

SYSTÈMES D'ASSAINISSEMENT ET ACTIVITÉS DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT DE LA ZONE MÉTROPOLITAINE D'ISTANBUL ET DU BOSPHORE

Résumé

Cette étude rend compte des enquêtes menées sur la pollution maritime locale et régionale dans le Bosphore et sur le littoral de la Mer de Marmara due aux rejets d'eaux usées de la Municipalité Métropolitaine. Les précautions nécessaires relatives aux polluants générés localement sont prises depuis 1995 en dépensant et en investissant 100 millions de dollars américains chaque année pour l'amélioration des systèmes d'assainissement et des stations d'épuration des eaux usées existants. Les effets accumulés de ces investissements depuis 1995 ont entraîné des améliorations importantes de la qualité de l'eau de mer dans le Bosphore et la Corne d'Or, ainsi que sur le littoral de la Mer de Marmara.

Le statut des émissaires de rejet et de traitement des eaux usées et des émissaires marins existants et planifiés de la Ville d'Istanbul est représenté.

Introduction

La Ville d'Istanbul avec ses 12 millions d'habitants est la ville de Turquie la plus peuplée du fait de son importance historique, économique et culturelle. Un recensement de la population a commencé durant les années 1950. A ce moment-là, la ville était le principal centre industriel et commercial de la Turquie moderne. Par conséquent, la ville est devenue un centre attractif pour les personnes vivant dans d'autres villes et des migrations importantes ont commencé, ce qui a entraîné une augmentation de la population sans précédent. La population était d'environ 1,5 million en 1960, est passée à 2,1 millions en 1970 et à 2,7 millions en 1980. La population a fait un bond en passant à 6,6 millions en 1990. Aujourd'hui, une personne sur six dans le pays vit à Istanbul. Par conséquent, 40 % de l'industrie turque est située dans cette ville et presque la moitié des impôts sont perçus à Istanbul. La croissance rapide de la population et le développement urbain rapide résultant des politiques socio-économiques et des actions politiques ont créé des problèmes d'infrastructure tels que les problèmes d'approvisionnement en eau et d'assainissement de l'eau.

Dans la mesure où les projets d'égouts ne sont pas aussi bien documentés que les projets concernant l'eau, on ne peut en connaître le développement historique complet depuis les premiers temps de la Ville d'Istanbul. En fait, en raison de l'importance relativement faible accordée aux projets d'égouts, la plupart des travaux ont été effectués au cours des 150 dernières années. Le concept de collecte, de traitement et de rejet des eaux usées a connu une évolution importante suites aux changements technologiques et à la prise de conscience du public. Toutefois, l'évolution de ce concept a rendu certains éléments des systèmes antérieurs inutiles. Ils ont donc été détruits ou n'ont pas pu remplir la fonction prévue. Mais des parties importantes des projets antérieurs ont été intégrées aux projets suivants et sont devenues partie intégrante des systèmes de suivi.

La situation géographique et la topographie de la ville sont assez uniques. Istanbul est située au confluent de deux continents : l'Asie et l'Europe séparées par le Détroit du Bosphore. La Mer de Marmara est une mer fermée, reliée à la Mer Noire et à la Mer Egée par le Bosphore et les Dardanelles. Il y a donc une très forte stratification permanente dans la Mer de Marmara tout au long de l'année, les couches inférieures transportant l'eau de la Méditerranée et les couches supérieures transportant l'eau de la Mer Noire. Cette structure côtière unique

d'Istanbul a nécessité une étude détaillée pour déterminer le niveau de traitement des eaux usées et l'emplacement et la profondeur des émissaires marins d'Istanbul.

