

# Traitement des eaux usées de la ville de Venise par des systèmes décentralisés

E. Tromellini (1), R. Moletta (2)

(1) **Magistrato alle Acque**, S Marco 2949, 30314 Venise (Italie)

[elisabetta.tromellini@magisacque.it](mailto:elisabetta.tromellini@magisacque.it)

(2) **Moletta Méthanisation**, 1504 Chemin des Bottières, 73470 Novalaise (France)

[rene.moletta@yahoo.fr](mailto:rene.moletta@yahoo.fr)

Venise est une ville historique construite il y a bien des siècles, au milieu de sa lagune. Elle est complètement entourée d'eau (Fig. 1). Presque tous les quartiers de la ville sont entièrement construits sur l'eau et forment 119 îles, reliées par 354 ponts et séparés par 117 canaux. La ville est traversée par des rues très étroites. Grâce à ces caractéristiques uniques et la reconnaissance universelle de la valeur de ses bâtiments historiques et artistiques, en 1987, Venise a été inscrite au patrimoine mondial de l'UNESCO.

Ces particularités rendent impossible la construction d'un système de traitement des eaux centralisé et pendant des siècles, les rejets urbains des bâtiments ont été jetés dans la lagune sans aucun traitement via des conduites issues des canaux.

Autrefois le flux de la marée, inondait périodiquement les canalisations des égouts et les rejets se trouvaient être transférés, via les canaux, dans la lagune pour enfin finir dans la mer. Ce système d'élimination naturel, simple et pratique, a été très efficace à travers les siècles, mais il est devenu insuffisant lorsque le développement économique, et la forte expansion du tourisme ont profondément modifié la densité de la population ! Aujourd'hui, la ville a mis en œuvre un système décentralisé, basé sur des centaines de stations aérobies qui sont soit des SBR (Sequencing Batch Reactor) ou des MBR (Membrane Bio Reactor). Typiquement, la capacité de traitement des stations varie de 100 à 4000 Equivalent-Habitant (EH) et la plupart des unités sont installées soit dans les hôtels soit dans les sites touristiques.



Figure 1 : Image satellite de la ville de Venise

## **Le système décentralisé de la ville de Venise.**

Afin de réduire la charge de polluants émis par la ville et à rétablir l'équilibre de l'écosystème du lagon, le gouvernement italien, par le moyen le « Magistrato alle Acque » (l'autorité vénitienne pour l'eau), a déclaré que tous les rejets industriels, commerciaux, touristiques, ceux des restaurants et ceux des activités domestiques de la ville de Venise, sont obligés d'installer et d'assurer la maintenance des traitements des eaux usées générées.

Le choix du traitement individuel, dépend de la nature et donc des différentes origines des eaux usées.

Pour les rejets domestiques (maisons, des hôtels, des bureaux publics, etc.), le type de technologies choisies de traitement est basé sur l'importance du nombre d'équivalent habitant à traiter : en dessous de 100 EH, les fosses septiques sont permises mais les restaurants et les bars doivent installer des trappes à graisse supplémentaires avant les fosses septiques. Au-dessus, une unité de traitement plus efficace doit être utilisée.

Pour les unités de plus de 100 EH, ce sont des systèmes aérobies qui sont installés. Les standards de rejets sur la réduction de la demande biologique en oxygène (DBO5), demande chimique en oxygène (DCO) et le total des solides en suspension (MES) sont présentés sur le tableau 1. Les effluents des hôpitaux et des autres services sanitaires doivent également prendre en compte les normes de qualité, et sont soumis à des traitements supplémentaires de désinfection. Pour les effluents autres que les eaux usées domestiques, telles que ceux résultant des activités industrielles, des traitements spécifiques physico-chimiques, sont requis.

<i>Paramètres</i>	<i>Taux minimum de réduction (%)</i>
DBO5	70
DCO	75
MES	50

Tableau 1. Taux minimum de réduction pour les unités de traitement de la ville de Venise.

