



PRINCIPAUTÉ DE MONACO

L'ÉPURATION DES EAUX USEES



CAP-D'AÏL

This is an aerial photograph of the Principauté de Monaco. The image shows the city built into a steep, rocky hillside that descends to the sea. The city is densely packed with buildings, many of which are multi-story and have red-tiled roofs. The sea is a deep blue, and a large ship is visible in the lower left. In the background, there are more hills and a body of water. The labels 'CAP-D'AÏL', 'BEAUSOLEIL', and 'PORT DE LA CONDAMINE' are overlaid on the image in white text. The overall scene is a panoramic view of the principality from a high angle.

BEAUSOLEIL

PORT DE LA
CONDAMINE

PRINCIPAUTE DE MONACO



LA TURBIE

Données générales

La Principauté de Monaco occupe la façade maritime d'un ensemble de bassins versants qui s'étendent :

- sur la totalité de la Principauté ;
- sur la totalité du territoire de la Commune de Beausoleil ;
- sur une fraction des territoires des Communes de Cap-d'Ail et de La Turbie.

Le réseau de collecte est, dans sa majeure partie, de type unitaire. Il reçoit donc les eaux usées comme les eaux pluviales. Son point bas, où convergent les collecteurs principaux, se situe à l'angle Nord-Ouest du Port de la Condamine, au lieu-dit la Quarantaine, à l'origine de la galerie Saint-Martin qui sert à la fois de support à l'émissaire de rejet en mer et de déversoir d'orage.

Par temps de pluie l'application au bassin versant de la formule de pluviométrie locale conduit à un débit décennal en extrémité de réseau, supposé dépourvu de déversoirs d'orages, de $18 \text{ m}^3/\text{s}$. La comparaison de ce débit au débit de pointe de temps sec actuel montre que la dilution lors de l'orage décennal est de l'ordre de 60.

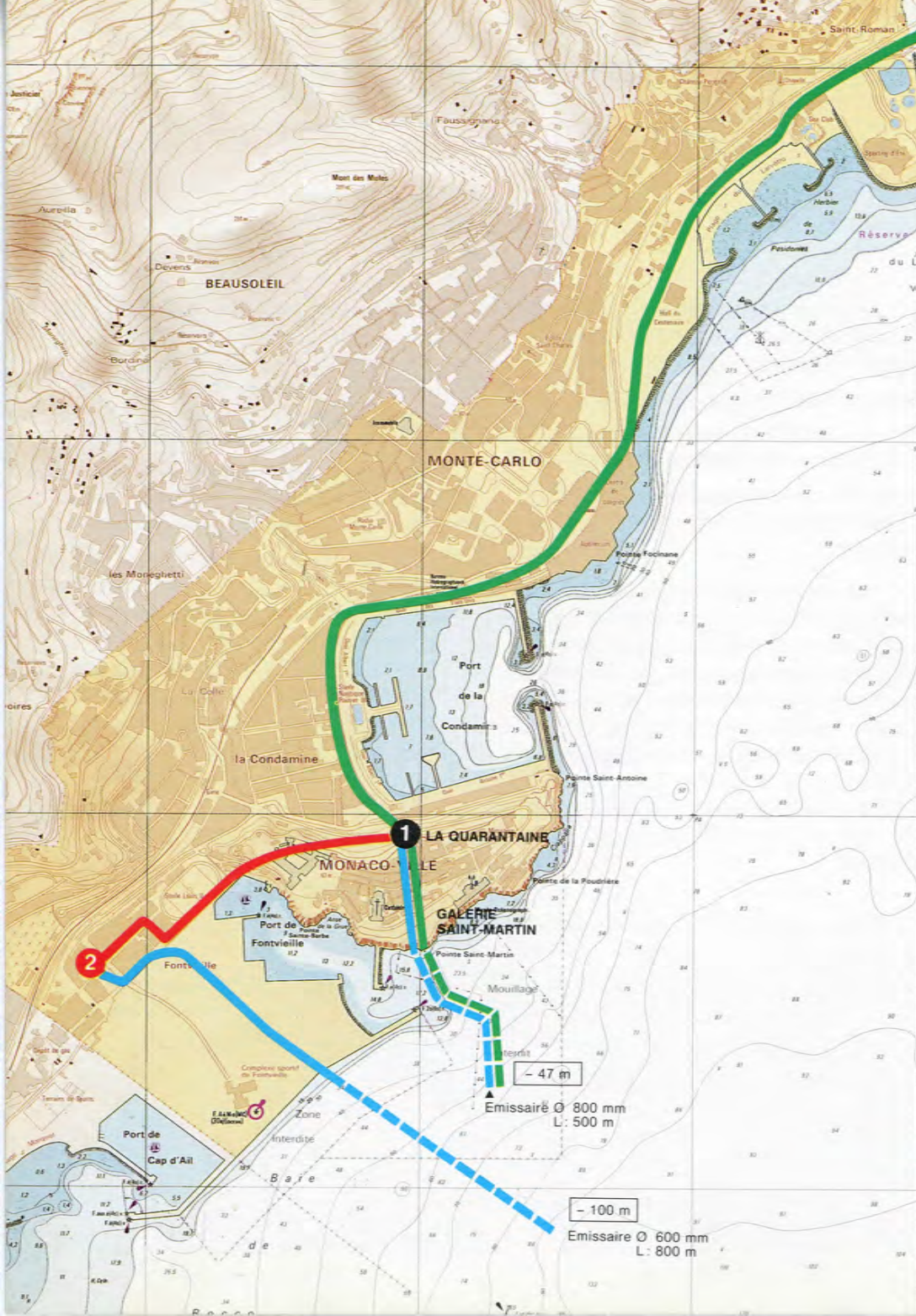
En fait, les déversoirs d'orage échelonnés le long du réseau, ramènent le débit décennal à la Quarantaine à une valeur de l'ordre de $7 \text{ à } 8 \text{ m}^3/\text{s}$. A l'exception du déversoir d'orage de la Pointe Saint-Martin, les autres déversoirs fonctionnent de manière homogène et à partir de la pluie de fréquence de retour douze fois l'an.

