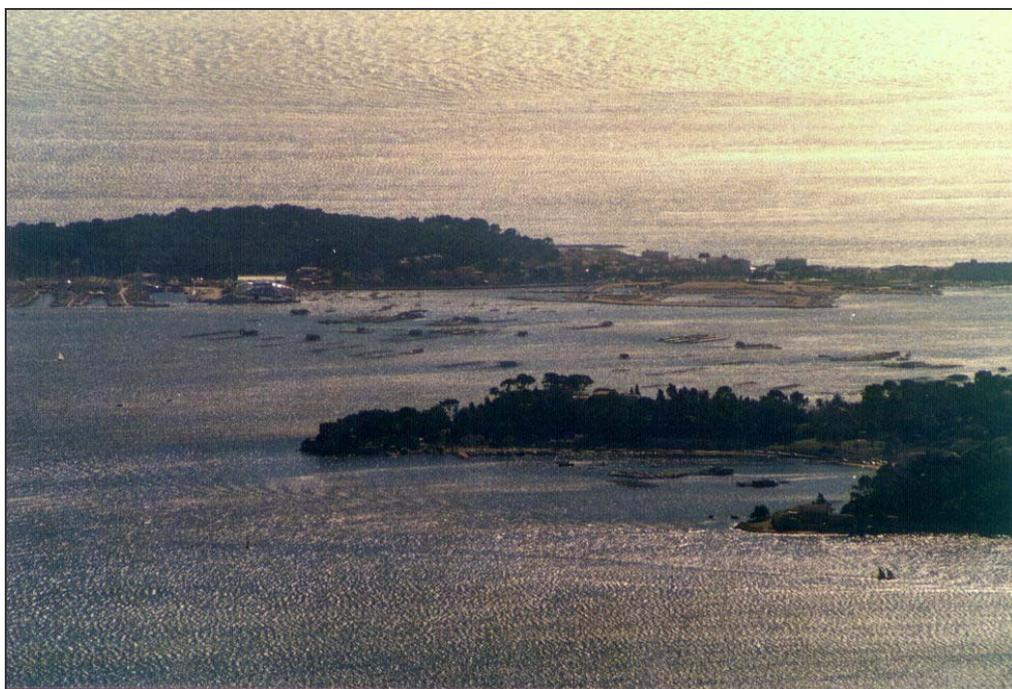


contrat de baie de la rade de Toulon

Etude en contribution au diagnostic de la qualité
microbiologique (sanitaire) de la baie du Lazaret
(rade de Toulon) au regard des activités conchylicoles



Etude en contribution au diagnostic de la qualité microbiologique (sanitaire) de la Baie du Lazaret (Rade de Toulon) au regard des activités conchylicoles

Ce document constitue le rapport final prévu dans la convention n° 00/3210048/YF signée le 14 juin 2000 entre le Syndicat Intercommunal de l'Aire Toulonnaise (SIAT) et Ifremer, pour la réalisation d'une étude contributive au diagnostic de la contamination des eaux conchylicoles de la baie du Lazaret.

Ce document a été réalisé par O. Arnal, avec la participation de :

- * D. Sauzade et J.J. Console pour le montage du programme initial et le suivi de sa réalisation
- * F. Miralles, F. Chavanon, C. Ravel, E. Emery pour la réalisation des campagnes d'échantillonnages en mer et des analyses au laboratoire
- * B. Beliaeff pour l'analyse statistique des données de surveillance REMI, en relation avec la météorologie

1.	Introduction : La baie du Lazaret : contexte de l'étude et problématique.....	6
1.1.	Situation géographique.....	6
1.2.	Situation générale de l'assainissement.....	8
1.3.	Historique de la mytiliculture en Rade de Toulon	8
1.4.	Contexte réglementaire de la production conchylicole.....	10
1.4.1.	<i>Réglementation nationale et communautaire (CE).....</i>	<i>10</i>
1.4.2.	<i>Réglementation au plan local</i>	<i>12</i>
1.5.	L'étude sanitaire de la zone de production conchylicole de la baie du Lazaret, en vue de son classement	13
2.	L'étude diagnostique des sources de contamination en baie	15
2.1.	Le programme d'étude général	15
2.2.	La contribution de Ifremer au programme général	16
2.3.	Déroulement de l'étude	17
3.	Identification des apports à la baie du Lazaret.....	18
3.1.	Secteur de LA SEYNE (BCEOM, juillet 2000).....	18
3.2.	Secteur de St Mandrier (source SETUDE, juillet 2000).....	20
3.3.	Secteur de la Marine Nationale (source Marine Nationale, juillet 2001)	20
3.4.	Autres sources potentielles de contamination microbiologique de la baie	23
4.	Caractérisation de la qualité du milieu marin dans la baie du Lazaret au regard des aspects microbiologiques (sanitaires)	24
4.1.	Matériels et méthodes	24
4.2.	Résultats : Qualité des eaux et des sédiments marins aux débouchés des exutoires « suspects »	26
4.3.	Approche spatiale de la qualité microbiologique dans la baie (eaux, sédiments, moules).....	28
4.4.	Suivi continu de la qualité du milieu marin au niveau des tables conchylicole au centre de la baie (point C).	33
4.5.	Conclusion.....	35
5.	Etude de certains facteurs pouvant influencer sur la qualité microbiologique de la baie : facteurs météorologiques (vents, pluies), escales des grands navires, transferts de masses d'eau par les courants marins.....	36
5.1.	Relation avec la pluie	36
5.2.	Relation avec le vent	37
5.3.	Analyse multivariante	39
5.4.	Evaluation de l'incidence des escales des navires sur la qualité microbiologique des coquillages de la baie	39
5.5.	Approche de l'hydrodynamique dans la baie.....	41
5.6.	Incidence des grands rejets urbains.....	46
6.	Conclusion générale	47

7. Recommandations	50
8. Bibliographie	52
9. Annexes	54

Figure 1 : Situation géographique de la rade de Toulon et de la baie du Lazaret (source Spot-image).....	7
Figure 2 : limites géographiques des bassins versants entourant la baie du Lazaret (d'après SIAT)	9
Figure 3 : évolution de la production de moules en baie du Lazaret de 1960 à 1999 (en tonnes /an).....	10
Figure 4 : Localisation des exutoires débouchant en baie du lazaret identifiés comme « suspects » par les études diagnostiques des systèmes d'assainissement des communes riveraines.	22
Figure 5 : Localisation des points de prélèvements pour l'évaluation de la qualité microbiologique du milieu marin en baie du Lazaret (rade de Toulon).	25
Figure 6 : Répartition spatiale de la qualité microbiologique des eaux de la baie du Lazaret, à partir des 15 campagnes d'échantillonnages réalisées de juin 2000 à mars 2001 (en référence à la grille de classement sanitaire extrapolée à partir de l'Arrêté du 20 mai 1999).	31
Figure 7 : variations des paramètres physico-chimiques au centre de la baie (point C) mesurés par sonde immergée durant 10 jours, du 12 au 23 mars 2001.	34
Figure 8 : Evolutions simultanées de la contamination des moules et des précipitations (cumul sur les trois jours précédant le prélèvement de coquillages)	36
Figure 9 : Histogramme de fréquence (en %) des vitesses des vents en rade de Toulon (source Météo France).	37
Figure 10 : Distribution des vitesses de vent pour chacun des deux secteurs (en km/h) par classe de colimétrie dans la moule.....	38
Figure 11 : Qualité microbiologique des coquillages (en E.coli /100 ml), et fréquentation par les navires de la Marine Nationale en escale dans la baie (en nombre de personnels à bord, cumulé sur 3 jours).	40
Figure 12 : Champs des vitesses des courants dans la baie du Lazaret donnés par le modèle 2D pour des situations de vent d'ouest de 20 m/s (en haut), et de vent d'est de 20 m/s (en bas), (source BCEOM/Oceanide, 1992).....	42
Figure 13 : Type de flotteur utilisé	43
Figure 14 : Schéma montrant les principaux échanges des masses d'eau à l'entrée de la baie du Lazaret.....	44
Figure 15 : Devenir simulé du rejet urbain de Toulon-est, évalué à partir du modèle de la rade de Toulon (source ifremer).	46



Tableau 1 : Classes de qualité sanitaire des zones de production conchylicole (exprimée en <i>E.coli</i> /100g Chair et Liquide Intervalvaire), selon l'Arrêté ministériel du 21 mai 1999.	11
Tableau 2 : Résultats de l'étude de classement sanitaire de la zone de production conchylicole en baie du Lazaret (déc. 1998 - déc. 1999) exprimés en % par classe de contamination (en <i>E.coli</i> /100 g CLI)	13
Tableau 3 : Critères retenus pour l'estimation de la qualité microbiologique du milieu marin au regard d'un usage conchylicole (en référence à l'arrêté du 21 mai 1999).....	26
Tableau 4 : Qualité bactériologique des eaux de la baie (en <i>E.coli</i> / 100 ml) aux débouchés des exutoires (en gras, les concentrations >150 <i>E.coli</i> /100ml ; np = non prélevé)	27
Tableau 5 : Qualité bactériologique des sédiments (en <i>E.coli</i> / 100 g) aux débouchés des exutoires (en gras, les concentrations >300 <i>E.coli</i> /100 g; np = non prélevé).....	27
Tableau 6 : Qualité microbiologique des eaux de la baie du Lazaret (en <i>E.coli</i> / 100 ml). (En gras, les concentrations > 150 <i>E.coli</i> /100 ml).....	30
Tableau 7 : Qualité microbiologique des sédiments dans la baie (en <i>E.coli</i> /100 g).	32
Tableau 8 : Résultats des prélèvements réalisés au cours du suivi du milieu marin au niveau des tables mytilicoles au centre de la baie (point C).....	33
Tableau 9 : Résultats des suivis de flotteurs à l'entrée de la baie.....	45



1. Introduction : La baie du Lazaret : contexte de l'étude et problématique

1.1. Situation géographique

La rade de Toulon (figure 1) comprend la grande rade ouverte à l'est sur la mer Méditerranée, qui est séparée par une digue orientée Nord-sud de la Petite Rade (ou rade abri) à l'ouest. Cette dernière comprend la baie de la Seyne et Toulon avec l'arsenal de la Marine Nationale au nord, et la baie du Lazaret au sud entre les communes de La Seyne et de Saint Mandrier.

La baie du Lazaret constitue une entité géographique semi fermée, ouverte à l'Est vers la petite rade et la grande rade via le chenal principal de navigation (passe sud de la grande digue). Elle est délimitée au sud par l'isthme des Sablettes, au Nord par la corniche de Tamaris et la pointe de Balaguier (La Seyne), et au sud par la presqu'île de Saint-Mandrier jusqu'à la Pointe de la Piastre.

Elle est depuis plusieurs siècles le siège d'activités multiples qui cohabitent, pouvant engendrer des conflits d'usage, parmi lesquels on peut citer :

- la navigation : militaire, commerce, ferries, plaisance, transports publics (RMTT),
- des activités industrielles (réparation navale,...), et portuaires (Pin Rolland, Marine Nationale, petite mer,...),
- des activités de tourisme et de loisirs nautiques ,
- une activité de pêche, de production mytilicole, et plus récemment aquacole.

Elle s'étend sur 1,8 km x 1,2 km, soit environ 2 km² (1/5 de la petite rade), et représente, avec une profondeur faible (0 - 20 m), un volume d'eau d'environ 16 millions de m³, soit le 1/6 de celui estimé pour la petite rade.

Ses rivages sont plus ou moins aménagés, et pour l'essentiel endigués. On trouve au Nord la corniche de Tamaris, au sud les implantations portuaires et industrielles (port et mouillages de la petite mer en fond de baie, IMS, port Pin Rolland, terminal Marine Nationale) ainsi que de nombreux mouillages forains de navires de plaisance. Au centre de la baie se trouvent des installations de productions conchylicoles (filères suspendues) et aquacoles. Cette zone centrale est traversée par un chenal de navigation dans l'axe de la baie, dragué à plus de 3 mètres.



Figure 1 : Situation géographique de la rade de Toulon et de la baie du Lazaret (source Spot-image)

La baie du Lazaret est concernée sur son pourtour par 4 bassins versants (figure 2) situés sur les communes de La Seyne sur mer au nord-ouest et Saint-Mandrier au sud-est. Bien qu'individuellement assez restreints, la pression urbaine y est croissante.

1.2. Situation générale de l'assainissement

Le système d'assainissement existant sur l'aire toulonnaise s'appuie sur deux réseaux conduisant à deux stations d'épuration importantes, qui rejettent après traitement les effluents urbains en mer :

- La station du Cap Sicié, qui recueille les eaux des 7 communes de l'ouest : de l'agglomération (Evenos, Ollioules, Le Revest, Saint-Mandrier, La Seyne sur mer, Six-Fours et Toulon-ouest), soit 350 000 habitants (ou 550 000 EqH) ;
- La station de Toulon-est au Pouverel, qui concerne la partie est de l'agglomération (La Valette, la Garde et le Pradet), soit 80.500 habitants (ou 100.000 EqH).

L'éloignement de ces grands émissaires urbains conduit à postuler que leur impact sur la baie du Lazaret est relativement secondaire en termes d'altération de la qualité des eaux, par rapport aux sources locales de contamination.

Enfin, pour ce qui concerne les réseaux communaux proches de la baie du Lazaret, qui seront étudiés de façon détaillée dans le cadre de cette étude, on retiendra que, du fait de la topographie, ils sont équipés de plusieurs postes de relèvement renvoyant les effluents urbains vers la station d'épuration de Toulon ouest au Cap Sicié.

1.3. Historique de la mytiliculture en Rade de Toulon

L'activité conchylicole dans la baie du Lazaret se heurte depuis longtemps à un problème de qualité des eaux insuffisante au regard des exigences sanitaires requises pour la protection du consommateur. Un rapide survol historique montre que cette problématique de la mytiliculture en Rade de Toulon est récurrente depuis la fin du 19^{ème} siècle.

En 1903, une vingtaine de parcs est exploitée dans la rade de Toulon, dont 5 en baie du Lazaret. En 1939, le principe du contrôle officiel de la qualité des coquillages destinés à la consommation est acquis. Le décret du 20 août 1939 réglemente le classement sanitaire des zones de production. Jusqu'en fin 1949, l'exploitation des parcs à moules est entrecoupée de décisions de fermetures. A cette époque, une épidémie de fièvre typhoïde est attribuée à la consommation des moules provenant de Toulon. Cet événement conduit finalement au classement insalubre de la zone en 1959, et à l'obligation de reparcage de ces coquillages avant livraison à la consommation.

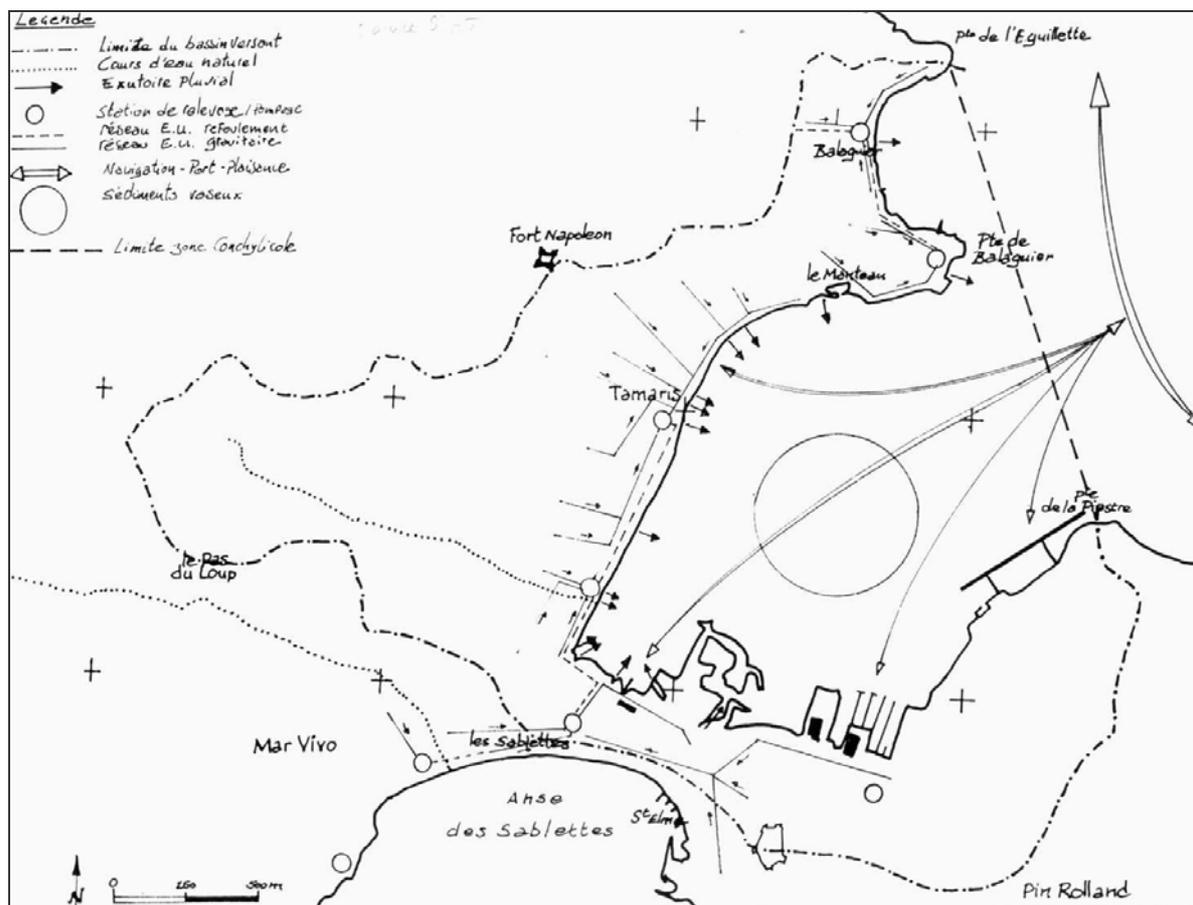


Figure 2 : limites géographiques des bassins versants entourant la baie du Lazaret (d'après SIAT)

En 1956, le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, constatant l'existence de nombreuses sources de pollution, malgré la mise en service du grand collecteur et de l'émissaire du Cap Sicié, donne cependant son accord pour le développement de la mytiliculture en baie du Lazaret, sous réserve que la production passe par un établissement de purification. 56 concessions sont alors accordées dans la baie du Lazaret, et 4 dans l'anse de Balaguier.

En 1959, un établissement de purification « La Marinière » est mis en service à Saint-Mandrier à l'initiative d'un promoteur privé, pour traiter l'ensemble de la production de la baie du Lazaret. La production enregistrée à cette date (figure 3) une montée en puissance remarquable, atteignant 1500 tonnes en 1962. Mais par la suite, elle décline régulièrement à cause des conflits d'usages existants dans la baie, et du handicap que constitue l'obligation de la purification. En particulier, la productivité des parcs situés dans le fond de la baie n'est pas satisfaisante (eaux peu profondes et stagnantes, déficit en oxygène, nuisances liées aux autres usages du milieu, etc...). Le déclin est constant malgré l'attribution de concessions annexes autorisées en Petite Rade, aux sorties ouest et est du Lazaret, à la pointe de la Vieille (La Seyne sur mer) et dans l'anse Saint-Georges (Saint-Mandrier).



