

PRÉSENCE DES NITRATES DANS L'EAU

Les nitrates (NO_3^-) sont présents naturellement dans l'eau. Ils sont en effet issus du cycle naturel de dégradation de la matière organique. Cependant les apports dus aux activités agricoles (fertilisants et élevages), industrielles et domestiques (rejets non traités), restent prépondérants. Il est difficile d'établir des concentrations moyennes dans les eaux françaises, car il existe de fortes disparités régionales. L'Institut Français de l'Environnement (IFEN), dans son dernier rapport sur la qualité des eaux en France, fait état que sur le millier de sites surveillés, 62 % présentent une concentration de nitrates supérieure à 10 mg/l, 10 % présentent des teneurs (50 à 100 mg/l) incompatibles avec une distribution de l'eau sans un traitement spécifique, et 1 % sont totalement impropres à la production d'eau potable.

EFFETS ET NUISANCES

L'effet des nitrates sur la santé humaine a fait l'objet de très nombreuses études à l'origine de la réglementation actuelle. Les nitrates sont réputés comme étant cancérigènes et provoquant la méthémoglobinémie du nourrisson (asphyxie qui peut aller dans les cas extrêmes, mais très rares, jusqu'à la mort). Pourtant, une étude publiée en 1996* qui fait le bilan sur les données épidémiologiques connues, fait ressortir qu'il n'existe objectivement aucun résultat permettant de corréler l'absorption de nitrates et les conséquences sur la santé qu'on lui attribue. En fait, cette étude met en exergue les relations entre les nitrites et certains dérèglements du corps humain. Or, au delà de l'âge de 6 mois et en dehors de toute fragilité malade, le corps a naturellement les capacités d'éliminer les nitrites. Dans le cas contraire, les nitrites réagissent avec des amines et amides pour produire des nitrosamines qui sont cancérigènes.

* *Les nitrates et l'homme. Le mythe de leur toxicité. Par le professeur Jean L'hirondel et le docteur Jean-Louis L'hirondel. Les éditions de l'environnement.1996.*

RÉGLEMENTATION

La directive européenne 98/83/CE du 3 novembre 1998 et sa transposition en droit français par décret n°2001-1220 du 20 décembre 2001, codifié en 2003 dans le code de la santé publique (voir Memotec n°12), mentionnent une limite de qualité de 50 mg/l pour les nitrates. En ce qui concerne les nitrites, la limite de qualité est de 0,50 mg/l, avec une restriction : la concentration en nitrites doit être inférieure à 0,10 mg/l en sortie des usines de production d'eau potable. En outre, il existe un critère supplémentaire à respecter, à savoir $[\text{NO}_3^-]/50 + [\text{NO}_2^-]/3 < 1$ mg/l.

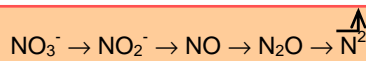
TECHNIQUES D'ÉLIMINATION ENVISAGEABLES

Aujourd'hui, trois techniques prévalent pour respecter les normes concernant les nitrates :

- le procédé biologique de dénitrification ;
- la dénitrification par résines échangeuses d'ions ;
- la nanofiltration.

La dénitrification biologique : un procédé efficace mais très délicat à mettre en oeuvre

La dénitrification biologique repose sur l'utilisation de bactéries, essentiellement de la famille des Pseudomonas, qui utilisent les nitrates à la place de l'oxygène de l'air, et qui les transforment en azote gazeux. La chaîne de décomposition des nitrates peut être simplifiée de la façon suivante :



Il existe deux types de dénitrification : autotrophe et hétérotrophe. Pratiquement, seule la dénitrification hétérotrophe est utilisée pour des raisons de cinétique de réaction. Celle-ci suppose les conditions d'exploitation suivantes :

- milieu anoxique (absence d' O_2) ;
- renouvellement constant d'une source de carbone organique ;
- apport de phosphore ;
- mélange homogène des bactéries, des nutriments et des nitrates.

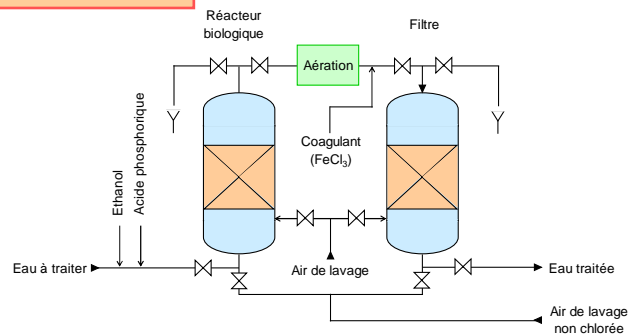


Figure 1

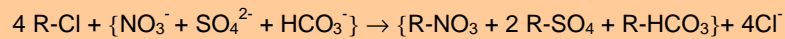
On utilise principalement des lits fixés dans lesquels un matériau granulaire sert de support aux bactéries (figure 1). Cette technique est efficace mais délicate à mettre en oeuvre, car elle suppose de maintenir en équilibre les conditions citées ci-dessus. En outre, plusieurs facteurs influencent la dénitrification :

- la température : on considère en général qu'une élévation de température favorise la dénitrification,
- le brassage biologique : il doit être efficace afin que les bactéries soient en contact avec les nitrates et le carbone,
- l'âge des boues : de meilleurs rendements sont obtenus si l'âge des boues n'est pas trop élevé.