Le débit en extrémité de réseau correspondant à cette pluie est d'environ $2 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le tableau ci-dessous indique la population desservie, dans la situation actuelle et à très long terme, ainsi que les charges polluantes correspondantes.

	Situation actuelle	A saturation du bassin
Population en équivalent habitant	60.000	100.000
Volume journalier de temps sec (m^3)	18.500	31.000
Débit de pointe (m^3/h)	1.150	1.800
(l/s)	310	500
Pollution exprimée en		
DBO ₅ (kg/l)	3.800	6.300
DCO (kg/l)	7.500	12.500
MES Totales (kg/l)	2.300	3.800

PLAN D'ASSAINISSEMENT



Le plan d'assainissement de la Principauté établi de façon à assurer la meilleure protection possible du milieu naturel conformément à la politique voulue et conduite par S.A.S. le Prince Souverain de Monaco, s'est assigné trois objectifs :

- épuration maximale du débit de temps sec présent et à venir ;
- épuration partielle du premier flot d'orage qui charrie la part la plus polluée du ruissellement ;
- réduction des déversements d'eaux au voisinage des côtes.

Ces objectifs, joints aux contraintes d'occupation du site, ont conduit à séparer le prétraitement proprement dit, en situant les installations de prétraitement en souterrain, le long de la galerie Saint-Martin, de façon à pouvoir y dériver et prétraiter le maximum de débit, et celles de traitement, dimensionnées alors pour le débit maximum à long terme, de temps sec, à 1 km environ de là dans les sous-sols d'un bâtiment industriel construit à proximité immédiate de l'Usine d'Incinération des Résidus Urbains et Industriels (UIRII).

① Prétraitement (Galerie Saint-Martin)

② Usine de traitement

- Grand collecteur
- Liaison Ø 600 mm
- Rejet des eaux traitées



PRETRAITEMENT



Les installations de prétraitement sont disposées dans une galerie de 80 m de long, 12 m de large et de 7 à 14 m de hauteur.

Le débit qui converge vers la Quarantaine est by-passé à concurrence de 6 m³/s, débit correspondant approximativement à celui de l'orage décennal à cet emplacement, vers la station de prétraitement où il subit un dégrillage fin au travers de grilles mécaniques à nettoyage automatique comportant des barreaux espacés de 20 mm.

Les refus de dégrillage, ainsi que les résidus de tamisage et les graisses sont regroupés dans une trémie, compactés et mis en sac hermétiques. Ils sont ensuite transportés vers l'UIRUI pour y être incinérés.

À concurrence de 2 m³/s, débit correspondant approximativement à celui de la pluie de période de retour de douze fois par an et à dix fois celui actuel de temps sec, les eaux sont relevées pour être tamisées, dessablées et deshuilées.

Tamisage

L'objectif est d'éliminer le maximum de déchets solides, y compris les filasses, qui sont nuisibles au bon fonctionnement des installations de traitement. À cet effet, ont été installés deux tamis à maille de 6 millimètres.

Dessablage-Deshuilage

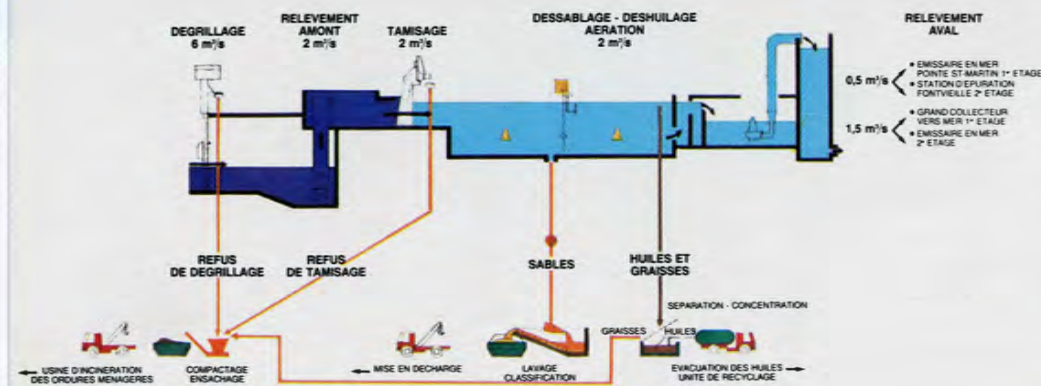
La solution retenue permet d'assurer les deux fonctions dans le même ouvrage, l'aération étant assurée par des turbines immergées. Les sables recueillis sont essorés par cyclonage et lavés par classification. Les huiles et matières flottantes sont séparées de l'eau et concentrées par passage sur un tamis ayant une maille de 1 millimètre.

Relèvement aval

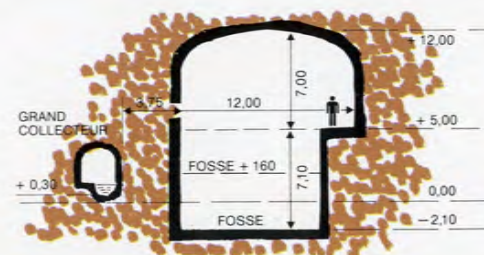
Les eaux ainsi prétraitées sont reprises dans une bache et envoyées par pompage vers la station d'épuration dans la limite de 500 litres/s. Les eaux prétraitées, excédant ce débit et dans la limite de 2 m³/s, sont rejetées par pompage vers l'émissaire de 800 mm de diamètre qui double le premier et se rejette comme lui par des fonds de 45 m.