## **L'inventaire des rejets du « Magistrato alle Acque »**

Un état des lieux, via l'inventaire du recensement effectué par le « Magistrato alle Acque » montre qu'il y a environ 4500 points de rejets pour les différentes activités, ce qui représentent environ 40 pour cent du total des rejets de la ville (Carrer, 2007).

Comme le montre le tableau 2, environ 80 % de ces rejets sont traités par les fosses septiques, (éventuellement complétés par des pièges à graisse), et seulement 5 % sont soumis à des traitements aérobies. Les fosses septiques traitent généralement les petits bâtiments (de 7 à 10 Equivalents Habitants, en moyenne) tandis que les unités de traitement aérobies traitent des charges générées par les activités de taille plus conséquentes comme les hôtels, les immeubles et des regroupements de rejets (de 275 à 325 EH en moyenne).

Par conséquent, environ 30.000 EH sont traités via des fosses septiques et environ 34.000 EH avec des systèmes aérobies, sur une population estimée à 150.000 équivalents habitants (incluant les résidents et les touristes).

Aucune information n'est disponible sur les systèmes de traitement qui ne sont pas inclus dans l'inventaire, et l'inventaire du « Magistrato alle Acque » est continuellement mis à jour.

<i>Type de traitement</i>	<i>Nombre de points de rejet</i>
Fosses septiques	2304
Fosses septiques avec piégeage des graisses	1 291
Pièges à graisses	551
Sequencing batch reactor (SBR)	65
Bio reactor à membrane (MBR)	43
Unité continues aérobies	5
Unité physico chimiques	21
Décanteurs	34
Post traitement d'hygiénisation	11
Pas de traitement	162
Autres	6
<b>TOTAL</b>	<b>4 493</b>

Tableau 2 : Inventaire des points de traitement sur la ville de Venise.

### **Gestion et contrôle des unités de traitement aérobie de VENISE**

Le contrôle de la bonne pratique de gestion des fosses septiques et des bacs à graisse est basé sur l'enlèvement périodique des boues et des graisses. L'évaluation du bon fonctionnement des unités aérobies est plus complexe et prend beaucoup de temps. En fait, tous les équipements électromécaniques (pompes, soufflantes d'air, soupapes, etc) doivent être contrôlés et vérifiés périodiquement et les paramètres liés aux processus biologiques (l'oxygène dissous dans les bassins d'aération, la bonne décantation des boues ) doivent être surveillés afin de garantir une bonne qualité de l'effluent. Considérant que plusieurs centaines d'unités de traitements sont déjà installées dans la ville, le contrôle de leur bonne gestion et, éventuellement l'analyse de la qualité des effluents traités, sont de plus très coûteux.

Les pompes de relevages sont installées dans un réservoir tampon de sécurité. En cas d'incident et de remplissage du tampon, les effluents vont, via un by-pass, directement dans la lagune.

Parmi les précautions qui sont prises pour leur gestion, on a la charge maximale de l'unité (avec by-pass en cas de surcharge) et une alarme de marée haute.

Toutes les unités de traitement de la ville de Venise peuvent être inondées par les eaux de la lagune lorsque la marée est très haute. Elles entrent par l'émissaire de sortie. Sous ces conditions, pour éviter l'entrée d'eau de mer dans l'unité de traitement (ce qui pourrait provoquer une réduction de l'activité biologique des boues), la vanne de sortie est fermée durant cette période, et les eaux usées sont dirigées vers le by-pass.

L'oxygène dissous est automatiquement mesuré et contrôlé et les boues provenant des différents stockages, sont régulièrement pompées sur un bateau pour être déshydratées dans une unité spécialisée.

Dans les usines mettant en œuvre des bioréacteurs à membranes, l'efficacité membrane est contrôlée en mesurant la différence entre la pression entre les compartiments du perméat et du rétentat. Lorsque la diminution de la pression est inférieure la valeur de sécurité, le lavage des membranes est effectué par une solution acide.

