

La station d'épuration de la Ville de Nice

*Intervention de Mlle FABRE,
Ingénieur en chef du Service Assainissement de la Ville de Nice*

I - INTRODUCTION : PRESENTATION DE LA VILLE DE NICE

Nice, 5^e Ville de France dont la population globale, pratiquement constante, est de 400 000 habitants, est à la fois une ville littorale et une station balnéaire.

Son expansion est essentiellement liée au tourisme, activité prépondérante.

Au tourisme traditionnel d'agrément s'ajoute de plus en plus, le tourisme d'affaires. Aussi, Nice, dans son cadre prestigieux se devait de garantir à la fois la salubrité de ses baignades et la protection de son environnement.

TOPOGRAPHIE DU SITE

La commune de Nice, d'une superficie de 7 200 ha étale sa façade Sud le long de la Baie des Anges sur une distance de 10 km, dont 6 sont livrés à la baignade.

Ce site comprend :

- 1 800 ha d'une zone assez plate (entre 0 et 50 m d'altitude) le long du littoral et jusqu'au pied des collines, pratiquement entièrement urbanisée ;
- 4 700 ha de collines (entre 50 et 200 m d'altitude) : zones boisées ou horticoles moyennement urbanisées par de l'habitat individuel ;
- la Plaine du Var le long du fleuve : zone d'expansion naturelle en cours d'aménagement.

DEVELOPPEMENT DE L'URBANISATION. CONCEPTION DU RESEAU D'EGOUT

L'urbanisation s'est développée d'est en ouest. A partir de la Vieille Ville, au pied du Château, la Ville s'est étendue sur la rive droite du Paillon, dans la zone plate, le long de la bande côtière, avant de monter à l'assaut des collines.

Nice a été dotée très tôt d'un réseau d'égout selon le principe suivant :

L'écoulement des eaux se faisant dans la direction perpendiculaire à la mer, les eaux ont été interceptées par un collecteur parallèle au rivage pour les transporter vers l'ouest, au-delà des zones habitées et les déverser en mer.

Le point de rejet a été déplacé quatre (4) fois au fur et à mesure du développement de l'agglomération. Il est à présent situé au sud de l'aéroport.

Le collecteur ancien est actuellement en partie doublé par un nouvel ouvrage construit sous la plage, à une cote inférieure au niveau de la mer (entre - 3 et - 4 NGF) et qui amène la totalité des eaux usées sur le terre-plein de Ferber, en limite Est de l'aéroport.

II - ASSAINISSEMENT DE LA BAIE DES ANGES

En 1967, le déversement s'effectuait encore à Carras, en pleine agglomération par un émissaire court, neutralisant 1 km 500 de plage.

Un projet général de l'Assainissement de la Baie des Anges a été présenté au Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France.

Il s'agissait :

- d'une part, d'organiser un déversement en mer suffisamment éloigné et profond pour éviter le retour de la pollution sur les plages ;
- d'autre part, de trouver un terrain pour traiter ces eaux.

Le point de rejet en mer a été déterminé à la suite d'études océanographiques effectuées par le CER-BOM (Centre d'Etudes et de Recherches de Biologie et d'Océanographie Médicales) dirigé par le Professeur Aubert. Il est situé dans une zone où règne en permanence le courant ligure toujours dirigé vers le large.

Le terrain pour la Station d'Épuration devait nécessairement être gagné sur la mer.

La réalisation de l'ensemble des travaux correspondant a suivi le déroulement de l'opération d'extension Sud de l'Aéroport.

1) DISPOSITIF DE REJET EN MER

Il est composé de trois ouvrages :

- une Station de Refoulement située à Ferber ;
- une conduite de refoulement qui traverse la plate-forme aéroportuaire :
 - diamètre : 1,60 m
 - longueur : 1 800 m
- un émissaire en mer :
 - diamètre : 1,60 m
 - longueur : 1 200 m

La Station de Refoulement, complètement enterrée, est équipée de 6 groupes électropompes immergés dans une bêche de stockage en béton armé de 3 600 m³ de capacité.

La conduite de refoulement est constituée de tuyaux en béton armé à âme en tôle à joints soudés.

Le trajet comporte trois traversées de piste qui ont dû être renforcées et l'itinéraire emprunte à la fois les zones anciennes de l'Aéroport, des zones nouvellement remblayées dans la proximité immédiate de la digue d'enclôture.

