

# **Les systèmes de traitement des eaux usées adaptés aux petites collectivités touristiques de montagne**

Arthur Iwema  
Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse  
2-4, Allée de Lodz  
69363 Lyon cedex 07  
[arthur.iwema@eurmc.fr](mailto:arthur.iwema@eurmc.fr)

## **1 Problématique**

Le traitement des eaux usées de collectivités touristiques en montagne est confronté à quelques contraintes spécifiques d'ordre technique et économique.

Le caractère touristique de ces collectivités implique la nécessité de procédés de traitement qui s'adaptent aux très fortes et rapides variations des débits et des flux polluants générés au moment des pointes d'activité.

La température souvent faible des effluents en raison des conditions climatiques, mais aussi en raison de l'infiltration d'eaux claires, rend le traitement et surtout la nitrification délicats.

Les sites étroits et la qualité du paysage environnant impliquent la construction des installations compactes, bien intégrées et les conditions climatiques conduisent à des ouvrages couverts.

Ces contraintes conduisent à des coûts spécifiques d'investissement qui sont souvent supérieurs à ceux en plaine et qui sont encore accentués par les coûts de chantier élevés en raison des difficultés d'accès et des conditions climatiques. Ces coûts d'investissement ont de plus une incidence forte sur le prix de l'eau en raison du faible volume annuel vendu.

Il n'est donc pas surprenant qu'il existe parmi ces collectivités un retard certain dans l'équipement des stations d'épuration, même si dans certaines vallées ce retard a été partiellement comblé à l'occasion des Jeux Olympiques de 1992. A cette époque le type de traitement privilégié, mais non exclusif, était le traitement physico-chimique, qui par opposition au traitement biologique plus classique, est très adapté aux fortes variations et dont l'efficacité est peu influencée par la température. La qualité des rejets de ce type de station est très en retrait par rapport à ceux des stations biologiques mais, compte tenu des conditions relativement favorables des cours d'eau (forte dilution, bonne oxygénation et faible température) elle était compatible avec la préservation des objectifs de qualité assignée à ces milieux récepteurs.

Les contraintes issues de la Directive Européenne sur les eaux usées urbaines (Directive ERU) ont renforcé dès 1992 les niveaux de traitement à atteindre pour chaque agglomération générant des flux polluants supérieurs à 2000 EH, imposant notamment la mise en place de stations d'épuration de type biologique. D'autres contraintes on par ailleurs vu le jour depuis la mise en place de ces stations physico-chimiques, qui nécessitent le recours à des niveaux de traitement plus poussés. Citons pour exemple le développement des sports d'eaux vives sur les torrents de montagne qui pourraient conduire à la mise en œuvre de traitement

bactériologiques, ou encore la Directive cadre de juillet 2000 qui préconise l'atteinte à l'horizon 2015 du bon état écologique sur l'ensemble des cours d'eau européens..

Compte tenu de la difficulté qu'implique le traitement biologique dans les conditions montagnardes, les collectivités sont donc désormais placées devant de contraintes fortes et, notamment, les plus modestes d'entre elles sont en attente de solutions techniques pragmatiques et réalistes à leur échelle.

L'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse est impliquée, avec d'autres partenaires, dans des études qui doivent permettre de fournir les réponses à ces questions et au moins d'avancer dans ce domaine. Quelques résultats de ces études seront présentés et des perspectives commentées, après une description plus quantitative d'un état des lieux des collectivités concernées.

## 2 Etat des lieux

Afin d'être en mesure d'apprécier l'ampleur de la problématique, un inventaire des collectivités concernées et de leurs caractéristiques (population, situation, milieu de rejet, infrastructure, etc.) a été réalisé en 2000 pour les massifs de montagne français. Parmi les 121 collectivités interrogées, 96 ont répondu. Les chiffres qui suivent concernent cet échantillon.