Chiffres clés concernant l'Administration de l'Eau et des Eaux Usées d'Istanbul (ISKI)

Afin de donner une idée de la taille des installations et services, les chiffres clés suivants sont donnés :

- Population desservie : 12 millions
- Zone totale desservie : 6.504 km²
- Nombre total de clients (raccordements) : 3,6 millions
- Longueur totale des conduites de distribution d'eau : 12.650 km
- Longueur totale des égouts : 9.720 km
- Rendement annuel des ressources d'eau : 1.170 million m³
- Approvisionnement quotidien moyen en eau : 2.000.000 m³/jour
- Eau actuelle non comptabilisée : 27%
- Tarif actuel de l'eau (y compris les frais d'égout): Particulier : 1,12 \$/m³ Commerces : 2,24 \$/m³
- Budget (2005): 1,2 milliards de dollars américains
- Budget d'investissement : 709 millions de dollars américains
- Nombre d'employés : 6.191

Activités de protection de l'environnement

Les tâches de collecte, de traitement et de rejet des eaux usées se sont accélérées durant les années 1980. Les projets préparés ont commencé à être mis en application. Le premier de ces projets était le "Projet de Collecteur de la Corne d'Or Sud, de Station de Pré-traitement de Yenikapi et de Rejet en Mer d'Ahirkapi". Les eaux usées sont collectées, prétraitées et rejetées vers la mer. C'est la première application de rejet en mer. Les eaux usées collectées traversent une station de traitement préliminaire constituée de grilles et de bassins de dessablage et le système de rejet en mer constitué de conduites d'une longueur de 1100 m et d'une profondeur de 60 m partant d'Ahirkapi où un flux à deux couches a été détecté. Le système a été achevé en 1988.

Une amélioration de la qualité de l'eau de mer, notamment dans la Corne d'Or, est observée après 1998 puisque le rejet des eaux usées brutes a diminué après l'achèvement des intercepteurs d'eaux usées le long des ruisseaux se déversant dans l'Estuaire de la Corne d'Or avant la fin de 1997. Suite à l'interception des eaux usées provenant des rives de la Corne d'Or et après avoir dragué 5 millions de m³ de boues provenant du fond, la qualité de l'eau s'est beaucoup améliorée et 27 espèces de poissons ont fait leur retour. La Corne d'Or était autrefois l'une des meilleures zones récréatives d'Istanbul. Suite à la mise en oeuvre des projets de protection et de réhabilitation de l'environnement, la Corne d'Or retrouve sa valeur récréative historique. Les photos 1 et 2 sont des photos prises avant et après les travaux de réhabilitation de la Corne d'Or de 1996 à 2003.

Photo 1 La Corne d'Or en 1996



Photo 2 La Corne d'Or en 2003



Une étude globale de modélisation de la qualité de l'eau en trois dimensions a conclu qu'un traitement tertiaire incluant de l'azote et du phosphore est nécessaire pour les rejets

d'effluents dans la Mer de Marmara. Toutefois, le traitement primaire amélioré ou le traitement primaire régulier a été jugé satisfaisant pour les rejets dans les couches inférieures du Bosphore et de la Mer Noire. Il a été recommandé de prendre des dispositions pour passer à un traitement secondaire. Toutes les stations d'épuration sont situées sur la côte ou près de la côte sauf WWTP qui est la zone de captage du Réservoir d'Omerli, la principale source d'eau potable de la Ville d'Istanbul.

Des mesures ont indiqué que le principal flux de matière organique dissoute dans le Bosphore – et dans la Mer de Marmara – était le flux d'eau de la Mer Noire. La matière organique soluble provenant du rejet d'eaux usées de Yenikapi n'a jamais dépassé 10% de la concentration totale dans la couche inférieure d'eau de la Mer Méditerranée. L'augmentation de la concentration de matière organique dissoute présente dans le Bosphore et s'écoulant dans la Mer de Marmara durant les périodes de blocage était de l'ordre d'environ 10%. Les effluents sont rejetés dans les couches inférieures du Bosphore. Les études de suivi parrainées par l'ISKI et menées par l'Institut des Sciences Marines de METU (Ozsoy, 1995) ont vérifié les hypothèses faites lors de la conception du système de rejet des eaux usées.

Les coliformes fécaux constituaient l'évaluation la plus directe de la pollution qui pouvait être attribuée aux rejets. On a observé que les coliformes fécaux provenant de Yenikapi pouvaient survivre jusqu'à l'extrémité du Bosphore en Mer Noire dans la couche inférieure du flux du Bosphore, plus probablement en raison de l'incapacité du rayonnement solaire à pénétrer dans les couches inférieures.