Pour répondre aux contraintes provoquées par les tassements différentiels prévisibles dans ces circonstances et avoir la meilleure déformée de la conduite, il a été placé aux points critiques, des compensateurs de mouvement autobutés de concep-

tion Bonnâ. Ces compensateurs permettent les inversements verticaux, d'alignement et désaxe-ment.

L'émissaire sous-marin est constitué de tubes en acier dont la courbure épouse la configuration des fonds marins :

- diamètre intérieur : 1,60 m
- épaisseur : 28 mm

ayant reçu un revêtement intérieur et extérieur anti-corrosion et un lestage en béton baryté de 10 cm d'épaisseur.

Il a été posé par tirage sur le fond et a nécessité la mise en œuvre d'un matériel terrestre et maritime très important.

La reprise de l'effort horizontal de glissement de l'émissaire (250 T) est assurée dans un ouvrage d'enracinement derrière la digue.

Les déplacements (rotations, déplacements horizontaux ou verticaux) pouvant intervenir sur l'extrémité de l'émissaire, des dispositifs mécaniques : joints compensateurs et tirants à rotule, maintenant des tensions jusqu'à 200 T ont été réalisés. Ils permettent :

- une rotation du tube de 6°
- un déplacement horizontal de 4,5 cm
- un déplacement vertical de 18,5 cm.

2) LE COMPLEXE HALIOTIS : LA STATION D'ÉPURATION

En définitive le seul terrain possible a été le terre-plein de Ferber, d'une superficie de 3,5 ha, en limite Est de l'Aéroport, sur lequel se trouvait déjà le pré-traitement.

Pourquoi une épuration ?

Quantitativement, le débit actuel moyen des eaux usées est de 180 000 m³/jour.

L'effluent est essentiellement domestique, relativement dilué, non toxique, ne contenant pratiquement pas de métaux lourds.

Néanmoins, les eaux à traiter véhiculent chaque jour :

- des déchets solides de petite taille ;
- 46 tonnes de matières en suspension sous forme minérale ou organique plus ou moins décantables ;
- 37 tonnes de pollution exprimée en DBO, c'est-à-dire en quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder par voie biologique les matières organiques biodégradables ;
- 79 tonnes de pollution exprimée DCO, c'est-à-dire en quantité d'oxygène pour oxyder les matières organiques biodégradables ou non.

En fait, ces valeurs représentent ce que le milieu naturel devrait fournir en oxygène pour assurer la dégradation totale de la pollution carbonée.

Lorsque les eaux brutes sont rejetées à la mer, l'autoépuration consomme tout ou partie de l'oxygène présent dans l'eau, avec pour conséquence la dégradation du milieu vivant.

L'objectif du traitement est donc d'éliminer la plus grande partie de cette pollution dans un espace réduit, sans nuisance, et de rejeter un effluent pré-servant à long terme l'écologie du milieu marin.

a) Les choix

- Capacité de traitement :
 - à l'horizon 2000 : 650 000 équivalent habitants
 - possibilité d'extension à 800 000 équivalent habitants à l'horizon 2015.
- Filière de traitement - niveau :

La composition des effluents et la faible fluctuation des débits ont conduit à adopter la filière biologique qui permet d'atteindre le niveau d'épuration "e" le plus élevé, c'est-à-dire :

- 30 mg/l de MES
- 30 mg/l de DBO5

b) Fonctionnement de l'épuration

Les eaux transportées par le collecteur général à Ferber sont tout d'abord relevées par six (6) vis d'Archimède, d'une hauteur de 9 m.

- Elles subissent successivement :
- un prétraitement physique
 - un traitement physique
 - un traitement biologique.

Prétraitement :

Il comprend trois opérations

- *le dégrillage* qui retient les déchets volumineux : les barreaux des grilles sont espacés de 2,5 cm, un système automatique de raclage évacue les déchets par un tapis roulant.
- *le dessablage et le déshuilage* effectués simultanément dans des bassins longitudinaux.

Un brassage à l'air fait remonter les particules agglomérées en surface où elles sont raclées par un pont racleur.

Les sables disposés au fond sont aspirés par pompage.

Tous ces produits sont évacués dans des conteneurs vers l'Usine d'Incinération des ordures ménagères ou en décharge pour les sables.

Traitement physique :

- *Le tamisage* : les eaux traversent des tamis qui sont des grilles fines (6 mm) autonettoyantes qui arrêtent les déchets fins qui sont évacués à l'Usine d'Incinération.

