
Optimisation du traitement d'eaux usées par temps de pluie

Assainissement unitaire et boues activées nitrifiantes

Philippe Duchène

Lors des épisodes pluvieux non exceptionnels, l'optimisation du traitement des eaux usées est une affaire complexe qui ne sera sans doute réellement achevée qu'à long ou à très long terme. Il s'agit en effet de minimiser l'impact des rejets sur le milieu naturel alors qu'aujourd'hui celui-ci est le plus souvent très grossièrement apprécié par quelques paramètres prioritaires : DBO pour les rivières les plus menacées, N-NH₄ dans la majorité des cas, phosphore pour certains milieux particuliers et micro-polluants (notamment métaux lourds) si l'on veut terminer cette liste par un facteur dont l'impact est supposé certain mais loin d'être évalué, même en termes relatifs. Les efforts mis en œuvre, par exemple par le Cemagref, pour préciser l'impact des rejets, devront un jour aboutir à une réglementation des rejets beaucoup plus complexe prenant en compte des synergies, des triplets intensité-durée-fréquence... mais nous en sommes encore loin.

Par ailleurs, il est dorénavant bien perçu (et même indiqué dans les textes réglementaires) qu'il s'agit d'optimiser le fonctionnement du couple « réseau-station » c'est-à-dire de déterminer un optimum technique, dans les conditions économiques du moment, en faisant appel à des techniques de limitation des flux et à des traitements appropriés :

- les techniques de limitation des flux consistent à interdire certains produits et à inciter à une diminution des charges polluantes rejetées au réseau d'assainissement. Ces techniques dites alternatives diminuent et/ou retardent les écoulements...),
- les traitements appropriés (souvent dits « au fil de l'eau ») s'appliquent sur les flux moins concen-

trés en matières polluantes dérivés de la station elle-même. Selon les tailles des stations, il s'agit aujourd'hui uniquement de traitements primaires (éventuellement améliorés par des adjuvants), ou de certaines formes de lagunage.

Nous aborderons donc ici, en supposant le reste « optimisé », les moyens de traiter une quantité maximale des flux polluants aujourd'hui identifiés comme prioritaires (DBO, MES, N-H₄, P_T) avec des types de stations d'épuration aujourd'hui conventionnels en France et susceptibles de répondre aux exigences de la Directive européenne (agences de l'Eau, IRH, 1995) et de la protection du milieu récepteur (donc le plus souvent capables de nitrifier) par temps sec. Pour se limiter aux procédés applicables à des villes de taille supérieure à 5 000 habitants, plus souvent équipées de réseaux unitaires pour une forte proportion des apports, la proposition sera focalisée sur les boues activées capables d'assurer nitrification et dénitrification de l'azote et donc en aération prolongée ou en faible charge.

La charge maximale à traiter par ces installations devra bien sûr être précisée au cas par cas. Toutefois, il paraît raisonnable de considérer que l'épisode pluvieux auquel il faut faire face durant une trentaine¹ d'heures représente :

- un débit égal au plus à $Q_{pp} = 3 Q_{ts}^2 + 1 Q$ eaux parasites (ministère de l'Environnement, 1994) ;
- des charges organiques et azotées au plus égales à deux fois celles reçues en moyenne par temps sec ;
- une charge en MES pouvant aller au-delà (trois fois, quatre fois) la charge moyenne de temps sec.

1. Une durée plus longue n'est généralement pas couplée à un accroissement des charges à traiter.

2. Ici Q_{ts} s'entend comme le débit moyen horaire de temps sec hors eaux parasites, soit à peu près le débit moyen horaire d'eau potable distribuée.

