

C.N.E.X.O.
Contrat 73/718
Département 3

Centre d'Océanologie d'Endoume
Centre Universitaire de Marseille-Luminy

NOTES SUR L'AMENAGEMENT
DE L'AIRE MARITIME, DE 0 à 60 m DE PROFONDEUR
DU CAP DE L'AIGLE AU CAP CEPET
(Sud de Toulon)

DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT
LITTORAL ET GESTION DU MILIEU
MARIN

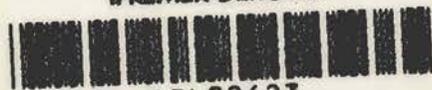
J. BLANC

Professeur de Géologie marine
et Sédimentologie appliquée
Centre Universitaire de Marseille-Luminy

Recherches et relevés sous-marins effectués par

J. BLANC
et
E. MUSCHOTTI, Docteur de 3ème Cycle

IFREMER-DEROVEL



OEL00623

F22

C.N.E.X.O.
Contrat 73/718
Département 3

Centre d'Océanologie d'Endoume
Centre Universitaire de Marseille-Luminy

NOTES SUR L'AMENAGEMENT
DE L'AIRE MARITIME, DE 0 à 60 m DE PROFONDEUR
DU CAP DE L'AIGLE AU CAP CEPET
(Sud de Toulon)

J. BLANC

Professeur de Géologie marine
et Sédimentologie appliquée
Centre Universitaire de Marseille-Luminy

Recherches et relevés sous-marins effectués par

J. BLANC
et
E. MUSCHOTTI, Docteur de 3ème Cycle

I - CADRE GEOGRAPHIQUE ET OCEANOLOGIQUE.

La région étudiée s'étend du Sémaphore de la Ciotat au cap Cépet, au Sud de la ville de Toulon. A l'exception du secteur situé au Sud du Bec de l'Aigle, (où la cartographie a été menée jusqu'à -120 m, par L = 43°05'N) l'isobathe 60 m a constitué notre limite inférieure (1).

Ce travail a porté, de l'Ouest à l'Est, sur les littoraux suivants :

- baie de la Ciotat,
- côte accore de la Pointe Grenier à la Pointe des Engraviers,
- baie de Bandol, limitée au Sud par la Pointe de la Cride,
- baie de Sanary et archipel des Embiez, dans la partie méridionale,
- côte accore de Sicié jusqu'à la plage des Sablottes,
- littoral méridional de la presqu'île de Saint Mandrier jusqu'au cap Cépet.

. Le précontinent demeure largement représenté au Sud du cap de l'Aigle et de la baie de La Ciotat : l'isobathe 200 se trouve reportée à 9 m.n. du littoral (et les fonds de 1.000 m à 12 m.n.). Au Sud de Bandol, la largeur du précontinent demeure encore égale à 4,5 m.n. Cette vaste surface sous-marine, légèrement inclinée et irrégulière, accidentée de contre pentes (banc des Broquets à -70 m, par L = 43°03'N et G = 05°39'E), constitue la zone sud orientale du Banc des Blauquières étudié par J. Bourcart, C. Froget et J. Blanc (2).

Dès le méridien 05°45'E (écueil de la Basse Moulinière, à l'Ouest de l'archipel des Embiez), le précontinent se réduit brusquement à 2 ou 3 m.n. du fait de la présence du canyon de Sicié.

Le présent contrat ne prévoyait pas l'étude de ce précontinent en deçà de -60 m. Ainsi, les limites des fonds du détritique côtier et des sables et graviers du détritique du large, ne sont point précisées.

. Le tracé des côtes, irrégulier et complexe est une conséquence de l'héritage géologique (lithologie et structures tectoniques très variées) : grès du Crétacé supérieur à la baie de la Ciotat, accidents du Trias et Jurassique de la pointe Grenier et de port d'Alon, synclinal de

(1) En fait pour la compréhension de certains secteurs, les relevés ont parfois porté jusqu'à -65 et -75 m.

(2) Le véritable "banc des Broquets" est situé à 3 m.n. dans le 267 de la sonde -117, appelée à tort, "B. des Broquets" sur la carte S.H.5325.

Bandol et son remplissage oligocène, Trias et Permien en baie de Sanary, socle paléozoïque au Bruscat et au cap Sicié (phyllades et quartzophyllades) ainsi qu'à l'archipel des Embiez, pélites et grès permien à Saint Mandrier et au cap Cépet (Gouvernet, Froget, Muschotti et al.).

. Les masses d'eaux montrent les déplacements suivants :

a) courant géostrophique permanent, dit "courant général", se traduisant, surtout par beau temps, par un déplacement continu des masses d'eaux de l'Est vers l'Ouest à des vitesses comprises entre 0,5 et 0,2 noeud .

b) par régime d'Est (vents E, E.SE, E.NE, etc...), les dérives accélèrent le courant général et de fortes vagues battent les caps Cépet et Sicié.

c) par régime de Mistral (vents W.NW, N.W et N.NW), les secteurs exposés sont l'île Verte, la pointe Grenier et le Grand Rouveau (partie occidentale de l'archipel des Embiez). Les dérives sont alors très rapides (10 à 60 m/mm) et portent du NW vers le SE, comme le montrent des mesures directes, les plans de vagues et les photographies aériennes.