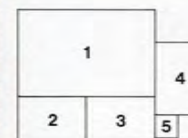
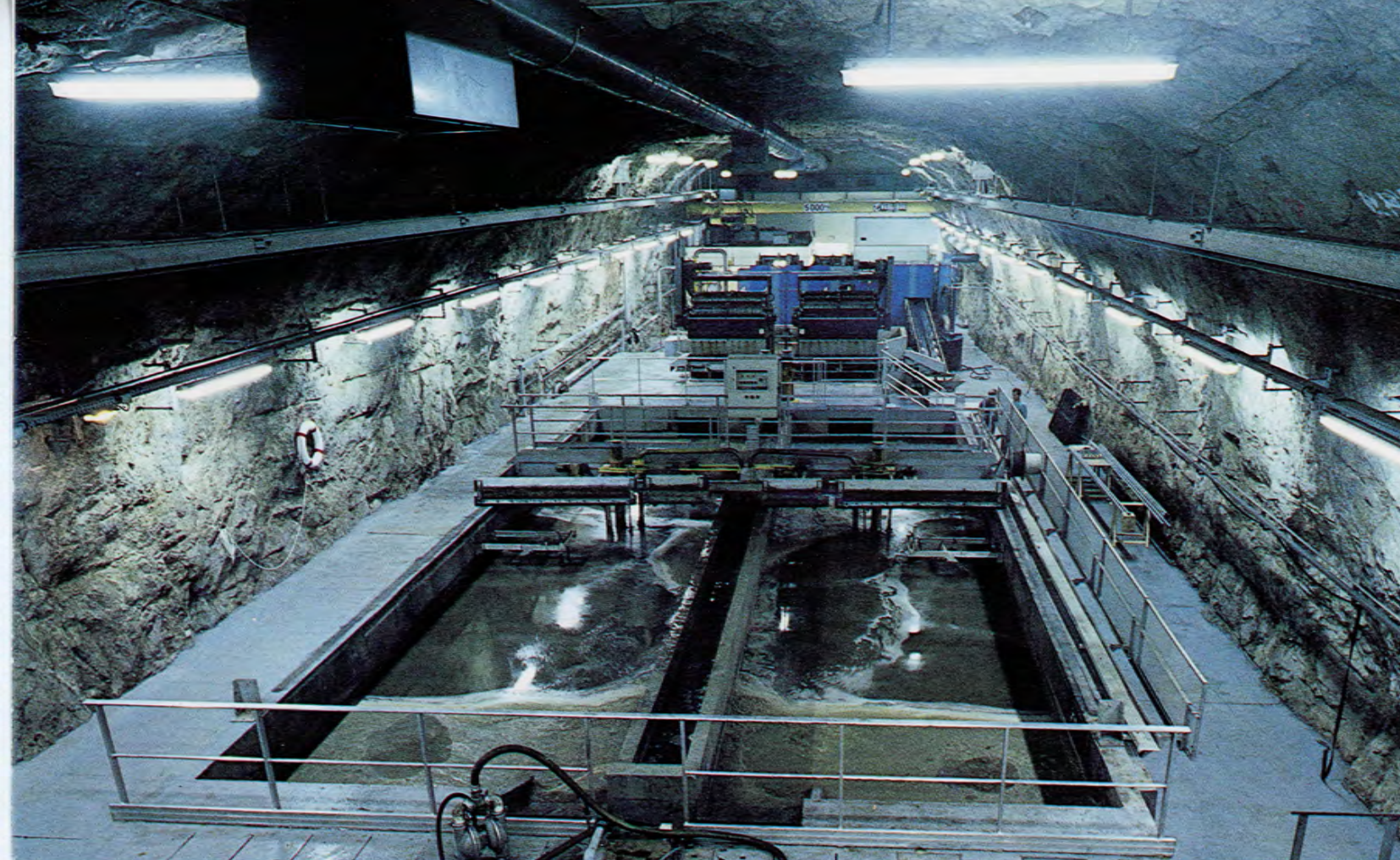
Traitement de l'air

La station de prétraitement est maintenue en dépression par rapport au tunnel routier voisin, l'air, après un lavage sur trois étages, est refoulé dans la galerie Saint-Martin.

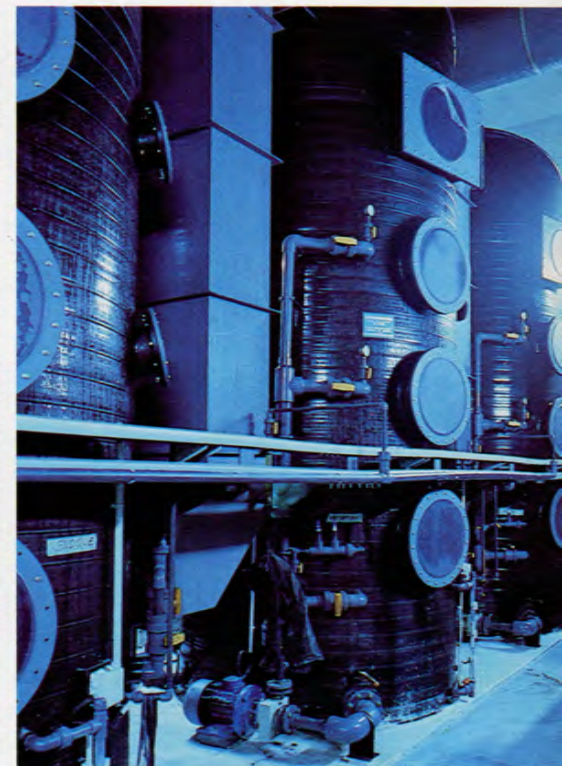


Station de prétraitement des eaux résiduaires.





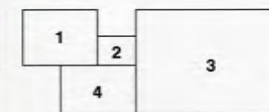
1. Dessablage - Déshuilage.
2. Pompes de relèvement.
3. Tamisage.
4. Traitement de l'air.
5. Poste de contrôle.



TRAITEMENT

La conception des installations de traitement a été dominée par trois impératifs :

- la performance et la sécurité du traitement ;
- la compacité des installations ;
- l'absence de nuisances en matière de bruits et surtout d'odeurs.