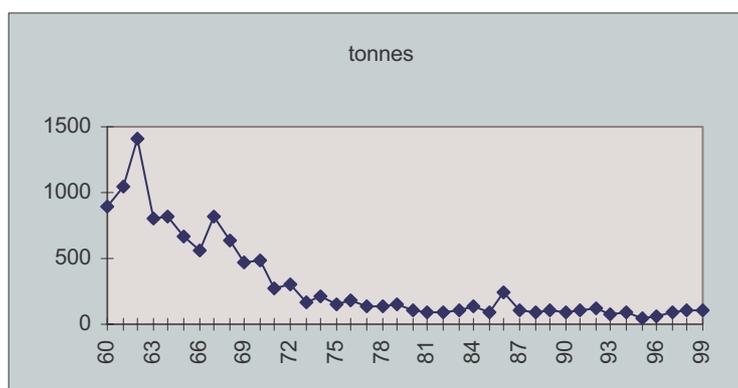


Figure 3 : évolution de la production de moules en baie du Lazaret de 1960 à 1999 (en tonnes /an).

A partir de 1978 la production apparaît stabilisée autour d'une centaine de tonnes de moules par an, ce qui représente près de 0,3% de la production nationale. En 1983, les concessions arrivent en fin d'autorisation préfectorale. Elles sont cependant renouvelées pour des durées variables intégrant les critères propres à chacun des demandeurs, malgré l'avis défavorable exprimé à l'époque par l'ISTPM chargé du suivi sanitaire de la production de la zone.

La précarité constante de cette situation constitue pour la suite un handicap qui décourage l'investissement. Progressivement des concessions sont abandonnées. En 1992, on ne recense plus que 6 exploitants. L'établissement de purification « La Marinière » cesse ses activités, ce qui entraîne une nouvelle crise, la profession ne disposant plus de la structure nécessaire permettant la commercialisation des coquillages. Une station provisoire est alors mise en service en 1996 dans des locaux communaux sur le site de Marépolis.

1.4. Contexte réglementaire de la production conchylicole

L'activité de production conchylicole est soumise à certaines obligations réglementaires, qui interviennent aux niveaux européens, national, et local.

1.4.1. Réglementation nationale et communautaire (CE)

La Directive Européenne n°79/923 du 30 octobre 1979 relative à la « *qualité requise des eaux conchylicole* », transposée en droit français par le décret n° 91.1283 du 19 décembre 1991, prévoit que les Etats membres désignent leurs eaux conchylicoles, c'est à dire des eaux côtières « *ayant besoin d'être protégées ou améliorées pour permettre la vie et la croissance des coquillages* ».

Cette désignation implique que les Etats membres mettent en place un programme de surveillance de ces eaux conchylicole (articles 6 et 7), et une action de réduction de la pollution de façon à ce qu'elles soient conformes aux critères fixés par l'annexe de la directive, notamment en matière de qualité bactériologique (75% des échantillons de coquillages examinés doivent présenter une teneur inférieure à 300 coliformes fécaux par

100 g de CLI, chair et liquide intervalvaire). La France a désigné ses eaux conchylicole en juin 1989. La baie du Lazaret en fait partie.

La Directive CEE 91.492 du 15 juillet 1991 fixe les règles régissant la production et la mise sur le marché des mollusques bivalves vivants. Transcrite en droit français par le décret n° 94.340 du 28 avril 1994 modifié par le décret du 30 juillet 1998, elle institue 4 classes sanitaires (A, B, C, D) pour le classement des zones de production conchylicole (article 3). L'arrêté ministériel du 21 juillet 1995 fixe les valeurs seuils et les modalités de détermination de ces classes, qui sont les suivantes :

- A : les coquillages peuvent être récoltés pour la consommation directe
- B : les coquillages peuvent être récoltés mais ne peuvent être mis sur le marché qu'après un traitement purificateur ou un reparcage
- C : les coquillages ne peuvent être mis sur le marché qu'après un reparcage de longue durée
- D : aucune production de coquillage n'est envisageable

Plus récemment, l'Arrêté du 21 mai 1999 fixe les modalités et les critères du classement de salubrité (et de surveillance) des zones de production de coquillages. Cette grille de classement qui s'appuie principalement sur les niveaux de concentrations en *E.coli* dans les moules (Tableau 1), constitue la référence permettant de qualifier la qualité sanitaire des eaux conchylicoles en France. Pour cette raison, nous l'utilisons comme référence dans cette étude sur la baie du Lazaret.

Classes de salubrité	Qualité des coquillages	Concentrations dans le coquillage (<i>E.coli</i> / 100 g CLI)				
		< 230	< 1000	< 4600	< 46000	> 46000
A	Bonne aptitude à la consommation	≥ 90 %	≤10 % (seuil de tolérance)	0 %		
B	Acceptable purification nécessaire	≥ 90 %		≤10 % (seuil de tolérance)	0 %	
C	Médiocre reparcage ≥ 2 mois en zone A	≥ 90 %			≤10 % (seuil de tolérance)	
D	Mauvaise					>10 %

Tableau 1 : Classes de qualité sanitaire des zones de production conchylicole (exprimée en *E.coli*/100g Chair et Liquide Intervalvaire), selon l'Arrêté ministériel du 21 mai 1999.

L'Arrêté du 21 mai 99 fixe également des critères de qualité chimique à ne pas dépasser pour les coquillages qui sont les suivants (par kg de chair humide de moule) :

- ✓ 0,5 mg pour le mercure total
- ✓ 2 mg pour le cadmium
- ✓ 2 mg pour le plomb

Ces valeurs ont été revues à la baisse et remplacées par des teneurs limites à ne pas dépasser dans les denrées alimentaires (règlement CE 466/2001 du 8/03/01). Ces nouvelles références actuellement en vigueur en termes de sécurité alimentaire sont les suivantes (par kg de chair humide de moule) :

- ✓ 0,5 mg pour le mercure total
- ✓ 1,0 mg pour le cadmium
- ✓ 1,0 mg pour le plomb.

Cette valeur a été récemment revue par le règlement CE 221/2002 du 6/02/02 et fixée à 1,5 mg pour le plomb.

1.4.2. Réglementation au plan local

Sur la base des résultats acquis dans le cadre de la surveillance microbiologique régulière de la qualité des eaux (réseau REMI), effectuée dans la baie par l'ISTPM depuis 1989, ceux-ci étant estimés suffisants par la Commission départementale de Suivi, une proposition de classement définitif en catégorie C a été envisagée et transmise à M. le Préfet du Var, qui l'a concrétisée par l'Arrêté préfectoral du 19 février 1996. Cependant, l'Arrêté ministériel du 22 décembre 1997 retirait toute possibilité de purification pour les coquillages issus des zones C. Ceci a conduit le Préfet du Var, par l'Arrêté du 27 juillet 1998, à décider les mesures suivantes, pour éviter la cessation de l'activité mytilicole dans la baie du Lazaret :

- la baie du Lazaret est classée en catégorie « B provisoire » dans l'attente des conclusions d'une étude de zone qui sera à réaliser avant le 31 décembre 1999 (cf §1.5. ci dessous),
- parallèlement à cette étude de zone, les investigations suivantes seront menées :
 - une étude visant à rechercher la présence éventuelle de virus, sous la conduite de la direction départementale des Affaires sanitaires et sociales,
 - une étude visant à établir un diagnostic concernant l'identification des apports chroniques ou accidentels provenant des bassins versants (qui est représentée par ce document),
 - la poursuite et le renforcement de l'amélioration de l'assainissement des rejets en baie du Lazaret ;
- la création d'une Commission départementale de suivi de la qualité de la zone de production du Lazaret.



1.5. L'étude sanitaire de la zone de production conchylicole de la baie du Lazaret, en vue de son classement

Conformément à la demande exprimée par l'Arrêté préfectoral du 27 juillet 1998, une étude de classement sanitaire de la zone de production mytilicole de la baie du Lazaret a été réalisée par Ifremer, avec des prélèvements sur le terrain de décembre 1998 à décembre 1999 (J.J. Console, mars 2000). Les résultats ont été présentés le 17 janvier 2000 à la Commission de Suivi de la baie et validés. Ils confirment tout à fait les observations obtenues dans le cadre des réseaux de surveillance du site, et concluent à l'existence dans la baie d'une contamination microbiologique modérée mais chronique, présentant de façon aléatoire des pics de contaminations.

Cette étude de classement de zone montre, pour ce qui concerne la qualité microbiologique, (tableau 2) :

- 89,57 % des résultats obtenus pour les 96 analyses réalisées sont inférieurs à 4600 *E.coli* / 100 g CLI (au lieu des 90 % requis par l'arrêté pour le classement en B), et
- 10, 4 % de ces résultats sont compris entre 4600 et 46000 *E.coli* / 100 g CLI (au lieu des 10 % requis).
- La non prise en compte des mauvais résultats liés aux pluies exceptionnelles identifiées le 19 octobre 1999 (possibilité prévue par l'arrêté du 21/05/99), permet d'atteindre le classement en B (90,33 % de valeurs inférieures à 4600 *E.coli*).

Classes de contamination		< 230	230 à 1000	1000 à 4600	4600 à 46000	> 46.000
Nombre total de résultats	96	34	30	22	10	0
%		35.4 %	31.3 %	23 %	10.4 %	0 %
Nombre de résultats (série du 19/10 écartée)	93	34	30	20	9	0
%		36.6 %	32.3 %	21.5 %	9.7 %	0 %

Tableau 2 : Résultats de l'étude de classement sanitaire de la zone de production conchylicole en baie du Lazaret (déc. 1998 - déc. 1999) exprimés en % par classe de contamination (en *E.coli*/100 g CLI)

Au plan de la contamination chimique d'intérêt sanitaire, cette étude de classement de zone montre que les teneurs en mercure, plomb et cadmium dans les moules produites dans la baie, bien qu'élevées, sont inférieures aux seuils de qualité requise par l'Arrêté de mai 99. Cependant il faut remarquer que les concentrations du plomb dans les moules sont souvent supérieures au nouveau seuil de sécurité alimentaire de 1,5 mg plomb /100 mg.

Cette étude ne concerne que les aspects de microbiologie sanitaire. Elle ne prendra donc pas en compte les critères de qualité chimique dont l'importance devient cependant de plus en plus grande et même critique pour l'avenir de la mytiliculture en baie du Lazaret.

Il ressort des résultats de cette étude sanitaire de la baie du Lazaret, que son classement dans la catégorie B, bien qu'à la limite, peut être envisagé, mais que son instabilité constatée constitue un réel handicap pour les activités mytilicoles. Ce contexte a conduit l'Ifremer dès avril 1999 à recommander à la Commission Départementale de Suivi, d'effectuer une étude diagnostique visant à rechercher les causes de la contamination de la zone, en partenariat avec les gestionnaires de l'assainissement et des bassins versants.

C'est dans ce contexte qu'un programme d'étude a été monté. L'objectif principal poursuivi consiste à évaluer les origines et les causes qui conduisent à la contamination des coquillages et de déterminer les solutions à mettre en œuvre pour la reconquête de la qualité des eaux conchylicole dans la baie, dans le respect des exigences sanitaires en vigueur. Cette démarche, proposée par le Comité de Suivi de la baie présidée par le Préfet, a été relayée et reprise dans le cadre du Contrat de baie de la rade de Toulon par le SIAT (Syndicat Intercommunal de l'Aire Toulonnaise), qui a accepté d'en être le Maître d'Ouvrage.



2. L'étude diagnostique des sources de contamination en baie

2.1. Le programme d'étude général

Le programme d'étude général porté par le SIAT a été défini fin 1999. L'objectif principal est de diagnostiquer les scénarios de contamination et de formuler des recommandations à mettre en application dans le cadre du contrat de baie. Il prévoit les participations de plusieurs acteurs dont l'Ifremer, et comporte les phases suivantes :

A/ Identification et localisation - bilan des sources potentielles

Réalisée à partir de documents et d'observations disponibles, cette phase préliminaire sera confiée à un bureau d'études sous forme d'études diagnostiques des systèmes d'assainissements communaux adjacents à la baie. Elle consiste à repérer et à définir les éléments suivants, entrant dans la problématique de la contamination microbiologique des eaux du Lazaret par :

l'inventaire exhaustif des sources d'apports chroniques et accidentels à la baie par repérage cartographique des différents exutoires,
le repérage des réseaux d'eaux usées et pluviales du bassin versant,
le bilan des sources potentielles internes à la baie (navigation, ports, activités de cultures marines...).

L'Ifremer participera à la synthèse de cette phase, en tant qu'utilisateur des informations produites, en particulier pour la réalisation de la phase C, et produira une carte de synthèse des sources potentielle de pollution à leur arrivée au milieu marin.

B/ Enquête sur les mécanismes et les sources de pollution

Il s'agit de l'examen des caractéristiques des réseaux des communes de La Seyne sur mer et Saint-Mandrier, travail complémentaire aux investigations à réaliser dans le cadre des études diagnostiques :

- sur le réseau pluvial : analyse sur plan, enquête de terrain, campagne d'analyse de la qualité sur certains points lors d'épisodes pluvieux... ;
- sur le réseau eaux usées : analyse sur plan, enquête de terrain, surverse des postes de relevage ;
- raccordement, assainissement non collectif : zonage, qualité des équipements autonomes.

Le bilan doit conduire à la mise en évidence de scénarios critiques avec émergence de conditions de dysfonctionnements pouvant être à l'origine de contaminations.

L'Ifremer participera aussi à la partie bilan de cette phase, afin d'exploiter au mieux les informations produites, en vue de la réalisation de la phase C.

C/ Mécanismes de contamination des moules du Lazaret

Cette phase correspond à la contribution principale de l'IFREMER. Elle a pour objectif de relier des causes probables de pollution (apport de germes au milieu marin) caractérisées au cours de l'étude à des épisodes de contamination mesurée in situ tels que ceux constatés par la surveillance de la zone de production.

2.2. La contribution de Ifremer au programme général

La contribution Ifremer s'inscrit dans la logique de détermination des sources et un mécanisme de contamination des eaux et des moules de la baie du Lazaret. Elle comprend 3 étapes :

Etape C1 Qualité de l'eau au débouché des exutoires

En participant aux groupes de travail opérant dans le cadre de la phase A du programme général, Ifremer contribuera à l'identification et à la caractérisation des exutoires suspects sur la base des informations des enquêtes de terrain. En particulier il s'agira d'établir une carte de synthèse des apports potentiels de pollution à la baie.

A la suite, et en s'appuyant sur la liste des exutoires identifiés comme suspects, ou au plus tard six mois après le début de l'étude, des analyses microbiologiques des eaux issues des exutoires suspects seront réalisées (une série par temps sec, une série par événement pluvieux).

Etape C2 Approche spatiale de la contamination

Deux volets sont prévus, qui concernent :

- L'analyse statistique des données de surveillance REMI obtenues dans la baie (1989 à 1999) de façon à mettre en évidence des corrélations avec la météorologie, et,
- La réalisation de 10 campagnes d'observations dans la baie (dont 3 lors d'événements météo spécifiques), avec dénombrements de *E.coli* dans l'eau sur 23 points d'échantillonnages.

Etape C3 Examen de scénarios critiques les plus probables

Cette phase prévoit l'évaluation des scénarios pouvant expliquer une part significative des épisodes de contamination constatés au cours de la surveillance de la zone mytilicole du Lazaret. Le choix du ou des scénarios à évaluer sera fait avec le Maître d'Ouvrage. Parmi ceux ci, la remise en suspension de germes contenus dans les sédiments lors d'un coup de vent fera l'objet d'une évaluation in situ.

En particulier, la capacité de rétention des germes dans les sédiments de la baie les plus aptes sera évaluée, notamment les fonds constitués de particules fines et riches en matière organique, comme ceux des installations aquacoles et mytilicoles. Pour cela les sédiments superficiels seront, en complément de l'eau, caractérisés sur 5 points d'observations (3 séries de

prélèvements), et les moules sur 3 points d'observations au cours d'un épisode « coup de vent » (4 séries).

Au total, l'étude à mener par Ifremer est prévue pour une durée de 18 mois à partir de la signature de la convention, dont 12 mois pour les opérations de terrain afin de prendre en compte la variabilité annuelle des phénomènes de contamination, et 6 mois pour la remise du rapport final. La chronologie prévisionnelle prévoyait le commencement des campagnes en mer de la phase C à la suite des phases A et B d'identification et caractérisation des rejets et sources de contamination de la baie.

2.3. Déroulement de l'étude

Ce document présente l'ensemble des résultats acquis par l'IFREMER (centre de Toulon – La Seyne) au cours de cette étude. L'étude s'est déroulée de façon conforme à la proposition initiale. Certaines parties ont même été au delà en termes d'échantillonnages et d'analyses, dans le but de mieux comprendre certains processus de la baie. Les opérations de terrain se sont déroulées sur 12 mois (de juin 2000 à juin 2001). Les principales étapes qui ont jalonné le déroulement de l'étude sont détaillées ci dessous :

- Proposition d'étude janvier 2000
- Début des études diagnostiques (Phases A et B) janvier 2000
- Signature de la convention SIAT/Ifremer 14 juin 2000

- Début des campagnes « eaux » (Phase C2) juin 2000

- Analyse des résultats des études diagnostiques (Phase C1)
 - La Seyne juin 2000
 - Saint Mandrier juillet 2000
 - Marine Nationale juillet 2001

- Début des campagnes « sédiment » (Phase C3) décembre 2000

- Début des campagnes « exutoires » (Phase C1) janvier 2001

- Fin des campagnes en mer (Phases C2 et C3) avril 2001

- Réunions intermédiaires :
 - Avancement (SIAT, Ifremer, Marine Nationale) 22 juin 2000
 - Etat d'avancement (SIAT) 23 avril 2001
 - Présentation des premiers résultats juillet 2001
 - Présentation des résultats finaux octobre 2001

- Rapport final (version provisoire) novembre 2001



3. Identification des apports à la baie du Lazaret

Dans sa première phase, le programme général prévoit la réalisation d'études diagnostiques sur les systèmes d'assainissements des communes de La Seyne sur mer et Saint-Mandrier, y compris le secteur occupé par la Marine Nationale (parc du Lazaret). Celles ci devaient être réalisées de façon préliminaire, avant toute opération en mer de Ifremer, de façon à orienter les plans d'échantillonnages, en particulier sur les exutoires à cibler.

Ces études avaient pour objet :

- d'établir un inventaire exhaustif des exutoires débouchant dans la baie,
- d'identifier ceux pouvant être considérés comme des apports potentiels de contaminants au milieu marin, à partir d'analyses spécifiques (NH_4^+ , DCO, *E.coli*),
- de caractériser les réseaux urbains en amont de ces exutoires et localiser les sources (en particulier les collecteurs pluviaux, les surverses équipant les postes de refoulement, les écoulements de surface).

Trois études diagnostiques ont été lancées par le SIAT en 1999 en collaboration avec les gestionnaires des zones concernées. Elles ont fait l'objet de conventions spécifiques, et ont été confiées aux bureaux d'études suivants :

- Au BCEOM pour le secteur de la commune de La Seyne,
- A la société SETUDE pour le secteur de la commune de St Mandrier,
- A la Marine Nationale, pour le secteur de l'appontement pétrolier qu'elle occupe, au sud-est de la baie.

Les résultats obtenus par ces études sont l'objet de documents spécifiques qui ont été publiés, et auxquels on se reportera pour plus de détails (cf. annexes). L'Ifremer a participé aux groupes de travail opérant dans le cadre de la phase A du programme SIAT, et a rassemblé les informations les plus importantes, qui sont présentés ci dessous, sous forme de synthèse, et pour l'ensemble de la baie. Nous présentons, parmi tous les exutoires identifiés à la baie, ceux qui apparaissent comme les plus importants en termes d'apports de contaminants et de sources de pollution bactériologique pouvant affecter la qualité des eaux et des coquillages de la baie.