. Plusieurs remarques, qui auront leur importance pour la suite de l'exposé, sont à développer :

1°) Le "courant général" ne se manifeste qu'au large du littoral (5 à 3 m.n) ; il n'a aucune influence sédimentologique directe sur la répartition et l'évolution des formations meubles du rivage.

2°) Les dérives liées aux vents de Mistral et d'Est correspondent à des courants de surface rapides et irréguliers (1 à 3 noeuds), tourbillonnant dans les baies de la Ciotat, Bandol et Sanary. Le courant de dérive lié au Mistral demeure violent au cap Sicié et conditionne un transfert littoral, orienté du SW au NE, vers les Sablettes (Blanc). La vitesse et les influences sur le fond, relatives à ces courants de dérive sont amplifiées dans les passes entre les îles et le continent : île Verte (passe des Canonnières), passe de Bandol. Dans la baie de la Ciotat, Picard a souligné l'influence de ces tourbillons sur la nature des peuplements - et des sédiments. Nous la retrouverons à Bandol et à Sanary. L'extension des pollutions (émissaires, rejets divers) sera sous la dépendance d'une telle dynamique.

Le sens de ces courants tourbillonnants s'inverse selon qu'il s'agit du régime de Mistral ou de vent d'Est. La résultante de ce régime alternant va partiellement conditionner la nature et la répartition des types de fonds.

3°) Les zones du cap de l'Aigle - Ile Verte, des Embiez et du cap Sicié, très exposées, sont l'objet de phénomènes de réflexion et de diffraction des houles et fortes vagues. Des phénomènes d'interférences rendent ces parages assez rapidement dangereux par gros temps. On notera le pivotement des houles à l'île Verte, au Rouveau, etc...

. La baie de La Ciotat et ses annexes réalisent un système singulier commandé par un circuit tourbillonnant dans la zone d'abri. Mistral et vent d'Est déterminent deux dérives de sens opposé : SW - NE, puis E-W et SE - NW, puis W-E. Les tourbillons s'amortissent après une giration tandis que les zones calmes, au centre de ces circuits, correspondent à des centres de "délestage" où s'accumulent, de -30 à -40 m, les sables et graviers du détritique côtier. Ainsi, la baie de la Ciotat présente deux "foyers", à l'Ouest et à l'Est, autour desquels s'organisent les rotations imputables aux dérives de Mistral et de vent d'Est.

Outre ses particularités hydrodynamiques, la baie de la Ciotat montre un important herbier à Posidonies, de quelques mètres à -35 m, orienté d'Ouest-Est, constituant des fonds de pêche à protéger impérativement.

Enfin, les courants de décharge sont responsables, jusqu'à -18 m, des épandages de sables fins, souvent isométriques, formant des lobes sous-marins et remis en suspension à chaque période de gros temps. Ces fonds de sables mobiles, non "colonisés" et fixés par les herbiers, forment un volant de matériaux oscillants et protégeant en fait le littoral (Blanc). Malgré leur intérêt évident, tout emprunt de matériaux est à proscrire en ces formations.

Entre la pointe Grenier et Bandol s'observe un littoral rocheux accore, jalonné de fonds durs et d'affleurements sous-marins dolomitiques très karstifiés : pointe des Trois Fours, Sèche d'Alon, port d'Alon, île Rousse. Les roches sont bordées par un herbier vivace en équilibre naturel, on y décrit des épandages et phénomènes d'érosion sous-marins, actuellement en cours d'étude.

. La Baie de Bandol, plus largement ouverte aux influences de l'W.NW s'avère relativement dégradée. Les sables mobiles, découverts par Muschotti à l'Ouest de l'île Rousse, jusqu'à -30 m, sont accompagnés d'un épandage sableux fin occupant la zone orientale de la baie, très exposée au Mistral. Jusqu'à -20 m, le sédiment y est remanié tandis que les troubles et particules fines ("pélites") sont déportés au large.

La dégradation de l'herbier à Posidonies y est presque totale du fait des courants de fond et des rejets continus de matériaux trop fins

(constructions, déblais de terrassements, etc...). Les aménagements portuaires de Bandol ont détruit un bel herbier à Cymodocées, "récif barrière" et Posidonies, décrit naguère par Molinier et Picard. Les fonds et peuplements du détritique côtier sont également affectés et on note, dès -25 m, l'extension du faciès des "vases terrigènes côtières". Cet envasement évidemment naturel, est cependant accéléré par la destruction des herbiers et l'importance des rejets solides non contrôlés, effectués directement au littoral.

. Un ensemble moins dégradé, complexe mais très menacé est réalisé par la baie de Sanary et l'archipel des Embiez.

- Baie de Sanary :

Dégradation habituelle par dragages dans les "mattes" de l'herbier et rejets au littoral de matériaux et déblais de terrassements. Les herbiers ont regressé, surtout depuis les dix dernières années ; ils n'existent pratiquement plus dans la partie septentrionale. La charge solide et les effluents de la Reppe, en forte crue lors des pluies d'octobre 1973, accentuent ces mécanismes de dégradation. Les sables fins, mobiles, du "prisme littoral" s'étalent jusqu'à -8 m et les vagues de Mistral provoquent une dérive avec tourbillon à la plage de Goringout, partiellement érodée.