1. Décanteur lamellaire.
2. 3. Filtration biologique.
4. Refoulement des eaux épurées vers l'émissaire en mer.



Traitement des eaux

Les volontés de performances d'épuration et les contraintes de compacité ont conduit à retenir une décantation lamellaire suivie d'une filtration biologique suivant le procédé Biocarbône® mis au point par la Société O.T.V.

L'impératif de sécurité de fonctionnement a conduit à faire précéder les décanteurs lamellaires de bassins de mélange et de floculation de façon à pouvoir faire fonctionner en physico-chimique la partie physique du traitement.

Une telle filière autorise un fonctionnement à la fois sûr et souple de la station qui :

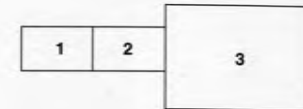
- opère, en temps normal, en mode biologique pur avec simple décantation physique préalable sans ajout de réactifs ;

- opère en physicochimique en cas d'incidents sur la partie biologique, incidents pouvant être dus à des déversements accidentels de produits toxiques ou à des apports massifs de chlorures en période hivernale ;
- opère en mode mixte : physico-chimique et biologique en cas de variations brutales de la charge polluante.

Les performances d'épuration requises sont égales ou supérieures à celles du niveau "e" de la réglementation française. En particulier, la teneur en matières en suspension totale a été limitée à 20 mg par litre. Après épuration, les eaux sont rejetées en mer par un émissaire profond atteignant les fonds de 100 m.







1. Centrifugation des boues
2. 3. Séchage thermique des boues



Traitement des boues

Les contraintes de compacité et celles de suppression des nuisances ont conduit à choisir, après épaississement, une filière : centrifugation-séchage indirect, évitant tout contact entre les boues et l'air ambiant.

L'impératif de sécurité de fonctionnement a amené à disposer, en parallèle, deux ensembles : centrifugeuse-pré-sécheur capables chacun de traiter la totalité des boues.

Au départ des épaississeurs où sont stockées toutes les boues, celles qui viennent de l'effluent, comme celles qui viennent de l'eau de lavage des filtres, les boues sont envoyées par pompage sur les centrifugeuses qui permettent de porter leur taux de siccité, de 5 % environ dans les épaississeurs, à une valeur d'environ 20 %.

Deux possibilités s'offrent alors soit envoi direct dans les fours de l'usine d'incinération des ordures ménagères qui jouxte l'usine de traitement des eaux, ce grâce à un système d'injection des boues mis au point par la Société Monégasque d'Assainissement, gestionnaire de cette usine, soit refoulement vers les installations de séchage thermique. Ces installations choisies pour éviter tout contact entre le fluide caloporteur et les boues comportent un présécheur

et un sécheur. Alimentés tous deux par de la vapeur saturée produite dans une chaudière à gaz, ils permettent, pour le présécheur de porter le taux de siccité de 20 % à environ 60 %, soit à une valeur nettement supérieure au seuil de plasticité, pour le sécheur de 60 % à 90 %.

Complètement stabilisées et se présentant alors sous forme de granulés, les boues en fin de chaîne peuvent être distribuées comme engrais.

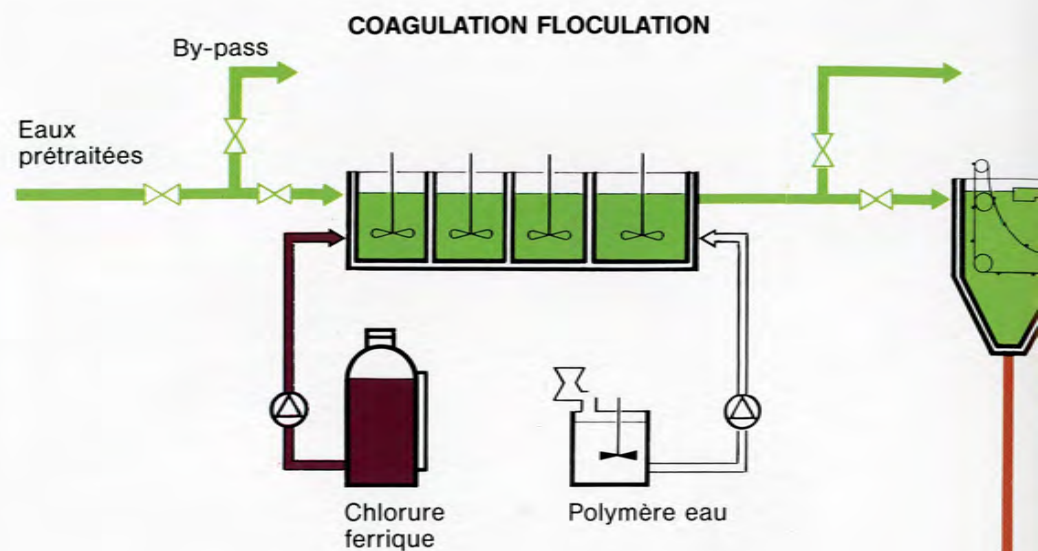


Poste de commande.

