



Anammox: Traitement des retours et de la filière d'eau

Adriano Joss, Eawag

**1.10.2026, Grèse,
Fribourg**

Contenu

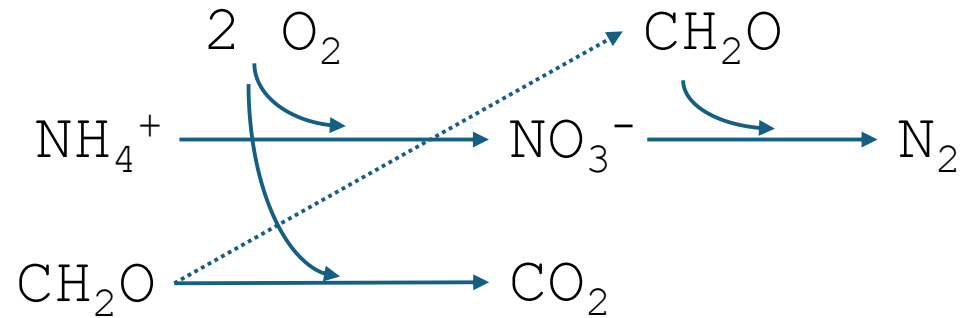
- Paragon entre l'élimination azote conventionnelle et par Anammox
- Le traitements des retours:
Mauvaise réputation vs. Bonne performance
- Anammox dans la ligne eaux:
un défi

Comparaison conventionnel vs.

Anammox:

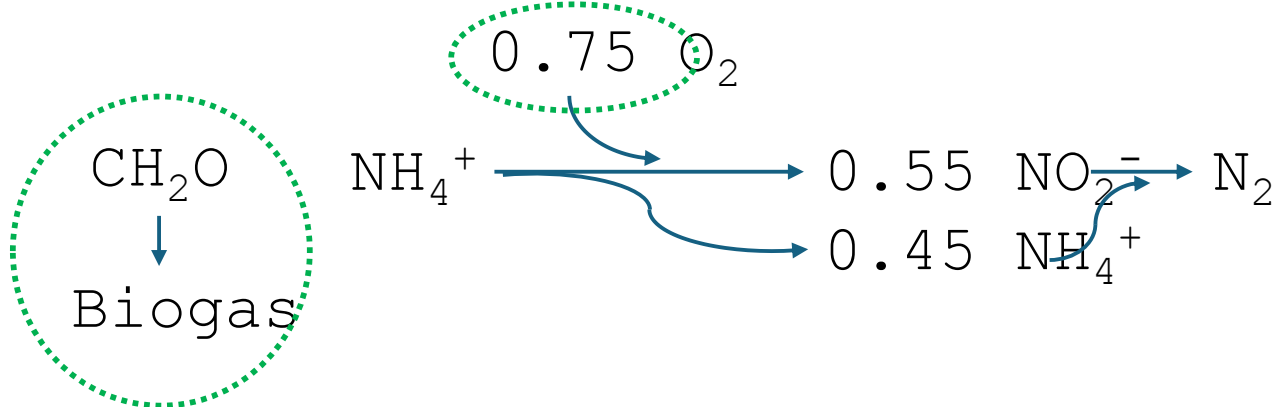
la promesse

Nitrification complète & Dénitrification



Max ca. 80% d'élimination az
(sans ajout de substrat orga

Nitritation partielle & Anammox



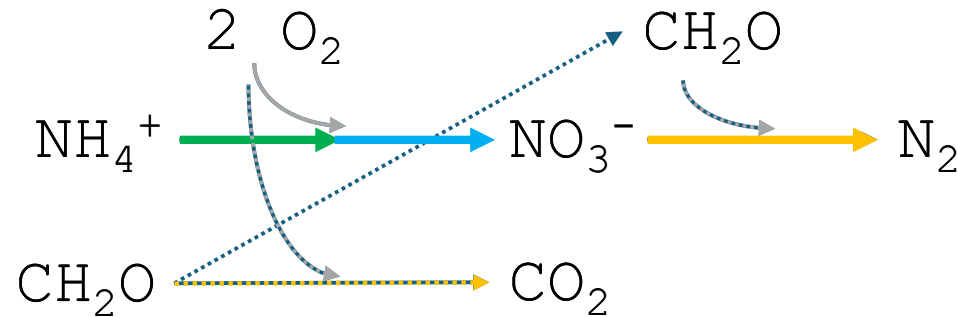
> 90% d'élimination d'azote

Comparaison conventionnel vs.