Les troubles et pélites issus de la Reppe et des rejets artificiels se déposent rapidement, de -10 à -50 m, en une tache irrégulière de "vases terrigènes côtières", cartographie par Muschotti et rejoignant les formations analogues de la baie de Bandol en débordant la pointe de la Cride. *La progression de cet envasement est à surveiller car elle apparaît comme la modification édaphique la plus importante de la baie de Sanary.*

- Rade du Brusç :

Un vaste herbier à Posidonies subsiste malgré l'étalement d'effluents terrigènes à la Coudourière et des décharges littorales de cailloutis argileux au Nord du Brusç. Comme je l'avais constaté il y a 15 ans (1958), la régression de l'herbier demeure ici sous la dépendance essentielle des courants de fond. L'érosion des "mattes" se manifeste par des chenaux complexes, analogues à ceux observés à Giens, jusqu'à des profondeurs de 12 m. Malgré les régénérations naturelles, locales mais non négligeables, il apparaît que les "mattes" dégradées accroissent leur superficie tout comme les épandages bioclastiques. Ainsi, tout le Sud de la baie du Brusç se trouve altéré par le jeu de mécanismes hydrodynamiques naturels. Cet ensemble très fragile doit être préservé afin d'éviter le processus en

cours dans la baie de Bandol. On évitera essentiellement les rejets au littoral, l'installation d'émissaires non étudiés et l'édification de nouvelles jetées et installations portuaires.

La zone très abritée située entre le littoral, le petit Gaou et le grand Gaou montre un envasement en rapide progression depuis les travaux de Molinier, Picard et moi-même (quinze à dix huit ans). Cet envasement est aggravé par les récentes pollutions au niveau d'une zone intertidale réduite (camping, multiplication des embarcations, rejets, fréquentation estivale intense). Les circulations entre les passes (grand et petit Gaou, île des Embiez) sont insuffisantes pour un renouvellement normal des eaux et toute construction de digue est à prohiber. En fait, ce très bel herbier apparaît condamné à une assez brève échéance, comme l'ont été les herbiers de la Seyne et de Tamaris.

- L'archipel des Embiez proprement dit est mieux protégé, notamment les rives méridionales et occidentales très battues, si aucun aménagement intempestif n'est réalisé. Les fonds rocheux, assez poissonneux sont abondants et variés. Balayé par les courants, l'herbier est encore en régression mais sous l'influence, cette fois, des seuls phénomènes naturels. Les chenaux, épandages sous-marins de type "deltaïque" s'y multiplient en un réseau complexe qui mériterait des études plus détaillées. Les éléments détritiques minéraux ou biogènes y forment plusieurs "ceintures" décrites par Muschotti. L'action des courants apparaît importante jusqu'à 25 m de profondeur tandis que les épandages issus de l'érosion des herbiers infralittoraux ont été suivis jusqu'à plus de 60 m.

Une disposition analogue, mais très complexe dans le détail, s'observe tout au long du littoral accore du cap Sicié, jusqu'à la Lègue. Cette zone doit être protégée.

. Un littoral rocheux abrupt caractérise le cap Sicié et ses abords. Le milieu, extrêmement battu par tous les régimes est encore marqué par la mauvaise tenue des roches métamorphiques (phyllades, quartzophyllades). Les courants y sont violents et les pentes sous-marines élevées (8 à 12 %). On y note :

Eboulements fréquents des falaises schisteuses, glissements. Les chaos sous-marins présentent des empilements de blocs jusqu'à -25 m.

Les matériaux s'organisent, en outre, en petits appareils sous-marins, remaniés ou consolidés par les concrétionnements coralligènes, de -5 à -15 m, directement au pied des à-pics (plages des Sables d'Or, les Pierres Tombées, cap Sicié). Les mécanismes exacts et les âges de ces

écroulements sont assez mal connus et actuellement en cours d'étude. La sédimentation détritique d'origine minérale l'emporte et le gîte de Pb et Cu de la crique des Sables d'Or contribue à l'alimentation du talus détritico sous-marin.

- Plus au large, on note un herbier réduit mais vivace "doublé" par les sables et graviers, bioclastiques grossiers, les graviers concrétionnés du détritico côtier, jusqu'à -55 m et les formations du détritico côtier proprement dit, non encore explorées en détail vers le large (1).

Au Sud du cap Sicié et vers les Sablettes, Muschotti a découvert une zone de sables mobiles et de fins graviers, de -15 à -55 m, de part et d'autre des écueils des Deux Frères et de pointements rocheux sous-marins. De tels épandages ont une origine mixte et résultent des apports détritico minéraux écroulés du massif de Sicié et de l'érosion des herbiers à Posidonies.

- L'émissaire de la ville de Toulon se jetant à proximité occidentale de l'arête du cap Sicié, par des fonds à pente élevée, en un milieu très battu, apparaît fort bien situé. La frange polluée y est réduite et la dispersion des effluents bien réalisée. Les conséquences, vis-à-vis des peuplements environnants, s'y trouvent réduites - ce qui n'aurait point été le cas assurément en d'autres sites. Ici, l'arête du cap Sicié forme un écran naturel ; si le rejet avait été décidé à son revers-oriental, les effluents auraient été déportés vers les plages de Fabrègas et des Sablettes par le "contre-courant" et la dérive, du SW au NE.

. *Les secteurs de Fabrègas, des Sablettes et de Saint Mandrier* sont relativement exposés, soumis à des dérives de sens opposé. Les épandages du "prisme littoral" s'y développent largement jusqu'à 35 m de profondeur.

