

Le traitement des eaux usées par boues activées entre 1000 et 3000 EH (performances, limites, contraintes)

Alain Héduit (Cemagref)

La filière de traitement des eaux usées par boues activées à très faible charge ($C_m < 0.1$ kg DBO₅/kg. MVS.j) permet d'obtenir des performances poussées vis-à-vis du carbone, de l'azote global, voire du phosphore (co-précipitation physico-chimique & déphosphatation biologique). En contrepartie, (i) sa capacité hydraulique est fonction de la décantabilité des boues et (ii) la qualité et la fiabilité du traitement sont liées à la réalisation régulière de tâches d'exploitation (contrôle du séquençage aération/anoxie, de l'indice de boues, extraction des boues....) par un personnel qualifié disposant de moyens appropriés (suivi MES, sonde O₂, tests NH₄, NO₃,).

Cette filière a pris son essor pour le traitement des eaux usées des petites collectivités au début des années 70, le choix de la très faible charge ayant initialement été fait pour minimiser la fréquence des extractions de boues suffisamment stabilisées pour être envoyées sur des lits de séchage.

Dans les années 80, la France disposait d'un parc de plusieurs milliers de petites stations d'épuration à boues activées, équipées d'aérateurs de surface (turbines lentes, brosses) dimensionnés sur les besoins en brassage (30W/m³) disposant de ce fait d'une réserve de capacité d'oxygénation leur permettant d'assurer la nitrification poussée et cyclique des effluents sur une période cumulée de 14 à 16 heures par jour, le reste du temps pouvant être réservé à la dénitrification (10 à 12 cycles par jour). Les règles de gestion technique pour l'élimination poussée de l'azote ont été précisées au début des années 80. Les niveaux visés en moyenne journalière sont de l'ordre de 1 mg N-NH₄ et de 5 mg de mg N-NO₃ en sortie. L'intérêt du brassage durant les séquences anoxie pour accélérer les vitesses de nitrification a conduit à la mise en place de systèmes de brassage mécaniques séparés dans les bassins d'aération. Les systèmes d'injection d'air en fines bulles plus modulables, plus efficaces énergétiquement et moins bruyants que les aérateurs de surface les ont supplantés bien que ceux-ci restent souvent appropriés pour les petites collectivités. L'addition de sels métalliques permet d'obtenir une concentration résiduelle de P total souvent inférieure à 1 mg/L, sans toujours pouvoir la garantir, cette concentration étant très liée à la teneur en MES de l'eau traitée. Une addition de Fe ou d'Al, augmentant le taux de matières minérales des boues, implique, par rapport à un simple traitement de l'azote, une augmentation du volume du bassin d'aération ou de la concentration de MES pour conserver une masse de MVS donnée. La mise en place d'un bassin anaérobie en amont de la filière permet théoriquement de réduire la quantité de réactif introduite, mais l'optimisation de l'addition des sels métalliques est difficile sur les petites d'installations.

Depuis les années 2000 la modélisation dynamique du fonctionnement des boues activées à très faible charge permet de réaliser des simulations du traitement du carbone et de l'azote pouvant apporter des éléments utiles au dimensionnement et à la gestion technique des installations dans des cas particuliers (variations saisonnières de charge, temps de pluie)....

En conclusion, la filière de traitement des eaux usées par boues activées à très faible charge ($C_m < 0.1$ kg DBO₅/kg MVS.j) est bien adaptée au traitement des petites collectivités (1000 à 3000 EH) surtout lorsque que les contraintes sur l'azote global (et le phosphore) sont fortes et à condition qu'une gestion technique appropriée soit réalisée.