

# Projet de station de purification de coquillages dans le nord de la France

## *Project of a shellfish depuration plant in northern France*

MARC MOREL<sup>1</sup>, WILLY SALAMON<sup>2</sup>

1. IFREMER, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer,  
Centre de Boulogne, 150 quai Gambetta, BP 699,  
62321 Boulogne-sur-Mer, France

2. TECHMAR SA, 3 rue du Docteur Louis-Lemaire, 59140 Dunkerque, France

### Résumé

La réglementation européenne (Directive CEE du 15/07/91) prévoit que la mise sur le marché de mollusques bivalves vivants pour la consommation humaine soit soumise au respect de critères microbiologiques stricts.

Pour respecter ces conditions sur le littoral Nord/Pas-de-Calais et pour maintenir l'exploitation conchylicole, le recours au passage en station de purification est la seule solution dans l'immédiat.

IFREMER, avec l'aide de la région Nord/Pas-de-Calais, a réalisé une première étude sur l'utilisation des ultraviolets pour la purification des moules et sur la conception d'une station de purification de coquillages.

Cette étude a servi de base à la Société TECHMAR qui a réalisé, sur commande de la région Nord/Pas-de-Calais, un projet de définition d'une station de type modulaire.

Le module de base est constitué de 2 bassins pour permettre une capacité journalière de purification de 1 900 kg de coquillages (3 800 kg pour 48 heures, maximum).

Les infrastructures nécessaires se composent d'une station de pompage, de bassins tampon et de réserve, d'un local technique assurant la filtration, la stérilisation et l'oxygénation (la thermorégulation si nécessaire), d'un bâtiment de traitement proprement dit et de locaux annexes.

Le budget équipement pour un module standard intégrable dans un bâtiment existant est estimé à 450 KF. Pour une station complète (Bâtiment + équipement) de quatre modules, pouvant traiter 2 000 tonnes de coquillages par an, le budget s'élève à environ 3 900 KF, auquel s'ajoutent le coût de la station de pompage, ainsi que l'aménagement et l'intégration au site dépendant du lieu géographique choisi pour l'implantation.

Des chiffres extraits du compte d'exploitation prévisionnel font apparaître un coût de traitement d'environ 63 centimes, par kilogramme, pour 2 000 tonnes traitées par an.

Une première station de ce type devrait être installée sur le site de Wimereux dès 1992. Le montage financier de cette opération est pratiquement terminé. Un centre d'expédition pouvant abriter une dizaine d'entreprises d'expédition est prévu sur le site du centre d'activités conchylicoles.

---

### Abstract

European regulations (Directive EEC/15.07.91) provide that marketing of live bivalve molluscs intended for human consumption must comply with strict bacteriological criteria.

In order to comply with these requirements along the Nord/Pas de Calais coast and to preserve shellfish culture activities, a transfer through a depuration plant is the only solution at the present time.

IFREMER, with the support of the Nord/Pas-de-Calais regional authorities, conducted an initial study on the use of UV for mussel depuration and on the design of a shellfish depuration plant. This study was used as a basis by TECHMAR Company to design a project for a modular type plant, under contract from the Nord/Pas-de-Calais Region.

The basic module consists of two ponds with a daily depuration capacity of 1,900 kg of shellfish (maximum 3,800 kg in 48 hours). The necessary infrastructures include a pumping station, buffer and reserve tanks, facilities for filtration, sterilization and oxygenation (and temperature control if needed), a treatment building and auxiliary buildings.

Capital investment for a standard module which can be integrated into an existing building is estimated at 450 KF. For a complete plant (building + equipment) capable of treating 2,000 tons of shellfish annually, the estimated budget is approximately 3,900 KF, to which should be added the cost of the pumping station as well as the layout and integration into the site selected for construction. Figures from the operating budget forecast indicate a treatment cost of approximately 63 centimes per kilogram, for a total of 2,000 tons treated annually.

A first plant of this type should be installed in Wimereux in 1992. The financial package for this operation is nearly complete. The planned facilities include a shipping center located on the shellfish growing site and designed to house a dozen shipping companies.

## INTRODUCTION

La mauvaise qualité sanitaire des gisements et parcs de moules du Boulonnais est connue depuis plusieurs années. Le secteur allant de Sangatte au nord, au Mont Saint-Frieux au sud a même fait l'objet d'une procédure de classement insalubre en 1982.

Le niveau de contamination se situe régulièrement entre 300 et 3 000 coliformes fécaux pour 100 g avec quelques pointes pendant les épisodes pluvieux.