Une érosion sous-marine importante, des roches isolées et l'afflux d'éléments terrigènes (Fabrègas) entravent le développement des herbiers qui forment une frange étroite et discontinue. Les sables bioclastiques et les formations polygéniques du détritico côtier montrent une ceinture continue. Au cap Cépet, une topographie sous-marine complexe (éboulements des falaises de grès et pélites permien, affleurements sous-marins, etc...) montre une sédimentation irrégulière où dominent les graviers. Un rejet de déblais issu du creusement d'aires portuaires à La Seyne et Toulon, ne présente aucun caractère néfaste particulier.

(1) Recherches de E. Muschotti.

II - ZONES ABRITEES.

1° - Zones abritées par Mistral (W.NW et NW) :

- partie occidentale de la baie de La Ciotat : abri occasionné par la présence du Rocher du Sec (Bec de l'Aigle), de l'île Verte et du Massif du Soubeyran. Fonds d'herbiers et de graviers à bonne tenue.

- mouillage limité à la frange orientale de Sicié, sous la batterie de Peyras. Fonds d'herbier et de sables mobiles, tenue irrégulière, mais fort courant.

- rade de Toulon s.l., baie de la Seyne.

2° - Zones abritées par régimes d'Est (E, SE, E.SE) :

- partie orientale de la baie de La Ciotat, dite "baie des Lecques". Abri relatif (houle réfractée sur la pointe Grenier) mais fonds à bonne tenue.

- zones méridionales des baies de Bandol et de Sanary. Fonds d'herbiers ou de sables mobiles. La baie du Brusco, au Sud de la baie de Sanary se trouve bien protégée par l'écran de l'archipel des Embiez ; mais le plan d'eau demeure très exposé à des vents forts.

- rade de Toulon s.l., baie de La Seyne.

III - ZONES DE SERVITUDE.

- mouillages et chalutages interdits, zones de câbles au SE des Embiez et au Sud du Grand Gaou et pointe de la Gardiole (cf. carte du S.H. n°5325).

- au Nord du cap Cépet, Grande Rade de Toulon (V.C. 5175) : mouillages et dragages interdits, câbles, explosifs sous-marins. Chenal de navigation, approches de Toulon, chenal de lancement de torpilles, bases de vitesses, etc...

- bases de vitesses, manoeuvres temporaires en baies de La Ciotat et Sanary. Zones de tirs au Sud de Sicié et au banc des Blauquières.

- pas de gîtes archéologiques sous-marins reconnus ; épaves en baies de La Ciotat et Sanary (navires, avions et torpilles).

- anciennes zones de mytiliculture en baies du Brusco et des Sablettes.

- extractions épisodiques de sables sous-marins au Sud des Sablettes (à proscrire).

IV - SECTEURS POLLUES.

1° - Secteurs très pollués :

- aires portuaires de La Ciotat; Bandol et Sanary.
- baies de Toulon et la Seyne. Fonds envasés, circulations réduites, milieux très abrités, aires industrielles et touristiques à fort peuplement.
- émissaires de La Ciotat, Toulon (cap Sicié) et de l'Eygoutier (rade des Vignettes). Aires limitées.

2° - Secteurs moyennement pollués :

- plages de la Villa des Tours et des Flots Bleus en baie de La Ciotat, plages de Bandol.
- débouché de la Reppe en baie de Sanary.
- zone méridionale de la baie du Bruscat et de la Coudourière.

3° - Rivages déserts, non pollués :

Ile Verte, pointe Grenier, pointe des Trois Fours, Port d'Alon, Les Engraviers, pointe de la Cride, Sud de l'Archipel des Ambiez, littoral du cap Sicié à l'exception de l'émissaire de Toulon.

4° - Secteurs à surveiller du fait de l'urbanisation et des récents équipements touristiques :

Baie de La Ciotat, pointe du Défend et Port d'Alon, Les Engraviers et Bendor (Bandol), Fabrégas et les Sablettes - St Elme.

V - UTILISATION DE L'ESPACE MARIN.

1° - Zones industrielles équipées et en voie de développement :

- Rade de Toulon et de la Seyne, grande Rade de Toulon, baie de Tamaris et anse de St Elme : arsenaux, constructions et réparations navales métallurgie navale, etc... Ce secteur est l'objet d'une urbanisation poussée accélérée en outre par le développement des voies de communication (autoroute en construction), création du port de tourisme du Mourillon, etc... Une population nombreuse se trouve rassemblée sur un territoire étroit limité par des collines abruptes, où les possibilités d'équipement sont

restreintes à 18 km de littoral (1).

Ces zones, très modifiées et polluées, sont en déséquilibre complet et irréversible. Seul un herbier en voie d'étouffement et d'envasement subsiste à Tamaris (Posidonies et Cymodocées). Comme pour le golfe de Fos et la rade Nord de Marseille, il convient de poursuivre l'équipement industriel et la transformation d'un site totalement perdu du point de vue des équilibres naturels.

Fort heureusement, la rade de Toulon s.l. constitue la seule zone industrielle du littoral considéré à l'exception des chantiers navals de La Ciotat où l'extension récente d'une forme de radoub a été empiétée sur la mer sans inconvénient notable.