- La population sédentaire s'élève à 105 000 habitants pour une population totale de 750 000 habitants.
- Environ 50% de ces communes ont une population totale de moins de 5000 habitants. Le facteur de variation entra la population permanente et totale est dans 67% des cas supérieure à 5

population totale	% de communes par classe de taille	% de communes avec taux de variation supérieur à 5 dans la classe
< 5000	48%	60%
5000 – 15 000	35%	69%
>15 000	14%	87%

- 13 communes, regroupant une population totale de 163 000 habitants, possèdent une unité de traitement située à plus de 1500 m d'altitude. La Directive Européenne sur le traitement des eaux usées urbaines permet de déroger pour ces sites en altitude à la règle de la mise en place d'un traitement biologique, sous réserve que cela reste compatible avec la qualité des milieux récepteurs. Cette possibilité n'a pas reprise en droit français, mais elle pourrait l'être dans le cadre des nouveaux textes en préparation. Toutefois, parmi les 13 collectivités, plusieurs d'entre elles devront mettre en place ce traitement pour des raisons de protection des cours d'eau.
- Les eaux usées de 78 communes, regroupant une population totale de 690 000 habitants, soit 92% de la population totale de l'échantillon, sont actuellement traitées dans 63 stations d'épuration représentant une capacité globale de 580 000 EH. Il y a une sous-capacité pour 40 stations dont le cumul s'élève à 170 000 EH. Par ailleurs les eaux usées de 18 communes avec une population de 57 000 habitants ne sont pas encore traitées. Globalement il y aurait donc un manque de capacité de 227 000 EH.

- Toutefois parmi les 63 stations d'épuration, 25 n'ont qu'un simple traitement primaire ou traitement physico-chimique. Il s'agit d'une capacité globale de 310 000 EH qui devra être mise en conformité par la mise en place d'un traitement biologique.
- Par ailleurs, parmi les stations d'épuration biologiques existantes, une fraction importante ne produit pas de rejets conformes et devra donc être mise à niveau.

### **Globalement il y aura 75 unités de traitement biologique à construire avec une capacité cumulée de 800 000 EH**

Parmi ces 75 sites une part importante - environ deux tiers - a comme milieu récepteur un cours d'eau présentant un étiage nival ou faisant l'objet d'aménagements hydroélectriques détournant une partie de leur débit (il reste dans le meilleur des cas 1/10 du module, 1/40 pour les aménagements anciens).

Actuellement, les contraintes de rejet se limitent généralement à l'élimination des matières carbonées, même si, sur certain secteur une nitrification est nécessaire, notamment sur le bassin de l'Arve. L'élimination du phosphore ne s'impose quant à elle, pour l'instant, que pour les cours d'eau affluents du Lac Lemman.

## **3 Les solutions techniques**

La principale contrainte pour la mise en oeuvre d'un traitement biologique est la forte et rapide variation de charge ; la faible température est un facteur aggravant.

Le principal risque est la dégradation de la qualité de l'effluent traité en raison d'un déséquilibre entre le flux de matières polluantes apportées et le pouvoir épurateur de la biomasse présente dans la station d'épuration au moment de la pointe: il y a risque de surcharge. Ce risque est particulièrement aiguë pour la biomasse nitrifiante qui se multiplie relativement lentement, surtout à faible température. Pour les boues activées (systèmes où les micro-organismes sont en libre suspension dans l'eau et doivent donc être séparés des eaux rejetés) s'ajoute à cela le risque d'une détérioration de la décantabilité des boues qui se traduira par une perte de matières en suspension vers le milieu récepteur. De plus, ces matières en suspension constituent la biomasse active qui doit jouer le rôle épurateur.

Plusieurs stratégies peuvent être mises en oeuvre pour prendre en compte ces variations de charge :

- **Transférer les effluents** vers une autre unité de traitement dont la variation de charge est moins prononcée. Cela implique généralement le transfert des eaux usées vers une collectivité à plus basse altitude dont la fraction de population touristique est moindre. Toutefois les coûts de ces ouvrages de transfert sont souvent élevés, quand bien même la solution est techniquement réaliste.
- **Réduire la variation de charge** sur le système biologique par un abattement en amont (le stockage est généralement une solution économiquement prohibitive). Cela peut se faire par la réalisation d'une première étape physico-chimique qui s'adapte instantanément aux variations et est insensible aux faibles températures. Une autre possibilité consiste en une première étape, certes, biologique, mais d'une technologie peu sensible aux variations de charge. L'effluent de qualité médiocre qui est

produit par ce premier étage est ensuite traité à un niveau convenable dans le deuxième étage.