Malgré les efforts d'assainissement menés conjointement par les collectivités locales, régionales et l'Agence de l'eau Artois-Picardie, une amélioration durable de la qualité bactériologique des moules n'est pas envisageable à court terme.

Au 1<sup>er</sup> janvier 1993, la réglementation européenne (Directive CEE n° 91/492 du 15 juillet 1991) dictera des prescriptions très strictes concernant la qualité sanitaire des mollusques bivalves vivants qui devront, entre autres, contenir moins de 300 coliformes fécaux dans 100 g de chair pour pouvoir être consommés directement par l'homme.

Afin de respecter ces conditions sur le littoral Nord-Pas-de-Calais et pour maintenir l'exploitation, le recours au passage par un centre de purification est la seule solution dans l'immédiat.

Conscient du problème, IFREMER a proposé, dès 1984, à la région Nord-Pas-de-Calais d'étudier l'efficacité des ultraviolets (UV) dans la purification des moules et de concevoir un premier projet de station de traitement de coquillages.

Cette étude a servi de base à la société TECHMAR de Dunkerque qui a réalisé, sur commande de la région Nord-Pas-de-Calais, un projet détaillé de station de purification de type modulaire.

La présente communication consiste, d'une part, en une description sommaire des études IFREMER et TECHMAR et, d'autre part, en une analyse plus détaillée des infrastructures et des coûts nécessaires à l'édification d'une station de purification de coquillages dans le nord de la France.

## L'étude IFREMER

Commencée fin 1984, l'étude IFREMER avait pour but, dans un premier temps, de comparer les différentes techniques de désinfection de l'eau de mer et, dans un deuxième temps, de suivre, sur un pilote de purification, le comportement de moules insalubres dans l'eau de mer désinfectée à l'aide du procédé que l'on aurait retenu.

### Comparaison entre les différentes techniques de désinfection de l'eau de mer

Pour obtenir une eau de mer désinfectée, il existe deux principaux types de procédés :

- les procédés chimiques,
- les procédés physiques.

Les procédés chimiques font appel à des oxydants comme le chlore, le brome ou l'ozone. Dans chacun des trois cas, l'activité biocide est celle du brome et de ses dérivés contenus à l'état naturel dans l'eau de mer et vers lesquels se déplacent les équilibres chimiques.

Mis à part l'utilisation de l'ultrafiltration assez coûteuse et encore au stade expérimental, le seul procédé physique employé pour la désinfection de l'eau fait appel aux radiations UV.

Le principe de fonctionnement d'un stérilisateur UV est simple : l'eau passe à travers une chambre d'irradiation au centre de laquelle se trouve une ou plusieurs lampes à vapeur de mercure protégée par une gaine de quartz perméable aux UV.

Il existe actuellement sur le marché deux types de lampes germicides :

#### **Les lampes à vapeur de mercure basse pression (BP)**

Elles émettent toute leur puissance sur la longueur d'onde 2537 Angströms, ce qui est proche de l'effet germicide maximum, et sont utilisées pour des débits relativement faibles (jusqu'à 5 m<sup>3</sup>/h par lampe de 40 watts) mais qu'il est toujours possible d'augmenter en employant des stérilisateurs en batterie.

#### **Les lampes à vapeur de mercure haute pression (HP)**

Par rapport aux lampes BP, le spectre d'émission est plus large (2000 à 3000 Angströms) et la puissance UV efficace émise beaucoup plus importante et modulable (jusqu'à 175 watts). Elles permettent de traiter des débits jusqu'à 70 m<sup>3</sup>/h avec une intensité germicide minimum garantie de 25 mw/s/cm<sup>2</sup> pour une puissance consommée de 2 kW/h.

Nous avons comparé (Annexe 1) les avantages et les inconvénients des différentes techniques de désinfection de l'eau de mer.

Le chlore et le brome ont le principal avantage d'être peu coûteux en investissement, mais présentent l'inconvénient d'une toxicité potentielle.

L'ozone est beaucoup moins toxique que les autres procédés chimiques, mais nécessite des installations coûteuses.

Les UV ont l'inconvénient d'être limités par la faible durée de vie des lampes, la turbidité de l'eau et le nettoyage des gaines de quartz, mais présentent les avantages suivants par rapport aux autres techniques :

- effet secondaire du traitement négligeable sur l'eau et les coquillages, ce qui n'est pas toujours le cas avec les désinfectants chimiques habituellement utilisés (surdosage) ;
- rapidité du traitement (temps de contact de quelques secondes) ;
- simplicité des installations et de la mise en œuvre, automatisation du système ;
- risques très limités vis-à-vis du personnel de l'établissement contrairement aux manutentions de réserves de chlore ;
- coûts de fonctionnement faibles.