2° - Zones de loisirs et de pêche artisanale :

Telle est la vocation essentielle de la zone littorale examinée ; de ce fait elle doit être l'objet de mesures de protection en ce qui concerne les pollutions, l'urbanisation et les aménagements sur le front de mer. Citons :

- baie de La Ciotat : nouveaux ports de plaisance, tourisme, ski nautique, pêche sur les fonds de l'herbier et les graviers du détritique côtier. Les plages de la Villa des Tours, La Ciotat, Fontsaïnte (campings), Les Lecques, sont très fréquentées et facilement accessibles (parkings, nouvelles routes ; populations : 19.000 h, en été : 50.000 h sur 6 km de littoral).

- pêche, baignade sportive, chasse sous-marine et navigation de plaisance à Port d'Alon. La pureté du site (exceptionnel) est maintenant altérée par la construction des grands lotissements de Port d'Alon et des Engraviers.

- Bandol : mêmes remarques que pour La Ciotat, mais le degré d'occupation du littoral et ses altérations sont plus élevés. Il en est de même pour les baies de Sanary et du Brusç : navigation de plaisance (à Bendor, près de Bandol et aux Embiez, le Brusç), écoles de voile, de plongée ski nautique, pêche aux fonds rocheux (La Cride, Les Embiez), aux herbiers et graviers du détritique côtier.

- plongée et pêche sportive au Sud de Sicié, à St Mandrier. Navigation de plaisance généralisée mais déjà trop dense certains jours pour les

(1) Population de Toulon : 145.000 h, La Seyne : 27.000 h, St Mandrier : 4.300 h, La Garde : 5.000 h, La population estivale peut dépasser 200.000 h.

mouillages de l'île Verte, Bendor, Port d'Alon et le Brus. (pollutions, rejets solides, altération des fonds).

3° - Zones de pêches au chalut et en haute mer :

a) Banc des Blauquières au Sud de La Ciotat :

- 100 à -120 m à 5 m.n du rivage : graviers du détritique du large.
Banc des Broquets : -70 à -117 m au SSW des Embiez (4 m.n) ou au Sud de la pointe du Défend (5 à 6 m.n).

b) Banc de La Plane, vaste étendue inclinée de 100 à 170 m à 3 - 4 m.n dans le 180 du cap Cépet, non étudiée dans le présent rapport. La nature et la cartographie des fonds sont à établir.

VI - CARACTERES GENERAUX ET UTILISATION POTENTIELLE DES TYPES DE FONDS CARTOGRAPHIES :

1°) Sables mobiles du prisme littoral : 0 à -17 m ; exceptionnellement, jusqu'à -35 m, à Bandol.

- sables fins, lessivés, très isométriques,
- origine mixte : biogène et détritique,
- teneur en carbonate : 30 à 80 % selon les types d'alimentation et la nature lithologique du littoral : grès de La Ciotat, pélites du permien,
- dynamique : traction, saltation, suspension (vagues et courants de décharge, déferlements, transferts très localisés).
- usage : bâtiment, travaux public, pas de débouillage.
- géotechnique : matériau compressible, poreux, perméable, portance moyenne.
- épaisseur : jusqu'à plusieurs mètres (3 m à La Ciotat, 5 m à Bandol).
- outillage : dragues, bennes, lançage, vibro-fonçages,
- contraintes : exploitation à prohiber strictement à cause du danger d'érosion et de la rupture immédiate du profil d'équilibre littoral.
- mouillages : médiocres.
- localisation : baies de La Ciotat, Bandol, Sanary, Sud du cap Sicié (Muschotti) et des Sablettes (épaisseur inconnue).

2°) Sables fins des fonds de baies : 0 à -20 m.

Assez voisins de la formation précédente. Ils participent à de petits transferts et circuits tourbillonnaires locaux. Leur alimentation

en grains détritiques minéraux est subordonnée à l'apport de torrents locaux ne fonctionnant qu'au cours d'orages exceptionnels, brefs, mais parfois très violents (1) (ex. Le Dégoutant : baie des Lecques, Le Grand Vallat : baie de Bandol ; La Reppe (baie de Sanary). Ces épandages mobiles, brassés par les déferlements et tractés jusqu'à -20 m, à la limite d'action des courants de décharge, sont parfois localement fixés par des Cymodocées, Posidonies ou encroûtés de Rhodophycées. Ce sont les fonds à "poissons blancs".

Mêmes contraintes et propriétés "globales" (sans entrer dans les détails), que les formations mobiles et lessivées du prisme littoral (baies de La Ciotat, Bandol, Sanary).

3°) Herbiers à Posidonies : de quelques mètres à -35 m.

- sable coquillier hétérométrique,
- origine essentiellement bio-détritique,
- teneur en carbonates : 90 % à 99 %,
- dynamique : sédiment fixé par les frondes de Posidonies, "mattes" érodées par les courants de fond et formation de "tombants" et "chenaux" intermattes".
- usage : travaux publics, agrégats, pas de débouage,
- matériau compressible, poreux, perméable, portance moyenne,
- épaisseur : de 0,50 à 5 m.
- outillage : dragues, bennes, lançage, vibro-fonçage.
- mouillages : bonne tenue, arrachage des souches de Posidonies.
- contraintes : exploitation à prohiber strictement afin d'éviter la destruction systématique des biotopes et fonds de pêches, destruction du profil d'équilibre littoral. A protéger impérativement.
- localisation : essentiellement : baies de La Ciotat et du Brusq. Frange littorale étroite, plus ou moins continue pour les littoraux accores : pointe Grenier, pointe du Défend, port d'Alon, Les Engraviers, Sicié, Saint Mandrier, etc...