3.1. Secteur de LA SEYNE (BCEOM, juillet 2000)

63 exutoires sont identifiés par le BCEOM (juillet 2000) sur le secteur de la commune de La Seyne, depuis le fort de Balaguier au nord (LS1), jusqu'à la limite de cette commune en fond de la baie (LS63) . Leurs caractéristiques détaillées sont présentées en annexe de ce document. On retiendra :

- 47 exutoires sont reliés à des grilles ou avaloirs sur la voirie côtière, récupérant les ruissellements de temps de pluie (lessivage de la voie publique). Ils ne sont pas prolongés à l'amont, et donc se révèlent sans apport par temps sec ;

- 12 exutoires sont reliés en amont à des propriétés privées. Il s'agit surtout de réseaux pluviaux, de reliques d'exutoires mal connus, comme par exemple des fosses septiques, ...et peuvent constituer des apports épisodiques ;
- 11 rejets sont des gros diamètres ($D \geq 400$ mm) : LS7, LS18, LS22, LS24, LS29, LS31, LS51, LS53, et surtout LS59, LS60, LS62 en fond de baie. Il s'agit de collecteurs pluviaux souvent anciens, par lesquels peuvent transiter des débits liquides et des flux contaminants importants lors d'épisodes pluvieux ;
- 16 exutoires présentent des dépôts importants, donc mobilisables à court terme et entraînés vers la baie lors des pluies (LS22, LS54, LS59, LS60) ;
- 29 exutoires sont nettement soumis à l'influence marine (présence d'eaux salées); certains étant immergés voire fissurés. Il existe des passages d'eaux parasites, pouvant être soit des exfiltrations (vers la baie) soit des infiltrations.

Un certain nombre de rejets ont été remarqués par le BCEOM comme « suspects » car présentant des écoulements douteux :

LS5, réseau,
 LS10, propriété privée (présence de détergents),
 LS16, ancien collecteur avec odeurs suspectes,
 LS42, réseau,
 LS45, propriété privée,
 LS48, réseau,
 LS56, réseau,
 LS59, collecteur réseau de gros diamètre, très encombré,
 LS60 (proche RMTT), collecteur réseau de gros diamètre, très encombré.

D'autres exutoires n'ont pas pu être analysés, du fait de l'absence de regards de visite en amont (LS8, LS11, LS12, LS37, LS96).

Après analyses des effluents (NH_4 , DCO, débit) le 9 juin 2000, il est confirmé que les 4 exutoires suivants sont, à cette date, vecteurs d'eaux usées contaminées à la baie :

LS16, NH_4 élevé ($> 1\text{mg/l}$), confirmant la présence de branchements privés,
 LS42, DCO élevée traduisant des apports de matières organiques importants,
 LS59
 LS60

3.2. Secteur de St Mandrier (source SETUDE, juillet 2000)

Sur la commune de Saint Mandrier, les eaux usées sont collectées et apportées au poste de refoulement du stade. La zone desservie par les collecteurs d'eaux pluviales est plus étendue. Une partie est constituée de caniveaux et fossés.

3 exutoires situés en zone urbanisée (sur les 5 recensés par Setude), sont directs vers la baie (cf annexes). Ces exutoires sont de gros diamètres (D 600 et D 800) :

- SM1, exutoire principal du collecteur passant sous le stade (entre IMS et port Pin Rolland),
- SM2, exutoire issu de la déchetterie (Port Pin Rolland), avec proximité de canalisation d'eau usée (déplacement en projet),
- SM3, exutoire « naturel » provenant du fossé longeant l'accès à la Marine Nationale, avec déversement direct possible d'une fosse septique privée identifiée comme endommagée.

Les deux autres exutoires SM4 et SM5 sont issus des bassins versants boisés de la commune, et débouchent sur le domaine de la Marine Nationale (CD18).

Aucun écoulement de temps sec n'a été détecté sur ces exutoires par SETUDE. Les analyses réalisées par temps de pluie (28/04/2000 et 10/05/2000) ont montré des concentrations non négligeables dans les effluents, comprises entre 10 000 et 100 000 *E.coli* /100 ml avec un débit pouvant atteindre 450 m³ pour SM1.

Ce secteur de la commune de Saint Mandrier est marqué d'autre part par l'existence de nombreux navires de plaisance au mouillage ou en place dans les zones portuaires (IMS, port Pin Rolland). Habités ou non, de façon permanente ou occasionnelle, on ne peut exclure qu'ils soient à l'origine d'apports diffus potentiellement polluants pour le milieu marin naturel et la baie. A titre d'exemple, ceci peut être placé en parallèle avec les teneurs en contaminants chimiques élevées qui ont été identifiées dans les sédiments de ces ports (Créocan, 1999).

3.3. Secteur de la Marine Nationale (source Marine Nationale, juillet 2001)

L'inventaire et la localisation des exutoires directs à la mer ont été communiqués par la Marine Nationale au SIAT, pour ce qui concerne le secteur de l'apportement pétrolier.

Au total, 13 exutoires sont identifiés (MN1 à MN13). Les analyses réalisées sur ces exutoires n'ont pas montré de véritable dysfonctionnement par temps sec. 3 exutoires ne sont pas reliés au réseau d'eaux usées et présentent un écoulement :

- le MN3 (station de traitement de l'eau),
- le MN7 (fosse septique),
- le MN9 et le MN10 (eaux usées provenant des bâtiments douches des personnels).

Par temps de pluie, 9 exutoires présentent un écoulement. Les analyses réalisées le 2 mai 2001 par la Marine Nationale sur les effluents ont montré des teneurs non négligeables atteignant 10 000 *E.coli*/100ml sur MN2 et MN7. Les 6 exutoires pouvant être considérés comme des apports contaminants, sont dans l'ordre MN7 et MN2, et dans une moindre mesure MN6, MN13, MN12.

En conclusion, et grâce aux études diagnostiques réalisées sur les systèmes d'assainissements des communes riveraines, on dispose d'une liste exhaustive des exutoires débouchant en baie du Lazaret et d'une cartographie de leurs emplacements. Ces documents constituent un outil indispensable, qui sera très utile pour permettre le contrôle des apports à la baie, dans une perspective de gestion et de protection de sa qualité, en particulier au regard de la production conchylicole.

Au total ce sont 81 rejets qui sont identifiés comme débouchant en baie du Lazaret (cf. annexes). Les $\frac{3}{4}$ sont situés sur la commune de La Seyne.

Les investigations menées vers les réseaux en amont, ainsi que les analyses portant sur la contamination microbiologique et chimique des effluents conduisent à cibler un certain nombre d'exutoires qui apparaissent comme des sources probables d'apports contaminants à la baie (figure 4).

Origine	La Seyne	St Mandrier	Marine Nationale	Total Baie du lazaret
Nombre d'exutoires identifiés	63	3 (5)	13	81
Exutoires apparaissant comme sources probables de pollution à la baie	<ul style="list-style-type: none"> • LS16 • LS59 • LS60 	<ul style="list-style-type: none"> • SM1 • SM3 	<ul style="list-style-type: none"> • MN2 • MN7 • MN13 	

Compte tenu de l'emplacement de ces exutoires « sensibles », certains secteurs de la baie apparaissent comme particulièrement concernés par ces apports. Il s'agit des secteurs suivants :

- Le fond de baie (LS59, LS60, SM1, SM3),
- La corniche de Tamaris (LS16),
- Le secteur de la Marine Nationale (MN1, MN7, MN13).

3.4. Autres sources potentielles de contamination microbiologique de la baie

L'ensemble des rejets urbains et des exutoires se déversant à la baie du Lazaret qui constituent l'objet de cette étude et sont identifiés ci-dessus, ne doit pas occulter l'existence d'autres apports potentiels pouvant contribuer à l'altération de la qualité microbiologique de la baie, qui pourront le cas échéant faire l'objet d'études spécifiques. On peut citer :

- Les apports diffus, difficilement identifiables, comme par exemple les ruissellements par temps d'orage sur les surfaces imperméabilisées ou non des bassins versants,
- Les apports venant du reste de la rade et véhiculés par les courants marins,
- Les apports consécutifs à la remise en suspension des sédiments de la baie, en particulier lors des activités de dragages, ou de coups de vents,
- Les apports liés aux navires qui transitent ou qui stationnent dans la baie (navires de la Marine Nationale, bateaux de plaisance, navires touristiques, RMTT),
- Les rejets chroniques, à caractère « accidentel » pouvant être signalés ou non, parmi lesquels les dépotages et autres vidanges (par des camions, des navires,...), ainsi que d'une façon générale les déjections d'animaux domestiques,
- D'une façon générale tous les apports liés aux activités humaines dans la baie, y compris les activités d'exploitations aquacoles et conchylicoles (cf installations permanentes en baie, équipements sanitaire, apports alimentaires aux poissons d'élevages, etc....).

4. Caractérisation de la qualité du milieu marin dans la baie du Lazaret au regard des aspects microbiologiques (sanitaires)

4.1. Matériels et méthodes

L'approche spatiale de la qualité microbiologique (d'intérêt sanitaire) des eaux de la baie constitue l'objectif majeur de cette étude. Elle s'organise en plusieurs volets qui concernent les débouchés des exutoires (module C1), l'ensemble des eaux de la baie (module C2) et le compartiment sédimentaire (module C3). Le programme s'appuie sur la réalisation de plusieurs campagnes en mer (eau, sédiment, moule) en vue de prélever des échantillons qui feront l'objet d'analyses au laboratoire.

Un ensemble de points de prélèvements a été choisi dans la baie (figure 5), comprenant :

- 15 points aux débouchés des exutoires identifiés comme suspects (cf. §3),
- 20 points dans la baie, sur la périphérie, avec un pas d'espacement de l'ordre de 300 mètres (numérotés de 1 à 20 du nord au sud), et
- 3 points en milieu de baie sur la zone de production mytilicole (N, C, S).

Les prélèvements réalisés concernent :

- l'eau en surface (0,5 mètres), par bouteille stérile,
- les sédiments superficiels, par prélèvement direct dans un flacon stérile, réalisé en plongée, ou à pied pour les points aux débouchés des exutoires.
- les moules, conformément au protocole habituel mis en oeuvre dans la surveillance REMI.

Les analyses ont été effectuées au laboratoire Ifremer de La Seyne sur mer. Elles consistent à dénombrer les germes *E.coli.*, qui est retenu (par l'arrêté du 21 mai 1999) comme l'indicateur de la présence de contamination fécale et donc de germes potentiellement pathogènes (salmonelles...) ou de virus.

Les méthodes d'analyses qui ont été utilisées sont :

- pour l'eau, la méthode NPP. Les résultats des analyses sont exprimés en nombre de *E.coli* pour 100 ml d'eau de mer.
- pour la moule, l'impédance-métrie. Les résultats des analyses sont exprimées en nombre de *E.coli* pour 100 g de Chair et Liquide Intervalvaire (CLI).
- pour les sédiments, la technique NPP par microplaques. Les résultats sont exprimés en *E.coli*/100g de sédiment humide. Il n'existe pas de technique normalisée à l'heure actuelle pour les sédiments. En effet, l'un des problèmes posés est de procéder au « décrochage » des germes bactériens adsorbés et fixés sur les particules sédimentaires. Pour cette raison, il n'existe pas de valeur de référence.

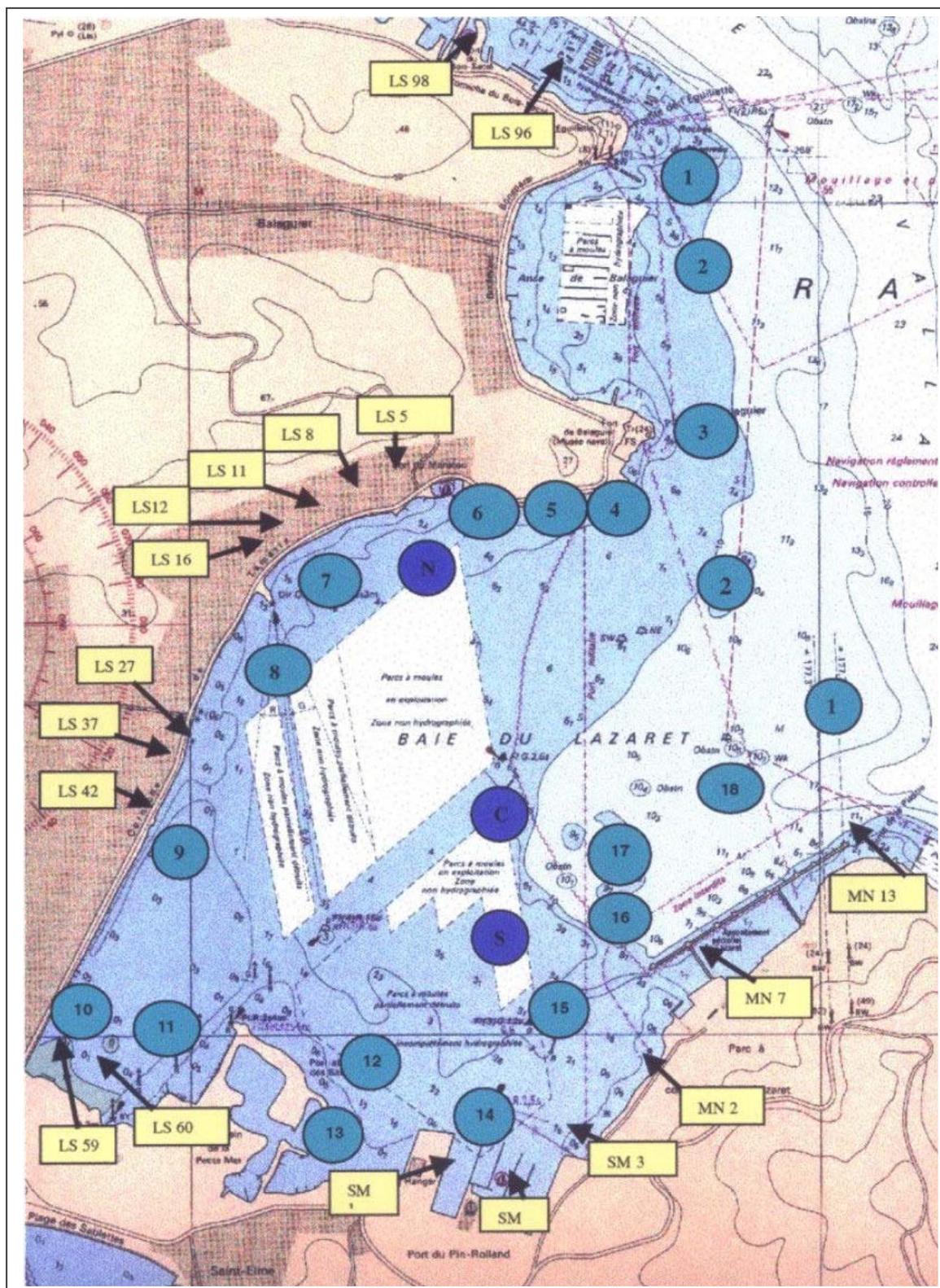


Figure 5 : Localisation des points de prélèvements pour l'évaluation de la qualité microbiologique du milieu marin en baie du Lazaret (rade de Toulon).

Les résultats sont présentés ci dessous de façon à faire ressortir le niveau de contamination microbiologique dans la baie, en essayant d'identifier sa répartition spatiale et s'il existe d'éventuels gradients permettant de remonter aux sources.

Les résultats seront aussi comparés à des valeurs de référence issues de l'arrêté du 21 mai 99, présentées dans la grille de lecture ci dessous (tableau 2). Les valeurs seuils de concentrations fixées pour les moules par cet arrêté déterminent 5 classes de qualité (symbolisées par une couleur). Elles sont utilisées pour extrapoler des valeurs seuils de concentrations dans l'eau, calculées pour les besoins de l'étude, en prenant un facteur X 30 de bioaccumulation couramment admis pour les moules par rapport à l'eau.

Niveau de contamination microbiologique	Très faible	Faible	modéré	élevé	Très élevé
Coquillages (E.coli / 100 g CLI) (arrêté de mai 99)	≤ 230	230 ≤ 1.000	> 1.000 ≤ 4.600	4.600 ≤ 46.000	> 46.000
Eau (E.coli / 100 ml)	≤ 15	15 ≤ 35	35 ≤ 150	150 ≤ 1500	> 1500

Tableau 3 : Critères retenus pour l'estimation de la qualité microbiologique du milieu marin au regard d'un usage conchylicole (en référence à l'arrêté du 21 mai 1999)

4.2. Résultats : Qualité des eaux et des sédiments marins aux débouchés des exutoires « suspects »

L'évaluation de la qualité microbiologique de l'eau de la baie au débouché des exutoires « suspects » est prévue au programme général (module C1). Elle doit intervenir à la suite des études diagnostiques des réseaux d'assainissements, et comporter 1 campagne de prélèvements par temps sec et 1 campagne lors d'un épisode pluvieux.

En réalité, ce sont 5 campagnes de prélèvements d'eau et de sédiment qui ont été effectuées (de janvier à mars 2001), sur 15 points situés aux débouchés des exutoires identifiés comme apports contaminants potentiels (12 à La Seyne, 3 à St Mandrier ; aucun sur le secteur de la Marine Nationale, l'étude diagnostique spécifique n'ayant pu être effectuée à cette date).

	10/01/01	07/02/01	23/02/01	09/03/01	19/03/01
Vent	Ouest fort	Est modéré	Ouest mistral	Est	Ouest modéré
Pluies	sec	sec	Sec	Pluies fortes	sec

Tableau 3 : Conditions météorologiques existantes lors des campagnes « exutoires »

	10/01/01	07/02/01	23/02/01	09/03/01	19/03/01	classe
LS5	179	10	30	160	56	
LS8	160	10	791	93	> 34660	
LS11	194	10	15	10	77	
LS12	10	10	1120	15	215	
LS16	1510	10	30	15	1970	
LS27	10	15	15	232	10	
LS37	615	61	30	46	10	
LS42	46	61	77	197	15	
LS59	15	161	61	15	15	
LS60	10	161	10	15	10	
LS96	np	np	15	10	10	
LS98	np	np	10	10	10	
SM 1	46	179	94	640	61	
SM 2	61	144	15	61	30	
SM 3	1170	30	15	30	30	

Tableau 4 : Qualité bactériologique des eaux de la baie (en *E.coli* / 100 ml) aux débouchés des exutoires (en gras, les concentrations >150 *E.coli*/100ml ; np = non prélevé)

	10/01/01	07/02/01	23/02/01	09/03/01	19/03/01	
LS5	2140	100	np	100	graviers	
LS8	2490	100	610	graviers	> 34660	
LS11	567	100	np	300	610	
LS12	100	100	300	930	100	
LS16	856	150	100	100	2150	
LS27	100	100	300	150	100	
LS37	100	150	150	100	100	
LS42	140	610	100	150	150	
LS59	140	100	100	300	150	
LS60	100	150	100	graviers	150	
LS96	np	np	graviers	graviers	graviers	*
LS98	np	np	graviers	graviers	graviers	*
SM 1	np	100	100	150	300	
SM 2	100	300	np	1100	100	
SM 3	100	150	np	100	150	

Tableau 5 : Qualité bactériologique des sédiments (en *E.coli* / 100 g) aux débouchés des exutoires (en gras, les concentrations \geq 300 *E.coli*/100 g; np = non prélevé)

Les résultats des concentrations en *E.coli* pour les 5 séries d'analyses sont présentés ci dessous (tableaux 3, 4, 5), et classés selon la grille des valeurs de référence définie ci dessus.

Dans l'eau (tableau 4), les teneurs en germes rencontrées montrent des valeurs élevées sur certains points, pour chacune des dates des campagnes. Les contaminations les plus élevées sont trouvées aux débouchés des exutoires suivants (par ordre d'importance décroissante) :

- LS8 et, sur ce même secteur LS5 et LS11,
- LS16 ainsi que LS12,
- LS37,
- SM 1 et SM3.

Les analyses complémentaires effectuées sur le sédiment (tableau 5) vont dans le même sens que les résultats précédents. Les plus fortes contaminations sont trouvées au droit des exutoires suivants (par ordre d'importance décroissante) :

- LS8 et le secteur compris entre LS5 à LS11,
- LS16 et LS12,
- LS42 et SM2.