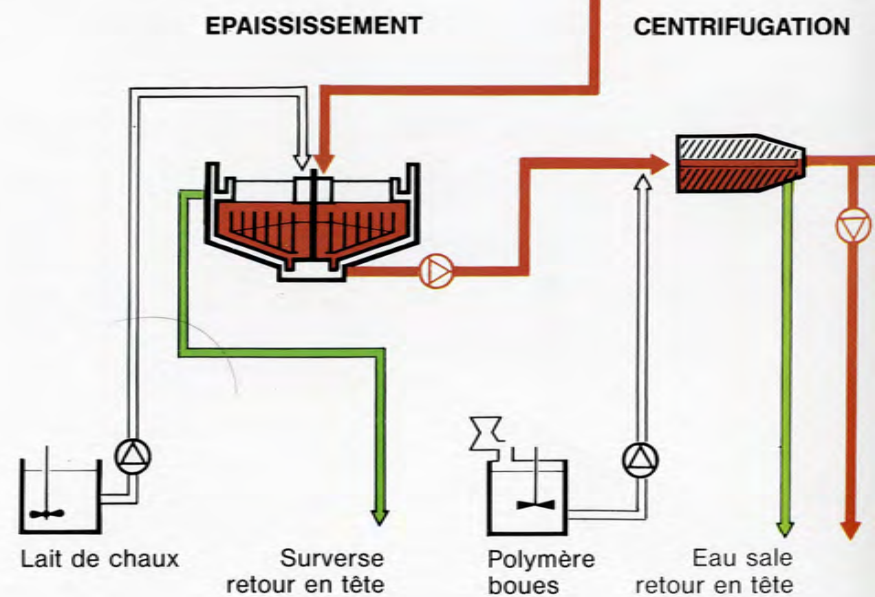


Le fonctionnement de l'usine est assuré par un système numérique de contrôle-commande qui optimise notamment les parts relatives des traitements physico-chimique et biologique.

Traitement des eaux



Traitement des boues

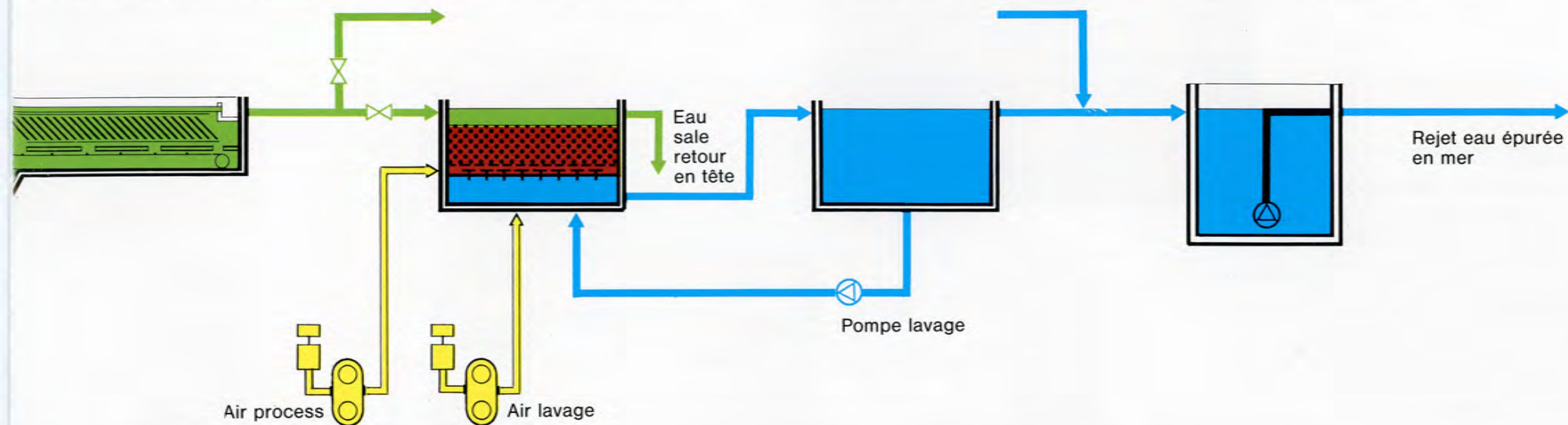


DECANTATION LAMELLAIRE

FILTRATION BIOLOGIQUE

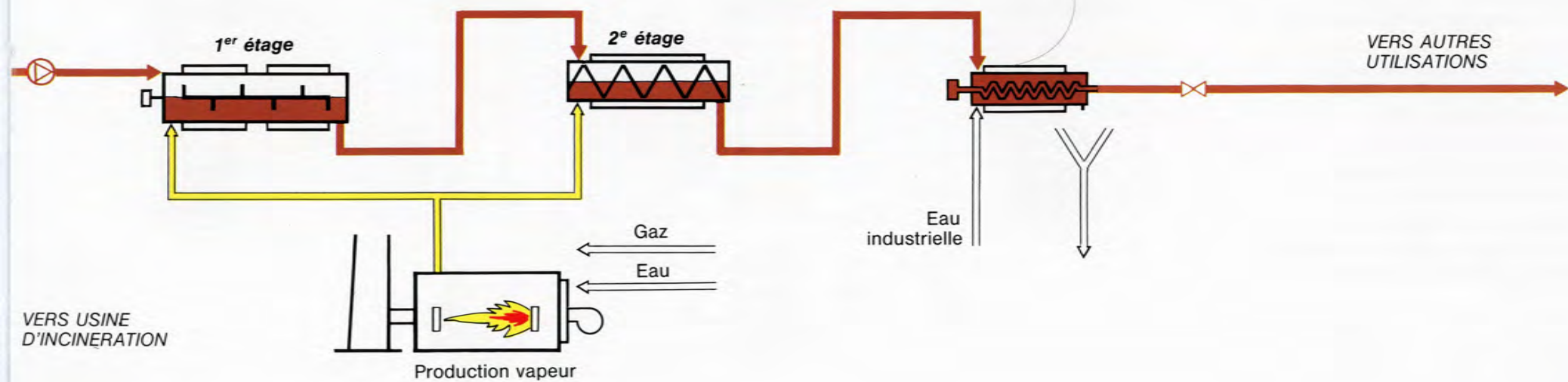
STOCKAGE EAU DE LAVAGE

REFOULEMENT EN MER



SECHAGE THERMIQUE

REFROIDISSEMENT



Traitement de l'air

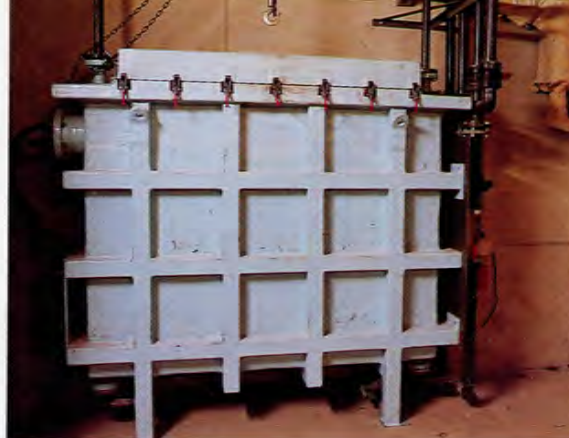
Indépendamment des dispositions propres au traitement de l'air, les plus grandes précautions ont été prises, tant pour le traitement de l'eau que pour le traitement des boues, afin de réduire les dégagements d'odeur : cloisonnement d'installations, couverture des bassins de filtration, suppression de tout contact entre les boues épaissies et l'air ambiant.

