



APPROCHE GLOBALE QUALITATIVE ET ECONOMIQUE EN EPURATION BIOLOGIQUE

PAR LA MESURE DES TENEURS EN OXYGENE DISSOUS, AMMONIUM, NITRATE
ET DE LA DENSITE DES BOUES.

Les stations d'épuration d'eaux usées présentent un épineux problème de maintien de la qualité des boues activées pour rester conformes aux exigences toujours plus strictes d'abaisser les taux de nutriments rejetés dans la nature. Des débits sporadiques, des conditions d'abondance ou de famine et bien d'autres modifications des conditions d'exploitation créent sans cesse des problèmes évitables s'ils sont pris en considération.

Les organismes premièrement responsables de la qualité des boues activées comme les rotifères ainsi que les ciliés deviennent stressés s'ils sont privés de nutriments ou d'oxygène pendant une période trop longue. L'élimination du phosphate est tributaire de l'état de santé de ces organismes et de leur état hors stress. Si les organismes ne sont pas dans leurs meilleures conditions, l'élimination du phosphate peut ne pas être optimal.

L'élimination de l'azote est un casse-tête permanent si une nitrification/dénitrification incomplète se présente dans le bassin d'aération. Les recherches effectuées ont démontré que l'élimination optimale de l'azote est la clé de l'élimination des autres nutriments tels que le carbone et le phosphate. Pour que cette clé soit utilisée correctement, l'oxygène, la densité des boues, l'azote ammoniacal et l'azote nitrate doivent être contrôlés dans le bassin d'aération.

L'élimination de l'azote en épuration.

Dans toutes les stations d'épuration, la charge des eaux usées varie constamment selon le moment de la journée, les contraintes techniques, les saisons, la mise en service de pompes, etc... Quand la charge des d'eaux usées augmente, il devient de plus en plus important d'éliminer les nutriments comme l'azote et le phosphore. Si ces nutriments sont présents à haute concentration, l'eau peut s'appauvrir en oxygène à un point tel que la vie aquatique devient gravement menacée.

Les opérateurs des traitements d'épuration doivent comprendre que la nitrification comme la dénitrification sont toutes deux primordiales pour éliminer l'azote en station d'épuration. Beaucoup d'opérateurs ne savent pas encore que la nitrification se passe quand le taux d'oxygène est supérieur à 1 mg/litre tandis que la dénitrification a lieu quand le taux d'oxygène est pratiquement à 0 mg/litre. Il est donc important de ne pas monter trop haut en oxygène pour pouvoir revenir pratiquement à 0 mg/litre.

Dans le processus de nitrification les nitrosomonas peuvent convertir l'azote ammoniacal en nitrite. Le nitrite est ensuite converti en nitrate par les nitrobactères. Cette conversion en deux étapes est optimisée lorsque la concentration en oxygène dissous est supérieure à 1 mg/litre.



L'opérateur sait que le nitrate doit être éliminé parce qu'il est encore un nutriment. La solution biologique est de transformer le nitrate en azote ou oxyde d'azote pour être évacué dans l'air. Cela aussi est problématique parce que les bactéries capables de réaliser ce processus appelé dénitrification, sont des bactéries hétérotrophes. Les bactéries hétérotrophes doivent vivre dans des conditions proches de 0 mg/litre en oxygène, c. a. d. dans des conditions d'anoxie pour pouvoir puiser l'oxygène dont elles ont besoin dans le nitrate. Certains opérateurs sont convaincus qu'ils peuvent sur-aérer pour évacuer l'ammonium. A un pH >10 cela serait vrai, mais la santé biologique du bassin serait compromise. Porter l'effluent à un pH > 10 et protéger le bassin nécessiterait des produits chimiques et une installation spécifique. Le pH devrait être abaissé ensuite après l'extraction de l'azote, avant la décharge dans le milieu naturel. Tout est à ce moment idéal pour provoquer frustration et anxiété. L'opérateur doit garder le bassin de traitement en conditions aérées dans le but d'enlever les nutriments carbone, ammonium et phosphore mais ne peut pas efficacement enlever l'azote nitrate parce que la bactérie qui va réaliser cela n'est réellement active qu'à près de 0 mg/l en oxygène dissous. Ces deux conditions en oxygène dissous sont diamétralement opposées. Aucune des deux conditions ne peut être maintenue pour un temps prolongé pour éliminer l'azote. Un cycle de nitrification/dénitrification complet doit s'opérer dans le bassin d'aération. Si la dénitrification se passe dans le clarificateur et pas dans le bassin, une situation contrariante comme la remontée des boues peut se présenter.