Compte tenu de ces avantages, nous avons retenu les UV pour nos essais sur le pilote de purification installé à Gravelines.

### **Essais de traitement de l'eau de mer aux UV**

De l'eau de mer artificiellement contaminée en coliformes fécaux a été successivement soumise à l'action des UV « BP » et « HP ».

Les résultats de ces essais sont présentés en Annexe 2.

On constate, dans les deux cas, un abaissement possible de l'ordre de  $10^5$ . Le facteur limitant reste la turbidité de l'eau et on considère généralement que les UV ne sont plus suffisamment efficaces lorsque la turbidité dépasse 20 NTU.

### **Essais de traitement de moules insalubres à l'aide des UV**

Nous avons effectué une série d'essais de traitement de moules insalubres en faisant varier les paramètres suivants :

- UV « BP » ou « HP »,
- contamination initiale,
- charge en coquillages,
- débit d'eau de mer,
- circuit ouvert ou fermé.

Nous sommes arrivés aux conclusions suivantes :

Il est possible de purifier des coquillages insalubres en utilisant de l'eau de mer désinfectée aux UV « BP » ou « HP » à la condition que la contamination initiale ne dépasse pas 30 000 coliformes fécaux par 100 g et que la teneur en  $O_2$  dissous à la sortie des bassins ne descende pas en dessous de 70 % de la saturation.

La charge peut atteindre 90 kg/m<sup>2</sup> pour un débit minimum d'1 m<sup>3</sup>/h dans le cas d'une faible contamination initiale des coquillages.

L'efficacité du traitement UV serait encore accrue en circuit fermé.

## Description d'une station de purification type

IFREMER, au cours de l'année 1987, a entamé une réflexion afin de déboucher sur une définition réglementaire des installations d'une station de purification ou de décontamination de coquillages. Cette réflexion est globalement en concordance avec les dispositions du chapitre IV de l'annexe de la Directive CEE 91-492 du 15 juillet 1991.

Ce type d'établissement comprendrait :

### *Une prise d'eau*

Un centre de purification doit être alimenté en eau de mer propre qui ne contient pas de coliforme fécal dans 100 ml et est exempt de micropolluants chimiques.

En cas de présence de coliformes fécaux ou d'autres germes réputés significatifs d'une contamination, les eaux utilisées seront systématiquement désinfectées. La qualité physico-chimique de l'eau pompée doit toutefois rester compatible avec le dispositif de traitement désinfectant mis en œuvre.

Le point de pompage est situé de façon à permettre une alimentation permanente de l'eau et le plus loin possible des sources de contamination éventuelles connues.

Si ces conditions d'alimentation ne peuvent être respectées, notamment en regard des possibilités permanentes d'approvisionnement, celles-ci seront suppléées par une réserve d'eau brute à traiter et/ou une réserve d'eau propre ou désinfectée.

### *Un dispositif de désinfection de l'eau*

Jusqu'à présent, les stations de purification désinfectaient systématiquement l'eau de mer destinée à l'alimentation des bassins de stabulation et les systèmes de lavage des coquillages.

Lorsque l'eau pompée répond constamment au qualificatif « d'eau propre », c'est-à-dire exempt de contamination microbiologique et de composés toxiques ou nocifs, et qu'il n'y a pas de recyclage de l'eau, un dispositif de désinfection est, dans ce cas, inutile et ne sera donc pas obligatoire.

Dans le cas contraire, la désinfection peut être faite notamment :

- par chloration (au chlore gazeux ou à l'hypochlorite),
- par bromation,
- par ozonisation,
- par rayonnement UV.

Les doses de désinfectant actif mises en œuvre sont définies en fonction de l'oxydant utilisé.

Les volumes d'eau à traiter doivent être compatibles avec les besoins de l'établissement sachant que, si le traitement est nécessaire ou souhaité, il est appliqué à l'ensemble des volumes d'eau utilisés.

Le dispositif de désinfection est automatisé pour éviter les erreurs de manipulation et garantir la pérennité de l'efficacité du traitement. L'arrêt intempestif du

système de désinfection entraîne obligatoirement l'arrêt immédiat de l'approvisionnement en eau de l'établissement.

### ***Des réserves d'eau***

Lorsqu'elles sont nécessaires, les réserves d'eau seront conçues de façon à approvisionner le système de lavage des coquillages et satisfaire aux remplissages quotidiens des bassins de traitement et au renouvellement fréquent de l'eau de ces bassins.