Les études de modélisation de la qualité de l'eau ont conclu qu'un traitement de niveau tertiaire est nécessaire pour les rejets d'effluents dans la Mer de Marmara et qu'un traitement primaire est nécessaire pour les rejets dans la Mer Noire et les couches inférieures du Bosphore par les émissaires situés en eau profonde. Les projets suivants consistaient en l'application d'un traitement préliminaire suivi d'un système de rejet en mer comme la meilleure technologie disponible à appliquer à la Mer de Marmara. A l'avenir, il est décidé d'appliquer un traitement biologique à ces systèmes, notamment dans les régions où les courants sont moins importants et où la profondeur de la mer est limitée.

Installations de traitement et de rejet existantes et prévues

Les installations d'eaux usées, les stations d'épuration et les émissaires marins existants et prévus sont illustrés sur la Figure 1 et sont résumés dans les Tableaux 1, 2 et 3. Les Tableaux 2 et 3 indiquent qu'une quantité significative des eaux usées municipales est traitée avant le rejet. Au cours des dernières années, les systèmes de traitement préliminaire et de rejet en mer d'Uskudar, Baltalimani, Adalar, Kadikoy, Kucukusu ont été achevés. Les stations de traitement biologique de Tuzla, Pasakoy, Terkos et Buyuk Cekmece ont commencé à fonctionner. Ainsi, au cours des 11 années précédentes, le pourcentage d'eaux usées traitées a augmenté de 9 % à 95 %.

Tableau 1 Installations de traitement d'eaux usées existantes.

Investissement	Total
Station de pré-traitement	7
Station de traitement biologique	6

Stations de pompage	27
Tunnel	54 km
Collecteur	363 km
Principaux collecteurs	363 km
Tuyaux poussés en tunnel	22 km
Conduites terrestres	16 km
Emissaire marin	16 km
Réseau d'eaux usées	9650 km

Figure 1 Emplacement des stations d'épuration des eaux usées et des émissaires marins dans la zone métropolitaine d'Istanbul



Tableau 2 Stations d'épuration des eaux usées existantes.

No	Nom de l'installation	Année de mise en service	Capacité (m3/jour)	Quantité moyenne d'eaux usées traitées par jour (m3)
1	Station de prétraitement de Yenikapı	1988	873,000	514.918
2	Station de prétraitement d'Uskudar	1992	108,173	25.151
3	Traitement biologique d'Atakoy	1996	7,650	6.143
4	Station de prétraitement de Baltalimani	1997	625,000	420.790

5	Traitement biologique de Tuzla	1998	150,000	259.693
6	Station de prétraitement de B.Cekmece	1998	155,120	34.542
7	Traitement biologique avancé de Pasakoy	2000	125,000	58.247
8	Traitement biologique avancé de Terkos	2000	1,730	1.040
9	Station de prétraitement de K.Cekmece	2003	354,000	116.205
10	Station de prétraitement de Kadıkoy	2003	833,000	363.701
11	Station de prétraitement de Kucuksu	2004	654,000	131.299
12	Traitement biologique de Bahcesehir	2004	7,400	7.306
13	Traitement biologique de Canta	2005	1,600	1.483
	Total		3.894.073	1.940.518

Tableau 3 Emissaires marins existants.