La meilleure solution dans la biologie est l'alternance de phase ou de bassins. On utilise le processus de nitrification/dénitrification comme traitement, en maintenant la concentration en oxygène supérieure à 1 mg/l pour ensuite la laisser descendre à près de 0 mg/l. C'est réalisable à condition d'utiliser une sonde d'oxygène dissous capable de piloter le cycle de l'oxygène entre ces deux conditions. C'est relativement récemment que la technologie a rendu cela possible même si des contrôleurs d'oxygène dissous existent depuis 50 ans.

Les sondes d'oxygène dissous basées sur l'ancienne technologie sont les sondes galvaniques ou polarographiques. Les contrôles d'oxygène dissous qui utilisent des sondes de l'ancienne technologie ne sont pas acceptables pour ce pilotage parce qu'elles consomment l'oxygène. La consommation d'oxygène de ce type de sonde nécessite un flux artificiel pour obtenir une mesure quand l'oxygénation est coupée. D'autres gaz peuvent empoisonner ces sondes du fait qu'ils ne passent pas au travers des membranes. Une sonde qui fonctionne bien à basse teneur en Oxygène dissous est nécessaire pour le traitement dans le processus des boues activées.

L'élimination des nutriments, en contrôlant le taux d'oxygène dissous pour provoquer la nitrification et la dénitrification, est liée à des sondes non consommatrices d'oxygène, de type passif donc, qui ne nécessitent aucun flux. Les sondes par fluorescence rencontrent ces critères pour l'élimination de l'azote par nitrification/dénitrification tout en traitant aussi les nutriments de la DBO et le phosphore. Le temps des cycles minutés est révolu. Il y a fort à parier que 90% de toutes les stations au service des cité-dortoirs durant l'hiver sont largement sur-aérées à minuit et sont en manque d'oxygène en matinée.

Des études récentes ont démontré qu'un taux d'Oxygène dissous supérieur à 2 mg/l dans le bassin d'aération n'augmente pratiquement plus la vitesse d'oxydation du carbone et de l'azote. De plus, aérer alors que la charge ne l'impose pas, constitue un gaspillage d'énergie considérable. C'est pourquoi il est primordial de mesurer la teneur en azote ammoniacal. L'aération ne sera mise en service que lorsque le taux d'azote ammoniacal atteindra un seuil



prédéterminé, évitant ainsi un gaspillage d'énergie. Le seuil prédéterminé est fonction du dimensionnement du bassin et du temps de séjour dans le bassin. Pour que la dénitrification puisse avoir lieu, il est tout aussi impératif que l'azote soit totalement oxydé sous forme nitrate car une oxydation incomplète sous forme nitrite ne permettra pas l'élimination de l'azote par dénitrification. Le suivi de la montée en nitrate pendant la période d'aération est un élément qui confirme la bonne santé des boues qui assurent le fonctionnement optimal du bassin en phase d'aération. Lorsque le bassin passe ensuite en phase de dénitrification, la visualisation de la vitesse d'élimination du nitrate est un élément probant qui permet d'apprécier la vitalité des boues pour cette phase.