- *La décantation primaire* : qui élimine les matières en suspension décantables. Pour réduire la surface des bassins, ceux-ci sont équipés de modules en plastique hexagonaux inclinés à 60° qui multiplient la surface de contact offerte aux particules qui se déposent ainsi plus rapidement : c'est la décantation dite lamellaire. Les produits décantés constituent les boues dites primaires qui sont raclées au fond des bassins par un pont en va-et-vient et extraites par pompage.

Traitement biologique :

Il est effectué dans des réacteurs biologiques ou bassin d'aération dans lesquels on a provoqué le développement de bactéries qui se rassemblent en flocons et qui retiennent les matières organiques et s'en nourrissent. Il faut pour cela fournir une quantité importante d'oxygène à ces micro-organismes pour leurs besoins énergétiques, leur respiration et leur reproduction.

Il y a ainsi production de matières vivantes et inertes appelées boues en excès.

La fourniture en oxygène est assurée par insufflation d'air dans la masse liquide qui assure un brassage et une homogénéisation faisant remonter le bloc en surface et évitant les dépôts.

Les bassins d'aération ont une profondeur de 8 m, le temps de séjour moyen est de 1 h 45.

A la sortie des aérateurs, le flot est dirigé vers les bassins de clarification. Ce sont des décanteurs longitudinaux. Les boues dites boues secondaires qui se déposent au fond, sont raclées par un pont en va-et-vient, pompées et recirculées en amont des bassins d'aération.

Le surplus dit "boues en excès" est extrait du système et rejoint par pompage les boues primaires.

Les eaux clarifiées, épurées sont rejetées en mer.

Traitement des boues :

Les boues primaires et biologiques mélangées sont épaissies dans deux grands bassins circulaires munis d'un mécanisme de raclage favorisant leur concentration.

Pour les rendre transportables et pelletables, une déshydratation est nécessaire.

Pour cela, les boues subissent un conditionnement chimique à la chaux et chlorure ferrique.

Elles sont refoulées à une pression de 15 bars dans des filtres presses constitués de plateaux verticaux juxtaposés, fortement appliqués les uns contre les autres, habillés de toile filtrante. La boue est moulée entre ces plaques alors que le filtrat s'évacue par des cannelures à l'arrière des toiles.

Au bout de 3 heures, la boue se présente sous forme de galettes de 3 cm d'épaisseur, ne contenant plus que 60 % d'eau et qui peuvent être évacuées par des transporteurs à chaînes puis par camions étanches vers l'Usine d'Incinération des Ordures Ménagères de l'ARIANE, équipée d'un système de récupération de chaleur alimentant un réseau de chauffage urbain. La production de boues est de 30 000 tonnes/an.

Ventilation - Désodorisation :

La particularité de l'Usine de Nice est d'être constituée d'ouvrages entièrement couverts, fermés, mis en dépression par un système de ventilation qui brasse 130 000 m³/h dans la zone du traitement des eaux et 30 000 m³/h dans la zone du traitement des boues.

Cet air est désodorisé avant rejet dans l'atmosphère.

La désodorisation s'effectue par lavage dans des tours en présence de réactifs puissants, successivement : acide sulfurique, eau de javel, ozone et thiosulfate de sodium.

Automatismes :

L'ensemble est géré par automates programmables pour les paramètres de fonctionnement.

Un système informatique fait l'acquisition en temps réel et traite les informations dans une salle de contrôle située dans le bâtiment administratif.

Insertion dans le site

Le terre-plein de Ferber est situé dans un site très sensible :

- il est au bord de mer : visible de toute la Côte ;
- il est à l'entrée principale de la Ville, sur la Promenade des Anglais ;
- il est à proximité des immeubles.

Il a donc été impératif de réaliser une station totalement intégrée tant vue de terre que de la mer, n'émettant aucune nuisance : bruit, odeurs.

Cela a été obtenu :

- par la limitation de la hauteur des bâtiments, maximum 3 à 7 m, résultant en partie des servitudes aériennes ;
- la création d'une enveloppe végétale sur les dalles de couverture des bâtiments. La surface plantée occupe 2,8 ha sur les 3,7 ha ;
- adoption d'un parti architectural qui, au moyen de coques architectoniques, créent un jeu d'ombres luttant contre l'aspect industriel des bâtiments ;
- la décoration soignée de la cour d'entrée.

En ce qui concerne les nuisances, on a vu que les installations sont fermées, ventilées et l'air rejeté est désodorisé.

III - PROBLEMES RENCONTRES

Ils ont été de tous ordres : mais dans le déroulement des travaux, les principales difficultés ont résulté du fait que tous les terrains sur lesquels ils se sont déroulés avaient été conquis sur la mer.