4°) Epandages bio-clastiques littoraux, hétérogènes, de -15 à -63m.

- sables polygéniques, graviers hétérogènes, mal classés.
- origine : mixte : détritique minéral et, surtout, érosion des "mattes" d'herbiers et formations meubles du littoral. On les retrouve en

(1) Crue d'Octobre 1973 à La Reppe : route inondée à Ouilloules, 4 morts.
1 mort à Bandol.

bordure de l'Estérel. Ils ne présentent point les peuplements habituels au détritique côtier, malgré certaines analogies.

- teneurs en carbonates : 75 à 95 %.
- dynamique : courants compensateurs de fond, chocs des vagues et déferlements pour les zones superficielles. On ne les trouve qu'en sites exposés à très exposés. Actions de freinage, influence des écueils et bancs rocheux sous-marins.
- usage : agrégats, travaux publics, généralement pas de débouillage.
- matériau compressible, poreux, perméable, portance assez bonne.
- épaisseur : inconnue, 1 à 3 m à Sanary.
- outillage : lançage, vibro-fonçage, dragues, bennes.
- mouillages : bons mais forts courants.
- contraintes : l'exploitation n'est possible qu'à -30 m, face à des littoraux rocheux accores et déserts, à une distance notable des herbiers.
- localisation : pointe de La Cride, Sud des Embiez et du cap Cépet.

5°) Graviers du détritique côtier : de -20 à -60 m.

- graviers, nodules et concrétions biogènes, "maërl".
 - origine biogène autochtone ou allochtone
 - teneur en carbonates : 97 à 99 %.
 - dynamique : traction ; courants compensateurs, courants de fond.
- Accumulations en zones calmes.
- usage : agrégats.
 - géotechnique : matériau compressible, portance nulle.
 - épaisseur : faible à très faible. Il s'agit généralement de placages.
 - outillage : dragues, vibro-fonçages.
 - contraintes : profondeurs trop importantes et sites exposés sauf à Nerthe-Sud. Substrats rocheux et proximité de peuplements à préserver
- Tonnages faibles.
- mouillages : généralement mauvais.
 - localisation : baies de La Ciotat, Bandol et Sanary, au Sud des Embiez et du Cap Sicié.

6°) Sables du détritique côtier : de -25 à -95 m.

- sable hétérométrique,
 - origine mixte : matériau détritique, fossile et bioclastique
- actuel.
- teneur en carbonates : très variable : de 45 à 90 %.
 - dynamique : courants de fonds, charriages et suspension momentanées.

- usage : débouillage souvent nécessaire, bâtiment et travaux publics.
- matériel compressible, poreux, portance faible à moyenne.
- épaisseur : de 2 à 5 m (baies de La Ciotat et de Bandol).
- outillage : dragues puissantes, suceuses, lançage, vibro-fonçage.
- contraintes : exploitation possible dans la limite : -20 à -30m

Eviter absolument les risques d'érosion et de colmatages, par les "fines" en suspensions, des fonds de pêches (herbiers).

- mouillages : bons.
- présence générale, bordant, du côté du large, les fonds d'herbiers et de graviers biogènes.

7°) Faciès du détritique côtier envasé : de -25 à -100 m.

- sables fins vaseux, sables hétérométriques vaseux, sablon pélique, graviers envasés, etc...

- origine mixte : dominance des éléments terrigènes.
- teneurs en carbonates : très variables : de 45 à 80 %.
- dynamique : action des courants de fond. Traction, suspensions momentanées.

- usage : travaux publics, agrégats. Débouillage nécessaire et souvent trop onéreux.

- géotechnique : matériau compressible à très compressible, porosité et perméabilité variables, portance faible, matériel parfois fluant (enrichissement en phyllites).

- épaisseur : faible : 1 à 2 m. Recherches en cours.
- outillage : bennes, dragues, suceuses, lançage.
- contraintes : profondeurs trop importantes et débouillage obligatoire.
- mouillage : bons.
- localisation : au Sud du Bec de l'Aigle et de la baie de La Ciotat.

8°) Vases terrigènes côtières : de -55 à -200 m.

Non étudiées dans le présent rapport à l'exception de la baie de Sanary.

- vase gluante, pélites dominantes (faciès de lutite).
- origine terrigène : troubles issus des épandages torrentiels du Grand Vallat et de La Reppe (recherches de Chamley, F. Picard et Muschotti).
- teneurs en carbonates : 28 à 40 %.

- dynamique ; contre-courant de la Nerthe, dérives de Mistral et W.NW, suspensions vraies et momentanées, courants compensateurs de fond.
- usage : aucun. Boues montmorillonitiques possibles.
- géotechnique : matériau fluant et thixotropique, souvent peu perméable, portance très faible.
- épaisseur : de quelques mètres à 30 m.
- localisation : Sud de la baie de Bandol, baie de Sanary.

9°) Sables détritiques du large : de -95 à -180 m.

Largement représentés au Banc des Blauquières, au Sud de La Ciotat et probablement à La Plane, ils n'ont point encore fait l'objet de recherches détaillées. Il s'agit de fonds de pêche (chalut) et d'une réserve potentielle de sables et graviers.

VII - EQUIPEMENT DU PRECONTINENT ET DU LITTORAL.