Les réserves d'eau seront construites de façon à être faciles à nettoyer par une vidange totale. Elles doivent être à l'abri de la submersion et à l'écart des sources de contamination.

### ***Des dispositifs de lavage***

Deux dispositifs de lavage distincts et suffisamment dimensionnés seront prévus :

- l'un pour les coquillages bruts non traités,
- l'autre pour les coquillages traités sortant des bassins de décontamination.

Cette prescription tient compte de la nécessité de mise en œuvre du processus dit « de marche en avant » qui préconise la séparation des circuits propres et souillés sans croisement ni retour en arrière.

### ***Des bassins de décontamination***

Les bassins de décontamination seront fixes et construits en matériaux durs, faciles à nettoyer. Leur revêtement éventuel sera en matériaux reconnus de qualité alimentaire.

Ces bassins seront conçus afin de permettre le meilleur écoulement de l'eau sans « zone d'ombre » et une bonne évacuation des déchets fèces et pseudo-fèces éliminés par les coquillages. Pour ce faire, le fond des bassins devra être conçu avec une pente supérieure à 2 % vers l'évacuation.

Les orifices d'alimentation en eau et d'évacuation des bassins seront situés en opposition avec des canalisations ou écoulements entièrement distincts.

Autant que possible, les bassins de traitement seront couverts et conçus sous forme longitudinale. Les coquillages y seront placés en surélévation pour permettre une meilleure élimination des particules à évacuer pendant leur purification.

Les abords des bassins de décontamination devront être propres, faciles à nettoyer et construits de façon à éviter que les eaux de ruissellement aboutissent aux bassins.

Chaque bassin ne pourra être affecté qu'à un seul lot de coquillages au cours de leur épuration, soit au moins 48 heures. Ils ne pourront être chargés en coquillages à une densité supérieure à 50 kg/m<sup>2</sup> à moins qu'un courant continu ne permette un renouvellement permanent de l'eau utilisée dans les bassins. Dans ce dernier cas, la relation charge/débit devra être précisée par des tests reconnus.

### ***Un atelier et des dépendances***

Les installations annexes dans lesquelles seront abrités les outils et matériels permettant la manipulation et le transport des coquillages ainsi que les aires de stockage des coquillages décontaminés devront être conçues afin d'éviter que les coquillages traités puissent être recontaminés.

Un bloc sanitaire pourra être exigé en cas de présence prolongée des utilisateurs.

Une source énergétique de secours (groupe électrogène) est souhaitable, de même que la présence d'un laboratoire d'analyses pour contrôler l'efficacité de la purification.

## **L'étude TECHMAR**

### **Principe de la station modulaire**

L'étude, tant en France qu'à l'étranger, des productions conchylicoles, de leur mode de récolte et de leur commercialisation a révélé une grande diversité de méthodes pour lesquelles nous avons cherché des solutions techniques permettant de répondre aux besoins des professionnels producteurs, purificateurs et expéditeurs.

Le but de la station modulaire est de s'adapter à une notion de production journalière, et non pas annuelle, et de répondre ainsi à des besoins ponctuels, dictés par l'état physiologique du mollusque, les conditions météorologiques et climatiques, les coefficients de marée, et les nécessités de commercialisation.

Pour cela, le principe général d'une station modulaire est de permettre la mise en place d'un nombre variables de modules standards types en fonction des besoins de purification et du potentiel d'évolution de la capacité de traitement de la station.

La souplesse d'utilisation d'une station modulaire est rendue possible par la conception technique du module, liée au process de manutention, et aux possibilités de variation du chargement des bassins et des débits d'eau.

Le module standard type a été conçu à partir de critères techniques et en fonction d'une capacité moyenne de production, compatible avec la notion de rentabilité de l'installation.

L'utilisation d'équipements standards fabriqués en série, facilitant la maintenance et permettant l'utilisation d'un stock de pièces de rechange commun, a été également un critère important lors de la conception du module.

Un module se compose de deux bassins, il a une capacité journalière de purification de 1 900 kg (purification pendant 48 heures), ce qui représente une capacité annuelle de 500 tonnes (1 900 kg x 264 jours).

En fonction donc de la capacité globale requise, un ou plusieurs modules peuvent être installés, même dans des bâtiments ou centres d'expédition existants.

La formule permet donc de s'adapter aux besoins de la production et de l'expédition sans trop d'investissements au départ.