En ce qui concerne le dispositif de rejet en mer : conduite et émissaire, on a vu comment ils ont été conçus et réalisés pour assurer leur stabilité en fonction des tassements différentiels prévisibles.

En ce qui concerne la station d'épuration sur le terre-plein de Ferber qui avait été gagné sur la mer par remblaiement progressif pendant 25 ans, il a fallu s'assurer de sa stabilité générale et l'endiguer.

La plate-forme a été protégée par une digue de même conception que celle de l'aéroport : un noyau filtrant en matériau tout-venant avec une carapace et une pédale en blocs d'enrochements de 5 à 20 tonnes.

Des investigations poussées : sondages profonds, levé bathymétrique du talus sous-marin jusqu'à 100 m de profondeur, mise en place de piézomètres et l'étude effectuée par un bureau spécialiste de géophysique (Société Terrasol) ont permis de s'assurer de la stabilité générale.

Les sondages ont montré un volume de terrain rapporté assez considérable : 30 m par endroit, de faible compacité et grande hétérogénéité avec existence aléatoire de limons argileux plastiques sous les remblais.

Il a donc fallu effectuer un traitement du sol en deux phases :

- un pré-chargement statique du terrain pour diminuer les risques de tassements futurs ;
- un traitement de consolidation par le procédé de "Compaction Grouting" qui consiste en des for-

ges de faible diamètre suivant un maillage déterminé et injection sous forte pression dans le sol (jusqu'à - 15 m) d'un mélange de sables et de cendres volantes pour comprimer les matériaux en place et réduire les vides et la perméabilité.

EXECUTION DES TRAVAUX

Les terrassements, effectués sous le niveau de la nappe ont été protégés par une série d'écrans étanches constitués de parois moulées souples remplies de bentonite.

Une quarantaine de puits de pompage ont permis de rabattre la nappe sous le niveau du fond des fouilles à - 4,70 NGF.

Les structures sont en béton armé et répondent aux normes sismiques. En raison des problèmes de tassement dans ces bassins de grandes dimensions, des joints de construction de 4 cm ont été placés tous les 25 mètres.

SUIVI DE LA STABILITE ET DE LA PERENNITE DES OUVRAGES

Un système de surveillance de la stabilité des ouvrages a été mis en place.

Pour la stabilité de la plate-forme, le réseau de tassomètres et clinomètres placés pendant le chantier est resté en place. Les mesures sont effectuées tous les 6 mois. Toutes les années un nouveau levé bathymétrique permet de suivre l'érosion ou l'en-

graissement du talus sous-marin, jusqu'à 100 m de profondeur. Les résultats sont interprétés par le Bureau de Géophysique spécialisé.

L'ensemble des ouvrages depuis l'enracinement de l'émissaire, la conduite de refoulement, toutes les structures sur Ferber, ont fait l'objet d'un quadrillage formant un réseau de plusieurs centaines de points nivelés tous les 2 mois et qui permettent de suivre :

- la déformée de la conduite
- la stabilité de toutes les structures.

De même, le comportement de l'émissaire en mer est surveillé par des levés bathymétriques annuels, des relevés au sonar, des inspections télévisées sous-marines.

Les travaux décrits ont représenté un investissement total de un milliard de francs, actualisé aux conditions économiques présentes.

Les études préalables, les dossiers de concours ont été effectués par les Services Techniques de la Ville de Nice, Service Assainissement, qui ont aussi dirigé les travaux.

Les principales entreprises qui sont intervenues sont : GTM - ETPM - SOBEA - Borie/Triverio/Spada pour le Génie Civil, la Société Dégremont pour le génie sanitaire de l'épuration.

La topographie (bathymétrie, repérages, nivellement) est effectuée par SEGC à Cagnes-sur-Mer.

REPRODUCTION PHOTOGRAPHIQUE

- agrandissements
- réductions
- remises à l'échelle en tous formats
- réductions/assemblages de plans à échelle imposée
- confection
- reproduction
- travaux spéciaux sur mosaïques topographiques
- travaux sur supports polyester
- typons offset tramés ou trait

PHOTO-REPROGRAPHIE PHOTO-CARTOGRAPHIE

LES APPLICATIONS DE LA REPRODUCTION TECHNIQUE

5, rue de la Véga
75012 PARIS

HAUTE PRECISION

(1) 43.47.15.92

URGENT

N'oubliez pas de régler votre cotisation 1989

Merci