Les buées incondensables provenant du séchage des boues et qui constituent une source potentielle importante de nuisance, sont incinérées dans la chaudière à gaz.

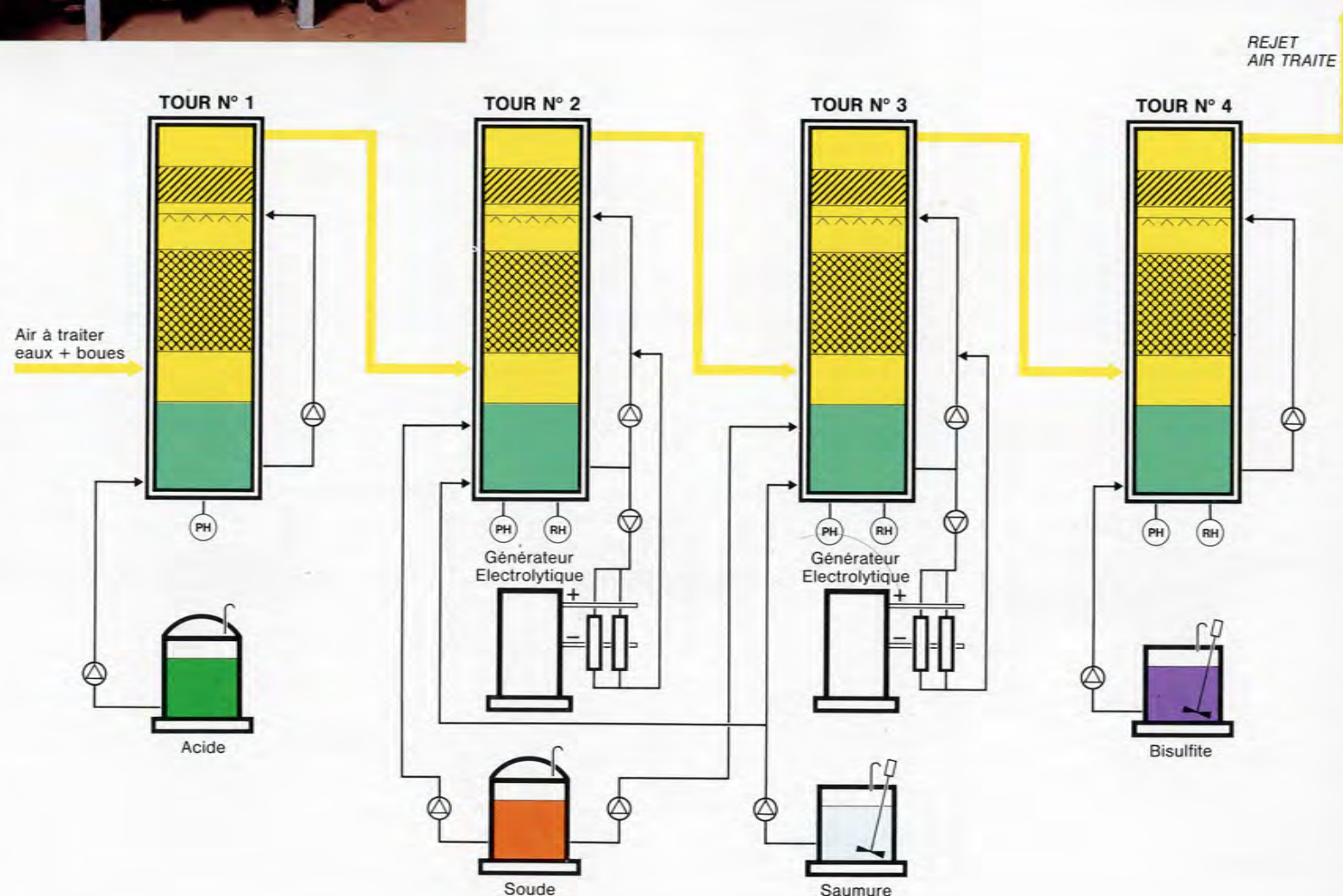
L'ensemble de l'air extrait des bâtiments de traitement des eaux ($34.000 \text{ m}^3/\text{h}$) et des boues ($24.000 \text{ m}^3/\text{h}$) est soumis à un traitement chimique comportant quatre étages de lavage dont deux à base de chlore naissant par électrolyse (procédé OTV).

Il est ensuite rejeté dans l'atmosphère à grande vitesse de façon à favoriser sa dilution.

L'ensemble de la chaîne de désodorisation a fait l'objet d'une étude de risques par arbre de défaillance.



Production d'eau de javel.



L'USINE DE TRAITEMENT

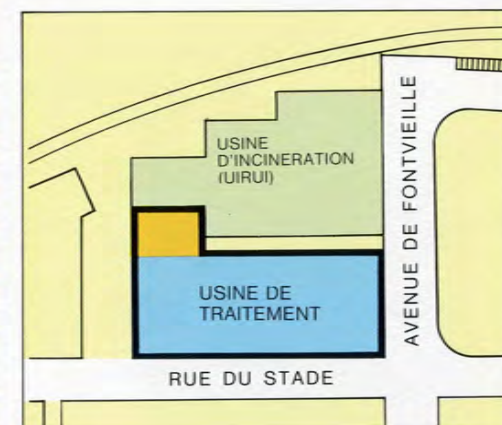


La particularité de la station d'épuration est d'être située dans les sous-sols d'un immeuble de 10 niveaux.

