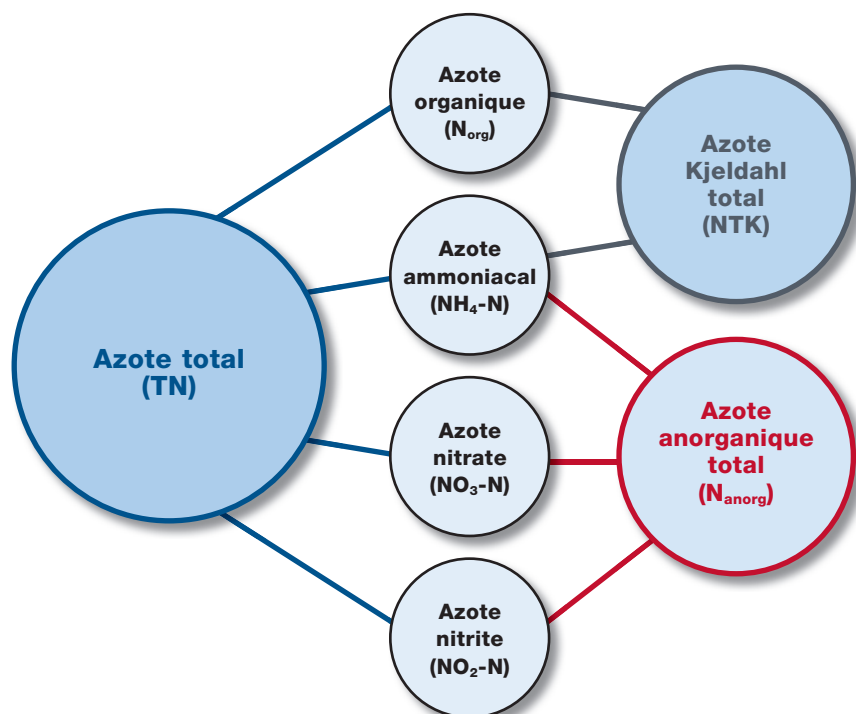


RAPPORT D'APPLICATION

ANALYSE DE LABORATOIRE & ANALYSE EN CONTINU
ELEMENTS NUTRITIFS
COMPOSES AZOTES



Paramètres de l'azote : nitrification, dénitrification, etc.

Une part importante du traitement des eaux usées vise à **éliminer les composés azotés**. Afin de respecter les concentrations en sortie imposées par la législation, la **nitrification** et la **dénitrification** doivent être contrôlées de façon optimale. C'est à ce moment que la chimie analytique entre en jeu. En effet, ce n'est que grâce à des mesures ciblées et complètes des différents paramètres de l'azote que l'on peut obtenir un fonctionnement plus stable, et donc plus économique, de son installation. Le plus efficace est de **combiner analyses en laboratoire** (tests en cuve) et **techniques de mesures de process** (capteurs en ligne) au niveau de points de mesure pertinents, pendant et après le processus de traitement des eaux usées.



Auteur :
Petra Pütz

- Ingénieur diplômé en chimie
- Utilisation des produits de
laboratoire HACH LANGE



LANGE

UNITED FOR WATER QUALITY

Traitement des eaux usées : élimination de l'azote



Fig. 1 : idéal pour l'établissement du bilan et le suivi des paramètres en sortie : tests en cuve LATON pour déterminer l'azote total (TN)



Fig. 2 : spectrophotomètre pour une évaluation précise des tests en cuve LANGE (pour l'analyse de l'azote, par exemple)



Fig. 3 : sonde NITRATAX sc pour la surveillance en continu de l'azote nitrate et le contrôle de la nitrification

Contexte légal

Les composés azotés ont des effets différents sur les eaux usées :

- Azote organique : abaisse considérablement la concentration en oxygène
- NH_4^+ : abaisse la concentration en oxygène, toxique pour les poissons lorsque le pH est supérieur à 8
- NO_3^- : favorise l'eutrophisation
- NO_2^- : très toxique pour les poissons

Les législateurs ont donc fixé certains seuils quant à la teneur en composés azotés des eaux usées déversées dans les eaux stagnantes. Conformément à la directive européenne 91/271/CEE relative au traitement des eaux urbaines résiduaires, la limite est fixée à 15 ou 10 mg d'azote total par litre (en fonction de la taille de la station d'épuration) ou à une réduction minimum de 70–80 % des composés azotés par rapport à leur concentration à l'entrée de la station. Les différents Etats membres de l'Union Européenne imposent généralement des exigences supplémentaires. L'Allemagne applique par exemple les exigences minimales de la directive-cadre sur le traitement des eaux usées pour les paramètres $\text{NH}_4\text{-N}$ et azote anorganique. En outre, la

somme des composés azotés inorganiques sert de base au paiement de la taxe sur les eaux usées.