## Le système de surveillance centralisé du « Magistrato alle Acque »

Afin de gérer de nombreuses petites usines décentralisées à Venise, « Magistrato alle Acque » a développé un système centralisé (SisTeMaV) pour contrôler l'efficacité de chaque unité. Les signaux électriques, analogiques et numériques des équipements, et les éléments de chaque unité de traitement (pompes, vannes, mélangeurs, ventilateurs, alarmes de niveau, de pression à membrane, l'oxygène dissous et de capteurs de turbidité), sont collectés et envoyés par le réseau GMS au siège de la « Magistrato alle Acque ». Par le biais de SisTeMAV, avec ce logiciel dédié, il est possible de suivre en temps réel la performance de chaque unité. Chaque unité est représentée avec ses dispositions particulières et avec toutes les indications d'alarmes et de fonctionnement des interrupteurs, comme le montre les figures 2 et 3 pour les SBR et les MBR, respectivement. Il est donc facile d'identifier de possibles dysfonctionnements et d'avertir le propriétaire de l'usine, afin qu'il prenne rapidement, les mesures nécessaires. En outre, il est possible aussi de faire des évaluations statistiques de l'exploitation de chaque unité afin de vérifier si les opérations de maintenance sont correctement effectuées.

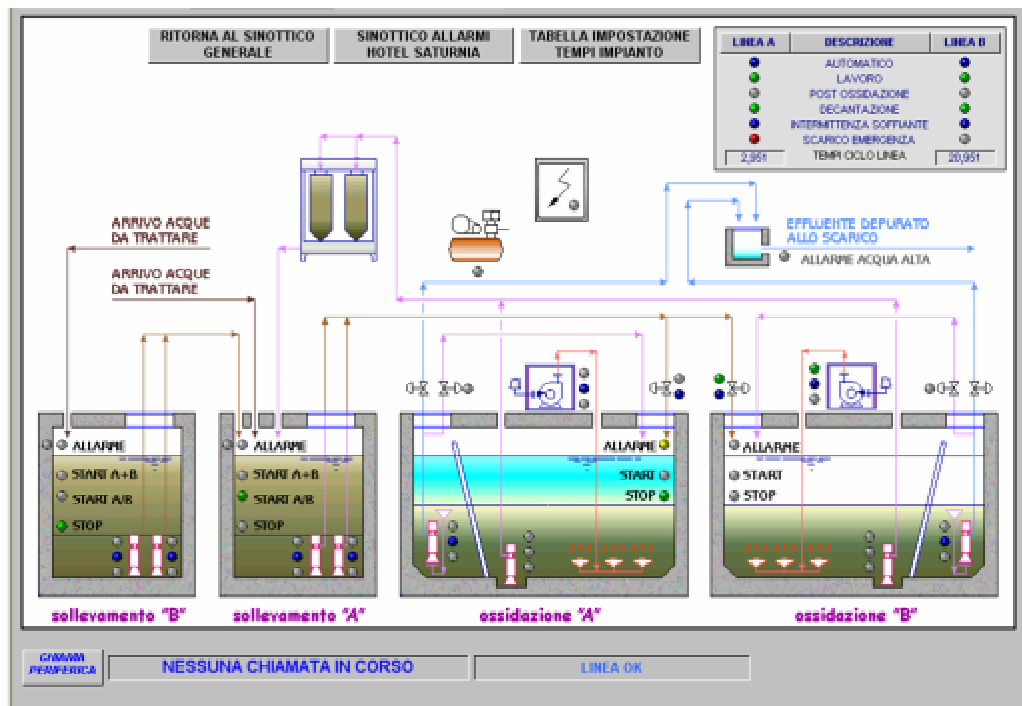


Figure 2 : Ecran du système pour la gestion et le contrôle des SBR.

Aujourd'hui SisTeMAV contrôle principalement les unités de traitement aérobies. C'est à dire :

- ▶ 50 SBR (Sequencing Batch Reactors)
- ▶ 40 MBR (Membrane Bio Reactor);
- ▶ 9 Systèmes d'aspiration des eaux usées qui alimentent un traitement par MBR qui est sur

une colline.

► 5 unités de traitement d'autres typologies (physico-chimiques, osmose inverse) dont une physico-chimique en circuit fermé (avec recyclage des eaux usées) installée dans une usine de verre.

