

TRAITEMENT DES NITRATES POUR LA PRODUCTION D'EAU POTABLE

Bases de calcul :

- Débit journalier moyen 1500 m³ /j
- Débit horaire : 75 à 100 m³/h
- Teneur en nitrates eau brute : entre 50 et 60 mg/l
- Teneur en nitrates eau traitée : 25 mg/l
- Qualité eau brute : turbidité possible, quelques pointes de pesticides, eau dure (30°F ~)

Les éléments donnés ci-après ne peuvent être utilisés que dans le cadre de réflexion générale ou étude de faisabilité et doivent bien évidemment être affinés même pour des études d'APS.

Le traitement des nitrates peut s'envisager selon trois techniques :

1. Procédé biologique de dénitrification
2. Procédé physico-chimique de dénitrification sur résines échangeuses d'ions
3. Traitement physique par membranes d'osmose inverse ou de nanofiltration

I. Le procédé biologique
Voir la fiche 1 ci-jointe

II. Le procédé physico chimique par résines
Voir la fiche 2 ci-jointe

III. Traitement par membranes
Voir la fiche 3 ci-jointe

Pour des installations de faible capacité, le procédé biologique n'est pas à recommander car beaucoup trop sensible en exploitation. Le procédé par membranes est le procédé qui fournit la meilleure qualité d'eau en éliminant aussi tous les autres polluants mais son coût actuellement élevé n'est pas adapté aux petites unités.

Le rejet est un des éléments à prendre sérieusement en compte, il conviendra donc d'étudier suffisamment en amont la possibilité de raccorder ces installations au réseau d'égouts eux-mêmes équipés d'une station d'épuration.

Enfin, il est bien évident que la protection en amont et les possibilités d'interconnexion avec une production exempte de pollution sont d'abord à rechercher avant de vouloir traiter l'eau, surtout pour de faibles capacités.

FICHE 1

Approche succincte pour une dénitrification biologique

A noter que cette approche est tout à fait informative car pour un débit de l'ordre de 75 à 100 m³/h, la dénitrification biologique est économiquement peu envisageable...

↪ Sur le principe, on retiendrait, pour une qualité d'eau brute proche de 50 mg/l en entrée un traitement de l'ordre de 50 % du débit (avec réduction à 5 mg/l environ des volumes correspondants), et dilution ensuite avec le débit non traité. L'objectif serait d'atteindre environ 25 mg/l dans les eaux traitées.

↪ Dimensionnement débit traité sur la dénitrification biologique : $75 / 2 = 38$ m³/h. Ce débit sera ensuite aéré pour réoxygéner l'eau. Après mélange avec l'eau brute by-passée, passage de la totalité du débit (75 m³/h) sur des filtres bi-couches Sable-CAG pour l'affinage de l'eau (goûts, MES...).

↪ Exploitation :

- Ajout en tête des filtres, de réactifs pour le métabolisme des bactéries dénitrifiantes (éthanol et phosphate) ;
- suivi très vigilant de l'évolution des performances ;
- attention à l'arrêt de l'installation pendant plusieurs heures (production de nitrites !) => mise en place d'un dispositif de recyclage de l'eau dans le filtre (pour aérer) qui se déclenchera automatiquement après plus d'une ou 2 heures d'arrêt, et d'un dispositif de mise à l'égout des premières eaux filtrées au redémarrage des filtres et après les lavages.

Ce procédé est peu adapté aux variations significatives de production.

↪ Lavages :

pour 75 m³/h :

- 7 mn à 60 m/h, soit environ 480 m³/h de débit de lavage, et donc près de 60 m³ pour le lavage d'un filtre. Le filtre sera lavé tous les 3 jours environ.
- En ce qui concerne le filtre bi-couches qui serait placé à l'aval, la fréquence de lavage serait d'une fois tous les 3 à 4 jours à priori. A une vitesse de 40 m/h environ, soit 250 m³/h, pendant 15, le volume de rejet par lavage de filtre bi-couches serait de l'ordre de 60 m³, rejets constitués essentiellement de MES, et de DBO, DCO...