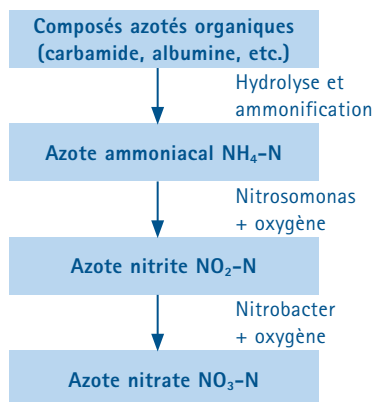
Élimination de l'azote

Les eaux qui arrivent dans une station d'épuration contiennent majoritairement de l'azote organique (carbamide, albumine, etc.) et de l'azote ammoniacal. Le rapport précis entre les deux paramètres dépend entre autres de la longueur du réseau de canaux, car c'est là que commence la transformation de l'azote organique en $\text{NH}_4\text{-N}$. Dans la station d'épuration, l'ammonification se poursuit jusqu'à ce que l'azote à l'entrée du bassin des boues activées se présente principalement sous forme de $\text{NH}_4\text{-N}$.

→ Nitrification

Lors du traitement biologique des eaux usées, le $\text{NH}_4\text{-N}$ est transformé en $\text{NO}_2\text{-N}$ puis en $\text{NO}_3\text{-N}$ grâce à l'apport d'oxygène. Cependant, les microorganismes responsables de la nitrification (Nitrosomonas et Nitrobacter) sont très fragiles. Ils ont besoin de températures constantes (jamais inférieures à 12 °C), d'un rapport C/N/P favorable et d'une alimentation en oxygène suffisante. L'âge des boues doit

Nitrification (aérobie)



Dénitrification (anaérobie)

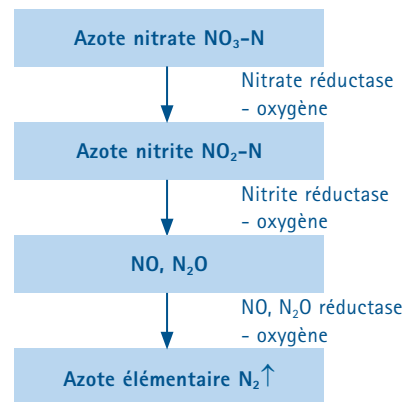


Fig. 4 : processus de décomposition lors de l'élimination de l'azote

Tableau 1 : aperçu des différents paramètres de l'azote et de leurs possibilités de détermination

| Composés azotés | Formule | Préparation des échantillons | Tests en cuve | Appareils | Points de mesure, pertinence |
|---|--|------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| Azote organique | N _{org} | Homogénéisation, dissolution | | | Arrivée dans la station d'épuration, transformation en NH ₄ -N lors du processus de traitement |
| Azote ammoniacal | NH ₄ -N | Filtration | LCK302 LCK303 LCK304 LCK305 | AISE sc AN-ISE sc AMTAX sc | Arrivée dans la station d'épuration, bassin de boues activées, sortie de la station d'épuration, contrôle de la nitrification/dénitrification, contrôle du respect des seuils |
| Nitrate d'azote | NO ₃ -N | Filtration | LCK339 LCK340 | NISE sc AN-ISE sc NITRATAX sc | Bassin de boues activées, sortie de la station d'épuration, contrôle de la nitrification/dénitrification, contrôle du respect des seuils |
| Nitrite d'azote | NO ₂ -N | Filtration | LCK341 LCK342 LCK541 | | Bassin de boues activées, sortie de la station d'épuration, relative instabilité des produits intermédiaires lors de la nitrification/dénitrification, contrôle du respect des seuils |
| Azote anorganique (= NH ₄ -N + NO ₃ -N + NO ₂ -N) | N _{anorg} (souvent désigné dans la législation sous le terme d'azote total ou d'azote global, ce qui peut prêter à confusion) | Filtration | LCK302/303/ 304/305 + LCK339/340 + LCK341/342/541 | | Sortie de la station d'épuration, contrôle du respect des seuils, paramètre pertinent pour le paiement de la taxe sur les eaux usées |
| Azote Kjeldahl = N _{org} + NH ₄ -N | NKT | Homogénéisation, dissolution | | | Arrivée dans la station d'épuration, établissement du bilan |
| Azote total (= N _{org} + NH ₄ -N + NO ₃ -N + NO ₂ -N) | TN | Homogénéisation, dissolution | LCK138 LCK238 LCK338 | | Arrivée dans la station d'épuration, sortie de la station d'épuration, établissement du bilan, contrôle du respect des seuils conformément à la directive européenne |

Important : dans le cadre de l'analyse des eaux usées, les concentrations sont toujours exprimées sous la forme de la teneur en azote. Les résultats sont donc présentés en xx-N (facteur de conversion : NH₄-N × 1,3 = NH₄⁺ / NO₃-N × 4,4 = NO₃⁻ / NO₂-N × 3,3 = NO₂⁻).

être adapté à la lente croissance des nitrifiants. Si la nitrification s'interrompt, le processus mettra plusieurs jours à se stabiliser.

→ Dénitrification

Dans des conditions anoxiques, la transformation du NO₃-N en azote élémentaire s'effectue via les produits intermédiaires NO₂-N et NO/N₂O. La dénitrification a lieu avant (en amont), pendant (simultanément) ou après (en aval, rarement) la purification biologique.