A - Aménagement littoraux :

1°) Aménagements des plages : aucune plage n'est réellement aménagée à l'exception de la plage artificielle de Renecros, à Bandol, ouvrage bien conçu mais où les circulations d'eaux doivent être plus développées.

Il serait possible, sans inconvénient, d'aménager les plages des Lecques et de Bandol, en augmentant leur longueur utile, au moyen d'enrochements en forme de T, après une étude préliminaire des sites. Le même problème se pose pour les Sablettes ou des ouvrages, bien étudiés, pourraient être envisagés. On s'efforcera, en tous les cas, de maintenir les circulations d'eaux.

2°) Aménagements portuaires : déjà très nombreux, ils ne doivent point être multipliés sous peine d'altérer les équilibres naturels. Citons : les prolongations des jetées du port de La Ciotat (nouvelle forme de radoub), ports de plaisance nouvellement édifiés à La Ciotat, Bandol (destruction d'un herbier), Bendor, Les Embiez, le Mourillon.

A l'exception de Bandol, les déséquilibres engendrés ne sont point trop graves. Les projets à La Ciotat, Les Lecques, Sanary, Le Brusç, s'ils venaient à l'exécution, *amèneraient des destructions et modifications importantes des fonds et peuplements infralittoraux et circolittoraux.*

3°) Terrains conquis sur la mer : Les Lecques, Bandol (vastes parkings), Sanary. Les épandages de terre, déblais, doivent être préalablement isolés du milieu marin par un brise-lames poreux, à "granulométrie"

dégressive, bien étudiée. Les rejets sommaires directement effectués en milieu marin, afin de "rentabiliser" les déblais des terrassements voisins, sont à proscrire : à port d'Alon, Bandol et Sanary, les herbiers ont été détruits ou partiellement détruits en quelques années alors que progressent les envasements par extension des zones turbides (La Coudouzière, Le Brusç).

Une étude sérieuse doit être envisagée avant tout rejet à la mer.

4°) Zones érodées : rivage rocheux à La Cride et Port Issol (Lias et Trias de Sanary) : falaises à surveiller (développement des constructions), éboulements importants et fréquents au cap Sicié, en site désert.

5°) Zones remblayées : aucune remarque. Transfert local de Fabrègas aux Sablettes et St Elme. Zone Sud de la plage de Sanary : épis et enrochements (Le Brusç). Aucun problème grave pour les rubriques 4 et 5.

B - Ouvrages lourds :

1°) Digues et brise-lames : aménagements possibles aux Sablettes (ouvrages longitudinaux), voire aux Lecques. *Aménagements de ce type à proscrire en baie du Brusç* afin de sauver ce qu'il reste du grand herbier initial. De tels ouvrages sont à limiter ou à étudier sérieusement dans la zone occidentale de la baie de La Ciotat.

2°) Iles artificielles :

. structures ancrées : possibilités en baie de la Ciotat, zone occidentale. (conditions d'abris et d'ancrages).

. structures semi-flottantes ou flottantes : baies de La Ciotat et du Brusç, évidemment : rade de Toulon.

. structures flottantes importantes : seulement en grande Rade de Toulon.

. forages "off shore" : banc des Blauquières, La Plane, baies de La Ciotat, de Bandol, etc...). Il s'agirait de forages techniques, ou de travaux publics et non de recherches pétrolières.

3°) Extractions de sables et d'agrégats (1).

4°) Rejets :

a - Problème de l'extension des émissaires :

. La Ciotat-Ouest : falaises du Capucin de Figuerolles. Emissaire très bien situé, débouchant, par forte pente, en eau profonde très agitée. Bonne dispersion des effluents. Le débit peut être augmenté sans inconvénient.

(1) cf. rapport contrat 72/475.

. Emissaire de La Villa des Tours (baie de La Ciotat) : étudié par diverses méthodes, il apparaît mal situé. Les effluents sont déportés vers le SE et amorcent une giration conforme au mouvement des eaux dans la baie (thermographie infra-rouge, clichés panchro, etc..., construction des plans de vagues, etc...). Une partie des effluents revient assez rapidement au littoral ; les fonds et pentes demeurent faibles et l'herbier, ainsi que les plages sont pollués. Nous préconiserons l'épuration des eaux rejetées à cet endroit et, surtout, aucune augmentation de débit des effluents actuels.

. A Bandol et Sanary, les effluents sont déportés vers le SSW. Une fraction importante se trouve dispersée et ne cause aucun problème (vases terrigènes côtières). Les circuits tourbillonnaires et dérives de Mistral ramènent assez rapidement, l'autre fraction sur les plages et au fond des baies. Nécessité d'une épuration ou d'un rejet par émissaire en eau profonde à étudier.

. Aucun rejet ne doit être entrepris en baie du Brusc.

. Emissaire de Toulon, au cap Sicié. Il est très bien situé, en eaux profondes, fortes pentes et agitation extrême. La dispersion est très rapide, comme à La Ciotat-Ouest. Le débit des effluents peut être augmenté sans inconvénient.

