



Réfection et confortement de la digue Laubeuf et de la digue du Large du port départemental de Cannes

Dossier de demande de dérogation concernant les espèces
protégées *Pinna nobilis* et *Posidonia oceanica*

Rapport d'étude

Juin 2015

P2A Développement SARL

Siège : 12 rue des Mimosas,
F-34750 Villeneuve-lès-Maguelone

Tel : 06 60 89 55 24

E-mail : p2adev@wanadoo.fr

p.dupont-p2a@orange.fr

Site web: www.p2adev.com

Crédits photos

Photos de couverture : vue aérienne de la digue Laubeuf (CGO6) et prises de vues sous-marines (P2A Développement)

Le présent rapport d'étude devra être cité comme suit :

Jouvenel J.-Y., Dupont P., Roche E. 2014 : Réfection et confortement de la digue Laubeuf et de la digue du large du port départemental de Cannes - Dossier de demande de dérogation concernant les espèces protégées *Pinna nobilis* et *Posidonia oceanica*. Contrat P2A Développement/Conseil Départemental des Alpes-Maritimes. Version V9, Juin 2015, 161 p.

Table de signatures

	Nom	Date
Auteurs	Nicolas Jarry (ACRI-IN)	2012
	Dupont Priscilla (P2A)	2013
Relecteur	Jean Yves Jovenel (P2A)	08/2014
Validation	Cg06/ VDC/ CCI	2014/2015

Versions et révisions

Version	Date	Description	Pages modifiées
0	2012-2013	Diagnostic et faisabilité de la réfection et du confortement de la digue Laubeuf et de la digue du large du Vieux-Port de Cannes	Étude de faisabilité d'ACRI IN
A	01/2014	Complément d'études suite aux décisions prises sur les profils retenus	Version Initiale
B	03/2014	Modifications suite remarques des Maîtres d'Ouvrages	
C	05/2014	Modifications suite aux plongées complémentaires	
D	07/2014	Modifications suite aux corrections du CG06	
E	08/2014	Modifications suite aux corrections CCI	
F	09/2014	Modifications suite aux corrections VDC	
G	10/2014	Modification suite à la présentation du dossier CSRPN à la DREAL + échanges DDTM	Mesures compensatoires et mesures d'accompagnement
H	Juin /2015	Modifications suites aux différentes réunions du MOUV¹	Addendum

¹ MOUV : Groupe de travail CCI/ Ville de Cannes/ CG06

Sommaire

RÉSUMÉ	7
1. JUSTIFICATION ET PRÉSENTATION DU PROJET	8
1.1 CONTEXTE DU PORT DÉPARTEMENTAL DE CANNES	8
1.1.1 <i>Présentation générale</i>	8
1.1.2 <i>Vulnérabilité aux tempêtes</i>	10
1.1.3 <i>Présentation de la digue concernée par le projet</i>	11
1.2 PRÉSENTATION DES DIFFÉRENTS INTERVENANTS	17
1.2.1 <i>Le Conseil Départemental des Alpes Maritimes</i>	17
1.2.2 <i>La Ville de Cannes</i>	17
1.2.3 <i>La Chambre de Commerce et d'Industrie Nice Côte-d'Azur</i>	17
1.2.4 <i>Répartition des maîtres d'ouvrage</i>	18
1.3 CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE	19
1.3.1 <i>La loi sur la protection de la nature de 1976</i>	19
1.3.2 <i>L'étude d'impact (code de l'environnement)</i>	20
1.3.3 <i>La loi sur l'eau et les milieux aquatiques (loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 codifié aux articles L.2010-1 et suivants du code de l'environnement)</i>	21
1.4 DESCRIPTION DES OUVRAGES PRÉVUS.....	22
1.4.1 <i>L'épi (Ville de Cannes)</i>	22
1.4.2 <i>Partie digue Laubeuf (Ville de Cannes)</i>	23
1.4.3 <i>Partie digue du large (CG06)</i>	24
1.4.4 <i>Solution retenue partie hélisation et musoir (Ville de Cannes et CG06)</i>	25
1.5 PLAN MASSE DU FUTUR OUVRAGE	26
1.6 DESCRIPTION DES TRAVAUX PRÉVUS.....	27
1.6.1 <i>Description des travaux</i>	27
1.7 DÉMONSTRATION DE L'ABSENCE DE SOLUTION ALTERNATIVE ET FINALITÉ DE DÉROGATION	31
1.7.1 <i>État actuel</i>	31
1.7.2 <i>Recherche de l'optimisation de l'emprise</i>	32
1.7.3 <i>Solution retenue</i>	41
1.7.4 <i>Finalité de la dérogation</i>	41
2. IMPACTS DU PROJET SUR LES ESPÈCES PROTÉGÉES	42
2.1 PRÉSENTATION DU CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL DU PROJET.....	42
2.1.1 <i>Contexte physique</i>	42
2.1.2 <i>Contexte environnemental</i>	45
2.1.3 <i>Les principaux enjeux environnementaux du site</i>	47
2.2 ÉTUDES ET INVENTAIRES RÉALISÉS SUR LE SITE	52
2.2.1 <i>Historique des campagnes réalisées</i>	52
2.2.2 <i>Définition de l'aire d'étude</i>	52