Philippe Duchène
Cemagref
14 avenue de Saint-Mandé
75012 Paris

Symboles et abréviations

c : taux de recirculation de la liqueur mixte du bassin d'aération / débit moyen des eaux usées

C_{BA} : Concentration des Boues du bassin d'Aération (de la liqueur mixte (g/l))

DBO : Demande Biochimique en Oxygène - évaluation de la consommation d'oxygène par des micro-organismes (bactéries) pour oxyder la matière organique biodégradable

IB : Indices de Boues, caractéristique de la décantabilité (ml/g)

MES : Matières En Suspension - masse de matières particulaires contenue dans une eau

MVS : Matières Volatiles en Suspension - masse de la fraction organique des matières particulaires

Pt : Phosphore total

Q : débit (m^3/h ; m^3/j)

QE : débit d'eaux usées

Qep : débit d'eaux parasites

Qpp : débit de pointe de temps de pluie

Qts : débit moyen horaire de temps sec

r : Taux de recirculation des boues / débit moyen des eaux usées

Vana : Volume du bassin d'anaérobie (m^3)

Vanox : Volume du bassin d'anoxie

Il est sûr que certaines agglomérations, notamment les plus étendues, sont, du fait de ces définitions, exclues du champ du présent article puisque les surcharges de temps de pluie peuvent y être plus importantes et plus durables.

L'optimisation du fonctionnement que nous allons maintenant développer comporte deux volets :

- une conception minimale permettant le traitement des événements pluvieux ainsi différés ;
- une exploitation optimisée.

Une conception permettant de faire face aux événements pluvieux

Les points méritant une attention particulière pour faire face aux surcharges temporaires liées aux apports de temps de pluie sont passés en revue au fil de l'eau.

■ Le relèvement

La maîtrise de débits très variables, le couplage fréquent avec l'alimentation d'un bassin d'orage sur le site de la station et sa restitution à la bache de relèvement (dans ce contexte, le terme bache signifie réservoir) compliquent singulièrement ce poste. La solution consistant à séparer physiquement la partie de bache servant à alimenter le bassin d'orage semble nettement la plus favorable ; le débordement de la sous-bache de relevage « normale » vers la sous-bache de relevage du bassin d'orage limite les variations de hauteur manométrique et facilite donc la maîtrise des débits. Un automatisme permettant de moduler le débit relevé sur la station en fonction de ce qui est acceptable à un moment donné est extrêmement souhaitable. Le pompage peut aujourd'hui être asservi à des niveaux de voile de boues dans les décanteurs, à un volume corrigé de boues et à une turbidité des effluents de sortie.

Une attention particulière doit être portée au dispositif de restitution du contenu du bassin d'orage pour éviter les repompages inutiles ou des utilisations non optimales, aujourd'hui trop souvent constatées.

■ Les prétraitements

Le dégrillage, surtout en réseau plat et long, doit faire face à des arrivées massives par temps de pluie, alors que la masse des déchets à séparer par temps sec peut être très faible. Son dimensionnement doit donc être sécuritaire et son asservissement doit détecter le « temps de pluie ». Le plus simple est un déclenchement de fonctionnement simultané avec celui du relevage, mais un couplage à d'autres options d'asservissement peut commander une mise en marche continue si le relèvement fonctionne plus longtemps qu'un temps de référence, ou dans certains cas particuliers, sur un seuil de niveau amont.

Le dessablage est le point clef des prétraitements pour faire face aux événements pluvieux. Une détection des conditions de temps de pluie doit permettre d'accroître les intensités d'extraction, que ce soit dans un dessableur spécifique ou, le plus souvent, dans le dégraisseur-dessableur combiné.

■ La décantation primaire

Les surcharges liées aux apports de temps de pluie sont composées de manière prépondérante de

matières décantables. La décantation primaire peut, de ce fait, représenter un grand intérêt pour limiter les variations de charge sur les systèmes biologiques situés à l'aval. Dans le cas des boues activées, les vitesses ascensionnelles en pointe de temps de pluie peuvent être relativement élevées (1,5 m/h ou plus, sur un ouvrage classique) tout en conservant, comme chacun le sait, des rendements intéressants.