La concentration des boues en bassin biologique

Quand la charge augmente de façon significative, il est nécessaire d'augmenter la densité des boues. Une sonde de densité des boues fiable, permettant la mesure dans toute la plage de densité considérée, constitue un atout indispensable pour la gestion de leur concentration. Pour être totalement fiable, cette sonde doit présenter un nettoyage efficace. Actuellement, la sonication permanente de la tête de sonde présente la meilleure garantie de fiabilité. Quand la charge diminue de façon prolongée, il est à ce moment possible de diminuer la densité des boues pour préserver la vitalité des boues activées.

Le problème des boues recyclées

Il y a aussi le problème des boues recyclées. Beaucoup de stations renvoient les boues du clarificateur dans le bassin d'aération en continu. En hiver, lorsque la solubilité de l'oxygène est élevée à cause de la température basse, le bassin d'aération peut être satisfait dans sa demande en oxygène. Cependant, le recyclage des boues ne renvoie pas toujours assez de matière solide du clarificateur pour les mélanger efficacement à celle du bassin d'aération.

La solution à ce problème est d'utiliser une sonde à ultrasons sur la tuyauterie pour effectuer un recyclage des boues uniquement quand celles-ci sont suffisamment concentrées tandis que le contrôleur peut veiller à la densité des boues dans le bassin d'aération et à la teneur en oxygène des cycles de nitrification/dénitrification pour l'élimination de l'azote.

La concentration des boues épaissies en alimentation de centrifugeuse

La mesure de la concentration des boues par ultrason sur tuyauterie permet d'optimiser le dosage de polymère en alimentation de centrifugeuse et ainsi de réaliser une économie non négligeable sur la quantité de polyélectrolyte utilisée.



Conclusions

Contrôler, c'est savoir.

Les études ont démontré que l'élimination du carbone (DBO), du phosphore et de l'azote peut être accomplie par le contrôle de l'Oxygène dissous par fluorescence en maintenant simultanément les populations d'espèces différentes comme les rotifères et les ciliés ainsi que les hétérotrophes dans de bonnes conditions vitales.

En maintenant une concentration en Oxygène dissous entre 0 et 2 mg/l la vitalité des organismes responsables de l'élimination de l'azote est optimisée. Ces conditions maintiennent hors stress les populations de micro-organismes qui éliminent la DBO carbonée et le phosphore. Plus important, le clarificateur ne court pas le risque de se retrouver en phase de dénitrification. L'aération ne sera mise en service que lorsque le taux d'azote ammoniacal atteindra un seuil prédéterminé, le suivi de la montée en nitrate pendant la période d'aération indiquera la vitalité des boues et celui de l'élimination du nitrate permettra de s'assurer du bon fonctionnement du bassin et du respect des normes de rejet. Le positionnement correct des sondes sur l'installation conjugué avec la capacité d'un contrôle indépendant de la concentration des boues au recyclage constituent la clé d'une épuration bien contrôlée.

Le traitement des eaux usées est lié à la technologie de la mesure de l'oxygène dissous par fluorescence parce cette technologie fonctionne sur une eau stagnante.

Les mesures de l'azote ammoniacal et nitrate apportent une qualité et une économie appréciables de fonctionnement des bassins d'aération. Les organismes spécifiques se développeront et s'adapteront aux conditions de traitement pour faire face aux problèmes spécifiques sur les grandes stations autant que sur les petites.

Contrôler, c'est économiser.

Grâce à l'utilisation des sondes de mesure ammonium/nitrate/oxygène en bassin biologique, la station de Pirmasens (40.000 EH) située près de Strasbourg réalise chaque année depuis juin 2004 une économie de 30% de sa consommation d'énergie en aération soit près de 35.000 euros, passant de 0,5 kWh/kg DCO en 2003 à 0,35 kWh/kg DCO depuis juin 2004 tout en améliorant ses performances au niveau de la qualité de l'eau en sortie.

La mesure de la densité des boues dans la biologie et en recirculation permet de réaliser une économie supplémentaire en faisant fonctionner les pompes en fonction des besoins du traitement biologique.

La mesure de la concentration des boues en alimentation de centrifugeuse permet de réaliser une économie supplémentaire grâce à un dosage précis du polymère.