4.3. Approche spatiale de la qualité microbiologique dans la baie (eaux, sédiments, moules)

L'évaluation de la qualité bactériologique de l'eau dans la baie du Lazaret (module C2), prévoit de réaliser 10 campagnes dont 3 en relation avec un événement météo spécifique.

En réalité, ce sont 15 campagnes (15 séries) qui ont été effectuées de juin 2000 à mars 2001, sur 23 points d'échantillonnages (figure 6) répartis sur l'ensemble de la baie (20 points sur la périphérie et 3 points sur la zone centrale de production mytilicole). Les prélèvements de sédiments superficiels (module C3) ont été réalisés lors de 7 campagnes (déc. 2000 à mars 2001) sur 7 points (7 séries).

Les résultats des concentrations dans les eaux (en *E.coli* / 100ml) confirment les niveaux observés au point de la surveillance REMI (tableau 6). Ils précisent en plus la variabilité spatiale et temporelle de la contamination microbiologique.

C'est au point 10, au fond sud-ouest de la baie, que s'observe le niveau de contamination le plus élevé de la baie, et aussi le plus souvent dans l'année (d'août à décembre 2000).

point	20/06/00	10/07/00	31/07/00	29/08/00	20/09/00	11/10/00	17/10/00	25/10/00	05/12/00	18/12/00	08/01/01	05/02/01	20/02/01	06/03/01	23/03/01
	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau	eau
1	10	10	10	10	15	10	690	15	144	514	10	10	127	10	15
2	10	10	15	10	10	15	800	10	61	10	10	10	272	10	10
3	10	10	10	10	10	10	933	10	94	30	10	10	30	10	10
4	10	10	10	10	10	127	126	10	61	10	10	10	10	10	10
5	10	10	10	10	15	61	61	15	15	15	10	10	10	10	10
6	10	10	10	15	15	77	144	10	268	10	10	10	10	10	10
7	10	10	10	15	15	46	10	10	46	15	10	10	10	10	10
8	10	10	10	10	10	15	46	10	144	15	10	10	10	10	10
9	94	10	10	10	10	15	144	77	77	10	15	10	10	10	10
10	108	10	10	408	212	144	1166	94	7100	2029	61	10	10	10	10
11	108	10	10	10	10	30	312	46	194	272	45	10	15	10	10
12	10	10	10	10	15	10	1489	15	94	15	15	10	10	10	10
13	10	10	10	15	10	30	197	10	77	15	10	10	10	10	10
14	15	10	10	15	46	15	1677	215	161	15	10	15	46	10	30
15	77	10	10	10	30	15	1007	46	127	46	10	10	10	10	10
16	77	46	10	10	10	15	1573	10	144	15	30	10	10	10	10
17	61	15	10	10	15	10	1838	110	108	10	10	10	10	10	15
18	177	10	10	10	*	10	1531	10	46	10	15	10	10	10	10
19	309	10	10	10	10	10	94	10	77	10	10	10	15	10	10
20	476	15	10	10	10	10	10	10	46	30	10	10	10	10	10
N	94	10	10	10	30	10	268	10	61	30	15	10	10	10	10
C	161	*	10	10	110	61	15	15	46	46	10	10	10	10	15
S	143	10	10	10	61	10	330	10	61	10	61	10	10	10	10

Tableau 6 : Qualité microbiologique des eaux de la baie du Lazaret (en *E.coli* / 100 ml). (En gras, les concentrations > 150 *E.coli* / 100 ml)

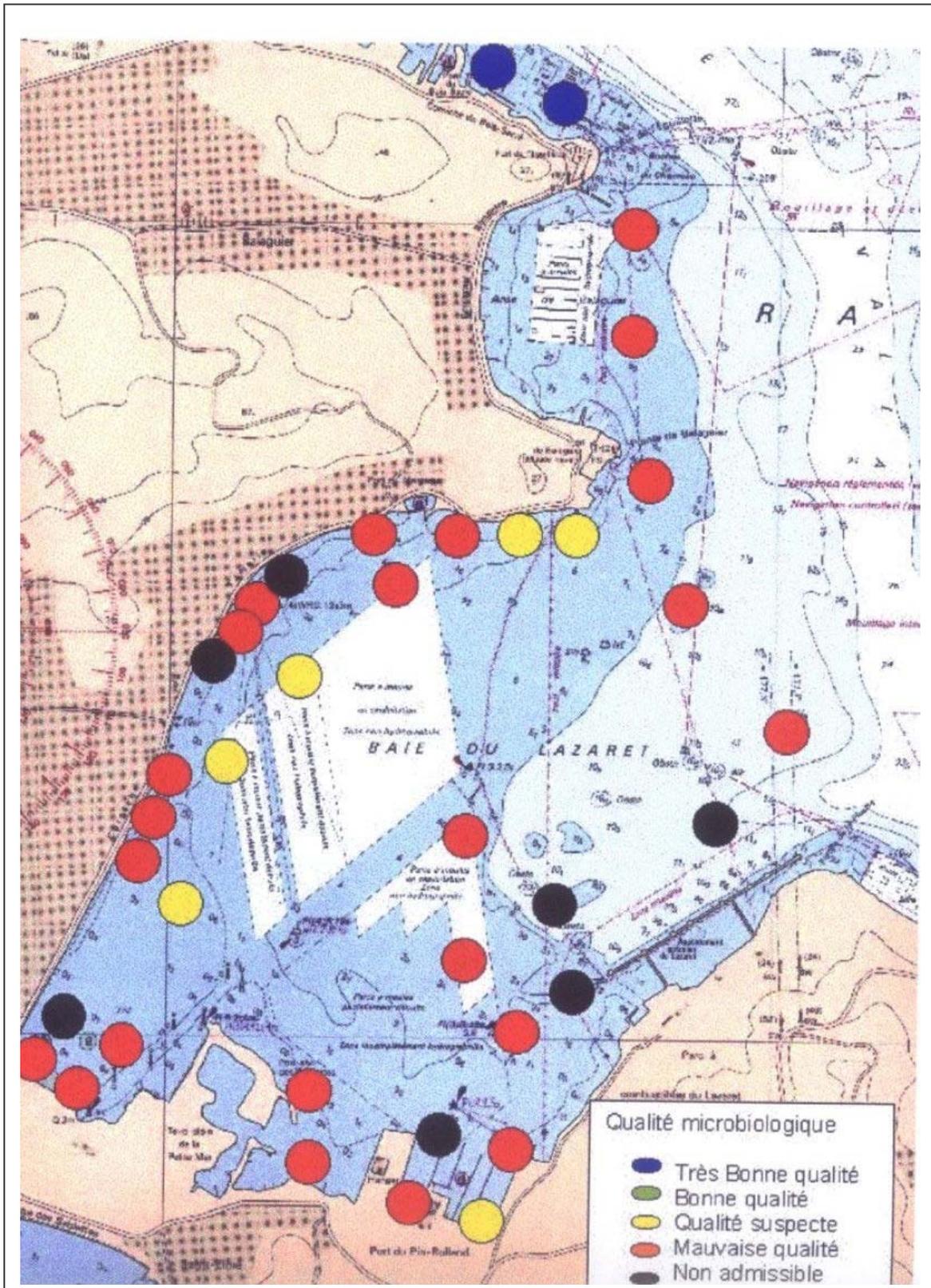


Figure 6 : Répartition spatiale de la qualité microbiologique des eaux de la baie du Lazaret, à partir des 15 campagnes d'échantillonnages réalisées de juin 2000 à mars 2001 (en référence à la grille de classement sanitaire extrapolée à partir de l'Arrêté du 20 mai 1999).

Une situation de contamination bactériologique des eaux dans la baie est rencontrée pour trois dates au moins (sur les 15 campagnes), qui sont les suivantes :

- Le 17 oct. 2000, la contamination est rencontrée de façon presque générale dans la baie, en particulier sur les secteurs :
sud-est, Saint Mandrier - Marine Nationale (points 14 à 18),
en fond de baie (points 10 à 14),
ainsi qu'en baie de Balaguier (points 1 à 3),
et plus faiblement au centre de la baie (N et S).
- Le 20 juin 2000 l'aire de répartition de la contamination est plus localisée sur la partie est proche de l'apportement Marine Nationale et l'entrée de la baie (points 18 à 20) ainsi qu'au centre de la baie (points N, C, et S).
- Le 5 déc. 2000, la contamination moins marquée est observée sur le secteur fond de baie (points 10 à 17) et Tamaris (point 6).

Les contaminations élevées rencontrées les 17 oct. 2000 et 5 déc. 2000, font suite à des précipitations abondantes dans les jours qui précèdent, respectivement de 45 mm (du 12/10 au 16/10) et de 25 mm (du 2/12 au 4/12). Ce n'est pas le cas pour la contamination observée le 20 juin 2000 qui, au demeurant, apparaît plus limitée géographiquement.

C'est donc durant l'automne 2000 que la qualité des eaux dans la baie est la plus médiocre. Pour le reste de l'année, et en dehors des dates spécifiées ci dessus, la qualité des eaux de la baie apparaît globalement satisfaisante, que ce soit en été 2000 (juillet - sept) et en hiver 2001 (janv. – mars), excepté toutefois au fond de la baie (point 10) .

Au centre de la baie, sur les parcs conchylicoles (points N, C, S), la qualité des eaux apparaît meilleure qu'à la périphérie (figure 6). Des teneurs élevées sont trouvées aux mêmes dates mais sont de niveaux plus faibles que sur les points côtiers (facteur 1 à 5). Le gradient côte-large des concentrations microbiologiques qui est observé dans la baie renforce l'idée que les apports situés à la périphérie de la baie jouent un rôle prépondérant comme sources de contaminants.

Les résultats des analyses de sédiments superficiels prélevés au cours de 7 campagnes (7 points), sont en accord et confirment les observations précédentes (tableau 7). Les teneurs dans le sédiment sont élevées pour deux périodes, en décembre 2000 comme pour l'eau, et en mars 2001. Elles sont également élevées le 06/03/01 au centre de la baie alors qu'aucune contamination n'est décelée par ailleurs dans l'eau.

points	05/12/00	18/12/00	08/01/01	05/02/01	20/02/01	06/03/01	23/03/01
2	150	150	100	100	100	100	100
10	3440	300	100	100	450	100	100
14	910	600	100	100	450	100	100
15	300	100	100	100	100	100	100
N	150	150	100	100	100	770	300
C	1230	300	100	100	100	300	53500
S	600	150	100	100	100	300	100

Tableau 7 : Qualité microbiologique des sédiments dans la baie (en *E.coli*/100 g).

Ce sont les sédiments du fond de la baie (points 10, 14,15) et du centre de baie (point C) sous les tables d'élevages, qui montrent les plus fortes contaminations.

4.4. Suivi continu de la qualité du milieu marin au niveau des tables conchylicole au centre de la baie (point C).

Un suivi du milieu a été effectué en continu pendant 10 jours (du 12 au 23 mars 2001) depuis une table mytilicole située au centre de la baie (point C, fixe). Une sonde immergée mesure en continu les paramètres physico-chimiques de la masse d'eau superficielle (température, salinité, turbidité). Des prélèvements d'eau, de moules, et de sédiments sont effectués régulièrement (tableau 8).

date	heure	support	température	salinité	turbidité	<i>E.coli</i> /100m l
Lundi	15h15	Eau	13,6	36,8	np	<15
12/03/01		Moule				<30
		Sédiment				450
Mardi	10h00	Eau	13,4	37,6	1,2	30
13/03/01		Moule				44
	15h30	Eau	13,7	37,7	1,3	15
		Moule				65
Mercredi		Eau	np	37	2,5	195
14/03/01		Moule				58
Jedi		Eau	13,6	37,7	np	94
15/03/01		Moule				<30
		Sédiment				450
Vendredi		Eau	13,6	37,6	np	15
16/03/01		Moule				<30
Lundi		Eau	np	37	1,3	15
19/03/01		Moule				74
Mardi		Moule				<30
20/03/01		Sédiment				19800
Mercredi		Eau	13,8	37	1,2	45
21/03/01		Moule				623
Jedi		Eau	14	37,7		77
22/03/01		Moule				111
Vendredi		Eau				15
23/03/01		Moule				58

Tableau 8 : Résultats des prélèvements réalisés au cours du suivi du milieu marin au niveau des tables mytilicoles au centre de la baie (point C)

Les enregistrements réalisés montrent sur les 10 jours de mesures une faible variabilité des paramètres physico-chimiques traduisant une grande stabilité des masses d'eau (figure 7). La salinité oscille entre 37,4 et 37,9 ‰, et la température entre 13,6 et 15,0°C. Sur cette même période, la qualité microbiologique de l'eau et des moules est dans l'ensemble bonne. Seuls les sédiments

présentent une teneur plutôt élevée, indiquant un épisode de contamination le 20/03/01. On remarquera que la période précédente (du 14/03 au 20/03/01), se caractérisait par la conjonction des événements suivants :

- une météorologie agitée avec des pluies et des vents très forts ,
- des contaminations élevées dans l'eau aux débouchés des exutoires LS8, LS16, LS12, qui ont été identifiées le 19/03/00,
- des contaminations élevées dans le sédiment aux débouchés des exutoires LS8, LS16, LS11 le 19/03/01, ainsi qu'au centre de la baie (point C) le 20/03/01,
- des contaminations plutôt élevées dans les moules le 21/03.

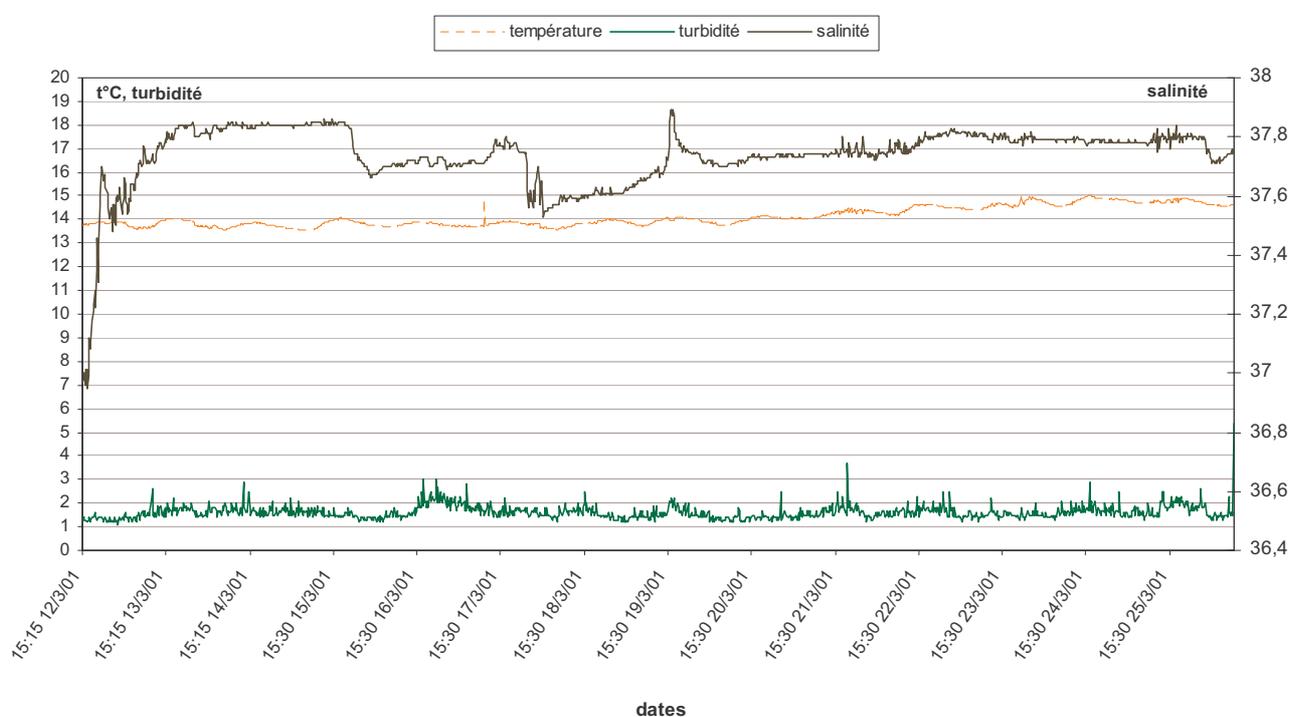


Figure 7 : variations des paramètres physico-chimiques au centre de la baie (point C) mesurés par sonde immergée durant 10 jours, du 12 au 23 mars 2001.

On remarque que ces phénomènes sont transitoires puisque le 23/03 les concentrations dans l'eau de la baie sont redevenues faibles.

Ce type d'épisode météorologique conjuguant vents forts et pluies, paraît être un scénario mécanisme majeur aboutissant (par ruissellements, by-pass, apports particuliers par des exutoires) à la contamination de la baie de Lazaret.

4.5. Conclusion

L'ensemble des campagnes d'échantillonnages qui ont été réalisées contribue à préciser l'état de la contamination bactériologique dans la baie du Lazaret et sa distribution spatio-temporelle.

Les teneurs élevées en contaminants microbiologique sont détectées aux débouchés de plusieurs exutoires suivis sur les communes riveraines. Les mesures effectuées confirment les observations préliminaires des études diagnostiques.

Les exutoires identifiés concernés par des contaminations élevées sont, par ordre d'importance décroissante:

- LS8 et LS16 ainsi que LS12 sur la corniche de Tamaris,
- LS5, LS11 sur le secteur du port du manteau,
- LS59, LS60, et SM1, SM3, en fond de baie.

Les secteurs de la baie qui montrent les plus fortes contaminations correspondent à ces exutoires. Ce sont par ordre d'importance décroissante :

- le fond de baie (points 10 à 14),
- le secteur Saint Mandrier - Marine Nationale (points 16 à 18),
- le secteur de Tamaris.

La qualité bactériologique des eaux de la baie se caractérise par une grande variabilité à la fois dans le temps et dans l'espace. Les épisodes de contamination concernent l'ensemble de la baie. Ils sont détectés en milieu de baie (sur les parcs conchylicole) aux mêmes dates que sur les points de la périphérie, mais avec un niveau généralement plus faible (facteur 1 à 5). Ce gradient côte-large de répartition de la contamination suggère l'importance des apports côtiers locaux.

Les sédiments de la baie apparaissent jouer un rôle de piège et réservoir de contamination, et, par le jeu des mécanismes hydro-sédimentaires comme source secondaire pouvant entraîner, à terme, une altération de la qualité des eaux et des moules de la baie.

5. Etude de certains facteurs pouvant influencer sur la qualité microbiologique de la baie : facteurs météorologiques (vents, pluies), escales des grands navires, transferts de masses d'eau par les courants marins

L'étude de l'influence de la météorologie sur la qualité des eaux de la baie est prévue dans le programme général (module C2). Elle fait écho à diverses observations selon lesquelles la qualité des eaux et des coquillages serait dépendantes des précipitations et/ou des vents locaux (Ifremer, 1990).

L'analyse présentée ci dessous vise à mettre en évidence avec des outils statistiques l'existence de relations entre la colimétrie mesurée dans les moules (dans le cadre du réseau de surveillance REMI mis en œuvre depuis 1989 par Ifremer dans la baie du Lazaret) avec les données météorologiques acquises auprès de Météo-France, concernant les précipitations et les vents.

5.1. Relation avec la pluie

L'aspect erratique des évolutions comparées de la pluie et de la colimétrie (figure 8) rend illusoire les calculs classiques de corrélation. Pour cette raison, les variables ont été recodées. Différents essais de catégorisation de la variable pluie et de la variable colimétrie ont été effectués afin de tester l'indépendance de ces deux variables.