■ Les bassins d'anaérobiose et/ou d'anoxie

Le dimensionnement n'a pas fondamentalement à être affecté par l'éventualité de surcharges hydrauliques de temps de pluie. Toutefois, les auteurs et la pratique s'accordent à démontrer l'instabilité de la déphosphatation biologique lors d'arrivées d'eaux peu concentrées ou chargées de nitrates. Il semble toutefois certain que la possibilité de contourner partiellement le bassin d'anaérobiose doit être aménagée de manière à conserver des temps de passage

$$\frac{Q_E (1 + r)}{V_{ANA}}$$

compris entre deux et trois heures selon les caractéristiques « de temps sec » des effluents (Wouters-Wasiak, 1994) et de prévoir une capture chimique du phosphore pour assurer, sur des périodes significatives, un secours intégral au traitement biologique.

L'asservissement de la recirculation de liqueur mixte devrait pouvoir être géré de manière à garder le temps de passage en bassin anoxie ($\frac{Q_E (1 + c + r)}{V_{ANOX}}$)

entre une heure et deux heures (Duchène, 1994) en maintenant « c » à au moins 0,5 pour que le flux de nitrates pouvant être éliminé en anoxie reste significatif.

Pour l'anoxie, la même possibilité de contourner partiellement le bassin d'anoxie peut, selon les cas, présenter un certain intérêt ; mais surtout une voie d'avenir pourrait consister à mettre en service lors des épisodes à fort débit une capacité supplémentaire d'anoxie.

En effet, l'optimisation des valeurs par temps sec est sans doute proche de :

$V_{anoxie} = (5 \text{ à } 6 \text{ h}) \times (Q_{ts} + Q_{ep})$ (Hédut, 1995) et par temps de pluie, comme suggéré ci-dessus : $V_{anoxie} \geq (Q_{ts} + Q_{ep}) \times 3,5 \text{ h}$, soit pour une situation moyenne où $Q_{ep} = 0,7 Q_{ts}$, les volumes

nécessaires de bassin d'anoxie s'établissent par temps sec à $Q_{ts} \times 8,5$ à 10,2 h et par temps de pluie à $Q_{ts} \times 13$ h et lors d'un accroissement de volume utile par temps de pluie de l'ordre de 25 à 50 %.

■ Le bassin d'aération

Le premier impératif est de disposer d'un asservissement automatique de la fourniture d'oxygène dissous aux besoins. Il paraît inadmissible, quelle que soit la taille de la station, de ne pas disposer d'une telle possibilité en aval d'un réseau unitaire si l'on veut assurer une fourniture d'oxygène suffisante - condition *sine qua non* pour prévenir des développements excessifs de micro-organismes filamenteux (Duchène, 1994).

En aération prolongée

Le traitement du carbone par temps de pluie ne posera pas de problème, un à-coup brutal pouvant juste faire croître la charge massique dans le domaine de la faible charge. Il paraît clair aujourd'hui que les possibilités de nitrification complète ne seraient pas non plus affectées, dans les conditions précisées en introduction. Les expérimentations, en laboratoire, de Y. Plottu (1994) et, sur site, de l'agence RMC (Iwena *et al.*, 1995) permettent de penser qu'une charge doublée rapidement en azote est nitrifiable par la population autotrophe établie, dès lors que la puissance d'aération est suffisante et que le temps de séjour en conditions aérobies est suffisant (une dizaine d'heures).

Si l'on veut conserver la totalité du potentiel de nitrification-dénitrification, il suffit donc de pouvoir assurer la fourniture d'oxygène dans les temps maximum définis pragmatiquement (ministère de l'Agriculture, 1990), mais fort robustes, de 14 h en bassin unique et de 19 h si l'installation est équipée d'un bassin d'anoxie.

Le volume du bassin d'aération (ou de la somme aération-anoxie) n'a pas à être augmenté pour les besoins de la nitrification, quel que soit le niveau de traitement requis : il s'agit de maintenir un âge de boues minimum pour que les cultures bactériennes autotrophes ne soient pas « lessivées » avec les soutirages. Par contre, cette population en place ne serait pas dépendante de la masse de boues mais du flux moyen d'azote nitrifié durant, pour simplifier, l'âge de boues précédent (Stricker, 1996). Par contre, il peut être intéressant de dimensionner