Cette disposition, imposée par l'exiguïté de la Principauté, n'a pu être imaginée que grâce à la mise au point de technologies de traitement alliant efficacité, compacité et absence de nuisances.

Les installations de traitement de l'eau occupent un volume allant de -7 m à -17 m par rapport à celui de la voirie de desserte, le point bas étant situé à 12 m environ sous le niveau de la mer qui baignait ce secteur auparavant.

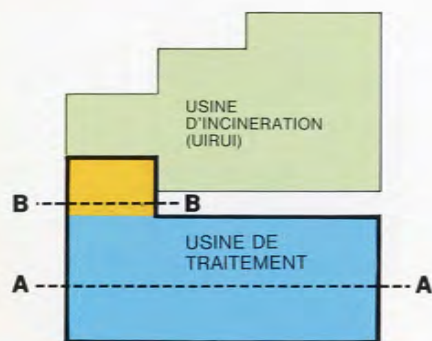
Elles règnent sur une surface hors tout de $73\text{ m} \times 40\text{ m}$ soit 2.900 m^2 environ.



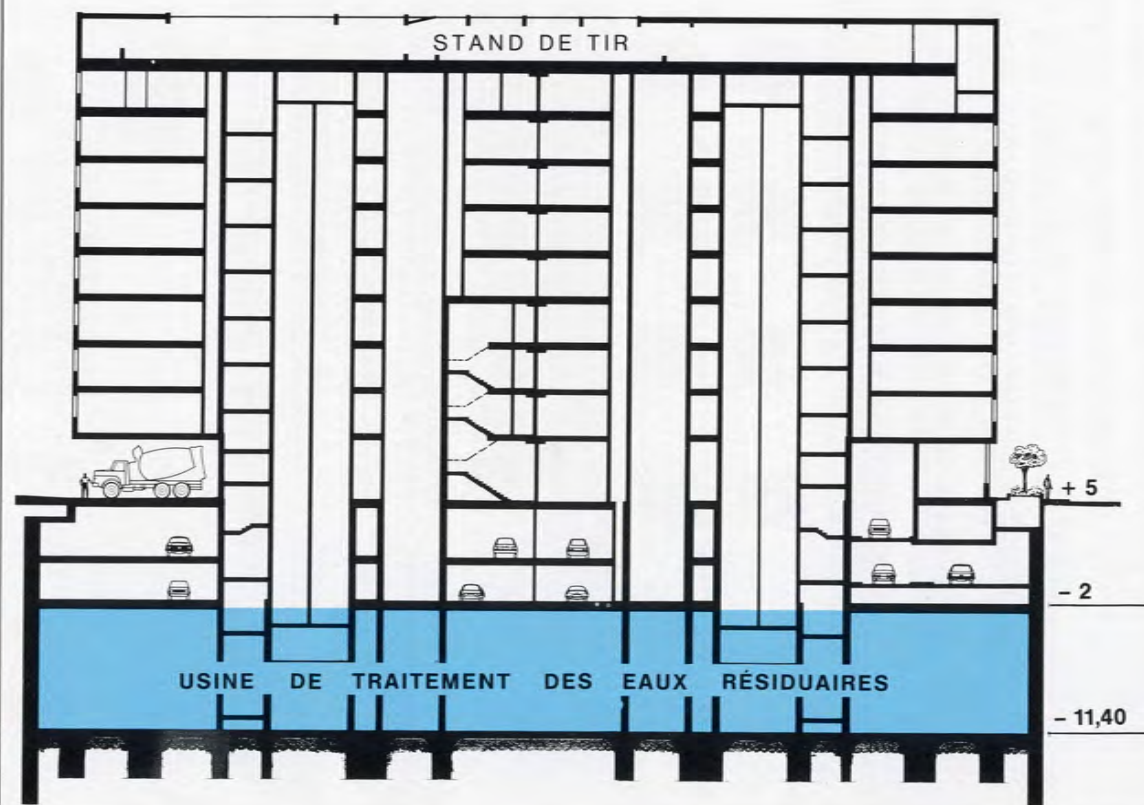
Le traitement des boues et le traitement de l'air sont situés dans une construction mitoyenne de l'immeuble de l'UIRUI. Elle occupe une surface hors tout de 23 m x 15 soit 350 m² environ.

Ainsi le volume affecté au traitement des boues et au traitement de l'air est-il en communication directe avec, d'une part le volume affecté au traitement des eaux, par son sous-sol, et d'autre part, l'usine d'incinération des ordures ménagères.

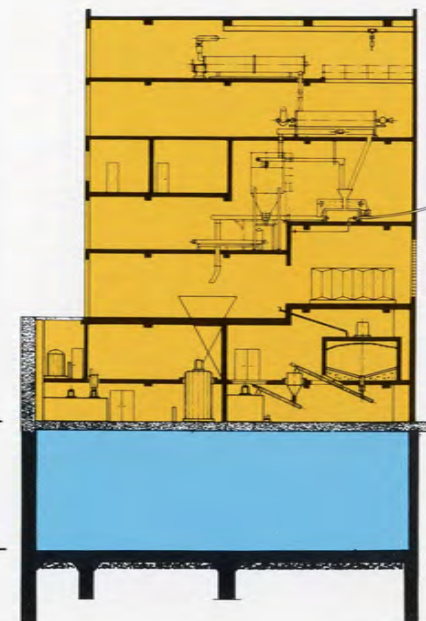
■ Traitement des eaux
■ Traitement des boues et de l'air