. Emissaire de l'Eygoutier, à l'Est du Mourillon : mal situé avec faible dispersion et retour d'une partie des effluents pour tous les régimes. Epuration et rejet en eau profonde souhaitables.

b - Zones de "dumping" :

. Facteurs favorables à l'extension d'une zone de rejet de déchets solides, non toxiques et non polluants (déblais de terrassements) :

- facteurs physiques : profondeur suffisante, en deçà de la limite générale d'action des vagues et d'une thermocline marquant l'extension en profondeur, des eaux chaudes et mobiles de la surface. Une immersion à -50 m peut être envisagée. L'optimum est -70 m. On évitera les fortes pentes, sauf en deçà de -50 à -70m où les peuplements photophiles benthiques demeurent à l'abri de remontées ou dispersions de troubles sur le fond.

- facteurs biologiques : on rejétera le plus loin possible des herbiers, fonds de pêches et plages. Les baies encaissées sont à éviter.

- facteurs économiques : proximité des lieux de chargement et faible durée de parcours, nécessité de zones assez abritées à coefficient d'utilisation élevé (nombre de journées de travail effectif par an).

. Zones actuelles :

- SSW de l'île Verte, par -60 et -75 m. Aucun problème, pas de contaminations par remontées (détritique côtier).

- Sud du cap Cépet : de -12 à -40 m, sur des fonds rocheux et graviers bioclastiques littoraux, côte accore et déserte. Envahissement par les troubles, des fonds et sables biogènes. Milieu très brassé, forts courants, très proche de Toulon et de La Seyne. Aucun inconvénient grave.

. Sites proposés :

- La Ciotat-Ouest : à proximité de l'émissaire, par des fonds de -50 à -70 m, talus à pente élevée (détritique côtier) L = 43°09'30 N ; G = 05°35'15 E (extension ±500 m).

- Basse Moulinière Ouest : détritique côtier, milieu très battu, fond régulier de -55 à -80 m. L = 43°04'40 N ; G = 05°43'20 E (extension ± 1000 m).

- possibilités de rejets non polluants à -50 m, dans le détritique côtier au large des pointes Grenier et du Déffend.

VIII - CONDUITE A TENIR.

A - Secteurs à protéger impérativement :

Fonds de pêche et chasse sous-marine, esthétique des sites, lieux de détente devant rester exempts d'aménagements :

- falaises du Sémaphore de La Ciotat et du Bec de l'Aigle.
- Ile Verte.
- pointe Grenier, pointe des Trois-Fours, pointe du Deffend.
- port d'Alon (site déjà très menacé).
- Sud de l'archipel des Embiez et du littoral accore du massif de Sicié.

Les zones des Engraviers, Bandol et La Cride sont déjà profondément altérées par des lotissements.

B - Secteurs pouvant être aménagés.

Les aménagements devront y être étudiés avec prudence et modération, en évitant une urbanisation excessive. Des portions rocheuses littorales devront rester libres, en l'état naturel.

- baie de la Ciotat : on préservera les littoraux rocheux du cap St Louis et de la pointe Grenier.

- baies de Bandol et de Sanary : on protégera les littoraux de La Cride, de la pointe Nègre, des Embiez et surtout, de la baie du Brusç.

- baie des Sablettes.

C - Secteurs menacés par les "marées noires" :

Il n'y a pas de raffineries pour le littoral étudié. Des dépôts de carburant sont implantés à Toulon, la Seyne, Saint Mandrier, Sanary, Bandol, les Embiez, Les Lecques et la Ciotat. Les routes des pétroliers se situent au large du rivage mais traversent la partie méridionale du Banc des Blauquières.

Les abords de Toulon sont l'objet d'un trafic militaire important.

Deux types de sinistres peuvent être envisagés :

1) Sinistre au Banc des Blauquières :

- par régime normal, les huiles et goudrons seraient déportés vers l'Ouest, c'est-à-dire vers Marseille et Fos.

- par Mistral : les pollutions seront rabattues sur Sanary et le Brusac en 2 ou 3 heures, par gros temps.

- par vent d'Est : les nappes de mazout seront déportées vers La Ciotat (2 à 3 h par vent fort : 50 à 60 km/h) et Cassis (4 à 6 h) pour un même régime.

2) En cas de sinistre aux abords de Toulon, par exemple au Sud de la Grande Rade et à l'Est du cap Cépet, par vents de 50 à 70 km/h.

- régime normal, beau temps : pollution du cap Cépet, de St Mandrier, des Sablottes et de Fabrégas, rade de Toulon.

- fort Mistral : le mazout serait déporté sur la presqu'île de Giens, les Fourmigués et la passe de Porquerolles.

- tempête de vent d'Est : pollution générale en rade de Toulon, St Mandrier, St Elme, les Sablottes et au Cap Sicié (en 2 ou 3 h), puis aux baies de Sanary, Bandol et La Ciotat, en quelques heures (4 à 10 h).

IX - EXTENSION DES RECHERCHES.

Les recherches doivent être, à mon sens, continuées dans les directions suivantes :

1° - Poursuite des levés sous-marins pour l'ensemble du précontinent et du Banc des Blauquières jusqu'à l'isobathe 200 m.

2° - Sonographie latérale systématique des baies de La Ciotat, Bandol et Sanary : prospection des fonds de pêche, herbiers, sables et agrégats sous-marins.

3° - Géophysique "légère" ou "boomer" ou au "sparker" des fonds du détritique côtier et des herbiers. Ce travail, déjà bien amorcé demande à être poursuivi.

4° - Etude détaillée de la baie du Brusç et des parages de l'archipel des Embiez. Photo interprétation et thermographie infra-rouge.

Marseille, le 23 Octobre 1973