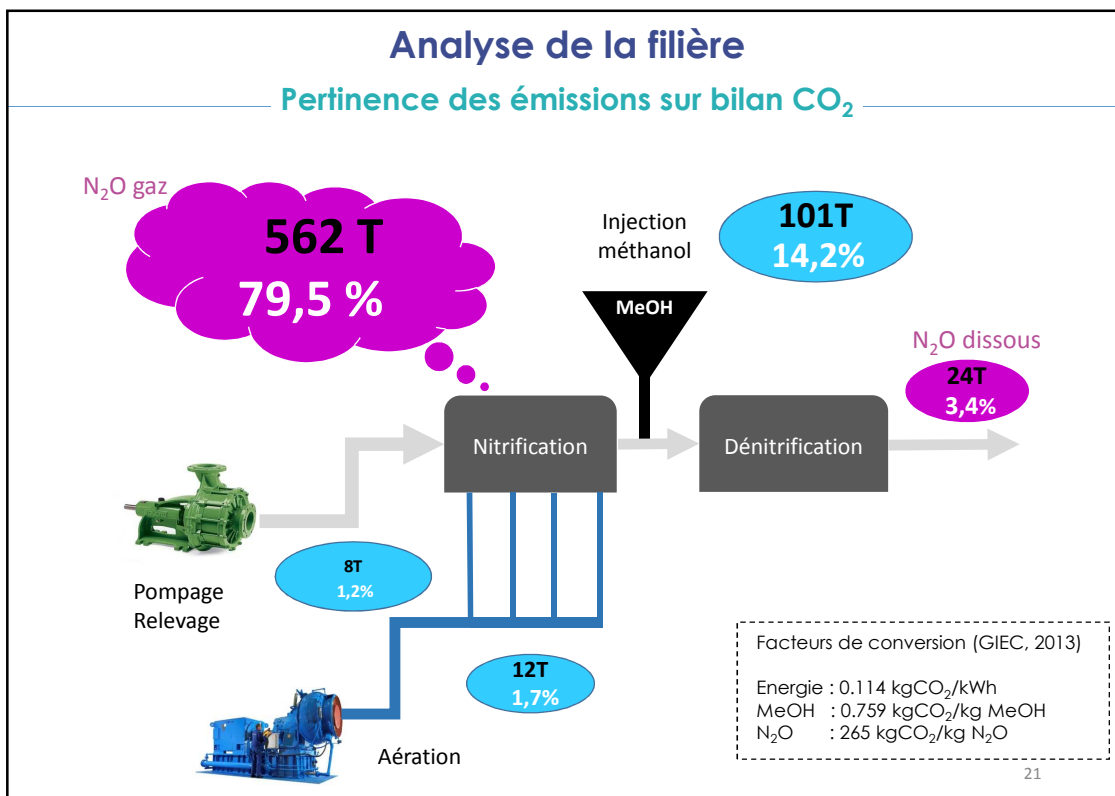
Exemple de la campagne hivernale



$$FE = 2,12 \% (N-N_2O/NT)$$

A comparer au facteur GIEC = 0,035 %

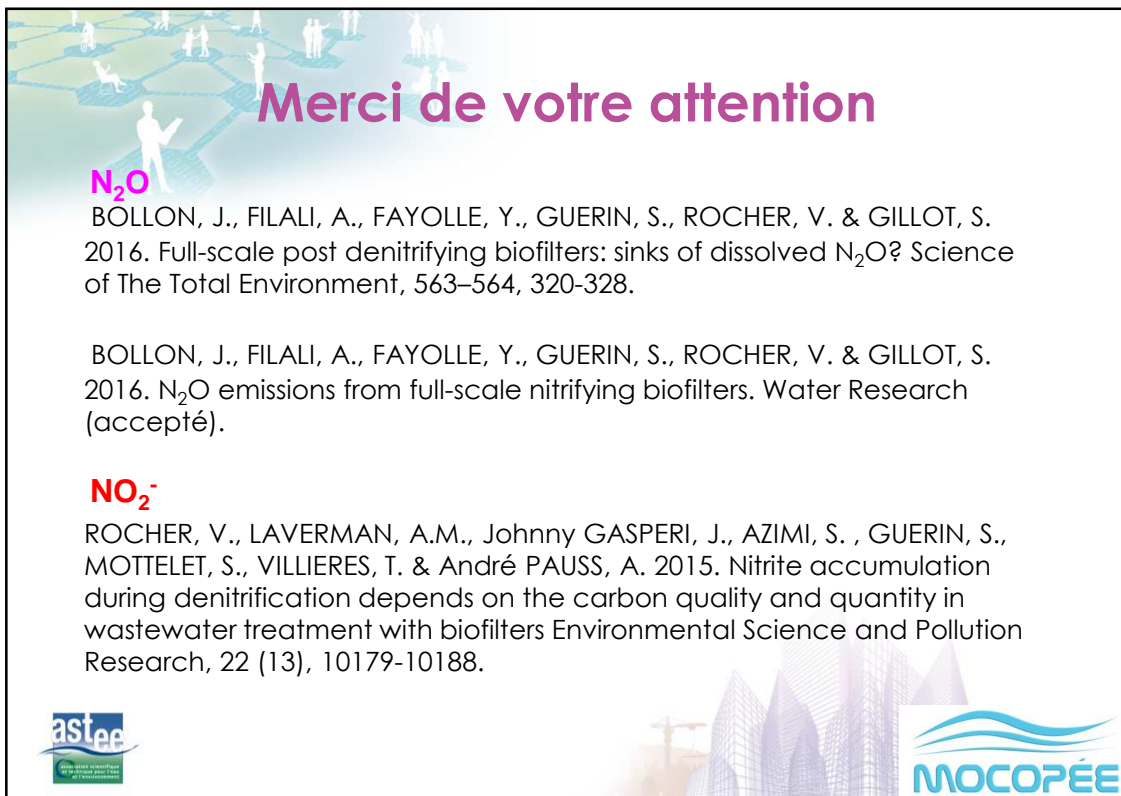
A comparer au **3,07 %** de la nitrification seule



Perspectives : projet N₂Otrack

- Etude approfondie des paramètres d'influence sur les émissions de N₂O (Irstea, SIAAP) → *Campagnes de mesure sur site*
 - *Discrimination des voies biologiques* de production de N₂O à l'aide de l'approche SP basée sur les signatures isotopiques (UPMC – ECOBIO)
 - Modélisation du fonctionnement des biofiltres avec intégration des voies de production de N₂O (Irstea – INSA de Toulouse, SIAAP)
- **Développement de stratégies de réduction des émissions de N₂O**

22



Merci de votre attention

N₂O
BOLLON, J., FILALI, A., FAYOLLE, Y., GUERIN, S., ROCHER, V. & GILLOT, S. 2016. Full-scale post denitrifying biofilters: sinks of dissolved N₂O? Science of The Total Environment, 563–564, 320-328.

BOLLON, J., FILALI, A., FAYOLLE, Y., GUERIN, S., ROCHER, V. & GILLOT, S. 2016. N₂O emissions from full-scale nitrifying biofilters. Water Research (accepté).

NO₂⁻
ROCHER, V., LAVERMAN, A.M., Johnny GASPERI, J., AZIMI, S. , GUERIN, S., MOTTELET, S., VILLIERES, T. & André PAUSS, A. 2015. Nitrite accumulation during denitrification depends on the carbon quality and quantity in wastewater treatment with biofilters Environmental Science and Pollution Research, 22 (13), 10179-10188.