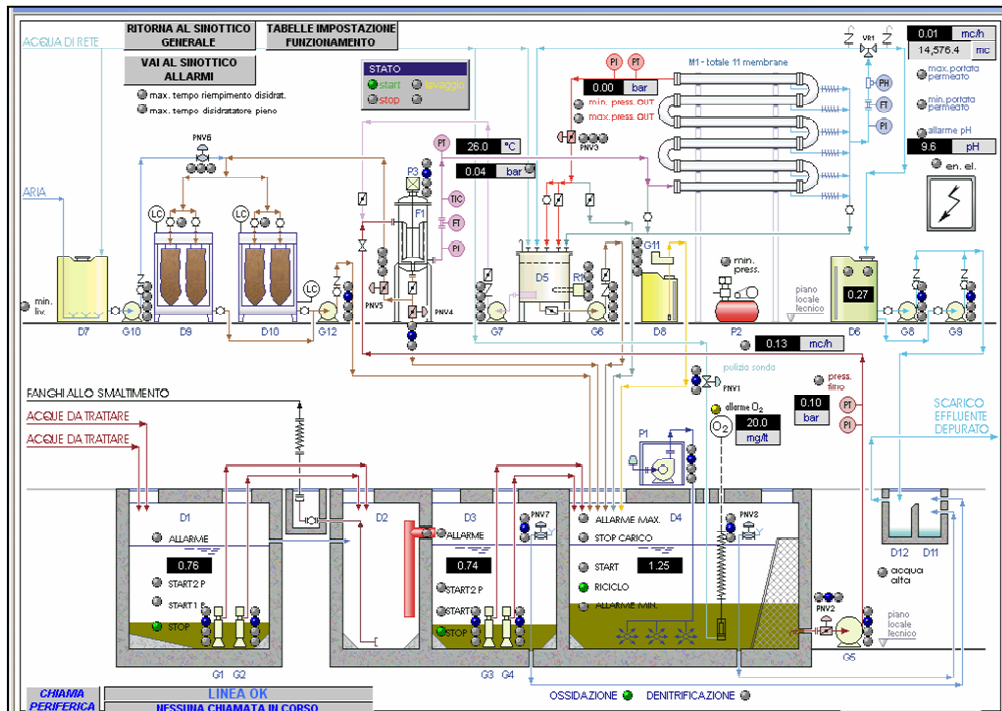


Figure 3 : Ecran du système pour la gestion et le contrôle des MBR.

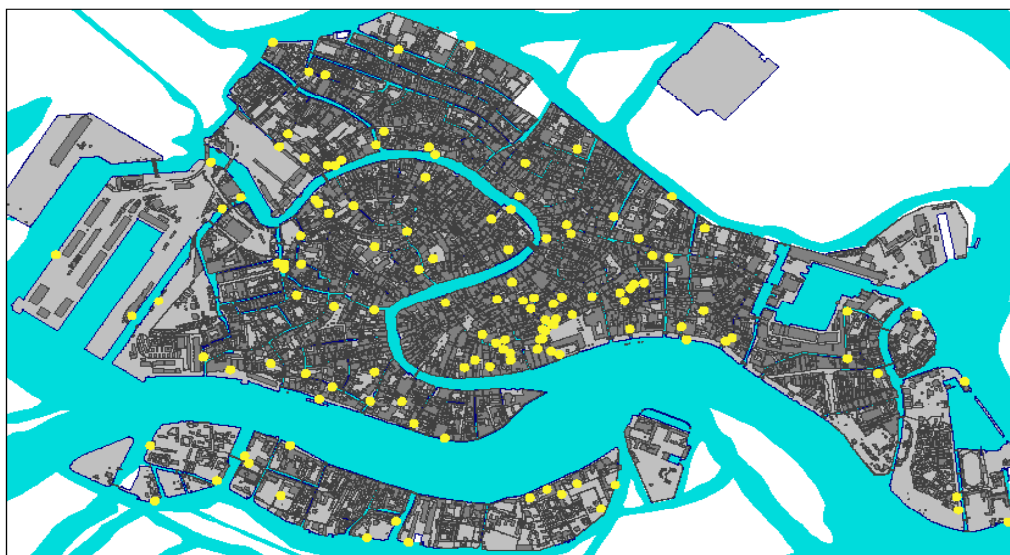


Fig. 4 – Répartition des 134 usines de traitement des eaux usées de la ville de Venise: SisTeMAV en contrôle aujourd'hui 104 .