Assainissement - épuration

L'assainissement a été développé pour diminuer les risques sanitaires en éloignant les eaux usées des habitations. En contrepartie, il concentre celles-ci en un point et perturbe de ce fait le milieu récepteur. Pour prévenir les pollutions, les stations d'épuration ont pour objectif de réduire les flux polluants des eaux usées :

- en matières organiques dont la dégradation dans le milieu priverait celui-ci de l'oxygène dissous nécessaire à la vie aquatique,
- en azote ammoniacal, principal élément toxique affectant les poissons et leur nourriture - les invertébrés aquatiques - et dont l'oxydation en nitrates est forte consommatrice d'oxygène,
- le cas échéant en phosphore, voire en azote nitrique, éléments nutritifs conduisant à une croissance végétale trop importante s'ils sont présents à des teneurs trop élevées (eutrophisation).

Pour obtenir des rendements élevés de réduction de ces charges polluantes, dans des conditions économiques acceptables, on fait appel aux traitements biologiques aérobies, qui reproduisent en les intensifiant les processus biologiques que les bactéries réalisent dans les milieux aquatiques ou les sols.

Les « boues activées » constituent le procédé d'épuration de loin le plus répandu pour les collectivités de taille supérieure à 2 000 habitants. Il s'agit d'un traitement par des populations bactériennes complexes se développant en suspension dans l'eau à traiter. La conception de ces stations d'épuration permet de favoriser une croissance floculée (floc = amas de bactéries et de matières en suspension de l'ordre de 0,1 ou 0,2 mm), seule susceptible de permettre la séparation des bactéries - les « boues » - et de l'eau usée épurée, par gravité. La masse bactérienne est maintenue à un niveau prédéterminé qui s'exprime par la charge massique C_m (masse de matière organique à traiter / masse de bactéries), en pratique Kg de DBO / Kg de MVS des boues). L'apport d'oxygène nécessaire est assuré par des moyens mécaniques...

3. Alors même qu'une masse de boues correspondant à plus de 1 kg/m³ de bassin d'aération sera alors stockée momentanément dans le décanteur secondaire.

le bassin d'aération (ou la somme aération-anoxie) sur une charge massique de 0,1 kg DBO/kg MVS.j (par temps sec), mais une charge volumique de l'ordre de 0,28 kg DBO/m³.j de manière à fonctionner en temps sec avec un taux de boues moins élevé (cf. décanteur secondaire) et pouvoir laisser « de la place » pour accroître temporairement, durant l'épisode pluvieux, la masse de boues dans le système.

En faible charge (0,2 kg DBO/kg MVS.j)

Dans cette gamme de charge, choisie pour limiter les volumes de bassins à mettre en œuvre, la pratique est que le bassin d'aération soit précédé d'un étage de décantation, ce qui a pour effet d'amortir les variations de charge. L'accroissement résultant de la charge massique, lors des épisodes

pluvieux non exceptionnels, ne devrait pas faire monter « C_m » au-dessus de 0,3 et ne guère faire croître la charge en azote de plus de 50 %. On se retrouve alors globalement dans des conditions voisines de celles analysées ci-dessus pour les aérations prolongées, à la différence que le temps de séjour nécessaire peut devenir limitant pour la nitrification, mais aussi pour une dénitrification efficace.

En pratique, il s'agit de fournir l'oxygène nécessaire chaque jour en moins de 20 h (avec bassin d'anoxie séparé) en tablant sur le fait qu'une dizaine de mg/l de N-NH₄ résiduel n'est pas à exclure.

■ La Décantation secondaire

Comme pour les décanteurs primaires, la surface des décanteurs secondaires doit évidemment être adaptée au débit de pointe ($3 Q_{ts} + Q_{cp}$ a priori), dans tout le domaine de la faible charge pour obtenir une charge superficielle $\leq 0,6 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ [8] qui permet de tenir le lit de boues jusqu'à un volume corrigé de 750 ml/l ce qui correspond à des indices de boues, en aération prolongée, supérieurs à 200 ml/g (temps sec 4 g/l) ou 170 ml/g (fin d'épisode pluvieux à 5 g/l³ dans le bassin d'aération).