1 module = 2 bassins

Capacité annuelle (264 jours)	500 tonnes
Capacité journalière par bassin	1 900 kg
Surface d'un bassin	15,84 m <sup>2</sup>
Dim int. (m) : L = 6,60 ; l = 2,40 ; H = 1,065	
Volume d'un bassin	16,87 m <sup>3</sup>
Volume d'eau d'un bassin	12,50 m <sup>3</sup>
Volume d'eau après chargement	9,50 m <sup>3</sup>
Débit de traitement UV du module	75 m <sup>3</sup> /h

(NB : 0,750 kg de moules par litre)

Les bassins sont conçus pour simplifier leur maintenance. Leur forme permet la circulation de l'eau en flux lamellaire entre et à travers les mannes, l'évacuation de fèces et autres déchets générés par le coquillage, ainsi qu'une manutention mécanisée. Leurs dimensions sont adaptées à la purification de « lots » de coquillages (Annexe 3).

Le débit d'eau dans le bassin est variable en fonction de la charge, de l'espèce, et du taux de contamination bactérienne.

Le module est équipé :

- de 2 bassins,
- d'un système de filtration à cartouche et à sable,
- d'un stérilisateur UV,
- d'un système d'oxygénation,
- d'un double système de vanne et canalisation,
- de pompes,
- des équipements de conditionnement,
- d'un système de thermo-régulation de l'eau (si nécessaire),
- de cuves de réserve.

### Infrastructure d'une station de purification

Les infrastructures requises sont dépendantes du site et des qualités physico-chimiques de l'eau de mer d'alimentation.

D'une manière générale, la station est composée des éléments suivants :

- unité de pompage,
- bassin de réserve et décantation si nécessaire,
- bassin tampon de recirculation,
- local technique,
- bâtiment et bassins de purification (un bâtiment existant adapté est utilisable),
- plate-forme logistique de réception et réexpédition de produit.

En option, un bassin de rétention des effluents sera nécessaire si la station traite les coquillages d'importation autre que CEE.

Il est opportun d'accompagner la station d'un centre d'expédition formant une unité fonctionnelle avec elle, ou prévoir la station à proximité d'un centre d'expédition existant.

Les projets sur lesquels nous travaillons actuellement sont ainsi conçus (Annexe 4).

Nous attachons une grande importance à la facilité et à la fonctionnalité de la manutention au niveau de la station de purification et du centre d'expédition, ce facteur étant déterminant au niveau de l'efficacité de fonctionnement et le respect des « circuits de produits » tels que définis par la réglementation.

## Coûts d'une installation

### Investissements

Les coûts globaux sont dépendants des sites, des infrastructures déjà existantes et de la qualité de l'eau.

Une évaluation spécifique est donc recommandable pour adapter l'installation.

Nous pourrions néanmoins retenir les ratios suivants, à titre d'exemple :

- coût d'un module indépendant à installer sur un site existant, alimenté en eau de mer et couvert : *entre 300 et 450 000 F* en fonction des équipements, filtres, etc.
- coût d'une station de purification complète d'une capacité de 2 000 tonnes/an, bâtiments et voirie (VRD) classique inclus, hors station d'alimentation en eau de mer, sur site vierge non aménagé : *4 à 5,5 millions de francs*.

Nous retiendrons, pour les équipements hors bâtiment, le ratio brut suivant :

Coût investissement/kg hors bâtiment pour installation de 2 000 tonnes/an : 0,80 F/kg à amortir sur 10 à 20 ans selon les projets.

### Fonctionnement

Le tableau ci-après donne en centimes, par kilogramme de moules traitées, le détail de quelques postes du compte d'exploitation, (hors station de pompage en mer). Pour 2 000 tonnes/an (soit 4 modules) à 120 kg/m<sup>2</sup> de bassin et pour 264 j/an :

POSTE	En francs	Centimes/kg
Amortissement	303 000	15,15
Frais de personnel	457 000	22,85
Frais d'entretien	110 000	5,50
Frais de purification	188 000	9,40
Frais divers	50 000	2,50
<b>Total</b>	<b>1 108 000</b>	<b>55,40</b>

Pour un coût de fonctionnement de 1 108 000 F, on obtient donc les quelques ratios de fonctionnement suivants :

Ratios des différents postes du compte d'exploitation	
Frais de personnel	41,24
Frais d'entretien	9,93
Frais de purification	16,97
Frais divers	4,51
Amortissement	27,35
<b>Total</b>	<b>100,00 %</b>

La variation des coûts de traitement en fonction du tonnage, dans le cas d'une station où le pompage en mer a été inclus aux frais d'investissements et de fonctionnement, est la suivante :