↪ Bâches : il convient de prévoir d'une part une bâche d'eau traitée de 50 m³ utiles au minimum, et d'autre part une bâche pour recevoir les eaux de lavages (même dimension à priori), et tamponner leur transfert vers le

réseau d'eaux usées. Il faudra en outre une bêche de reprise entre les 2 étages de filtres.

↳ Implantation : au vu des éléments évoqués ci-dessus, la surface du bâtiment peut être estimée à $10 \text{ m} * 7 \text{ m} = 70 \text{ m}^2$ en première approche pour $75 \text{ m}^3/\text{h}$ nominal,; à laquelle il faut ajouter un local extérieur pour l'éthanol de $3 \text{ m} * 3 \text{ m} = 9 \text{ m}^2$ environ en première approche.

Remarque : attention à l'environnement pour le stockage de l'éthanol.

↳ Coûts :

- Investissement : sur la base des ratios habituels, on obtient en première approche 800 000 €HT à 900 000€HT. On peut retenir sur le principe, 50% de ce montant pour les équipements, et 50% pour le GC.

- Exploitation : En toute première approche de budget :

⇒ Pour $75 \text{ m}^3/\text{h}$:

Total annuel :

85 000 €HT / an

N.B : on a supposé ici que l'eau à traiter ne contenait qu'une faible turbidité qui sera alors acceptable par les filtres biologiques (quelques NTU). Si la turbidité devait s'élever à des valeurs plus importantes, il faudrait alors soit laver plus souvent les filtres, soit même, réaliser un pré traitement de filtration sur sable (voir traitement physico-chimique ci-après).

FICHE 2

Approche succincte pour une dénitrification sur résines échangeuses d'ions

Suivi la qualité de l'eau brute, il peut être préférable de pré-traiter l'eau par passage sur un filtre bi-couche sable/charbon avant d'aller sur les résines qui traiteront alors les nitrates.

Par contre, si la totalité du débit doit passer sur les filtres bi-couches, il est possible de ne passer que la moitié du débit (50 à 60% environ) sur les résines de manière à obtenir en sortie, après mélange des 2 flux, une teneur en nitrates de 25 mg/l.

Principe du traitement

- ⇒ 2 filtres sable + charbon placés en parallèle et permettant de traiter ~ 75 m³/h d'eau brute
- ⇒ 2 unités de résines échangeuses d'ions, placées en parallèle et permettant de traiter ~ 40 m³/h d'eau pré-traitée

Dimensionnement

- ⇒ 2 filtres fermés placés en parallèle, capables de traiter en débit de 80 à 100 m³/h maxi, avec un couche d'antracite de 0,75m d'épaisseur et une couche de sable de 0,75 m d'épaisseur.
- ⇒ Un poste d'injection de flocculant pour réaliser le « collage » sur ces filtres.
- ⇒ Les débitmètres et analyseurs de turbidité en continu
- ⇒ Le système de lavage avec surpresseur d'air et pompe d'eau de lavage + vannes et automatisme commandant ces lavages
- ⇒ Une installation de dénitrification sur résines constituée de 2 filtres fermés pour un débit de 40 m³/h environ, et fonctionnant par cycle (1 filtre en traitement pendant que le second est en régénération). Régénération avec une saumure de NaCl saturée réalisée dans un silo dissolvant. Les automatismes nécessaires pour piloter le traitement et les régénérations.

Lavages et rejets

- ⇒ Les filtre bi-couches sont lavés en fonction de la turbidité reçue ; on peut estimer ici qu'en moyenne ces lavages s'effectueront environ 1 fois par semaine, dureront ½ h à 1 heure pour chaque filtre et que le rejet d'eau sera d'une centaine de m³ pour chaque lavage (eau chargée de MEST et de flocculants essentiellement donc pouvant être envoyés sur une station d'épuration urbaine).

Notons que le filtre bi-couches avec la présence d'antracite peut retenir un peu de pesticides, par contre, si leur teneur devait s'élever et les dépassements de norme devenir plus ou moins chroniques, il serait alors nécessaire de prévoir une filtration sur charbon actif en grain.