Suivant les recommandations déjà anciennes des techniciens allemands, la profondeur des décanteurs secondaires alimentés par des réseaux unitaires ne devrait jamais être inférieure à 2,5 m au bord pour les plus petits ouvrages, et plus pour de plus grands ouvrages. Pour une première approche grossière, un rapport (rayon/hauteur à la périphérie) de l'ordre de 6 ne devrait pas être dépassé.

La recirculation pourra débiter au moins 200 % de Q_{pp} . Des automatismes, à partir des débits transités et de la détection de niveau de voile de boues dans le décanteur, sont hautement souhaitables. Un problème particulier est lié à l'usage de décanteurs « sucés » pour des débits de recirculation très variables. Un fonctionnement correct sans bouchages intempestifs par temps sec est, dans ce cas, rare. Cette constatation statistiquement établie conduit à penser qu'une certaine mécanisation ou aide au suçage s'avérera sans doute fort utile.

■ Le traitement des boues

Celui-ci doit être dimensionné pour permettre de soutirer la production excédentaire de boues liée à l'épisode pluvieux dans un temps variable selon

Les étapes du traitement par boues activées

– Bassin d'orage (éventuel) : pour stocker temporairement des flux d'eaux usées excédant la capacité hydraulique de traitement de la station d'épuration.

– Prétraitements : pour éliminer les déchets qui pourraient nuire à la suite du traitement. Ils comprennent trois fonctions :

- dégrillage : enlèvement des déchets grossiers (aspect visuel, colmatage des pompes...),
- dessablage : enlèvement des sables qui peuvent s'accumuler dans les ouvrages,
- dégraissage : extraction de particules qui flottent sur les bassins de traitement.

– Décanteur primaire (éventuel) : la rétention par décantation d'une fraction importante des MES permet de réduire la taille du bassin d'aération (environ 30 % des matières organiques sont piégées par décantation primaire).

– Bassin d'anaérobiose (éventuel) : le passage régulier des bactéries par un ouvrage dont sont absents l'oxygène et les nitrates (donc anaérobie) initie un processus de stockage interne particulier de phosphore permettant la déphosphatation biologique (les rendements limités à 60 à 80 % pour ce processus sont améliorés par adjonction de sels métalliques - Fe^{+++} , Al^{+++} - formant avec le phosphore un

précipité insoluble).

– Bassin d'anoxie (éventuel) : le retour des nitrates formés en aération dans un bassin dépourvu d'oxygène (en anoxie) permet aux bactéries du carbone d'utiliser comme source d'énergie l'oxygène des nitrates ; elles procèdent ainsi à la dénitrification qui résulte en azote gazeux retournant à l'atmosphère.

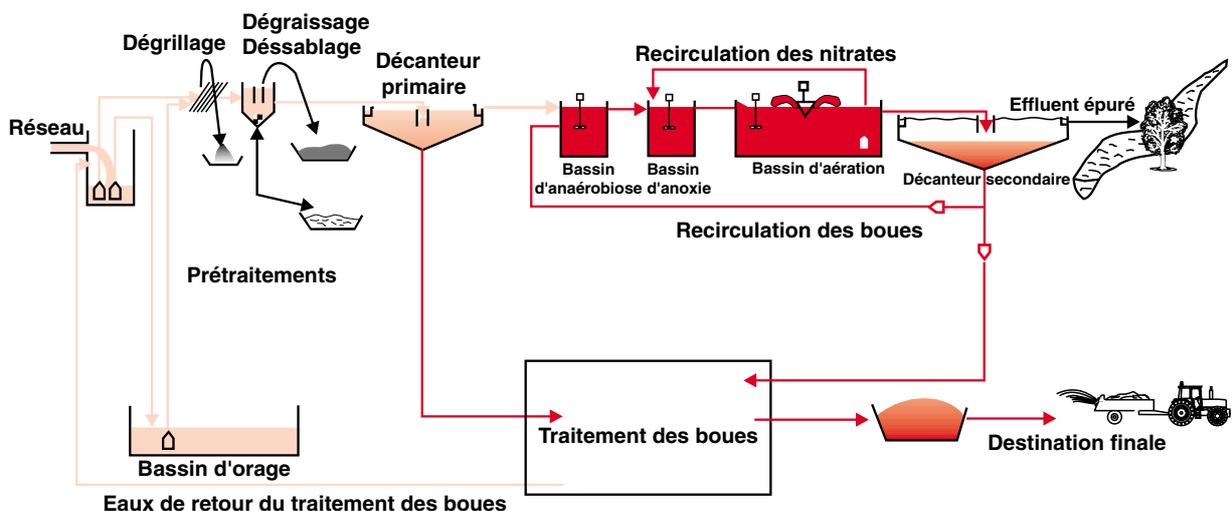
– Bassin d'aération : bassin où sont assurées la fourniture d'oxygène et en conséquence l'essentiel de l'oxydation de la matière organique, la nitrification de l'azote ammoniacal et la capture du phosphore.