Les coûts au kilogramme traité en F/Kg		
Tonnage Kg/an	Purification	Expédition
800	1,38	0,37
1 000	1,13	0,31
1 200	0,96	0,27
1 400	0,84	0,25
1 600	0,75	0,22
1 800	0,68	0,20
2 000	0,63	0,19
2 200	0,59	0,18
2 400	0,55	0,17
2 600	0,52	0,16
2 800	0,49	0,155

## CONCLUSION

La collaboration scientifique et technique entre IFREMER et la société TECHMAR, avec l'appui de la Région Nord-Pas-de-Calais, a permis de concevoir un projet de station de purification de coquillages à Wimereux, dans le Nord de la France. Un centre d'expédition y a été associé, formant une unité fonctionnelle.

Le coût de ce centre d'activités conchylicoles (station de purification et centre d'expédition) est estimé à environ 10 millions de francs, avec une prise d'eau directe en mer.

Le coût du traitement de purification pour une capacité de 2 000 tonnes/an tourne autour de 0,60 F/kg, auxquels il faut ajouter une vingtaine de centimes pour l'expédition.

Un second projet est à l'étude en Baie de Somme pour le traitement des coques.

Ces deux projets appliquent le concept de station modulaire décrit précédemment. Néanmoins, par sa souplesse, ce concept est bien entendu applicable à des établissements de taille moyenne déjà existants.

## REFERENCES

- Agence de Bassin Loire-Bretagne, juillet 1982. Désinfection des eaux usées urbaines : techniques actuelles et coûts.
- Ayres P.A., 1978. Shellfish purification in installations using ultraviolet light. *Laboratory Leaflet*, Lowestoft, 43.

- Berson J.J., P. Sachoux, septembre 1985. Stérilisation d'eau par rayons ultraviolets. *L'Eau, l'Industrie, les Nuisances*, **94**.
- IFREMER, 1987. Groupe de travail *Purification*. Conditions techniques auxquelles doivent satisfaire les stations de purification. *Doc. Int.*
- JO des Communautés européennes. Directive n° 91-492/CEE du 15 juillet 1991. N° L268 du 24/09/91.
- Morel M., 1985. La purification des coquillages. Conférence au Colloque *Travail en milieu aseptique*. CCI de Boulogne-sur-Mer.
- Morel M., F. Ruelle, N. Cuvelier, B. Hitier, 1989. Purification des moules par de l'eau de mer désinfectée aux ultraviolets.
- TECHMAR International SA, 1990. Purification des coquillages : Station de concept modulaire.