Il faut aller chercher les exemples dans le domaine de l'industrie agro-alimentaire, mais il n'y a pas de raison que ces solutions ne s'appliquent pas également aux effluents urbains.

- **Adapter la quantité de biomasse** au flux de pointe.

Dans des systèmes à *boues activées* il peut s'agir d'une simple gestion du stock. L'exploitant arrêtera l'extraction des boues quelques semaines avant la pointe pour accumuler suffisamment de biomasse compatible avec les flux attendus. Ces boues seront réparties dans plusieurs bassins qui seront mis en service à l'approche de la pointe. Il est également possible de varier la biomasse dans un seul bassin, par augmentation de la concentration et/ou le volume occupé.

Des essais réalisés sur des stations alpines (situées aux Ménuires et à Bozel) réalisées en 2000 ont mis en évidence que la qualité de l'effluent restait conforme pour des facteurs de variation de l'ordre d'un facteur 8 en 5 jours et probablement plus. Il est surtout intéressant de noter que la décantabilité des boues s'est à peine dégradée et que la bonne maîtrise de la concentration des boues par les exploitants permet d'éviter des problèmes de dysfonctionnement de la clarification des eaux. Dans ces deux cas, la nitrification installée avant l'arrivée de la pointe, a rapidement disparue, comme on pouvait s'y attendre, les deux installations n'étant pas dimensionnées pour nitrifier en pointe. En revanche, il est probablement très difficile de mettre en place une population nitrifiante suffisante avant la saison dans ces systèmes à boues activées. Cet aspect fait l'objet d'une étude prochaine qui sera réalisée par le Cemagref.

Pour les systèmes à *culture fixée*, dont on ne peut pas maîtriser la biomasse par changement de concentration, la solution consiste à mettre en place plusieurs unités en parallèle dont seulement un nombre limité fonctionne hors saison. (Une station d'épuration à biofiltration est pour des raisons de lavage de toute manière constituée de plusieurs unités en parallèle même si elle ne traite pas des flux variables.) A l'approche de la saison de pointe des unités supplémentaires sont successivement mises en service pour activer et préparer une biomasse.

Il est de cette manière, par une rotation de l'alimentation, même possible d'installer une population suffisante de bactéries nitrifiantes. Des essais à Barcelonnette montrent que la variation des charges d'un facteur 4 peut être encaissée. Les suivis des stations du Syndicat des Aravis montrent qu'une variation de charge plus forte peut être correctement prise en compte.

- **Supprimer la phase de décantation délicate** par son déplacement par un système de séparation par membranes. Il s'agit d'un système à boues activées, mais dont les caractéristiques de décantabilité sont sans influence sur la qualité de l'effluent puisque les membranes arrêtent toutes les particules. Son inconvénient majeur est pour l'instant le coût d'investissement élevé et les coûts d'exploitation encore incertains. Toutefois la compacité du système (on peut travailler avec des concentrations de boues activées plus élevées dans les bassins) est un atout dans un contexte montagnard. Des réalisations existent à petite échelle pour des chalets de montagne.

Plusieurs solutions existent donc, mais il faut reconnaître que les limites des procédés en termes de facteur de variation de charge ne sont pas encore entièrement appréhendées. Cet aspect est donc un champ d'étude que doit se dérouler de préférence sur le terrain sur des installations existantes. L'Agence de l'Eau, avec notamment le Cemagref de Lyon, mais aussi

les services de l'Etat, les collectivités locales et les constructeurs et exploitants de stations d'épuration continue donc d'explorer ce champ.