– Décanteur secondaire (clarificateur) : il permet la séparation par décantation des floccs bactériens qui assurent le traitement de l'eau épurée. La recirculation des boues et l'extraction des boues en excès permettent de maintenir une biomasse appropriée dans les bassins de traitement, notamment le bassin d'aération.

– Traitement des boues : les boues en excès, qui représentent encore environ la moitié des matières organiques (l'autre moitié a été oxydée en eau et gaz carbonique) doivent être préparées à leur destination finale. Le traitement des boues comporte de nombreuses étapes (stabilisation - épaissement - déshydratation - stockage) et les divers liquides séparés des boues sont renvoyés au traitement des eaux.

Schéma de principe du traitement par boues activées nitrifiantes

(source Cemagref, Eric Cotteux)



les procédés et qui pourrait être de l'ordre d'une semaine en aération prolongée et de trois ou quatre jours en faible charge. Les quelques données accessibles *via* l'AGHTM (association générale des hygiénistes et techniciens municipaux) permettent de penser que les limites actuelles [NFU 44-041] de micropolluants ne sont pas franchies par les apports liés aux épisodes pluvieux sauf si, par temps sec, elles sont déjà proches d'être atteintes⁴.

Un changement réglementaire de concentrations limites pourrait contraindre à l'obligation complémentaire de disposer d'une file spéciale de traitement des boues pour évacuer les flux produits par temps de pluie.

Une exploitation optimisée

Pour accueillir, dans une station d'épuration, l'épisode paroxysmique que constitue l'arrivée de forts débits durables et d'une charge accrue, il est naturellement nécessaire que la station soit en bon état de fonctionnement, avec notamment ses dispositifs de secours en ordre de marche. Il convient toutefois de souligner quelques points particulièrement décisifs.

■ Recevoir l'épisode pluvieux en situation saine

Dans le cas des boues activées, pour peu que la conception permette de faire face aux charges accrues, il importe en premier lieu de maîtriser le paramètre essentiel qu'est le volume corrigé : produit de la concentration des boues alimentant le décanteur secondaire par l'indice de boues :

$$V_c = C_{BA} \times I_B \quad (V_c \text{ en ml/l}).$$

Les deux termes doivent être optimisés, en particulier la concentration des boues n'a pas lieu d'être supérieure à celle qui permet de maintenir la charge massique au niveau de celle du projet ; pour l'exemple de l'aération prolongée, on retient celle qui permet en moyenne de temps sec une charge massique de 0,1 kg DBO/kg MVS.j. Toutefois, si la charge de temps sec est très faible par rapport à la charge du projet, une concentration minimum peut être maintenue, par exemple de l'ordre de 2 g/l de MES.

Par ailleurs, de nombreuses dispositions peuvent être prises, à la conception et à l'exploitation (Duchène, 1994) pour prévenir le dévelop-

pement intempestif de bactéries filamenteuses. Si ces mesures ne suffisent pas, ce qui est toujours possible notamment suite à des incidents, seules des chloration intervenant à des indices de boues encore relativement modérés (180 ou 200 ml/g, par exemple) permettent d'accueillir les forts débits pluviaux, notamment si la charge de temps sec est assez élevée et donc aussi la concentration en boues.