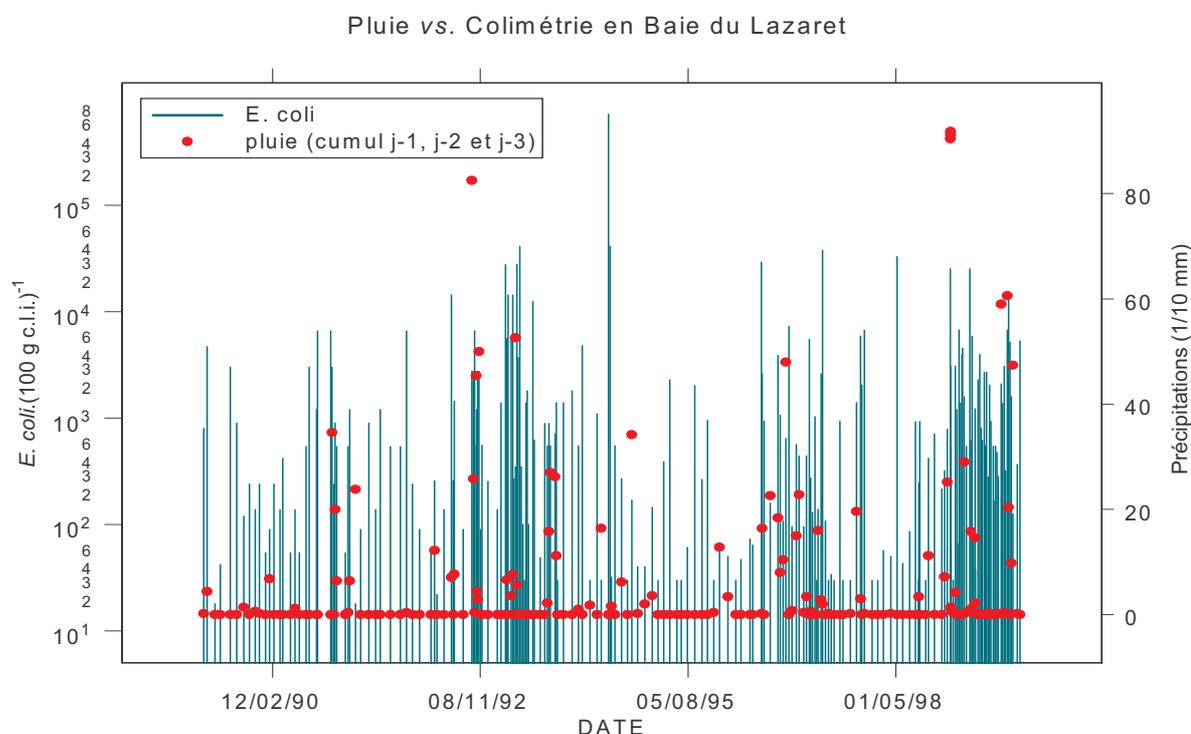


Figure 8 : Evolutions simultanées de la contamination des moules et des précipitations (cumul sur les trois jours précédant le prélèvement de coquillages)

Un résultat significatif ($p = 0.04$) a été obtenu en croisant les classes de colimétrie « $> 1000 E.coli/100 \text{ g C.L.I}$ » et « $< 1000 E.coli./100 \text{ g C.L.I.}$ » avec les classes de pluie « $> 10 \text{ l/10 mm}$ » et « $\leq 10 \text{ l/10 mm}$ ». En d'autres termes, ce résultat montre une symétrie entre les valeurs de la colimétrie dans les moules et les précipitations.

5.2. Relation avec le vent

Afin de mettre en évidence une relation entre le vent et la colimétrie, nous avons également été amené à opérer une catégorisation de ces deux variables. Pour cela, et afin de proposer un découpage le moins arbitraire possible pour le vent, il a été retenu d'examiner l'histogramme de répartition des valeurs de vent (figure 9). La variable « vitesse du vent » considérée est la moyenne des vitesses de vent estimées la veille et le jour de prélèvement.

Le caractère bi modal apparent des vitesses des vents autorise un découpage au niveau de la zone de chevauchement des deux populations, soit 40 km/h. On définit ainsi une variable qualitative à deux classes, selon que la vitesse du vent est supérieure ou inférieure à 40 km/h.

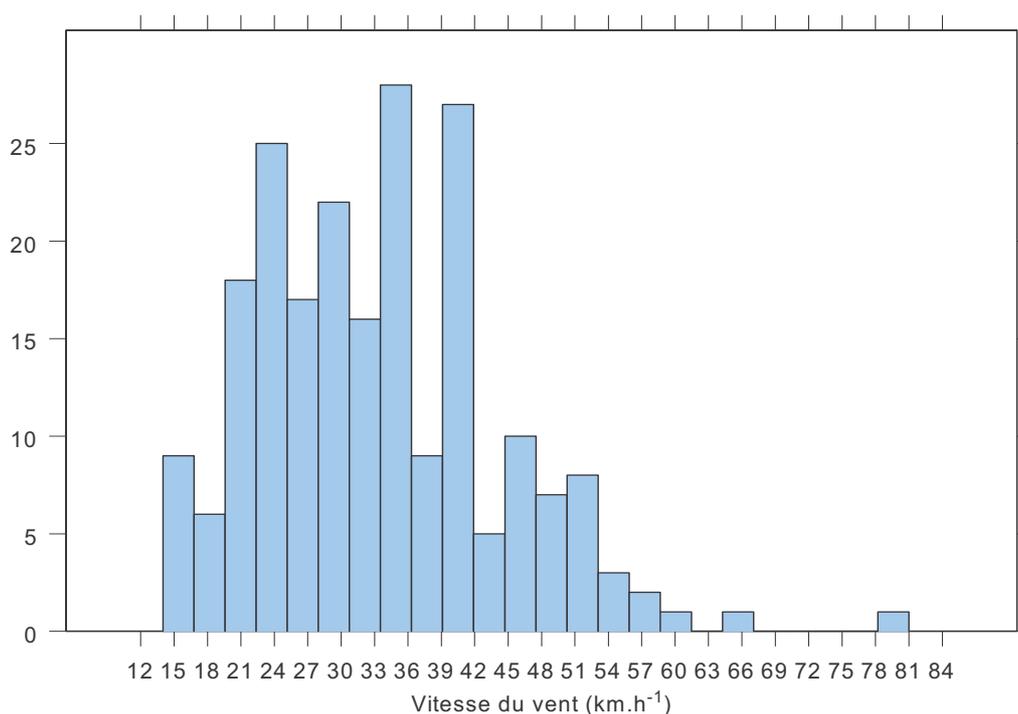


Figure 9 : Histogramme de fréquence (en %) des vitesses des vents en rade de Toulon (source Météo France).

La figure 10 permet de visualiser les forces de vents existantes (en km/h), pour chacune des classes de colimétrie mesurée dans les moules de la baie, par secteur de vent. On définit deux secteurs de vents :

- « NE » correspond à des vents de secteur nord-est (de 315° à 135°),
- « SO » correspond à des vents de secteur sud-ouest (de 135° à 315°).

La relation colimétrie – vent la plus nette apparaît pour les vents de secteur nord-est, qui correspondent à l'axe d'entrée des eaux dans la baie du Lazaret en provenance de la rade de Toulon. A contrario, les vents de secteur sud-ouest semblent avoir peu d'effet sur la colimétrie dans les moules de la baie.

Cette relation est de plus confirmée par un test d'indépendance (χ^2) significatif ($p = 0.006$) entre la variable vent catégorisée comme indiquée précédemment et la colimétrie en classes.

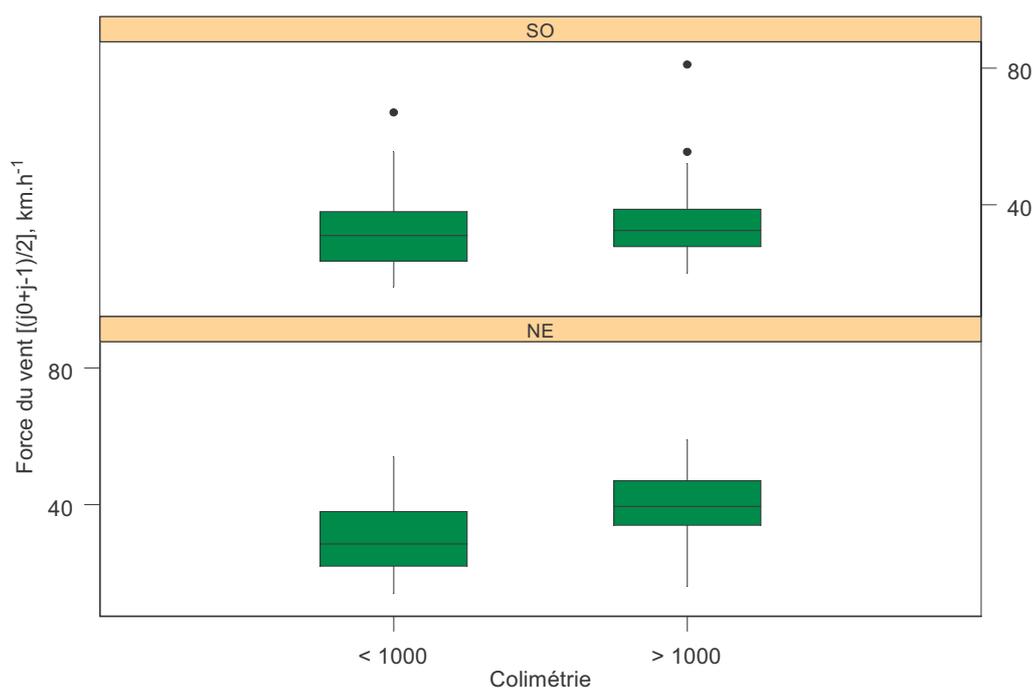


Figure 10 : Distribution des vitesses de vent pour chacun des deux secteurs (en km/h) par classe de colimétrie dans la moule.

5.3. Analyse multivariable

On a utilisé un modèle de classification de type CART (Classification And Régression Trees), afin de tenter d'identifier le forçage météorologique déterminant, expliquant les teneurs élevées de *E.coli* dans les coquillages en baie du Lazaret. Pour cela, nous prenons la colimétrie en classes comme variable à expliquer, et comme variables explicatives :

- la force du vent (moyenne du jour et de la veille du prélèvement),
- les précipitations cumulées sur les trois jours précédant le prélèvement.

Le résultat de cette analyse montre que les niveaux de colimétrie sont élevés :

- pour des situations de vents forts de secteur nord-est, supérieurs à 40 km.h-1,
- et secondairement, pour des précipitations même peu abondantes (< 4 mm).

En conclusion, ces relations appuient l'interprétation selon laquelle les vents d'Est forts qui entraînent à la fois une arrivée des masses d'eau de surface et de la houle dans la baie en provenance du reste de la rade via la passe sud de la digue, favorisant la remise en suspension des sédiments marins porteurs de contaminants dès l'entrée de la baie.

5.4. Evaluation de l'incidence des escales des navires sur la qualité microbiologique des coquillages de la baie

L'objectif vise à évaluer s'il existe une relation entre les épisodes de contamination élevée identifiés dans la baie par le réseau de surveillance REMI, et la présence sur zone de navires de la Marine Nationale, soit au mouillage au coffre à l'entrée de la baie, soit à quai au terminal pétrolier de Saint Mandrier. A la demande du SIAT, la Marine Nationale a communiqué (le 19/10/00) la liste des navires qui ont stationné dans la baie durant ces 10 dernières années avec l'importance de leurs équipages, en nombre de personnes présentes à bord (tableaux en annexe). Un nombre de personnes total à bord cumulé sur les 3 jours (de j-3 à j) précédents chaque date de prélèvement REMI a été calculé et comparé aux concentrations microbiologiques mesurées dans les coquillages de la baie.

Le tracé chronologique (figure 11) montre pour la période 1989 – 1999, que lorsqu'il y a augmentation de personnels en baie du Lazaret du fait des escales de navires de la Marine Nationale, il n'y a pas de situation de contamination microbiologique significative observé. A contrario, les épisodes de contamination microbiologiques marqués qui ont été identifiés, par exemple au printemps 93 et 97, la fréquentation par les navires était faible. En conséquence, la contamination microbiologique des coquillages produits dans la baie n'apparaît pas liée aux escales des navires de la Marine Nationale.

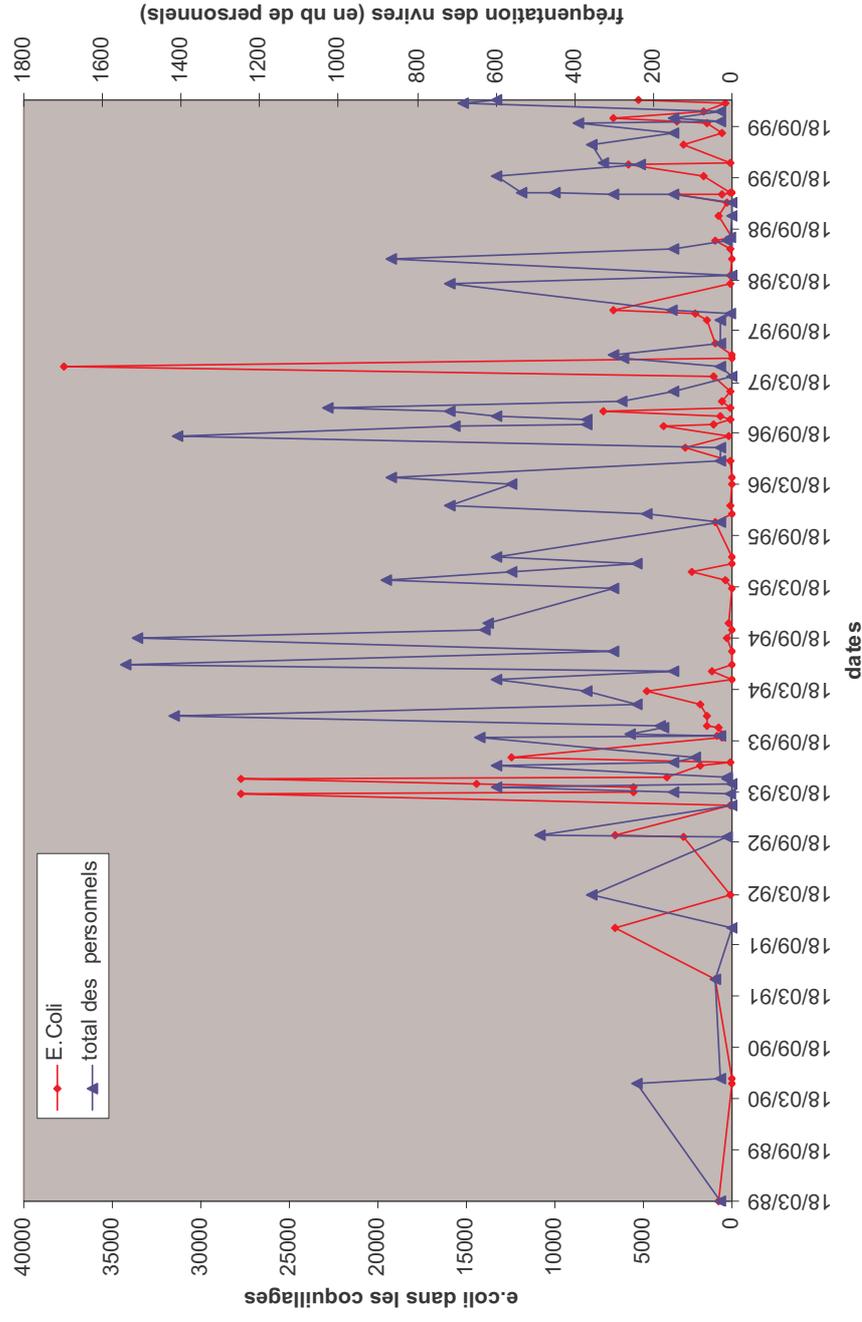


Figure 11 : Qualité microbiologique des coquillages (en E.coli /100 ml), et fréquentation par les navires de la Marine Nationale en escale dans la baie (en nombre de personnels à bord, cumulé sur 3 jours).

5.5. Approche de l'hydrodynamique dans la baie

La connaissance des courants est essentielle pour évaluer les échanges avec le reste de la rade de Toulon, et les mécanismes de transports et de dispersion des effluents contaminés dans la baie.

L'étude Oceanide/BCEOM (1992) a réalisé une modélisation numérique de la courantologie. Au préalable, des mesures in situ de bathymétrie, de courant et de niveau, ont été effectuées, sur 6 points répartis sur l'ensemble de la baie. Ces mesures ont été opérées par différents types de temps : temps calme et vent d'est. Il n'y pas eu de mesure par vent d'ouest.

Par temps calme (15/09/92) les courants dans la baie sont très faibles voire nuls, de l'ordre de 0,03 à 0,15 m/s. Ils sont par conséquent difficiles à mesurer, et les observations de direction/vitesse doivent être considérées avec précaution.

Par vent d'est modéré (8,5 m/s, le 9/10/92) les courants mesurés restent faibles, de l'ordre de 0,06 à 0,18 m/s. Ils présentent un gradient fond/surface caractérisé par :

- ✓ Une vitesse plus importante en surface qu'en profondeur, traduisant l'action du vent
- ✓ Une direction variable selon la profondeur.

Le modèle bidimensionnel de courants, qui a été calé sur ces mesures, fournit un courant moyen sur toute la hauteur d'eau. Il permet de dresser le champ de vitesses de courants en baie du Lazaret pour différentes conditions météorologiques. Les principales observations sont les suivantes :

- ✓ En absence de vent, les courants sont toujours faibles et liés au remplissage de la baie sous l'effet du marnage agissant comme un « effet piston »,
- ✓ En présence de vent, il existe 2 tourbillons de chaque côté du chenal central. A titre d'exemple deux situations par vents forts d'est et d'ouest (>20 m/s) ont été simulées et présentées ci dessous (figure 12),
- ✓ Les vitesses des courants sont toujours très faibles dans la baie. Elles sont maximales dans le chenal central de navigation.