Anammox:

les bactéries

Nitrification complète & Dénitrification

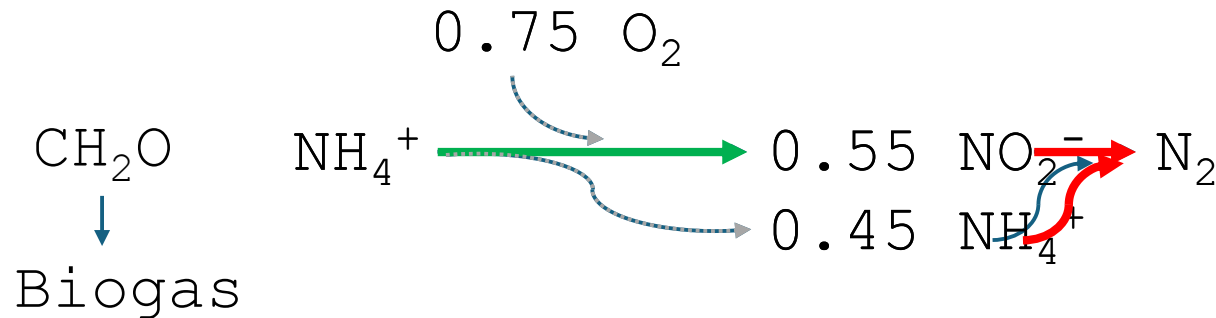


BOA: bact. oxidant l'ammonium

BON: bact. Oxidant le nitrite

HET: bact. Hétérotrophe

Nitritation partielle & Anammox



BOA: bact. oxidant l'ammonium

ANX: Anammox

~~Pas de BON!~~

Comparaison conventionnel vs.

Anammox

les conditions clé

Bactérie	Âge de boue [jours]	Oxygène	Anaérobie stricte (formation de H ₂ S)
Hétérotrophes	> 0.5 j.	Facultatif	??
B. ox. Ammonium	2 à 5 j. aérobie	Substrat	Toxique
B. ox. Nitrite	2 à 5 j. aérobie	Substrat	??
Anammox	> 20 j.	Inhibe toute activité	Toxique

KA Hamburg, 21. Mai 2025

Nitrification 1

Nitrification 2

Boues d'inoculation
Anammox



Conception et fonctionnement
d'installations Anammox à 2 étapes
pour le traitement des concentrats

Adriano Joss, Marco Kipf, eawag, Überlandstrasse 133, 8600 Dübendorf
Version du 17 février 2025

Traitement des retours: mise en service en 2015

- Réacteurs de nitrification: 4000 + 4000 m³
- Réactuer **Anammox**: 4000 m³

Rendement nominal atteint que dès 2025

Modifications principales 2025:

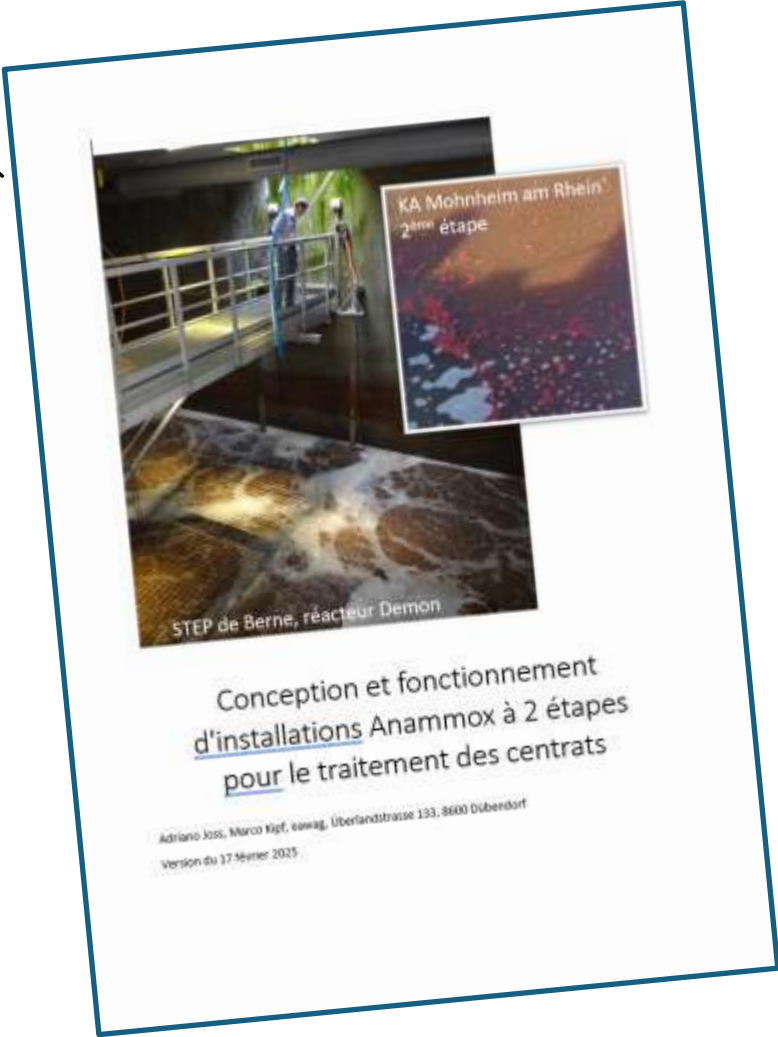
- Élimination des NO₂⁻ avant de la sédimentation (Anammox en suspension)
- Formation adéquate du personnel