Après passage de l'eau dans le réacteur biologique l'eau est aérée, puis filtrée

La dénitrification par échange d'ions : un procédé simple qui pose le problème de ses propres rejets

Le principe de ce procédé repose sur l'échange des ions nitrates et autres anions présents dans l'eau avec les ions chlorures contenus dans la résine, selon l'équation suivante :



L'ordre d'affinité entre les différents anions varie avec les caractéristiques des résines, car il existe des résines plus ou moins sélectives des nitrates.

Après saturation, les résines doivent être régénérées, soit à co-courant, le régénérant percolant dans le même sens que l'eau en cycle production, soit à contre-courant. Cette dernière méthode permet surtout d'économiser du régénérant, et de réduire les fuites de nitrates à la reprise de la production. Elle nécessite le blocage de la résine.

Ce blocage peut s'effectuer selon trois méthodes :

- par un courant d'eau introduit à la partie supérieure de l'appareil ;
- par l'air ;
- mécaniquement.

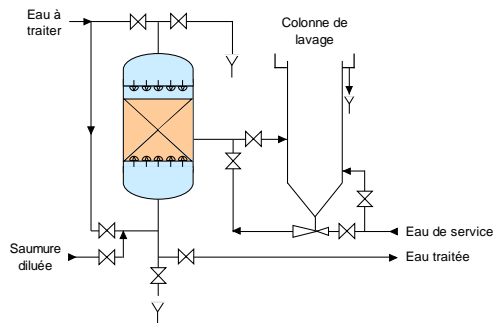


Figure 2

Les deux premières méthodes ont été aujourd'hui pratiquement abandonnées, au profit du blocage mécanique, et en particulier de la technique qui consiste à bloquer le lit de résine par un plancher crépiné placé en partie supérieure de l'appareil, à l'aide d'un fort courant d'eau ascendant (figure 2).

Le plancher supérieur étant très proche du niveau haut de la résine, le lavage périodique des résines ne peut s'effectuer dans l'appareil. Pour ce faire les résines sont transférées hydrauliquement dans une colonne de lavage.

La régénération à contre-courant se décompose en quatre phases :

- un compactage du lit par un fort courant d'eau ascensionnel ;
- une régénération de la résine à contre-courant ; celle-ci s'effectue avec une saumure de NaCl diluée à 10 % ;
- un rinçage lent à contre-courant, le lit étant toujours bloqué ;
- un rinçage rapide à co-courant.

Les éluats de régénération concentrés en nitrates posent le problème de leur devenir. Plusieurs voies d'élimination sont envisageables :

- rejet vers une station d'épuration dans les limites de ce qu'elle peut absorber en terme de charges polluante et hydraulique ;
- envoi vers une lagune d'évaporation ; après évaporation ($\approx 90\%$), les résidus sont envoyés en CET ;
- dispersion en rivière à petit débit pour bénéficier du phénomène de dilution, et donc limiter l'impact de la pollution ; ces rejets sont réglementés par l'arrêté du 23 février 2001.

La nanofiltration : pour un traitement combiné de plusieurs problématiques

Le taux d'élimination des nitrates par les membranes de nanofiltration, est de l'ordre de 45 %. Ce procédé est économiquement envisageable que si un ou plusieurs paramètres supplémentaire sont à corriger : dureté, sulfates, pesticides, matières organiques.

Pour plus de détails se reporter au Memotec n°1.

CONCLUSION

La dénitrification biologique a l'avantage de procéder à la décomposition totale des nitrates, et d'être peu sensible à la teneur en MES de l'eau à traiter. Par contre, son exploitation est très contraignante, car non automatisable, et sensible aux variations de débit et de température ; elle nécessite en outre un personnel spécifiquement formé.

Le procédé utilisant les résines échangeuses d'ions est automatisable. Ses performances sont indépendantes des variations des débits ; par contre, l'eau à traiter doit présenter une faible teneur en MES et ne pas comporter d'oxydants. En outre, les éluats, qu'il faut éliminer, sont concentrés en nitrates et sulfates.

Enfin, la nanofiltration peut être envisagée si l'eau nécessite d'autres traitements que celui de la seule élimination des nitrates.