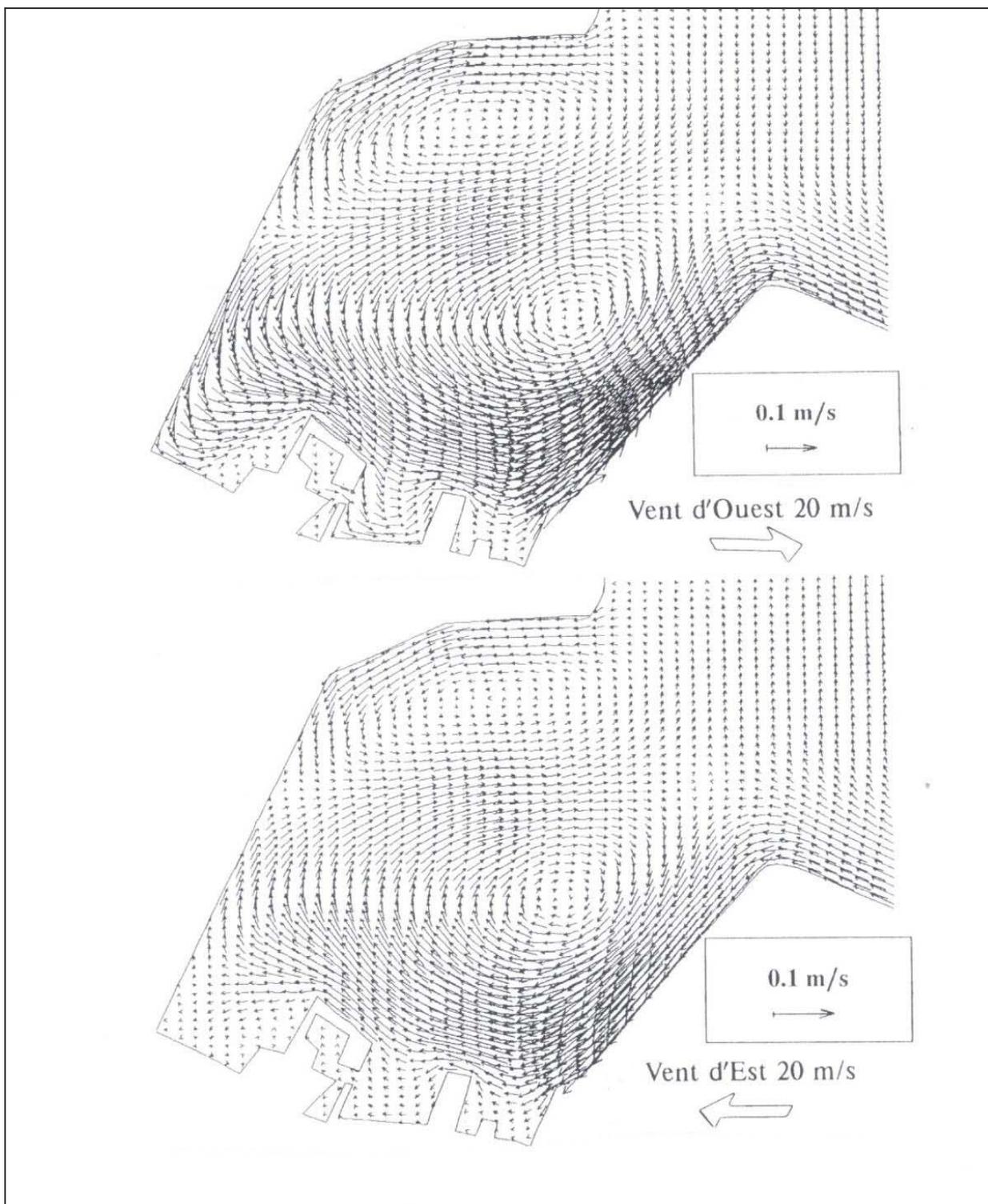


Figure 12 : Champs des vitesses des courants dans la baie du Lazaret donnés par le modèle 2D pour des situations de vent d'ouest de 20 m/s (en haut), et de vent d'est de 20 m/s (en bas), (source BCEOM/Oceanide, 1992)

En complément à l'étude BCEOM/Océanide, nous avons procédé à une approche des échanges de masses d'eau entre la baie et le reste de la petite rade, par suivis de flotteurs. Ceux-ci ont été réalisés depuis un point choisi à l'entrée de la baie, pour 3 niveaux de profondeurs, et par trois situations de vents y compris le vent d'ouest.

Le type de drogue utilisée (figure 13) se compose d'un flotteur en contre-plaqué de 20 mm d'épaisseur et de 500 mm de diamètre; relié à une croix en aluminium de 2 mm d'épaisseur et de 500 mm de côté par un bout textile de longueur variable, déterminant la profondeur de la croix. La mise en place de ces flotteurs s'est effectuée pour trois situations de vents dominants: temps calme, vents d'ouest et d'est. Les profondeurs d'immersion sont comprises entre 0,5 m et 2 m, ces profondeurs étant celles de l'immersion des cordes à moules.

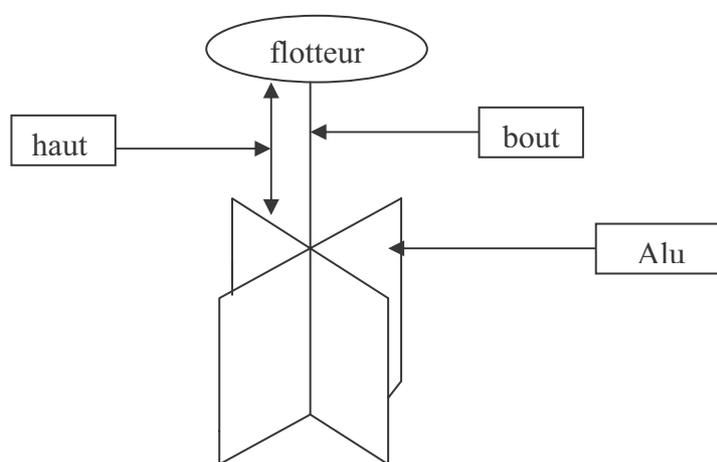


Figure 13 : Type de drogue utilisée

Chacun des trois suivis effectué a duré environ deux heures, avec relevés GPS toutes les quinze minutes des positions géographiques instantanées de chaque drogue (tableau 9). L'ensemble des positions détermine les trajectoires des drogues utilisées (figure 14).

Par vent d'Ouest (05/04/01) de force 4, quatre drogues ont été mises à l'eau au centre et à l'entrée de la baie (au niveau des coffres militaires). Leurs dérives sont très proches, toutes vers le nord-est, dans le sens du vent. Pour ce type de vent et pour ces profondeurs, les masses d'eau sortent du centre de la baie vers la rade.

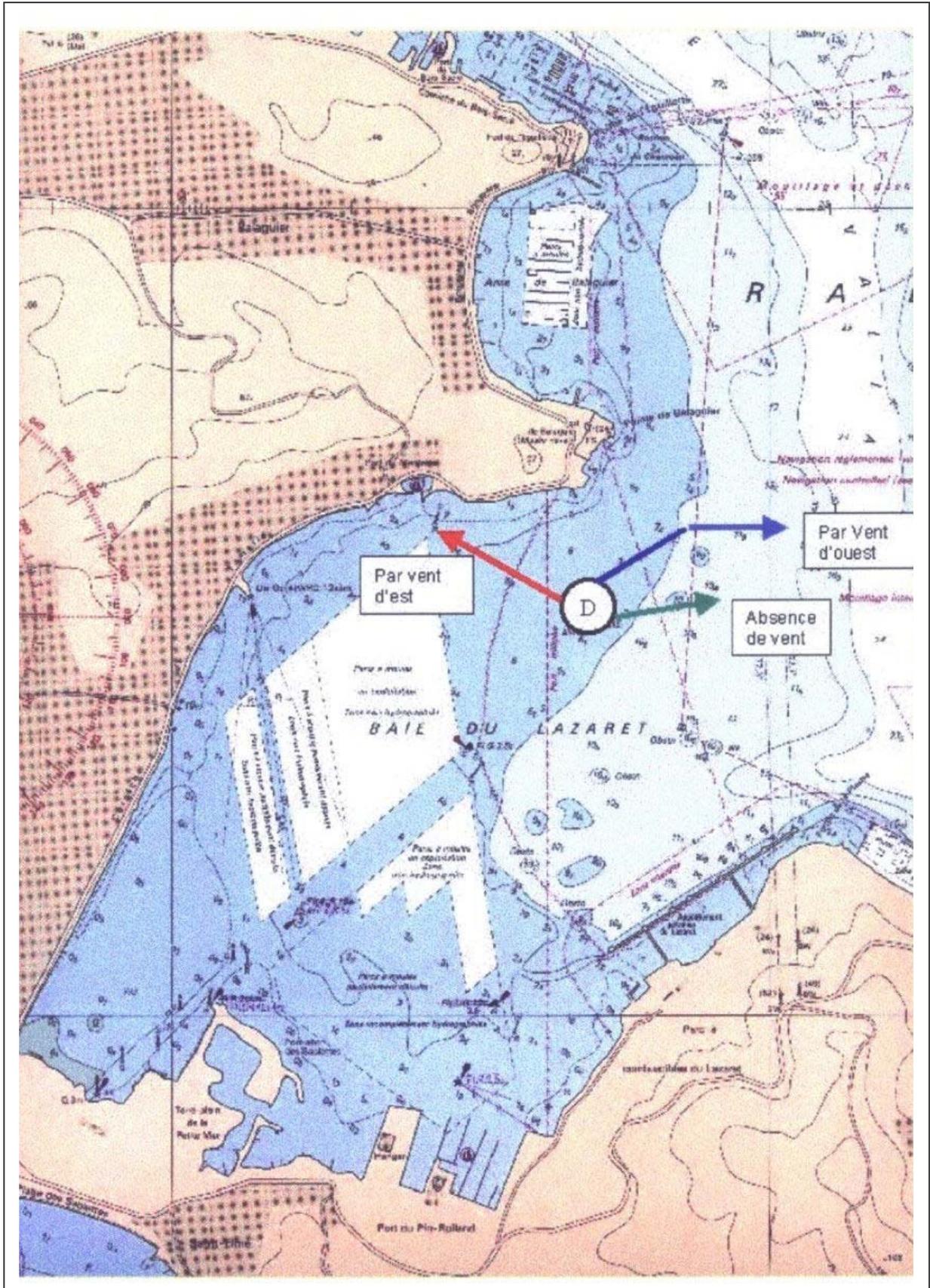


Figure 14 : Schéma montrant les principaux échanges des masses d'eau à l'entrée de la baie du Lazaret

Par temps calme et absence de vent (17/04/01), quatre drogues sont mises à l'eau au même point que précédemment. Pour les systèmes immergés à 1.5 m et 2 m, aucun mouvement significatif n'est constaté (déplacement faible dans un rayon inférieur à 3 à 4 m). Les drogues situées plus vers la surface à 1 m et 0.5 m, un déplacement est observé en direction du Nord – est. La distance parcourue est de 250 m à 0.5 m de profondeur, et de 150 m à 1 m.

Date de la sortie	Météo (Vent, force)	Profondeur de la drogue	Point de départ	Point d'arrivée	Distance parcourue	Direction de la dérive
05/04/01	Ouest f4	2m	43°N0549 005°E5474	43°N0552 005°E5498	350m / 2h	E
	Ouest f4	1.5m	43°N0549 005°E5474	43°N0552 005°E5500	400m / 2 h	E
	Ouest f4	1m	43°N0549 005°E5474	43°N0551 005°E5510	400m / 2h	E
	Ouest f4	0.5m	43°N0549 005°E5474	43°N0547 005°E5510	400m / 2h	E
17/04/01	Temps calme	2m	43°N0549 005°E5472	43°N0552 005°E5473	30 m / 2h	S.E puis N W
	Temps calme	1.5m	43°N0549 005°E5472	43°N0552 005°E5473	30 m / 2h	S.E puis N W
	Temps calme	1m	43°N0549 005°E5472	43°N0555 005°E5481	150m / 2h	N E
	Temps calme	0.5m	43°N0549 005°E5472	43°N0556 005°E5483	250m / 2h	N E
12/06/01	Est f3 à 4	6.5m	43°N0548 005°E5474	43°N0557 005°E5458	150 m / 2h	N W
	Est f3 à 4	2m	43°N0548 005°E5474	43°N0560 005°E5443	450 m / 2h	N W
	Est f3 à 4	1m	43°N0548 005°E5474	43°N0560 005°E5444	450 m / 2h	N W

Tableau 9 : Résultats des suivis de flotteurs à l'entrée de la baie.

Par vent de sud-est (12/06/01) de force 4, trois drogues ont été immergées à 1 m, 2 m, et 6,5 m. Le point de départ est identique aux autres essais. Les dérives portent toutes vers le nord-ouest. La dérive à 6 m de profondeur est la plus lente. Par vent d'Est, les masses d'eau provenant de la grande rade par la passe sud de la digue entrent dans la baie du Lazaret, avec une incidence dominante dirigée vers la corniche de Tamaris. Ce mécanisme est important à considérer car il est susceptible d'assurer un renouvellement des masses d'eau de la baie.

5.6. Incidence des grands rejets urbains

Parmi les deux rejets urbains majeurs existant au voisinage de la baie du Lazaret, l'émissaire de Toulon-est Sainte Marguerite en grande rade (commune de la Garde) doit être évalué, en termes d'influence sur la qualité sanitaire de la baie du Lazaret.

Des recherches sont actuellement en cours à Ifremer avec le soutien de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse pour la mise en place d'une plateforme de modélisation de l'hydrodynamique côtière en Méditerranée. Parmi ses applications, le devenir d'un polluant apporté par le rejet de sainte Marguerite a été simulé (Tessier, 2001). Le devenir d'un traceur injecté dans l'effluent s'effectue vers le sud et la sortie de la grande rade par temps calme (absence de vent) et par vent d'ouest (figure 15). Pour ces types de temps la petite rade n'apparaît pas concernée par le rejet de sainte Marguerite.

A contrario, par situation de vent d'est le panache pourrait atteindre la petite rade et la baie du Lazaret, avec des concentrations très faibles (dilution) évaluées de l'ordre de 10^{-3} à 10^{-5} . Ces premières conclusions, auxquelles il faut ajouter le caractère non conservatif des germes *E.coli*, conduit à admettre que l'influence du rejet de sainte marguerite sur la qualité microbiologique des eaux de la baie du Lazaret est faible, mais non nulle. Ce domaine est toujours l'objet de recherches scientifiques en cours, et devraient même se développer en particulier dans le cadre du Contrat de Baie de la rade de Toulon (cf étude 49 : « modélisation hydrodynamique de la rade »).

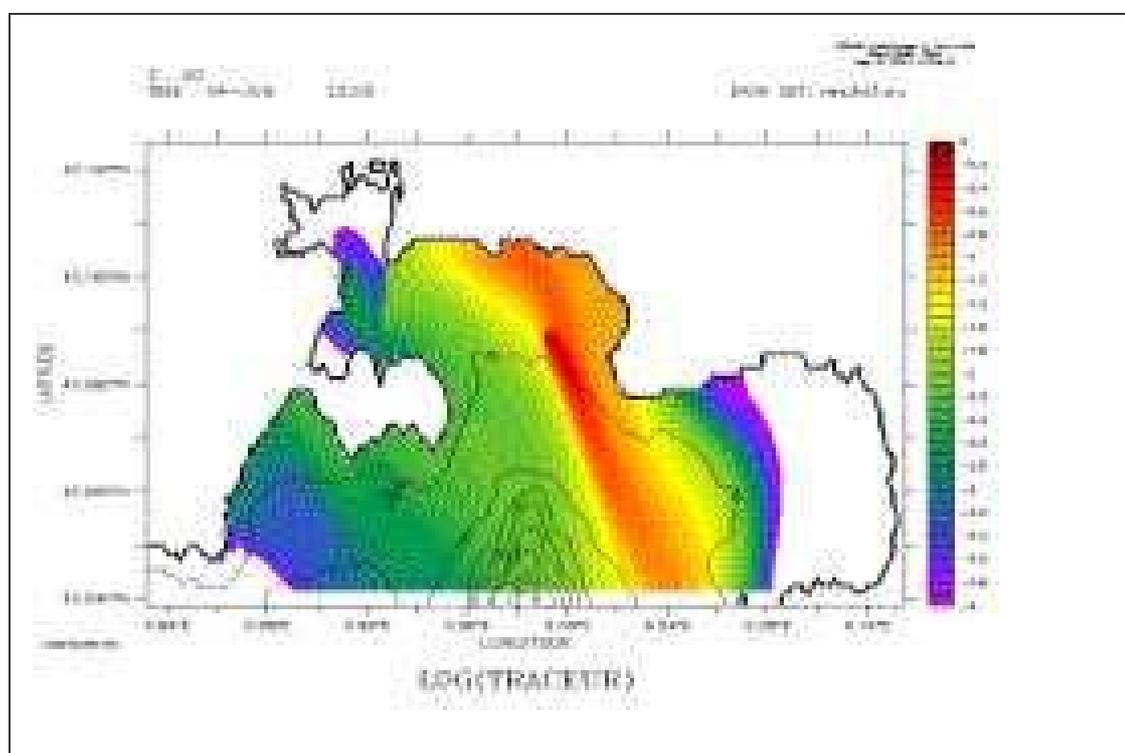


Figure 15 : Devenir simulé du rejet urbain de Toulon-est, évalué à partir du modèle de la rade de Toulon (source Ifremer).

6. Conclusion générale

Les études diagnostiques qui ont été réalisées en 1999-2000 sur les systèmes d'assainissement situés autour de la baie du Lazaret (communes de La Seyne, Saint Mandrier, et Marine Nationale), ont permis de caractériser les réseaux existants, leur fonctionnement, et d'établir l'inventaire et la cartographie des exutoires débouchant dans la baie du Lazaret. Ce travail constitue un outil de base essentiel pour permettre le contrôle des apports à la baie du Lazaret, dans une perspective de sauvegarde de sa qualité et de protection des usages, en particulier conchylicoles.

81 exutoires débouchant dans la baie du Lazaret sont répertoriés. Les $\frac{3}{4}$ sont situés sur le littoral de la commune de La Seyne (ce qui ne préjuge en rien de leurs flux contaminants à la baie).

	Commune de La Seyne	Commune de Saint Mandrier	Secteur Marine Nationale	Total Baie du Lazaret
Nombre d'Exutoires Identifiés	63 (LS1 à LS63)	3 (5) (SM1 à SM3)	13 (MN1 à MN13)	81

Plus de la moitié d'entre eux sont des grilles ou avaloirs disposés sur la voirie côtière, non prolongés à l'amont, qui récupèrent les eaux de ruissellements et de lessivage de la voie publique, en particulier lors de fortes pluies.

Une dizaine d'exutoires sont de gros diamètres ($D > 400$ mm) ce qui suggère des débits potentiels importants apportés à la baie. Il s'agit de LS59, LS60, LS62 en fond de baie, LS7, LS18, LS22, LS24, LS29, LS31, LS51, LS53, SM1, SM3.

La qualité microbiologique du milieu marin dans la baie a été évaluée par analyse des concentrations en germes bactériens d'intérêt sanitaire *E.coli* retenus comme indicateurs de contamination fécale. Les analyses ont porté sur des échantillons d'eaux, de sédiments, de moules, prélevés au cours de campagnes sur le terrain en 1999-2000.

Les investigations menées sur les effluents et dans les réseaux en amont ont abouti à identifier certains exutoires comme des sources probables de contaminants. Ces exutoires « suspects » qui sont cartographiés dans ce document, doivent être surveillés. Il s'agit de LS5, LS10 (propriété privée), LS16, LS42, LS45, LS48, LS56, LS59 et LS60 (collecteurs de gros diamètre), SM1, SM2, SM3, MN2, MN6, MN7, MN12, MN13).

Des niveaux de contamination significatifs sont en effet mesurés dans la baie au droit de ces exutoires identifiés, dans l'eau mais aussi au niveau du sédiment, ce qui confirme les observations faites au cours des études diagnostiques.

En bilan, les rejets suivants apparaissent comme des apports significatifs de contamination dans la baie:

- En fond de baie ; LS59, LS60, SM1, SM2, et SM3,
- Sur la corniche de Tamaris et le secteur du port du manteau ; LS8, LS16, mais aussi LS5, LS11, LS12, LS37,
- Le secteur Saint Mandrier - Marine Nationale ; MN1 à MN13.

Les résultats obtenus à partir des 15 campagnes d'échantillonnages effectuées sur 23 stations disposées sur l'ensemble de la baie (juin 2000 - mars 2001) confirment le niveau de qualité bactériologique identifié par la surveillance REMI menée sur ce site par Ifremer, et par l'étude de zone (1999). Ils apportent en plus des informations sur sa variabilité spatio-temporelle.

La qualité de l'eau apparaît plus altérée dans les deux secteurs suivants :

- ✓ le fond de baie (point 10 et 14) qui présente des teneurs élevées pendant la plus grande partie de l'année (environ 6 mois sur 12), et
- ✓ le secteur Saint Mandrier - Marine Nationale (points 15 à 19).

Lorsque la contamination de l'eau est détectée sur la zone de production conchylicole au milieu de la baie, elle apparaît moins marquée qu'à la périphérie côtière (facteur 1 à 5). Ce gradient « côte/large » observé de la contamination de l'eau soutient l'idée qu'il faut rechercher les sources de contamination en priorité sur la périphérie côtière, autour de la baie.

Au niveau des tables conchylicole au centre de la baie, on remarque que la qualité de l'eau est meilleure vers le nord (point N) qu'au centre (point C) et au sud (point S).