**Annexe 1 : Comparaison des procédés de désinfection de l'eau de mer**  
(Morel M., 1989)

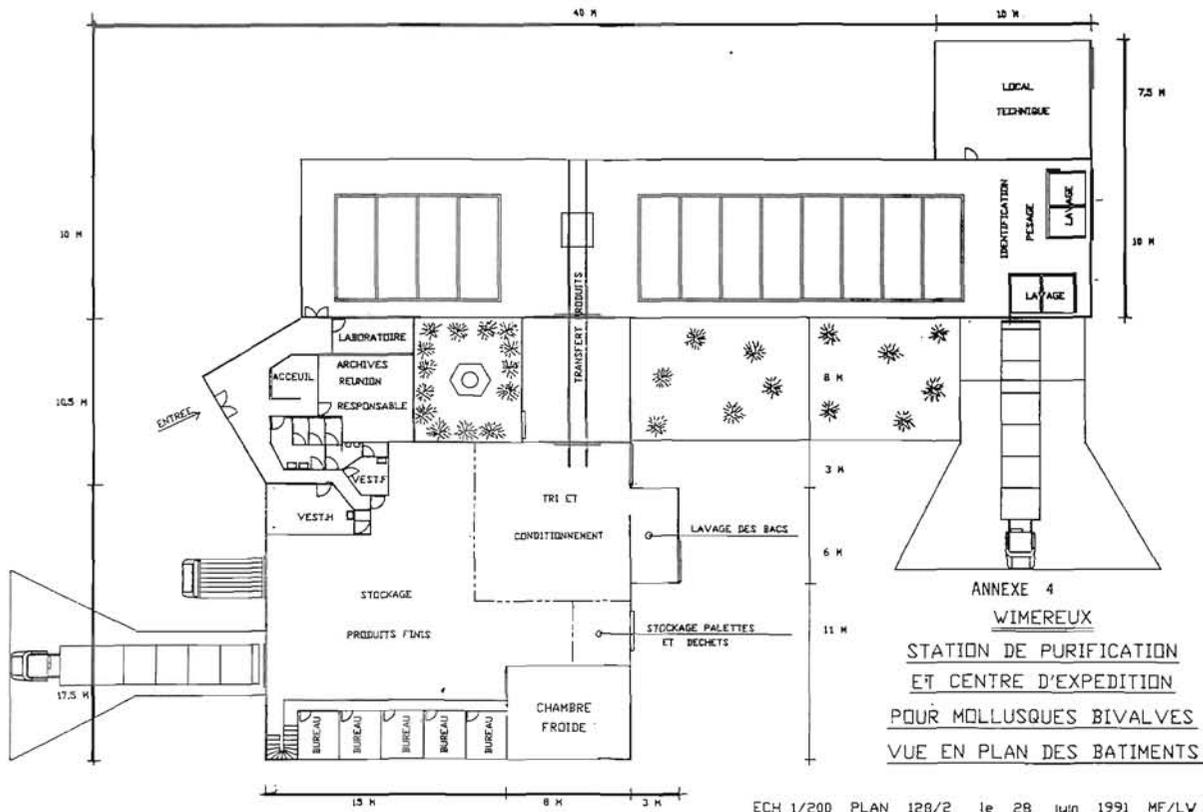
	CHLORE	BROME	OZONE	U.V.
Dose d'utilisation	3 mg/l	1 à 4 mg/l	0,5 à 1,5 mg/l	25 milliwatts/s/cm <sup>2</sup>
Pouvoir germicide	Brome et ses dérivés	Brome et ses dérivés	Brome et ses dérivés	Longueur d'onde de 2 537 angströms
Données positives	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seul le chlore gazeux nécessite un asservissement</li> <li>• Prodédé le moins coûteux pour les grosses installations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation de bromamines instables</li> <li>• Possibilité de production de brome à partir de pastilles se décomposant au contact de l'eau</li> <li>• Fiabilité d'un système obligatoirement automatisé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxygénation de l'eau</li> <li>• Disparition du résiduel d'ozone en 3 minutes</li> <li>• Faible toxicité pour l'homme</li> <li>• Fiabilité du système entièrement automatisé</li> <li>• Temps de contact assez court</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de produits chimiques (pas de toxicité pour les coquillages)</li> <li>• Temps de contact quasi instantané</li> <li>• Coûts de fonctionnement faibles</li> <li>• Simplicité de la mise en œuvre</li> </ul>
Données négatives	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation de chloramines stables et parfois toxiques</li> <li>• Eau ne doit pas être riche en matières organiques</li> <li>• Vapeurs corrosives et dangereuses à respirer</li> <li>• Nécessite temps contact assez long en bassin indépendant</li> <li>• L'excès doit être éliminé</li> <li>• Phénomène de reviviscence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nécessité d'un asservissement total compte tenu du danger de manipulation du brome liquide</li> <li>• Vapeurs corrosives et dangereuses à respirer</li> <li>• L'excès doit être éliminé</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formation d'ions bromates</li> <li>• Procédé assez coûteux</li> <li>• Risques de blanchissement des coquillages si excès d'ozone</li> <li>• Phénomène de reviviscence</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faible durée de vie des lampes</li> <li>• Contrôle permanent de l'efficacité du traitement</li> <li>• Eau ne doit pas être trop turbide</li> <li>• Mal adapté aux stations de grande capacité</li> <li>• Photoréactivation</li> </ul>
<b>Coûts</b> Coût du traitement	Chlore gazeux E.27 : 18 F HT/kg	Brome : 20 F HT/kg	kWh : 75 centimes moyenne	kWh : 75 centimes moyenne
Coût des installations de désinfection	Pour stériliser, 1m <sup>3</sup> d'eau : 5,4 centimes 30 à 40 000 F HT	Pour stériliser, 1m <sup>3</sup> d'eau : 6 centimes 40 à 50 000 F HT	Pour stériliser, 1 m <sup>3</sup> d'eau : 2,5 centimes 140 à 150 000 F HT (avec tour de contact)	Pour stériliser, 1 m <sup>3</sup> d'eau : 2 à 3 centimes 80 à 90 000 F HT pour 40 m <sup>3</sup> /h

**Annexe 2 : Résultats des expériences de stérilisation de l'eau de mer à l'aide des UV « BP » et « HP » (Morel M., juin 1989)**