L'activité de « Magistrato alle Acque » a grandement amélioré le fonctionnement de toutes les usines de traitement, y compris, clairement, une réduction significative d'utilisation du by-pass. Dans certains cas, le rendement de l'unité de traitement et ses problèmes d'entretien ont été très rapidement améliorés (figure 5). Un niveau jugé acceptable (moins de 10% du temps en by-pass) a été atteint après quatre mois à de fonctionnement du système centralisé SisTeMAV. La ligne pointillée est le niveau qui a été déclaré acceptable.

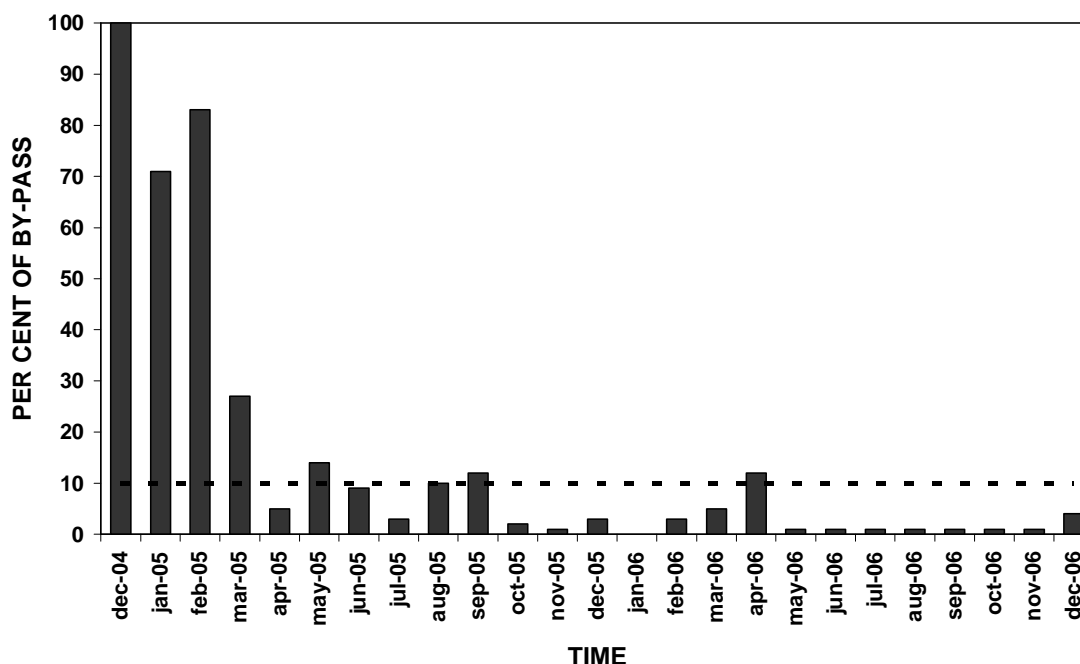


Fig. 5 – Pourcentage de fonctionnement du by-pass sur les steps de Venise

## CONCLUSIONS

SisTeMAV le système de centralisation du « Magistrato alle Acque », (l'Agence de protection de l'eau de la lagune de Venise), la gestion et le contrôle des installations décentralisées de la ville de Venise se révèle être très efficace et rentable. Aujourd'hui SisTeMAV contrôle plus d'une centaine de stations d'épuration. En général, le rendement des unités de traitement a été renforcé.

Ce texte est traduit à partir de l'article :

E. Tromellini, G. Ferrari and F. Croci, 2009, Centralized management and control of decentralized systems, actes du 8<sup>th</sup> IWA Specialized Conference on Small Water and Wastewater Systems, 2<sup>nd</sup> IWA Specialized Conference on Decentralized Water and Wastewater International Network, Coimbatore, India, February 06 - 09, 2008