Les teneurs en germes *E.coli* dans les sédiments ne montrent pas de répartition spatiale nette. Elles semblent pouvoir être aussi élevées en périphérie (secteurs de Tamaris et fond de la baie) qu'au centre (point C). Ceci peut s'expliquer par l'influence des apports côtiers et par les remaniements hydro-sédimentaires qui redistribuent les particules contaminées sur l'ensemble de la baie. Les productions aquacoles et conchylicoles participent pour leur part, et de façon spécifique, à ces mécanismes hydro-sédimentaires.

En termes de variabilité dans le temps, on vérifie que des épisodes de contamination peuvent survenir de façon aléatoire dans la baie. Au cours de l'année d'étude, trois épisodes de contamination ont été rencontrés pour trois dates. Deux d'entre eux faisaient suite à des précipitations abondantes (17/10/00 et 5/12/00), ce qui suggère l'importance des pluies et des réseaux de collectes. Le 17/10/00 par exemple, une contamination assez générale des eaux dans la baie est observée, y compris en baie de Balaguier.

L'analyse statistique fine des données de surveillance avec la météorologie appuie l'importance des conditions météorologiques, en particulier les épisodes de vents d'Est et les précipitations, qui apparaissent comme deux facteurs contributifs à la contamination des eaux et des coquillages dans la baie. Cependant, des altérations de la qualité micro biologique du milieu ont aussi été identifiées dans la baie par temps sec, ce qui suggère l'existence d'autres mécanismes possibles de contaminations.

En termes de mécanismes, le vent d'Est génère une houle et un courant de surface, qui rentrent directement dans la baie en passant par le chenal de navigation (passe sud de la digue), au droit de Tamaris. Lors de ce scénario les sédiments sont remis en suspension sous l'effet de la houle, libérant les contaminants associés, et seraient entraînés vers le centre et le fond de la baie où ils sédimentent. L'arrivée d'eaux du large dans la baie apparaît être aussi un facteur favorable dans la mesure où elles participent au renouvellement des eaux de la baie (mouvement circulaire anticyclonique).

L'effet des précipitations sur la contamination des eaux conchylicole est confirmé statistiquement grâce aux données de surveillance. Les pluies génèrent des apports dissous et particuliers provenant des bassins versants urbanisés, envoyés directement à la baie (ruissellements, lessivages déversoirs d'orages, ...) via les exutoires identifiés ci dessus. Ces apports finissent par sédimer dans la baie.

En résumé, les processus intervenant dans la contamination de la baie du Lazaret font ressortir plusieurs facteurs pouvant agir de façon indépendante, mais qui peuvent aussi se conjuguer. On distinguera par ordre d'importance décroissante les facteurs suivants:

1. les contaminants microbiologiques identifiés dans la baie ont une origine anthropique. Les sources principales qu'il convient donc de contrôler voire supprimer sont surtout locales. On citera :
 - Les effluents transitant dans les réseaux urbains et apportés par les exutoires, en priorité ceux identifiés comme « suspects »,
 - Les apports par temps de pluies (ruissellements sur les bassins versants très urbanisés),
 - Les nombreux autres rejets potentiels plus ou moins diffus ou « accidentels » (vidanges,...), liés à tous les usages locaux,...etc.
2. Les épisodes de contaminations de la baie semblent liés à des facteurs :
 - Internes, qui concernent en particulier le compartiment sédimentaire, lequel joue un rôle de récepteur, piège, et réservoir des particules contaminées, pouvant générer dans un deuxième temps, par remises en suspension, des situations de contamination « différées »,
 - Externes, sous l'effet des pluies (apports directs par ruissellements) et des vents d'est (remobilisation des sédiments).

7. Recommandations

Cette étude diagnostique est considérée comme étude « pivot » pour le contrat de baie. En effet elle concerne la problématique de la qualité du milieu marin de la rade de Toulon, qui est un axe important du contrat de baie. De plus la cas de la baie du Lazaret est un « cas d'école » spécifique, qui est pour beaucoup dans la démarche du Contrat de Baie.

C'est pourquoi, dans une perspective d'aménagement de la baie du Lazaret et de réhabilitation de la qualité du milieu marin, en particulier au regard de la protection des activités conchylicoles, un certain nombre d'actions pouvant être recommandées sont présentées ci dessous, à l'issue de cette étude. Dans la mesure où elles sont d'ores et déjà prises en compte et prévues comme des actions à réaliser dans le cadre du contrat de baie en cours de mise en place, nous avons indiqué les références des fiches correspondantes.

1. Supprimer tous les rejets d'effluents directs à la baie, en particulier ceux qui ont été identifiés par les études diagnostiques des systèmes d'assainissement (cf fiche 11). On peut citer en particulier :
 - Ceux qui véhiculent des flux importants: LS8, LS16, LS59, LS60, SM1, SM3, MN2, MN7, MN13,
 - Ceux qui sont situés sur des secteurs sensibles ou de qualité médiocre comme:
 - Le fond de baie,
 - Le secteur Saint Mandrier - Marine Nationale,
 - La corniche de Tamaris (port du manteau).

Il s'agit de raccorder au réseau tous les écoulement identifiés (cf. études diagnostiques), en priorité ceux de gros diamètres, de vérifier les étanchéités, raccorder en amont sur l'ensemble des bassins versants toutes fosses septiques, propriétés privées et reliques d'exutoires mal connus. A titre d'exemple, des investigations ont été menées par les services de la ville de La Seyne en 2001 sur l'exutoire LS8 et ses abords, afin de vérifier l'étanchéité et la bonne séparations des réseaux EU et EP.

La Marine Nationale a intégré dans ses actions "au vu des résultats acquis dans le cadre de cette étude (contamination organique des E.P par temps de pluie), une analyse approfondie des causes de ce phénomène (cf fiche 228)."

2. Contrôler voire supprimer les autres apports spécifiques suivants :
 - Les apports liés aux pluie d'orages : mise en place de systèmes récupérant les eaux de ruissellements (lessivage de la voie publique) (cf fiches 33, 109),
 - Les apports issus des activités portuaires et industrielles (systèmes d'assainissement spécifiques, application de la charte «ports propres »), (cf fiches 36, 37, 30),
 - Les dépotages de camions et navires (cf fiche 121),
 - Les activités de dragages (cf fiches 37, 164, 165, 158, 159),
 - Les navires de plaisance (mouillages),
 - Les apports tributaires de chaque type d'usage présent dans la baie.

3. Favoriser la libre circulation des masses d'eaux dans la baie (cas des vents d'est), de façon à assurer leur renouvellement et l'évacuation des contaminants. Ceci conduit à recommander :
 - De bien connaître la courantologie fine et d'une façon générale les mécanismes hydro-sédimentaires existants dans la baie,
 - De limiter voire supprimer tout endigage et toute compartimentation de bassins (y compris portuaires) qui favoriserait la sédimentation et le piégeage des particules en suspension dans l'eau et des contaminants,
 - La mise en place de structures légères (pilotis), de passes (échappements hydrauliques), permettant le libre passage des masses d'eau,
 - De supprimer toutes les infrastructures souvent obsolètes qui sont encore en place dans la baie.

4. Définir un schéma d'aménagement de l'ensemble de la baie du Lazaret qui constitue une référence en termes de prospective. Il devrait prendre en compte les caractéristiques naturelles du milieu marin dans la baie, et afficher en les hiérarchisant les axes retenus comme prioritaires. Ceci concerne en particulier les usages (dont la conchyliculture) et de leurs exigences spécifiques.

5. Aménager les exploitations aquacoles et conchylicoles existantes, et promouvoir le développement de « Bonnes Pratiques », dans le respect du milieu et des autres usages (cf fiches 51, 137, 143, 175). Les recommandations suivantes peuvent être formulées en faveur de la conchyliculture :
 - Privilégier le nord et l'entrée de la baie qui sont les secteurs les moins contaminés,
 - Eviter le fond de la baie, et le secteur Saint Mandrier - Marine Nationale, à cause des faibles profondeurs et des apports locaux (microbiologiques et chimiques),
 - Disposer d'une station de purification de coquillages,
 - En plus de la contamination microbiologique, surveiller aussi la contamination chimique (métaux lourds) dans la baie (en particulier le Plomb) qui devient plus critique au regard des nouvelles réglementations mises en place, plus contraignantes,
 - Limiter la récolte de coquillages durant les périodes d'orages, en particulier après l'été, et par vents d'Est, voire en certaines périodes de l'année (octobre, décembre, juin),
 - Rationaliser les parcs (éviter des densités trop grandes), et nettoyer les tables anciennes périmées et non utilisées, en particulier pour favoriser le passage des masses d'eau sous les tables.

6. Augmenter les connaissances scientifiques sur les mécanismes marins naturels existants en rade de Toulon et dans la baie, en particulier :
 - Les courants et les mécanismes d'échanges de masses d'eaux dans la baie (cf fiche 49),
 - Les mécanismes hydro-sédimentaires et leur rôle dans la contamination des moules en culture,
 - L'évaluation quantitative des flux apportés à la mer (cf fiche 96), et leur devenir dans la baie, en particulier par temps d'orage.

8. Bibliographie

Arnal O. et Arnoux A, 1992.

Qualité du milieu marin sur un site conchylicole méditerranéen ; la baie du Lazaret (rade de Toulon, France).

Congrès du CIESM, Trieste (1992)

BCEOM / Oceanide, 1992.

Aménagement de la baie du Lazaret (rade de Toulon) : mesures in situ et calage du modèle de circulation courantologique.

DDE du Var, service maritime, 43 pages et annexes.

BCEOM, juillet 2000

Diagnostic du système de collecte d'assainissement d'eaux usées.

2 plans AO et un rapport minute.

BCEOM, juin 2001

Etude diagnostique de l'assainissement

Commune de La Seyne sur mer, rapport minute Phases 1, 2, 3, 4.

Console JJ, Mars 2000.

Console J.J. et al., 2000.

Etude de la qualité des eaux de la zone mytilicole du Lazaret en vue du classement sanitaire (Décembre 1998 à Décembre 1999).

Rapport Ifremer DEL (Centre de Toulon La Seyne) RST DEL/TL JJC 2000.01

Garreau P. et al., 2001.

Plate-forme de modélisation des courants méditerranéens : Modèle de détail de la rade de Toulon. Présentation au Comité des Utilisateurs, Marseille (22/05/01).

Ifremer DEL/AO et Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse

Ifremer, février 1990

Qualité du milieu marin et effet de la remise en suspension des sédiments sur un site conchylicole méditerranéen.

Conseil Régional PACA et IFREMER DEL, Centre de Toulon La Seyne, 120 p.

Marine Nationale 27/07/01

Résultats de l'étude diagnostique du réseau d'assainissement du parc du Lazaret.

Note CECMED n°149, 3 p. et 3 annexes (plans).

SETUDE juillet 2000

Etude pour l'amélioration de la qualité des eaux de la baie du Lazaret (rade de Toulon).

Commune de Saint Mandrier sur mer, Var, 12 p et annexes.

Tessier C., 2001.

Application du modèle MARS-3D à la rade de Toulon (comparaison à des données historiques).

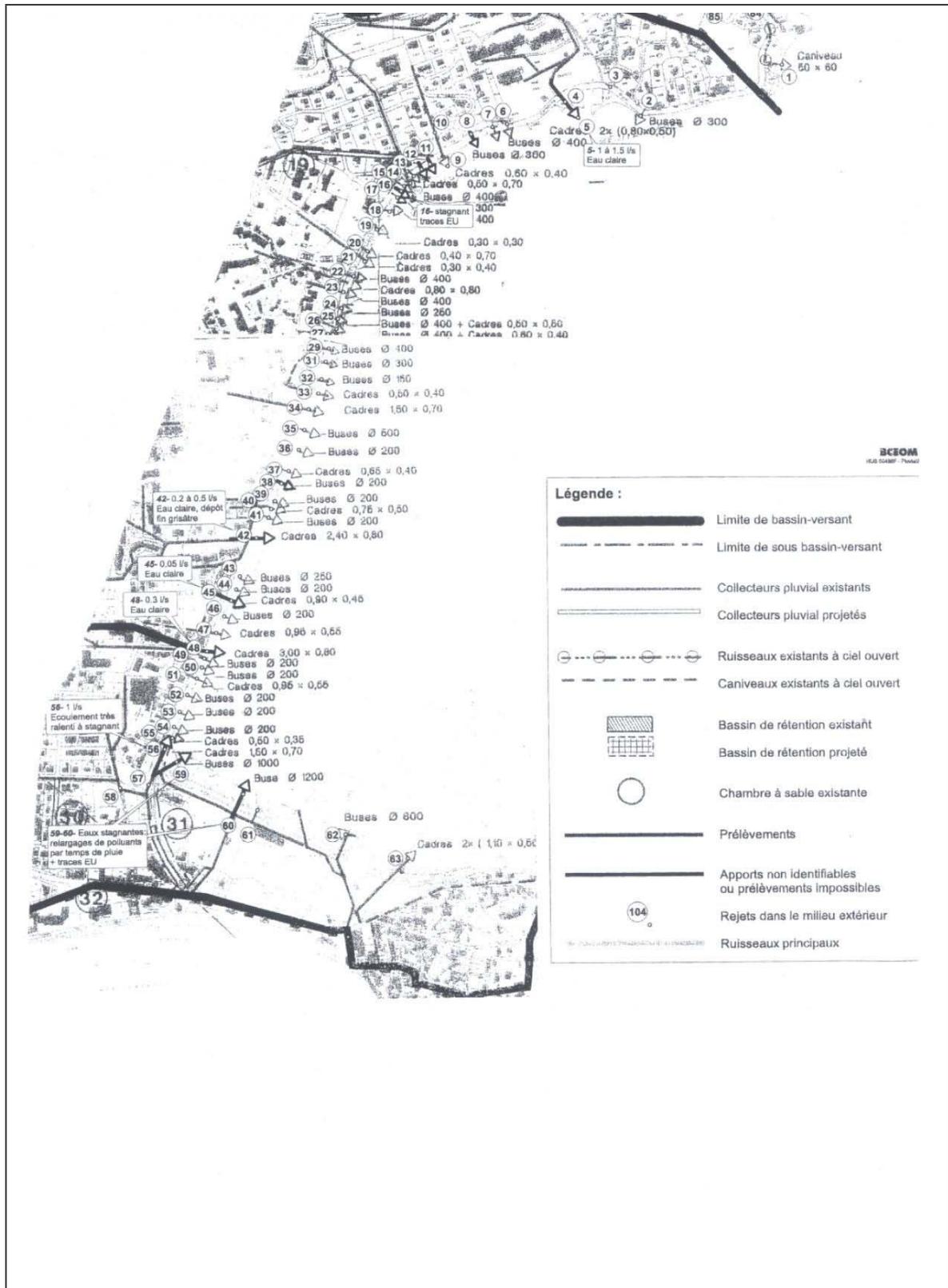
Rapport de stage de maîtrise de sciences de l'environnement, option océanographie physique,

Ifremer, centre de Toulon, 40 p, et annexes.

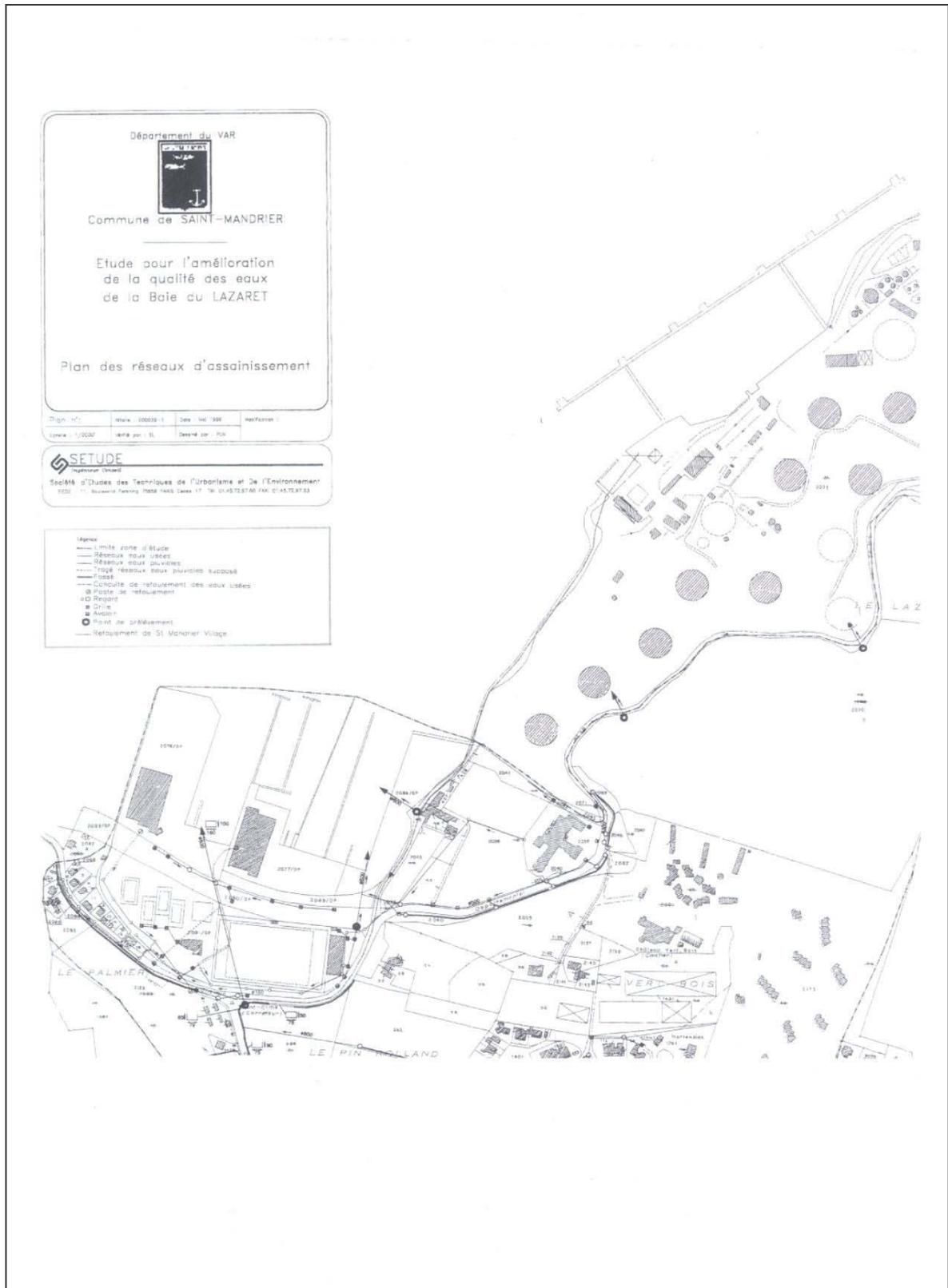
9. Annexes

1. Cartographie des exutoires à la baie recensés sur la Commune de La Seyne (extrait de l'étude diagnostique BCEOM, 2001).
2. Cartographie des exutoires à la baie recensés sur la Commune de Saint Mandrier (extrait du rapport SETUDE, 2001).
3. Cartographie des exutoires à la baie recensés sur le secteur occupé par la MARINE NATIONALE (extrait du document Marine Nationale, juin 2000)
4. Liste des exutoires de la Commune de La Seyne et leurs caractéristiques, (extrait du rapport BCEOM, 2001)
5. Liste des exutoires de la Commune de Saint Mandrier, caractéristiques, et analyses des effluents par temps de pluies (extrait du rapport SETUDE, 2001)
6. Liste des exutoires, sur le secteur de la MARINE NATIONALE, caractéristiques, et analyses des effluents (source Marine Nationale, juillet 2001)
7. Analyse diagnostique des effluents des exutoires pour la Commune de La Seyne (extrait du rapport BCEOM, 2001)
8. Fréquentation des mouillages et appontements de la baie du Lazaret (rade de Toulon) par les navires de la Marine Nationale, de 1989 à 1999 (source Marine Nationale, 19/10/00)