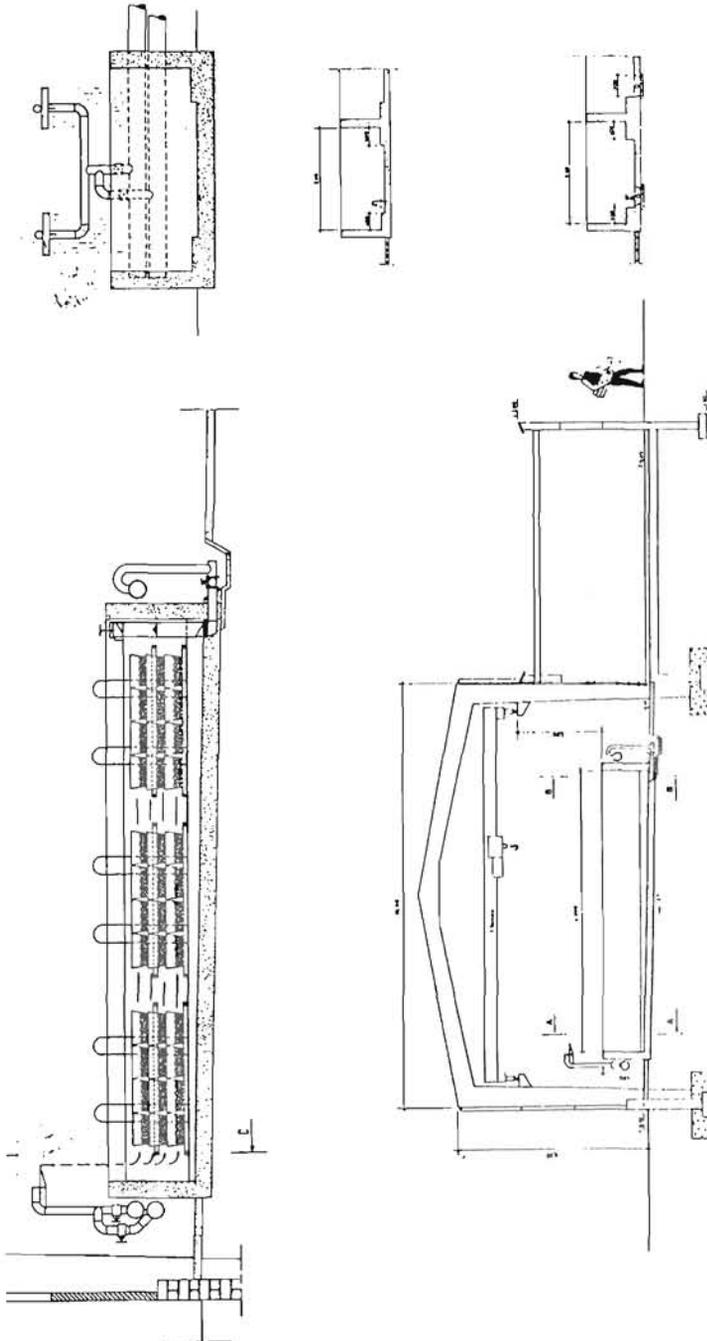
Conditions de stérilisation	Dénombrement des coliformes fécaux/100 ml <i>Avant traitement UV</i>	Dénombrement des coliformes fécaux/100 ml <i>Après traitement UV</i>
4 lampes de 40 watts Transmission UV : 100 % Débit : 14 m <sup>3</sup>  UV "BP"	supérieur à 24 000 supérieur à 48 000 supérieur à 72 000 supérieur à 108 000 supérieur à 114 000	- 91 - - -
4 lampes de 40 watts Transmission UV : 84 % Débit : 14 m <sup>3</sup>  UV "BP"	supérieur à 24 000 supérieur à 48 000 supérieur à 72 000 supérieur à 108 000 supérieur à 114 000	- - - - -
2 lampes de 40 watts Transmission UV : 84 % Débit : 14 m <sup>3</sup>  UV « BP »	supérieur à 24 000 supérieur à 43 000 supérieur à 93 000	- - -
Transmission UV : 85 % Débit : 23 m <sup>3</sup> /h  UV "HP"	2 400 4 300 24 000 93 000 240 000	- - - - -
Transmission UV : 85 % Débit : 31 m <sup>3</sup> /h  UV « HP »	24 000 73 000	- -

- signifie inférieur au seuil de détection

**Annexe 3** : Coupes caractéristiques des bassins  
(source et propriété : TECHMAR international)



**Annexe 4 :** Wimereux : station de purification et centre d'expédition pour mollusque bivalves.



Vue en plan des bâtiments (source et propriété : TECHMAR international)