■ Gérer la station de manière à maximiser les flux polluants éliminés

En boues activées, le premier souci est d'admettre sur la station un maximum de débit sans pour cela risquer de perdre des boues avec les effluents épurés. La restitution des eaux stockées doit, elle aussi, être pratiquée sans attendre, de manière à restaurer le volume de stockage pour un éventuel autre événement pluvieux. Il est clair que, selon le volume corrigé existant (en tenant compte du stockage d'une partie des boues du bassin d'aération dans le clarificateur secondaire), on pourra avoir à limiter le débit traité à un volume horaire maximum, les progrès des automatismes et des capteurs (dans ce cas le voile de boues) permettant de développer des stratégies réellement optimales, sans facteur de sécurité inutile.

La recirculation doit aussi être optimisée. Si l'on sait que, jusqu'à 200 % de taux de recirculation, le bilan massique de MES sortie-entrée n'est normalement pas dégradé, il sera utile d'approcher au cas par cas l'optimum d'efficacité sur ce plan lors d'épisodes pluvieux successifs (au faible prix de quelques dosages de MES). Il apparaît probable qu'en fonction des installations et de la qualité des boues, il y ait un optimum local de taux de recirculation pour le plein débit.

Cela permet de limiter au minimum possible le temps de séjour des boues en anoxie dans le décanteur, facteur peu préjudiciable à la qualité des boues (décantabilité ultérieure) si ce phénomène n'a lieu que durant des épisodes pluvieux espacés, mais qui doit néanmoins être minoré.

L'optimisation de la dénitrification est le second souci qui comporte plusieurs aspects. Lors d'un accroissement de charge important, on sait que c'est la dénitrification qui est difficile à assurer en totalité. Plusieurs cas sont possibles :

– si l'on dispose d'une capacité d'aération permet-

4. A la date de rédaction de cet article, la nouvelle réglementation n'est pas encore validée par les instances concernées.

tant d'assurer l'ensemble des besoins en oxygène dans les temps prescrits (cf. paragraphe conception du bassin d'aération), il faudra néanmoins le plus souvent adapter, voire modifier, l'asservissement. Qu'ils soient sur oxygène dissous ou sur potentiel Redox, la plupart des asservissements comportent, logiquement, des dispositifs de temps minimum et de temps maximum d'arrêt et de marche du système d'aération. Ces dispositions restreignent de façon souvent importante les variations possibles de la durée journalière d'aération dans des limites qui ne satisfont pas toujours des besoins très variables. Les dispositifs qui font varier l'intensité de l'aération sur des cycles fixes de marche-arrêt sont certainement les plus satisfaisants pour faire face à des situations variées ;

– si, au contraire, on ne dispose pas d'une capacité d'oxygénation suffisante, il est clair que l'optimum correspond à une nitrification incomplète, même s'il est difficile de préciser les concentrations de N-NO₃ en sortie de bassin susceptibles de faire perdre trop de MES, par dénitrification

dans le décanteur secondaire. L'intensité de la dénitrification dépend, en effet, de très nombreux paramètres (température, temps de séjour des boues dans le décanteur secondaire, profondeur de celui-ci, ensoleillement... et même temps orageux disent de très nombreux exploitants) et l'effet d'entraînement de « fines » ou de masses de floc varie avec la nature des boues (meilleur piégeage des microbulles d'azote par des boues plus filamenteuses).

Il paraît toutefois certain que des concentrations en sortie de bassin d'aération de plus de 10 mg/l de N-NO₃ font courir de très grands risques de dépassement du seuil de 25 mg/l DBO en sortie, presque à coup sûr en été.

C'est donc un temps de marche maximum du système d'aération par jour qui doit être programmé afin d'éviter ce type de désagrément... (les 5 % de dépassement autorisés en application de la Directive européenne sont suffisamment étroits pour ne pas les consommer lors d'épisodes pluvieux « normaux » !). □

Résumé

Les stations d'épuration de collectivités assainies par un réseau unitaire doivent traiter des quantités d'eaux croissantes par temps de pluie. Notamment en application de la nouvelle réglementation des lois sur l'Eau. L'article est centré sur les boues activées, principal procédé de traitement des eaux usées. Les limites raisonnables d'admission de flux polluants, les conséquences sur le dimensionnement, la conception et l'exploitation sont analysées en suivant les ouvrages de traitement au fil de l'eau. Sans que la démarche soit exhaustive, ni les liens multiples entre ouvrages tous explicites, cet article permet de cerner les modifications à apporter du fait du traitement de quantités d'eaux usées accrues par temps de pluie.