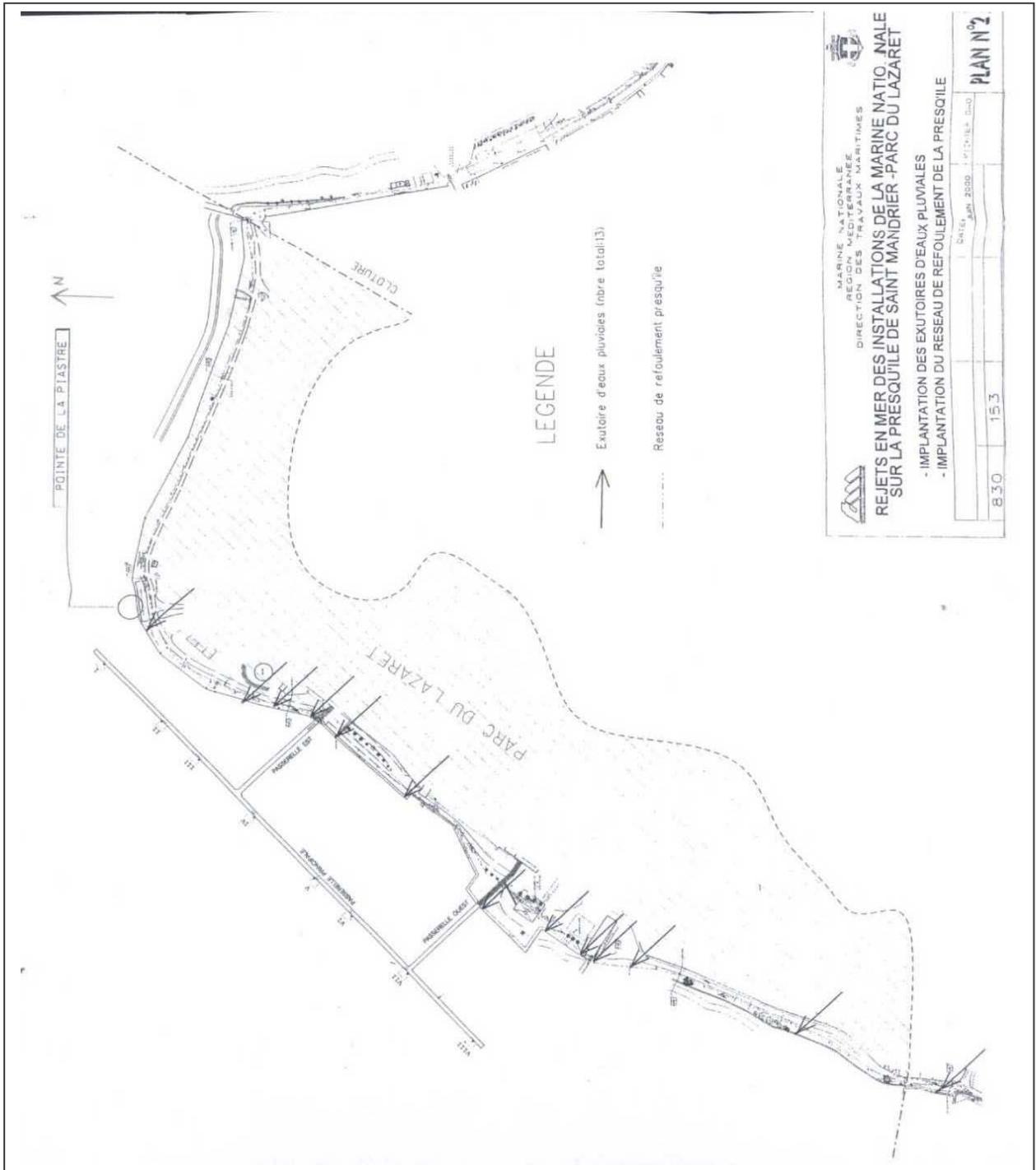
Annexe 1 : Cartographie des exutoires à la baie recensés sur la Commune de La Seyne (extrait du rapport BCEOM, 2001).



Annexe 2 : Cartographie des exutoires à la baie recensés sur la Commune de Saint Mandrier (extrait du rapport SETUDE, 2001).



Annexe 3 : Cartographie des exutoires à la baie recensés sur le secteur occupé par la MARINE NATIONALE (extrait du document Marine Nationale, juin 2000)



Annexe 4 : Liste des exutoires de la Commune de La Seyne et leurs caractéristiques, (extrait du rapport BCEOM, 2001)

BAIE DU LAZARET

N° du repère	Type Dimensions	Ouvrages sous voirie	Prolongement amont	Décantation	Présence d'eau	Dépôt	Influence marine	Remarques
31	D400	Grille	Propriété privée	Non			Immergé	Passage par le collecteur des crépines de pompage de la fondation Michel Pacha
32	D200	Grille	Oui	Non	Sec	Oui	Faible	
33	Cadre 40X60	Avaloir	Fossé	Non	Sec		Intrusion	
34	2 Cadres 40X70	Avaloir	Réseau	Non	Sec		Non	
35	Cadre 50X70	Avaloir	Fossé	Non	Sec		Non	Eaux stagnantes sans EU dans le fossé
36	D200	Grille	Non	Non	Sec	Non	Non	
37	Cadre 40X60	Avaloir	Oui	Non	Sec	Non	Faible	Provenance amont non définie
38	D200	Grille	Non	Non	Sec	Non	Non	
39	D200	Grille	Non	Non	Sec	Non	Non	
40	Cadre 55X80	Avaloir	Oui	Non	Non		Intrusion	
41	D200	Grille	Non	Non	Non	Oui	Non	
42	Cadre 100X200	Avaloir	Réseau	Non	0.5 l/s	Non	Intrusion	Écoulement d'eau claire
43	D300	Avaloir	Non	Non	Non		Faible	
44	D200	Grille	Non	Non	Non		Non	
45	Cadre 45X80	Avaloir	Propriété privée	Non	0.05 l/s		Non	Écoulement d'eau claire
45	D45		Propriété privée		Non		Non	Ancien exutoire de fosse septique désaffecté
46	D200	Grille	Non	Non	Non		Non	
47	Cadre 60X80	Avaloir	Réseau	Non	Sec		Faible	
48	Cadre 85X300	Avaloir	Réseau	Non	0.3 l/s		Intrusion	Écoulement d'eau claire
49	D200	Grille	Non	Non	Non		Non	
50	D200	Grille	Non	Non	Non		Non	
51	2 D400	Avaloir	Propriété privée	Non	Sec	Oui	Immergé	
52	D200	Grille	Non	Non	Non		Non	
53	2 D400	Avaloir	Propriété privée	Non	Sec	Oui	Intrusion	
54	D200	Grille	Non	Non	Non	Oui	Non	Collecteur très encombré
55	Cadre 30X70	Avaloir	Oui	Non	Non		Intrusion	Entrée d'eau de mer dans le collecteur
56	Cadre 75X150	Avaloir	Réseau	Non	?		Intrusion	Collecteur très encombré
59	D1000		Réseau	Non	Stagnante	Oui	Non	Collecteur très encombré
60	D1200		Réseau	Non	Stagnante	Oui	Non	Collecteur très encombré
62	D900		Réseau	Non	Non	Oui	Non	
63	2 cadres 50X110		Réseau	Non	Non	Oui	Intrusion	

BAIE DU LAZARET

N° du repère	Type Dimensions	Ouvrages sous voirie	Prolongement amont	Décantation	Présence d'eau	Dépôt	Influence marine	Remarques
1	Cadre D300		Fossé	Non	Sec	Oui	Non	
2	D65 dans un D200	Grille	Non	Non	Sec	Oui	Non	
3			Propriété privée		Sec		Non	Ancien exutoire de fosse septique ?
4	D200		Propriété privée		Sec		Non	
5	2 Cadres 50X80		Réseau	Non	1.5 l/s		Non	
6	Cadre 20x20	Avaloir	Non	Non	Sec		Non	
7	D400	Avaloir	Non	Non	Sec		Non	
8	D300	Avaloir	Propriété privée	Non	Traces		Faible	Pas d'odeurs.Prélèvements impossibles
9	Cadre	Avaloir	?				Immergé	Avaloir non ouvrable
10	Cadre 45X60		Propriété privée		0.3 l/s le 23 mai sec le 9 juin		Non	Lavage d'une voirie privée le 23 mai avec utilisation de détergents
11	Cadre	Avaloir	Oui	Non	?		Immergé	Estimation si apports amont impossible
12	Cadre 25X25		Oui	Non	?		Immergé	Estimation si apports amont impossible
13	D300	Avaloir	Non	Non	Sec		Non	
14	Cadre 50X70	Avaloir	Oui	Amont	Sec		Non	
15	D300	Avaloir	Non	Non	Sec	Oui	Immergé	
16	D300	Avaloir	Oui	Non		Non	Intrusion	Odeurs suspectes.Double exutoire
17	D200	Grille	Non	Non			Non	
18	D400	Avaloir	Oui	Non	Stagnante	Oui	Immergé	Pas de traces d'eaux usées
19	Cadre	Avaloir	Non	Non			Immergé	
20	Cadre 70X40	Avaloir	Obturé	Non			Intrusion	
21	Cadre 30X30	Avaloir	?	Non		Non	Intrusion	
22	D300	Avaloir	Fossé	Oui	Non	Oui	Non	Collecteur très encombré
23	Cadre 50X80	Avaloir	Propriété privée	Non	Non	Oui	Faible	
24	D400	Grille	Caniveaux	Non	Non		Intrusion	
25	D200	Grille	Non	Non	Sec	Non	Non	
26	Cadre 50X40	Avaloir	Non	Non	Sec		Immergé	
27	Cadre 40X60	Avaloir	Réseau	Non	Traces	Oui	Intrusion	Traces d'eau provenant de la voirie
28	D300	Avaloir	Non	Non	Sec	Non	Non	
29	D400	Avaloir	Fossé	Oui	Non	Oui	Non	
30	Cadre 50X200	Grille	Réseau	Non	Sec		Intrusion	

Annexe 5 : Liste des exutoires de la Commune de Saint Mandrier, caractéristiques, et analyses de leurs effluents par temps de pluies (extrait du rapport SETUDE, 2001)

Caractéristiques des exutoires

Au total, cinq exutoires vers la Baie du Lazaret ont été recensés. Leurs caractéristiques sont précisées dans le tableau suivant :

Dénomination	Taille	Commentaire
Exutoire 1	1,60 m x 1 m	Entre IMS et Port Pin Rolland (exutoire principal)
Exutoire 2	Ø 800 mm	Port Pin Rolland (exutoire de la déchetterie)
Exutoire 3	Ø 600 mm	Exutoire du fossé menant à la Marine Nationale
Exutoire 4	Bâti	Exutoire d'un bassin-versant boisé vers la Marine Nationale (CD 18)
Exutoire 5	Ø 800 mm	Exutoire d'un bassin-versant boisé vers la Marine Nationale (CD 18)

Pluie du 28 avril 2000

Hauteur précipitée : entre 16 et 18 mm (données Météo France pour Toulon).

Site	Débit instantané (m ³ /h)	MES (mg/l)	Azote Ammoniacal (mg N/l)	Escherichia Coli (nb /100 ml)	Entérocoques (nb /100 ml)	Coliformes Totaux (nb /100 ml)
Site 1	450	85	<1	11 454	10 839	14 000
Site 2	10	194	<1	18 470	62 170	22 000
Site 3	-	7	<1	180	1 067	1 000
Site 5	-	220	<1	2 592	676	3 000

Pluie du 10 mai 2000

Hauteur précipitée : 10,2 mm en 3 heures

Site	Débit instantané (m ³ /h)	MES (mg/l)	Azote Ammoniacal (mg N/l)	Escherichia Coli (nb /100 ml)	Entérocoques (nb /100 ml)	Coliformes Totaux (nb /100 ml)
Site 1	450	173	<1	11 280	77 410	13 500
Site 2	10	210	<1	62 170	32 160	75 000
Site 4	0,1	64	1,1	11 454	190 530	14 000
Site 5	5	1 500	<1	201 200	152 410	250 000

Annexe 6 : Liste des exutoires, sur le secteur de la MARINE NATIONALE, caractéristiques, et analyse des effluents (source Marine Nationale, juillet 2001)

ETUDE DIAGNOSTIC DES EXUTOIRES DU PARC LAZARET												
TEMPS DE PLUIE - prélèvement le 02/05/2001 de 10h à 11h30												
N° EXUTOIRE	Provenance	présence d'eau	Diam. Exutoire	Escheria Colli UFC/100ml	Streptocoques fécaux UFC/100ml	Azote Kjeldhal mg/l'd'azote	TEMPS SEC - prélèvement le 25/07/2001					
							présence d'eau	Escheria Colli UFC/100ml	Streptocoques fécaux UFC/100ml	Azote Kjeldhal mg/l'd'azote	DCO (mgO2/l)	
1	séparateur PCC	oui	100	143	2823	3,9	non	/	/	/	/	
2	zone pompage TR5	oui	100	10687	7683	4,2	non	/	/	/	/	
3	station traitement de l'eau	oui (1)					oui (1)	/	/	/	/	
4	eau résiduaire chaufferie et station rinçage	oui	150	234	6119	2,2	non	/	/	/	/	
5	station pompage est n°1	oui	100	875	9826	4,2	non	/	/	/	/	
6	station pompage ouest	oui	100	3843	10687	2,5	non (3)	/	/	/	/	
7	fosse septique (3)	oui	100	11636	34659	2,8	oui	60473	37313	16,5	190	
8	eaux usées des logements	Ancien exutoire, les logements sont raccordés à l'émissaire										
9	douch. + vest. des personnels	oui (2)	80	77	144	2,5	oui	60473	60473	13,7	1380	
10	douch. + vest. des personnels	oui (2)					oui					
11		ancien exutoire, raccordé à l'émissaire										
12	fosse récupération ouest	oui	100	3527	8329	3,4	non	/	/	/	/	
13	eaux pluviales versant ouest	oui	50x50	4341	34659	3,6	non	/	/	/	/	

Sources : ses de surveillance et d'expertise de la marine (LASEM)

Temps pluvieux : Rapport d'analyse n° 01.0755 du 11 juin 2001
Temps sec: Rapport d'analyse n° 01.1421 du 3 septembre 2001

- (1) : exutoire de la station d'épuration, => analyse régulière réalisée dans le cadre de l'exploitation du par cet de la réglementation ICPE.
(2) : exutoire des douches et vestiaires du personnel => ces exutoires seront raccordés à l'émissaire des eaux usées dans le cadre des programmes du service constructeur.
(3) : il y a eu inversion des numéros 6 et 7 sur le rapport du LASEM; mais dans les faits, il n'y a pas eu de confusion puisque la mesure a été faite en faisant couler l'eau dans le logement officiel.

Commentaires :

Les mesures ont été effectuées dans les exutoires même ou à la sortie directe de ces derniers, sans aucun facteur de dilution. Il ne peut être réalisé une comparaison directe de ces valeurs avec celles présentées dans le tableau 4 du chapitre 4, paragraphe 4-2.

Annexe 7 : Analyse diagnostique des effluents des exutoires pour la Commune de La Seyne (extrait du rapport BCEOM, 2001)

ETUDE DIAGNOSTIC DE LA SEYNE- SUR- MER
Inventaire des rejets au milieu naturel
Prélèvements et analyses du 9 juin 2000

N° du repère	NH4 en mg/l	DCO en mg/l	Débit en l/s	Remarques
5	0,42	-	1 à 1.5	Eau claire
16	25,7	6,8	Stagnant	Ancien collecteur avec odeurs suspectes
42	1,21	156	0.2 à 0.5	Eau claire. Dépôt fin grisâtre
45	0,26	-	0,05	Eau claire
48	0,42	-	0,3	Eau claire
56	0,35	-	1	Écoulement très ralenti à stagnant
59	0,52	169	Stagnant	Dépôt important
60	0,56	59,1	Stagnant	Dépôt important

Annexe 8 : Fréquentation des mouillages et appontements de la baie du Lazaret (rade de Toulon) par les navires de la Marine Nationale, de 1989 à 1999 (source Marine Nationale, 19/10/00)

date	Résultats REM E.Coli	Personnels à bord des navires en escales							total des personnels en escales	
		J-3 C	J-2 C	J-1 C	J C	J-3 P	J-2 P	J-1 P		JP
		escale aux coffres			escales à l'appontement pétrolier					
18/03/89	800					15	15			30
09/05/90	54				244					244
31/05/90	138							15	15	30
21/05/91	900	41								41
19/11/91	6600				x					0
16/03/92	54				355					355
06/10/92	2760					14				14
12/10/92	6600			244	244					488
29/01/93	138					x	x			0
09/03/93	27737								6	6
15/03/93	5597								150	150
05/04/93	5597					150	150	150	150	600
13/04/93	14387				x				x	0
03/05/93	27731								11	11
10/05/93	3700					12				12
21/06/93	1800					150	150	150	150	600
28/06/93	100								150	150
19/07/93	12500				92					92
27/09/93	550					160	160	160	160	640
04/10/93	890						14		14	28
11/10/93	550		244			14			x	258
02/11/93	710							11	161	172
08/11/93	1400	92	92							184
13/12/93	1400					355	355	355	355	1420
24/01/94	1800								244	244
14/03/94	4800					92	92	92	92	368
20/04/94	30					150	150	150	150	600
24/05/94	1100					150				150
13/06/94	30					385	385	385	385	1540
01/08/94	32					150	150			300
19/09/94	270				92	355	355	355	355	1512
17/10/94	30					164	164	150	150	628
07/11/94	170	235	235						150	620
13/03/95	30					150	150			300
10/04/95	388					220	220	220	220	880
09/05/95	2280					140	140	140	140	560
12/06/95	30								244	244
03/07/95	30					150	150	150	150	600
06/11/95	953					14	14			28
06/12/95	30				216					216
03/01/96	65					179	179	179	179	716
22/03/96	30					140	140	140	140	560
15/04/96	47					216	216	216	216	864
11/06/96	64							14	14	28
26/07/96	2610						14	14		28
04/09/96	159					244	460	460	244	1408
10/10/96	3870	244				92	92	184	92	704
21/10/96	1070					92	92	92	92	368
04/11/96	108					92	92	92	92	368
18/11/96	645					150	150	150	150	600
02/12/96	7260					179	179	179	179	716
17/12/96	95					294	244	244	244	1026
07/01/97	568							140	140	280
11/02/97	95								150	150
07/04/97	1034								x	0
13/05/97	37700					14	14			28
10/06/97	30					92	92	92		276
24/06/97	34							150	150	300
05/08/97	938							14	14	28
23/10/97	1400					14	14			28
18/11/97	2044								5	5
01/12/97	6700					14			140	154
02/03/98	57					179	179	179	179	716
06/04/98	50					x	x	x	x	0
03/06/98	43					216	216	216	216	864
06/07/98	86					150				150
03/08/98	924					14				14
17/08/98	30								6	6
02/11/98	711					x	x	x	x	0
21/12/98	321					179				179
19/01/99	3070								150	150
20/01/99	543							150	150	300
21/01/99	30						150	150	150	450
22/01/99	58					150	150		235	535
26/03/99	1587					150	150	150	150	600
03/05/99	5886								235	235
10/05/99	74						14	164	150	328
12/07/99	2700		355							355
23/08/99	545								150	150
27/09/99	1380				92	150	150			392
04/10/99	3070	30								30
19/10/99	6740							150	Somme	150
08/11/99	1590	30								30
06/12/99	366				232	150	150	150	Somme	682
20/12/99	5300					150	150	150	150	600