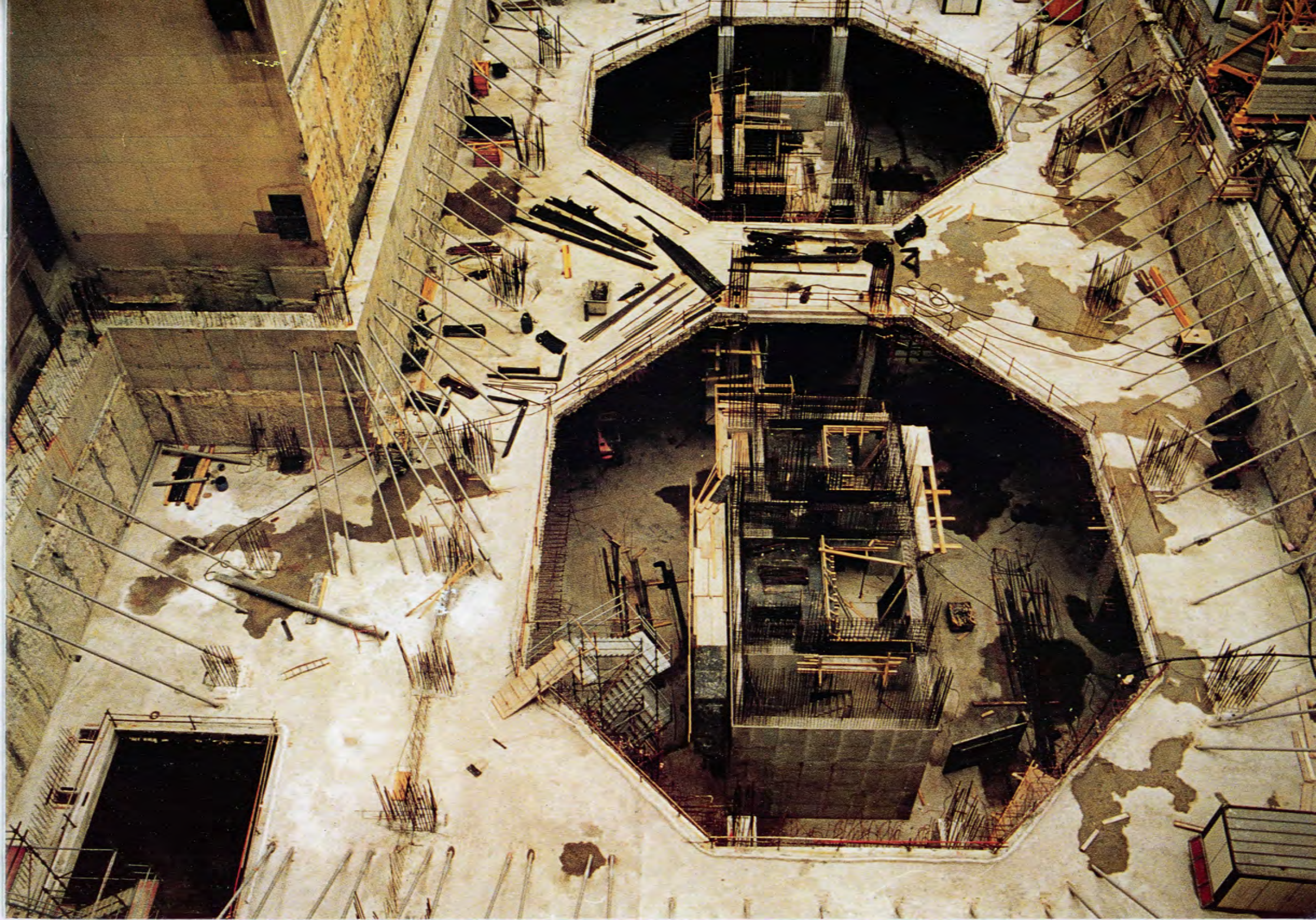


COUPE AA



COUPE BB







La station de prétraitement et le deuxième émissaire de la Pointe Saint-Martin ont été mis en service en juillet 1987. La station de traitement l'a été en juin 1990.

Ainsi, les objectifs du plan d'assainissement de la Principauté de Monaco sont-ils complètement atteints.

Par temps sec, les eaux sont épurées de façon aussi performante que sûre, avant d'être rejetées au large par 100 m de profondeur, mettant ainsi le littoral et les plages à l'abri de toute pollution bactérienne.

Par temps de pluie et pour toutes les précipitations inférieures ou égales à celles de période de retour douze fois par an, les eaux sont rejetées après prétraitement au large par 45 m de profondeur.

1

2

1. Infrastructure de l'usine de traitement à différentes étapes de sa construction.

2. Pose de l'émissaire.

Dans le choix de la filière et des techniques retenues, la Principauté de Monaco s'est assurée le concours d'un comité d'experts comprenant :

*M. le Professeur AUBERT,
Directeur du CERBOM.*

*M. le Docteur Ingénieur GENTA,
de Gênes.*

*M. le Professeur VAISSIERE,
Directeur du L.E.P.M. du Centre
Scientifique de Monaco.*

*M. le Directeur de l'AGENCE DU
BASSIN RHÔNE-MÉDITERRANÉE-
CORSE.*

*M. le Chef du Service Régional
des Eaux.*

Maître de l'ouvrage

Service des Travaux Publics
de la Principauté de Monaco

Maître d'œuvre

Service des Travaux Publics
de la Principauté de Monaco
M. CHIAPPORI, Architecte

Ingénieur conseil Process

Cabinet MERLIN, Nice

Bureaux de contrôle

VERITAS - APAVE

Entreprises

Station de Prétraitement	SOBEAM
Station de Traitement	Groupement OTV-SOBEAM
Emissaires	Groupement SERRA EMRR et COMEX-SGTM

Photos Bazzoli, Comex, Hardphoto, Roggero



"Le Doublon" - 11, avenue Dubonnet
92407 COURBEVOIE Cedex
Téléphone (1) 49.04.46.64 - (1) 49.04.48.84
Télex 610 521 F et 611 494

OTV Méditerranée

700, avenue Nicolas Fabri de Peiresc
B.P. 254 - Z.I. de Toulon-Est
83078 TOULON Cedex
Téléphone 94.21.20.00 - Téléfax 94.75.95.00