Pour cette étape, il est important de disposer d'une quantité suffisante de carbone (majoritairement du méthanol) facilement dégradable. Il ne doit rester aucune trace d'oxygène dissous.

Bibliographie

- HACH LANGE Rapport d'application « Mesure en continu pour le traitement de l'azote et du phosphore », février 2008, DOC043.77.30007.Feb08.
- HACH LANGE Rapport d'application « Proportions optimales en éléments nutritifs pour le traitement des eaux usées », mars 2008, DOC040.77.10005.Mar08.
- Directive européenne du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires (91/271/CEE)



Fig. 5 : sonde sélective d'ions avec technologie CARTRICAL innovante, pour une surveillance stable et continue de la teneur en azote ammoniacal.

Élimination de l'azote : une fiabilité optimale grâce à une analyse optimale

Une élimination plus efficace et plus économique de l'azote n'est possible que grâce à des mesures régulières et ciblées des différents paramètres de l'azote :

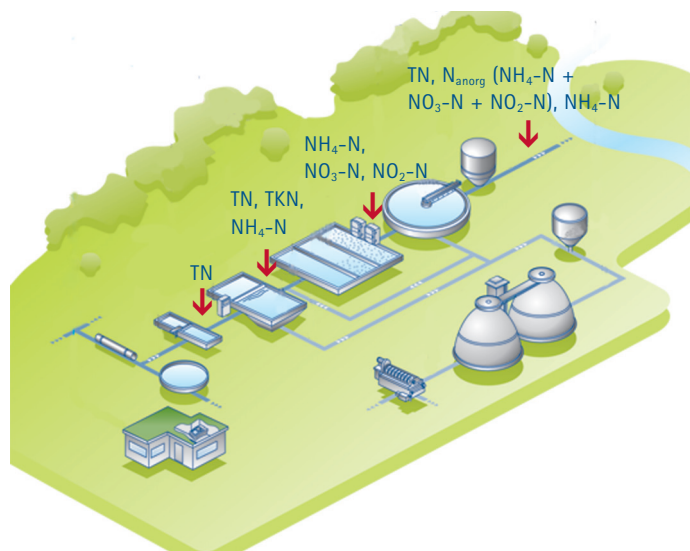
en ligne grâce aux capteurs de process ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$) et **en laboratoire grâce au système de tests en cuve LANGE** ($\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$, TN).

En cas de modifications apportées à l'installation ou de concentrations variables à l'arrivée dans la station d'épuration, il est nécessaire de procéder à un contrôle renforcé, dans la mesure où les microorganismes ne s'adaptent que très lentement à de nouvelles conditions. Cela s'applique particulièrement aux nitrifiants fragiles. Le processus biologique peut mettre plusieurs jours à s'adapter et à assurer de nouveau une décomposition optimale. Le même délai peut également s'appliquer lorsqu'un incident vient perturber le processus biologique : des pics très élevés à l'arrivée en station peuvent très sérieusement affecter les microorganismes des boues activées, ce qui entraîne un processus de nitrification beaucoup plus long.

La stabilité et le respect des limites autorisées pour les eaux usées quittant la station d'épuration sont assurés par une charge uniforme du système de purification biologique. Un contrôle précis (analyses) des différents processus de décomposition de l'azote est donc nécessaire afin de détecter rapidement la présence d'éléments ayant une incidence négative sur le réseau de canaux, la charge de la station ou le déroulement du processus de traitement. Des contre-mesures peuvent ainsi être prises immédiatement, pour éviter toute conséquence grave sur le processus biologique.

Points de mesure type des paramètres de l'azote :

- Arrivée dans la station d'épuration : TN
- Arrivée dans le bassin de boues activées : TN, NTK, $\text{NH}_4\text{-N}$
- Sortie après dénitrification : $\text{NH}_4\text{-N}$
- Sortie après nitrification : $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{NO}_2\text{-N}$
- Sortie de la station d'épuration : TN, azote_{anorganique} ($\text{NH}_4\text{-N}$ + $\text{NO}_3\text{-N}$ + $\text{NO}_2\text{-N}$), $\text{NH}_4\text{-N}$



« Nous avons une norme de rejet et une obligation de suivi du NTK et N-NH_4 . Je viens de changer mon CADAS 200 de HACH LANGE pour le nouveau spectrophotomètre DR 3800 sc dont je suis entièrement satisfaite. En effet, le NTK est très long à faire en norme. Avec les tests LANGE, je mesure le NGL (LCK338, LCK138), le NO_3 (LCK339), le NO_2 (LCK341) et obtiens très rapidement mon NTK par différence. Le suivi de l'azote nous permet de vérifier et de réguler la nitrification et la dénitrification en station. Dès le matin, je mesure le NH_4 et NO_3 et je sais très vite si la station a bien fonctionné pendant la nuit. »

Véronique GUY
Responsable laboratoire
Station OTV VEOLIA LE MANS

Symboles de danger

| | |
|--|--|
| | Corrosif (LCK339/340/138/238/338) |
| | Nocif (LCK302/303/304/305) |
| | Irritant (LCK341/342) |
| | Dangereux pour l'environnement (LCK302/303/304/305) |



UNITED FOR WATER QUALITY