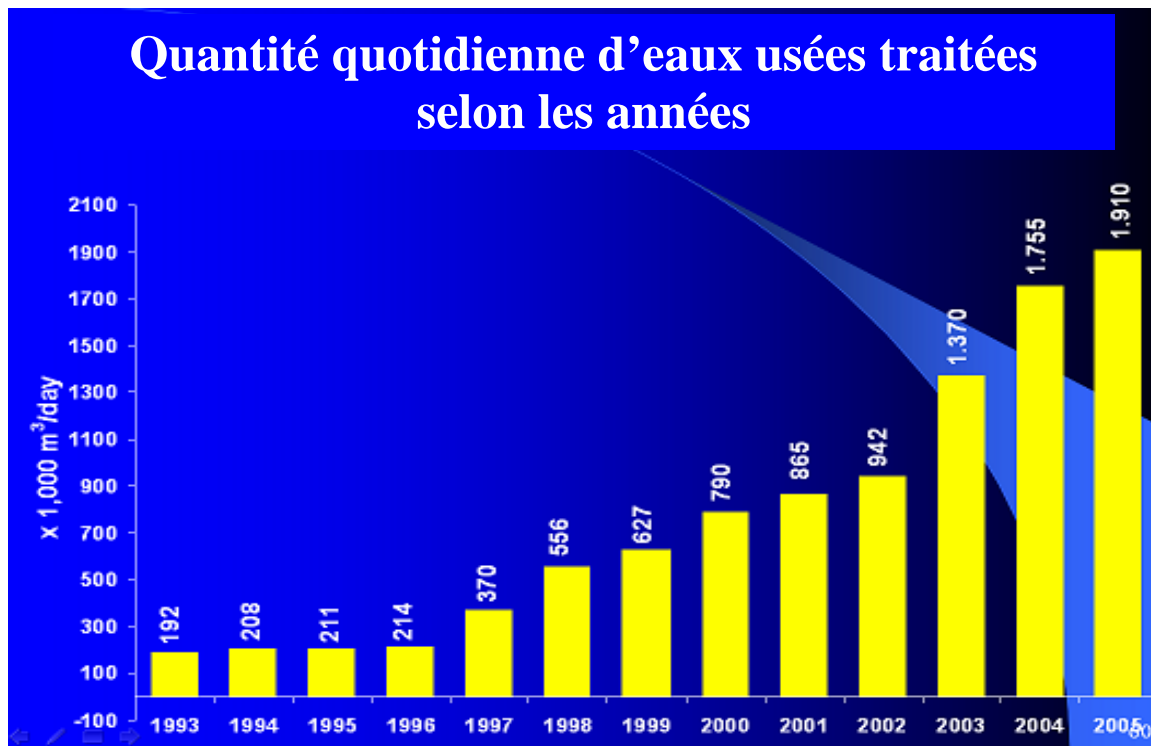
No	Adı	Année de mise en service	Longueur (m)	Diamètre (mm)	Profondeur (m)
1	Yenikapı	1988	2.360	2 x Ø1600	- 60
2	Uskudar	1992	275	Ø1200	- 47
3	Baltalimani	1997	700	2 x Ø1727	- 70
4	Tuzla	1998	2.203	Ø2200	- 46
5	B.Cekmece	1998	1.803	Ø1600	-40
6	K.Cekmece	2003	1.057	Ø1600	-27
7	Kadikoy	2003	2.308	Ø2200	-52
8	Kucuksu	2004	363	Ø2172	-67
9	Buyukada	1989	2.200	Ø600	-62
10	Burgazada P2	1988	890	Ø315	-30
11	Kinaliada	1997	1.100	Ø315	-52
12	Heybeliada	1999	1.020	Ø450	-62
13	Anadolu Kavagi	1991	120	Ø315	- 32

La Figure 2 indique qu'une partie importante des eaux usées est traitée avant le rejet. Le pourcentage d'eaux usées traitées en accord avec la stratégie de rejet mentionnée ci-dessus est présenté sur la Figure 2. Il semble évident à partir de ce schéma que le pourcentage d'eaux

usées traitées a peu augmenté, passant de 9 % en 1989 à 16 % en 1996, en raison de l'affectation du budget à des projets sur l'eau au cours de ces années afin d'éliminer la pénurie d'eau. Après avoir remédié à ce problème, les fonds ont été réaffectés au profit des projets sur les eaux usées et par conséquent, on a assisté à une brusque augmentation du pourcentage d'eaux usées traitées.

La mise en service de Baltalimani, B.Cekmece, Tuzla, Kadikoy, Kucuksu WWTP en 1998 a augmenté le pourcentage d'eaux usées traitées qui est passé à 63 %. Avec la mise en service de Kadikoy et Kucuksu en 2004, le pourcentage d'eaux usées a augmenté jusqu'à 95%.

Figure 2. L'augmentation du pourcentage d'eaux usées traitées avec le temps



Conclusions

Une mauvaise planification, une mauvaise sélection des priorités et des pratiques de corruption ont retardé la construction des installations nécessaires. Par conséquent, les citoyens d'Istanbul ont assisté avec amertume à la pollution des eaux côtières due aux rejets municipaux, s'accompagnant de panneaux de "baignade interdite".