S'il est acquis que l'élimination des matières carbonées est peut-être délicate mais tout à fait possible moyennant une exploitation rigoureuse, il n'est pas exclu que l'on se trouve dans le cas de la nitrification devant des limites plus infranchissables. L'ajout d'un substrat ammoniacal artificiel avant la saison pour constituer une population nitrifiante suffisante sera peut-être le seul recours économiquement réaliste. Il importe donc que la nécessité pour la préservation de la qualité du milieu récepteur d'une nitrification poussée pendant ces courtes de pointe soit clairement établie. Toutefois la dernière révision par l'EPA-USA des concentrations d'ammonium admissibles pour des expositions chroniques (quelques semaines) d'individus juvéniles de poisson, confirme bien la forte sensibilité pour ce paramètre.

#### **4 Eléments de coût et de prix**

Les coûts d'investissement, rapportés à la capacité de traitement, sont, en raison des contraintes climatique et topographique principalement, plus élevés que pour une station d'épuration à performances identiques en plaine. Cet écart peut s'élever à 30% à 40 % dans certaines conditions.

Les coûts de fonctionnement, rapportés au volume d'eau usée traité et facturé au volume d'eau potable consommé, sont également élevés pour ces stations à charge variable, puisqu'une partie importante des coûts est fixes (personnel, maintenance, abonnement EDF, fonctionnement de la désodorisation) et à peine fonction des volumes traités. Le rapport entre les coûts fixes et variables dépend bien sûr du facteur de variation et de la durée des saisons touristiques.

Cet état conduit donc sur la facture du consommateur à un prix par m<sup>3</sup> pour l'assainissement qui est élevé. Toutefois une péréquation équitable des coûts fixes entre l'ensemble des usagers permettrait d'éviter que les habitants permanents payent en partie à la place des saisonniers.

L'exemple suivant illustre l'impact du mode de facturation sur le prix de l'eau pour l'habitant permanent et le saisonnier. On considère deux hypothèses extrêmes et quelque peu théoriques:

- une facturation entièrement proportionnelle au volume consommé et
- une facturation qui affecte tous les coûts fixes à l'habitant permanent ou saisonnier et répartit les coûts variables au prorata de la consommation.

Hypothèses retenues :

- Collectivité de 5 000 habitants permanents et 45 000 EH saisonniers (facteur de variation 10)
- Durée cumulée de la saison touristique 5 mois
- Coûts d'investissement de la mise en place d'une station biologique 9 000 K€, soit 180 €/EH
- Taux de subvention 60%
- Coûts d'exploitation fixes (8% des coûts de l'investissement), soit 720 K€/an ou 14 €/EH an.
- Coûts d'exploitation variables 0.14 €/m<sup>3</sup> d'eau traitée.
- Annuité de remboursement 9%

- Consommation d'eau 0.15 m<sup>3</sup>/j\*habitant

	proportionnel		fixe et proportionnel		
	permanent	saisonnier	permanent	saisonnier	
part proportionnel	60	24	8	3	€/an*hab
part fixe	0	0	24	24	€/an*hab
total	60	24	32	27	€/an*hab
prix part proportionnelle par m <sup>3</sup>	1,10	1,10	0,14	0,14	€/m <sup>2</sup>
prix total/m <sup>3</sup> (150l/j)	1,10	1,10	0,58	1,24	€/m <sup>3</sup>
prix par abonné de 2,2 hab et 120m <sup>3</sup> ou 48 m <sup>3</sup>	132	53	70	60	€/an*abonn

Une péréquation complète des coûts fixes parmi l'ensemble des habitants permanents et saisonniers conduit à presque diviser par plus de 2 le prix de l'eau du permanent tout en augmentant celui du saisonnier de 13% seulement. Le permanent paye 0.58 €/m<sup>3</sup> comme si la station n'était pas à charge variable. On peut noter que le saisonnier paye 1.35 € par semaine de séjour (27 € pour une saison de 20 semaines), coût que l'on pourrait d'ailleurs comparer à celui d'un forfait de ski....

En réalité une telle facturation butera sur des problèmes techniques (il n'y a généralement pas de comptage d'eau dans les immeubles collectifs) et d'acceptabilité (même une brève occupation d'un appartement conduirait à une charge pour l'eau ressentie comme très élevée). La mise en place de compteurs avec relevé radio permet de résoudre le problème technique, mais la répartition des coûts fixes et des coûts variables entre les consommateurs reste un choix politique.