Abstract

Municipal wastewater treatment plants downstream from combined sewerage systems have to treat greater volumes of water in wet weather, especially when applying the new regulations introduced in the Water legislation. This article deals with activated sludge, the main process used for treating waste water. It analyses the reasonable limitations on pollutants entering the system, the consequences on the size of plants required as well as design and operation, following the sequence of water treatment stages. Although it does not consider an exhaustive approach or outline explicitly all the multiple links between works, this article considers what modifications should be made to process the additional volume of waste water during wet weather.

Bibliographie

- AGENCES DE L'EAU, IRH, 1995. Conception des ouvrages d'épuration en conformité avec la Directive européenne « Traitement des eaux résiduaires », synthèse des constatations. Conclusions des enquêtes - juin 1995, 150 pages.
- CANLER, J.-P., PERRET, J.-M., 1994. La biofiltration en eaux usées. Évaluation du procédé sur 12 installations, Définition des performances, des limites et des contraintes propres à la filière, Cemagref, *inf. tech.*, juin 1994, n°94, note 5, 1994. 8 pages.
- CEMAGREF QE Paris, 1988. Qualité des boues activées et dimensionnement des décanteurs secondaires, *Cahier technique de l'épuration*, n° 14, mars 1988, 12 pages.
- DUCHENE ; P., 1994. Les dispositions préventives des problèmes biologiques en boues activées, *Actes du colloque « pollutec 94 »*, Dysfonctionnements biologiques dans les stations d'épuration en boues activées, Éd. Cemagref, Antony (France), 1994, pp. 73-81.
- HEDUIT, A., 1995. L'élimination de l'azote, Formation continue, ENGEES Strasbourg, 1995.
- IWEMA, A., BOUDOURESQUE, P., GUYOL, M., BOURDELOT, J.-P., FORGEAT, J.-P., 1995. Influence des variations des charges sur le fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées (soumis en 1995), 10 pages.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, *Circulaire* - Guide de recommandations pour l'application du décret 94469 du 3 juin 1994 et des arrêtés du 22 décembre 1994, relatif à l'assainissement des eaux usées urbaines, *Annexe* à la circulaire du 12 mai 1995 du ministre de l'Environnement aux préfets (non publiés), 17 pages + annexes.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DE LA FORÊT, 1990. Élimination de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités, *Document technique FNDAE*, n°10, 1990, 57 pages.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, Cemagref QE Lyon, 1994. La décantation lamellaire des boues activées, *Document technique FNDAE*, n°18, août 94, 43 pages.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, Inter-agences, Cemagref QE Lyon, 1994. L'épuration par biofiltration, Synthèse des résultats de suivi de douze installations, *Document technique FNDAE hors série n°8*, juillet 1994, 61 pages.
- MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE, Inter-agences, Cemagref QE Lyon, 1994. Étude du procédé Biostyr : nitrification - dénitrification, *Étude* inter-agences, n° en cours, juin 1994, 79 pages.
- PLOTTU, Y., 1994. Élimination des surcharges azotées en pilote de station d'épuration à boues activées. Simulation de situations de temps de pluie. *Mémoire* de l'ENGEES de troisième année, juillet 1994, 87 pages + annexes.
- STRICKER, A.-E., 1996. Capacités des boues activées à traiter les surcharges azotées, *Mémoire* DEA, Université Louis Pasteur, Strasbourg, septembre 1996, 90 pages.
- WOUTERS-WASIAK, K., 1994. Étude et contrôle des processus de nitrification-dénitrification déphosphatation biologique, *Thèse de doctorat*, INSA, Toulouse, 7 octobre 1994, 138 pages.