Réacteur Anammox

Foto: Adriano Joss

2018 à 2025: études **sur site** pour améliorer la stabilité du pr

Site	Étapes	Dimension du réacteur
1. ARA Niederglatt	1	Pilote + industriel
2. ARA Fehraltorf	1	Pilote
3. ARA Bern	1 → 2	Pilote + industriel
4. ARA Emmenspitz	2	Pilote + industriel
5. ZSA Pfannenstiel	1 → 2	Pilote + industriel
6. ARA Wildegg	2	Pilote (mise en service)
7. ARA Falkenstein	2	Pilote + industriel
8. STEP Aïre	2	Pilote + industriel
9. ARA Bazenheid	1	Pilote
10. ARA Werdhölzli	1 → 2	industriel
11. STEP Fribourg	2	Pilote (en construction)
12. KA Hamburg (D)	2	industriel



10 cause identifiées
tiellement causant de l'instab
disponible en français et all

Traitement des retours: qu'avons nous appris?

1. $\text{L}'\text{O}_2$ inhibe mais ne tue pas les Anammox
 - Forte population BOA: bonne activité Anammox à $1.0 \text{ mgO}_2/\text{L}$
 - Faible population BOA: $0.1 \text{ mgO}_2/\text{L}$ = inhibition totale des Anammox

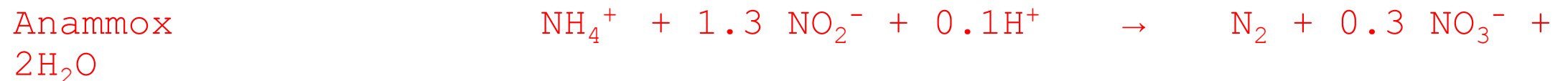
Traitement des retours: qu'avons nous appris?

1. $\text{L}'\text{O}_2$ inhibe mais ne tue pas les Anammox
2. Le sulfide inhibe principalement les BOA
 - Souvent avec effet indirecte sur les Anammox parmi $\text{L}'\text{O}_2$
 - Le sulfide peut engendrer une limitation de cuivre pour les BOA

Traitement des retours: qu'avons nous appris?

1. L' O_2 inhibe mais ne tue pas les Anammox
2. Le sulfide inhibe principalement les BOA
3. À 2 étapes les pannes sont beaucoup plus facile à encadrer

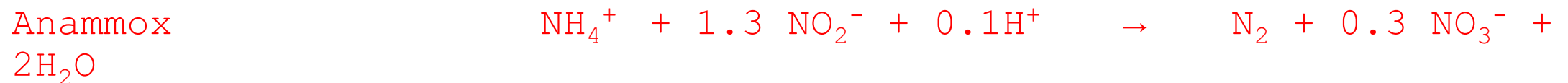
- Opération normale, 2 processus domine:



Traitement des retours: qu'avons nous appris?

1. L'O₂ inhibe mais ne tue pas les Anammox
2. Le sulfide inhibe principalement les BOA
3. À 2 étapes les pannes sont beaucoup plus facile à encadrer

- En cas de panne: jusqu'à 6 processus peuvent jouer un rôle important



Traitement des retours: qu'avons nous appris?