La pollution des côtes du Bosphore et de la Mer de Marmara résulte des émissaires municipaux de la ville. L'Administration des Eaux et des Egouts d'Istanbul a pris les mesures nécessaires pour que les émissaires marins offhsore contrôlent les effets des sources de pollution municipale sur l'environnement. Elle a élaboré des stratégies à court et long terme pour le traitement et le rejet des eaux usées en se basant sur les études de modélisation de la qualité de l'eau où les effluents sont transmis à la couche inférieure qui les transporte dans le bassin de la Mer Noire.

Il est estimé que la population future de la ville d'Istanbul atteindra environ 20 millions en 2032 en prenant en compte le taux d'augmentation de la population au cours des 35 dernières années. En ce qui concerne les niveaux de traitement nécessaires, il a été estimé qu'un traitement primaire était nécessaire pour les rejets dans le Bosphore et dans la Mer Noire et qu'un traitement tertiaire réalisant l'élimination des nutriments était nécessaire pour les rejets dans la Mer de Marmara. Dans les deux cas, les rejets d'effluents dans les couches inférieures étaient nécessaires.

Suite à la mise en oeuvre des projets de collecte, de traitement et de rejet des eaux usées, des améliorations importantes ont été obtenues au niveau de la qualité de l'eau côtière. Depuis 1995, la qualité de l'eau côtière est continuellement surveillée dans environ 50 stations. L'amélioration de la qualité bactériologique de l'eau est évidente. Le pourcentage d'eaux usées traitées a augmenté pour passer de 10 % en 1994 à 95 % en 2005.

Le programme de mise en oeuvre ainsi que les estimations de coûts des projets concernant l'eau, les eaux usées et les eaux de ruissellement jusqu'à l'année 2032 sont estimés à environ 10 milliards de dollars américains. La part occupée dans ce total par les projets sur les eaux usées augmente avec le temps. Le coût couvrant non seulement les installations de traitement, mais également les infrastructures de collecte et d'interception et les émissaires marins associés, nécessitait un investissement massif de 2 128 millions de \$ pour les premières années du programme avant 2010 afin de mettre en service les installations identifiées. Un résumé des dépenses capitales pour chaque phase du programme d'investissement est définie dans le Plan Directeur.

RÉFÉRENCES

- [1] IMC (1995). Rejet des effluents d'égouts, Rapport sur l'Etude du Plan Directeur d'Istanbul TR 7.
- [2] ISKI (2004), Rapport Annuel pour 2004, Municipalité Métropolitane d'Istanbul, Administration des Eaux et des Egouts d'Istanbul.
- [3] ISKI (2003), Rapport Annuel pour 2003, Municipalité Métropolitane d'Istanbul, Administration des Eaux et des Egouts d'Istanbul.
- [4] ISKI (2002), Rapport Annuel pour 2002, Municipalité Métropolitane d'Istanbul, Administration des Eaux et des Egouts d'Istanbul.
- [5] ISKI (12001), Rapport Annuel pour 2001, Municipalité Métropolitane d'Istanbul, Administration des Eaux et des Egouts d'Istanbul.
- [6] Institut des Sciences Marines et Université de gestion de la Fondation de Formation et de Recherche d'Istanbul (2001), Rapport sur le Progrès Final du Suivi de la Qualité de l'Eau, Municipalité Métropolitane d'Istanbul, Administration des Eaux et des Egouts d'Istanbul.

- [7] Eroglu, V, Sarikaya, H.Z. et Okus, E. (2002). Améliorations de la qualité de l'eau des côtes et des plages à Istanbul, L'Atelier sur la Gestion des Plages et le Développement Durable en Europe, Constanta, Roumanie.
- [8] Eroglu, V., Sarikaya, H.Z. et Aydin, A.F. (2001). Planification des systèmes de traitement et de rejet des eaux usées de la zone métropolitaine d'Istanbul, Science & Technologie de l'Eau, 44(2-3), 31-38.
- [9]Ozturk, I., Yuksel, E. and Tanik, A. (1999). Stratégies de Gestion des Eaux Usées pour le Littoral de la Mer Noire en Turquie, Water Sci. & Tech. Vol.39(8), pp 169-176.