- ⇒ Les résines échangeuses d'ions sont régénérées par passage de saumure de NaCl ; cette régénération élimine donc les nitrates préalablement fixés sur les résines et les rejets sont donc constitués de solution de sels avec présence de nitrates.

Pour ce débit, on peut estimer que l'on devra utiliser environ 200 kg de sel par régénération, et que chaque régénération rejettera un volume d'éluat d'une quinzaine de m³.

Globalement les unités de résine produiront donc ~ 30 m³/j d'éluats contenant 150 kg de NaCl et 30 kg de nitrates environ.

Ces rejets peuvent être envoyés sur une station d'épuration urbaine.

Éléments de coût

Investissement : 750 à 850 000 € HT selon le génie civil et bâtiment souhaités, et hors raccordements divers (EdF, réseaux EU-EP,...)

Exploitation : 60 000 €HT/an hors renouvellement des résines

Approche succincte pour une dénitratisation par procédés membranaires

Les procédés membranaires sont des procédés physiques de traitement par le fait que l'on fait passer l'eau à traiter au travers d'une membrane en matériau de synthèse, matériau ayant des pores d'une dimension maximale bien définie et qui arrête donc toutes les molécules dont la taille est supérieure à la taille de ces pores.

Lorsque l'on souhaite éliminer (donc arrêter) les nitrates, la membrane utilisée doit avoir des pores relativement petits, aussi, elle arrête également de très nombreuses autres molécules plus grosses que les nitrates, notamment, les pesticides, les bactéries, les virus, les carbonates et hydrogène carbonates responsables de la dureté de l'eau.

Cette technique est donc particulièrement intéressante lorsque l'on est confronté à un problème de multi-pollution à traiter ; ce qui est plus ou moins le cas ici puisque l'on a en plus des nitrates, des pesticides et que, bien que la dureté ne soit pas considérée comme un problème, l'abaissement de cette dureté serait particulièrement bien apprécié.

N.B : en cas de présence importante de branchements en plomb, cette « adoucissement » serait encore plus favorable pour le maintien de la qualité de l'eau. Par contre, il est bien évident qu'il faut protéger les membranes par un pré traitement efficace vis à vis des matières en suspension (turbidité). Aussi dans le cas présent, la pollution chronique par la turbidité obligerait à mettre en place à l'amont des membranes, un traitement de filtration bi-couches, tel que celui qui est décrit dans la fiche 2.

Comme précédemment aussi, compte tenu de la qualité du traitement obtenu par les membranes, il serait suffisant de faire passer la moitié du débit sur ces membranes. Le flux global traité d'une part par les filtres bi-couches seuls et d'autre part, par les filtres bi-couches et les membranes, donnerait une qualité d'eau suffisante pour être en dessous des normes de potabilité.

Principe de traitement

- 2 filtres sable + charbon – ⇒ Voir fiche 2
- By-pass direct de la moitié du débit
- Traitement complémentaire sur la moitié du débit par :
 - Filtre de sécurité 200 µ
 - Installation d'osmose inverse de 50 m³/h avec ses pompes de mise en pression, son installation de réactif de conditionnement, les pompes de lavage, cuve de nettoyage, station d'air comprimé et automatisme.
 - Débitmètres et analyseurs divers
 - Installation de remise à l'équilibre si nécessaire (filtre à neutralité par exemple).

Lavage-rejet

Pour la partie filtration bi-couches, nous avons les volumes et qualité d'eau identiques à ceux notés dans la fiche 2.

Pour la partie membranaire : il y a d'une part les concentrats et d'autre part les effluents de lavage chimique. Les premiers sont constitués d'une partie (30% environ) d'eau à traiter dans laquelle s'est concentrée les matières qui n'ont pas passé les membranes (nitrate, carbonate de calcium,..) et sont donc tout à fait traitables en station d'épuration, voir rejtables dans le milieu naturel compte tenu des concentrations restant relativement limitées.

Pour les seconds, ces produits sont généralement recueillis en cuve et évacuées périodiquement en station d'épuration ou centre de traitement.

Eléments de coûts

Investissements : 1 400 000 à 1 500 000 € HT

Exploitation : 85 000 € HT hors renouvellement des membranes