1. L' O_2 inhibe mais ne tue pas les Anammox
2. Le sulfide inhibe principalement les BOA
3. À 2 étapes les pannes sont beaucoup plus facile à encadrer
4. Certes règles valables pour les boues activées, sont différentes pour le traitement Anammox
 - Vaut mieux contrôler l'apport d'air par débit que par la mesure d' O_2 dissout
 - Les MES sont dominés par les inertes: cette valeur à une autre signification que pour les boues activées
 - Le stockage des retours permet d'interrompre l'exploitation pendant le week-end

Principaux avantages et inconvénients du traitement des retours avec Anammox

Les avantages

Solution économe en énergie et rentable en cas de surcharge en azote de la STEP

Nitrification/Dénitrification: $160 \text{ gN/m}^3_{\text{réacteur}}/\text{jour}$

Nitritation/Anammox: $1'000 \text{ gN/m}^3_{\text{réacteur}}/\text{jour}$

Une bonne stabilité opérationnelle grâce à une nouvelle gestion opérationnelle

Retour d'expérience: group d'échange *ERFAnammox*, rapport VSA, publications

Les inconvénients

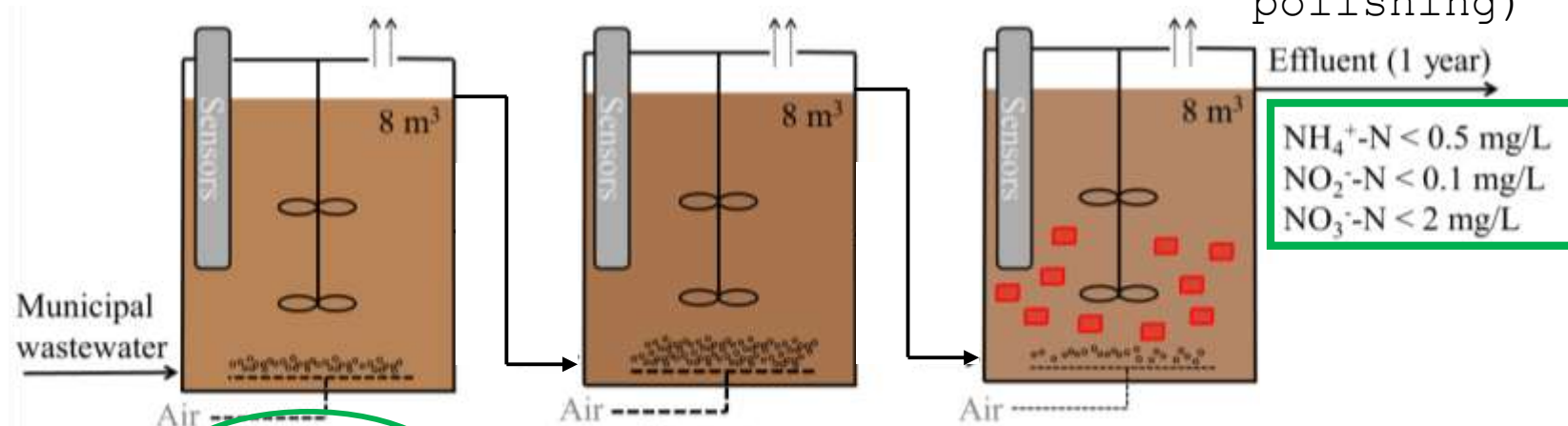
Le fonctionnement diffère à certains égards de celui d'un système conventionnel

Installations supplémentaire requises

Traitement des effluents gazeux requis : facteur d'émission de protoxyde d'azote (N_2O) compris entre 1 % et 4 %

Doctorats à l'Eawag: "Traitement Anammox stable sur la linge eau"

- (1) Élimination C:
- 2-5 mgO₂/L
 - Âge des boues = 0.5 - 2 jours
 - Ni BOA, ni BON
- (2) Nitritation:
- 2-5 mgO₂/L
 - BOA sans BON
 - 3-15 mgNO₂⁻-N/L en sortie
- (3) Anammox:
- SBR modifié
 - Anammox: biofilm sur support
 - Aération possible (NH₄⁺ polishing)



Fonction
:

Élimination
du

carbone

55% NO₂⁻
45% NH₄⁺

0.9 NH₄⁺ + 1.1 NO₂⁻
→ N₂

Procédé linéaire sans retours



Essais actuels:

- Élimination C existante (échelle industrielle)
- 2 pilote, avec 2 réacteurs chacun (nitritation + Anammox)
- Novembre 2026: 1 pilote vas à Köln pour 2 années

Traitement Anammox sur la linge eau:

Les exigences

- Volume total des reacteurs $\leq$
Nitrification+Dénitrification
 - Nitri+Deni: $160 \text{ L}_{\text{Réacteur}}/\text{EH}$ pour $11 \text{ gN}/\text{EH}/\text{jour}$
(= $70 \text{ gN}/\text{m}^3/\text{jour}$)
 - Performance de la nitrification: $\geq 70 \text{ gNO}_2^- - \text{N}/\text{m}^3/\text{jour}$
 - Performance du Anammox: $\geq 150 \text{ gN}/\text{m}^3/\text{jour}$
- Sortie $< 8 \text{ mgN}_{\text{inorg}}/\text{L}$ ($\text{N}_{\text{inorg}} = \text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$)
 - Hausherr et al. (2016): $< 3 \text{ mgN}_{\text{inorg}}/\text{L}$ faisable

Traitement Anammox sur la linge eau:

État actuel des connaissances

(1) Élimination

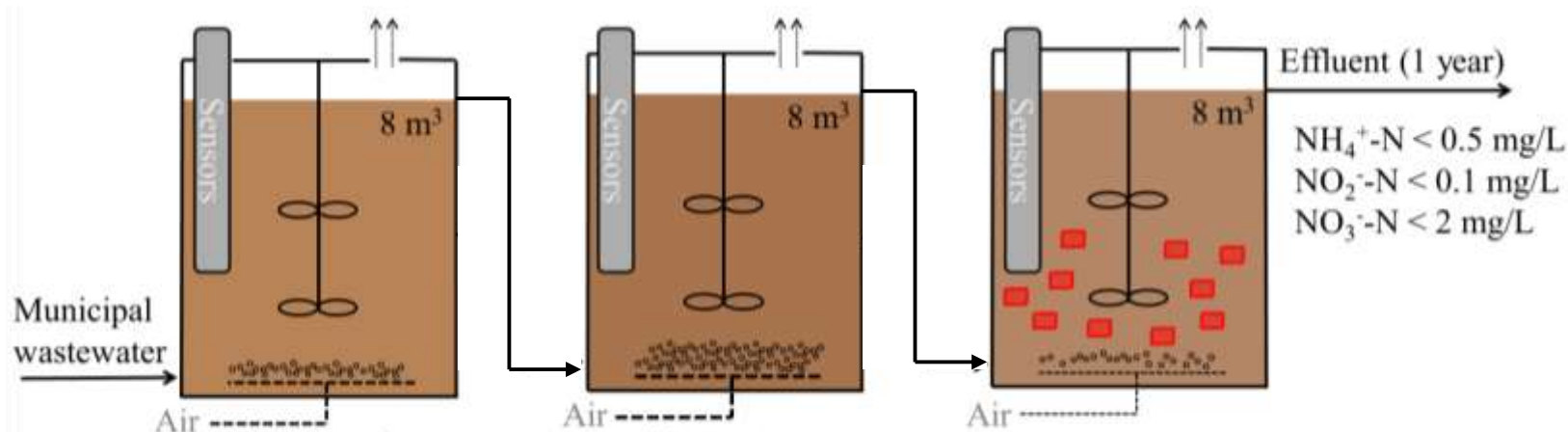
- 2-5 mgO₂/L
- Âge des boues = 0.5 - 2 jours
- Ni BOA, ni BON

(2) Nitritation:

- 2-5 mgO₂/L
- BOA sans BON
- 3-15 mgNO₂-N/L en sortie

(3) Anammox:

- SBR modifié
- Anammox: biofilm sur support
- Aération possible (NH₄⁺ polishing)



Fonction
:

Élimination
du

55% NO₂⁻
45% NH₄⁺

0.9 NH₄⁺ + 1.1 NO₂⁻
→ N₂

Les conclusions

Le traitement des retours avec Anammox...

- ...peut être intéressant pour les STEP surchargées
- ...une bonne stabilité de fonctionnement grâce à une gestion améliorée

En ligne eaux...

- ...la stabilité du procédé n'est pas encore suffisante
- ...essais avec plusieurs partenaires sont en cours