2.2.3	<i>Méthodes utilisées pour la cartographie des herbiers</i>	53
2.2.4	<i>Méthodes utilisées pour le relevé de la faune et de la flore</i>	53
2.2.5	<i>Résultats des campagnes</i>	54
2.3	ÉTAT DES CONNAISSANCES DE L'ESPÈCE <i>POSIDONIA OCEANICA</i>	73
2.3.1	<i>Classification</i>	73
2.3.2	<i>Description</i>	73
2.3.3	<i>Rôles et fonctions écologiques</i>	74
2.3.4	<i>Répartition</i>	75
2.3.5	<i>Causes de régressions</i>	76
2.3.6	<i>Protections réglementaires</i>	77
2.3.7	<i>Contexte local</i>	79
2.4	ÉVALUATION DES IMPACTS DU PROJET SUR L'ESPÈCE <i>POSIDONIA OCEANICA</i>	79
2.4.1	<i>Typologie d'impacts</i>	79
2.4.2	<i>Surface d'herbiers impactés directement par le recouvrement</i>	80
2.4.3	<i>État de conservation des herbiers dans la zone d'impacts directs</i>	82
2.4.4	<i>Les impacts indirects</i>	86
2.4.5	<i>Conclusion des impacts attendus du projet par rapport à l'espèce <i>Posidonia oceanica</i></i>	94
2.5	ÉTAT DES CONNAISSANCES DE L'ESPÈCE <i>PINNA NOBILIS</i>	94
2.5.1	<i>Classification</i>	94
2.5.2	<i>Caractéristiques morphologiques, mode de vie et reproduction de <i>Pinna nobilis</i></i>	95
2.5.3	<i>Répartition, habitats</i>	98
2.5.4	<i>Causes de régression</i>	99
2.5.5	<i>Protections</i>	100
2.5.6	<i>Contexte local</i>	101
2.6	ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET SUR L'ESPÈCE <i>PINNA NOBILIS</i>	101
2.6.1	<i>Impacts directs</i>	101
2.6.2	<i>Impacts indirects</i>	102
2.7	ANALYSE DES AUTRES IMPACTS POTENTIELS DU PROJET	102
2.7.1	<i>Impacts sur le milieu physique</i>	102
2.7.2	<i>Recouvrement des fonds autres que les herbiers</i>	103
2.7.3	<i>Altération des milieux et dérangement des espèces durant la phase chantier : impacts directs temporaires</i>	103
2.7.4	<i>Impacts directs liés à la modification de l'emprise sur l'hydrodynamisme</i>	104
2.7.5	<i>Impacts environnementaux et mesures envisagées</i>	106
3.	MESURES PROPOSÉES	109
3.1	PROPOSITIONS DE MESURES DE RÉDUCTION	109
3.1.1	<i>Plan d'assurance qualité</i>	110
3.1.2	<i>Mesures préventives afin de limiter les risques de pollution auprès des riverains</i>	111
3.1.3	<i>Mesures préventives afin de limiter les risques de pollution du milieu marin</i>	113
3.2	PROPOSITIONS DE MESURES COMPENSATOIRES	118
3.2.1	<i>État Actuel des interdictions de mouillage</i>	118
3.2.2	<i>Mesures n°1 : Création d'une zone de protection au droit des digues</i>	120
3.2.3	<i>Mesure n°2 : Pérennisation de l'interdiction de mouillage réglementée par l'arrêté 107/2014</i>	122
3.2.4	<i>Mesure n°3 : Modification de la zone de mouillage réglementée par l'arrêté 104/2009</i>	124
3.3	MESURES D'ACCOMPAGNEMENT	127
3.3.1	<i>Création d'une Zone de Mouillage d'Équipements Légers (ZMEL) à Sainte-Anne/ île Sainte-Marguerite</i>	127
3.3.2	<i>Comité technique du suivi environnemental</i>	141

3.3.3	<i>Suivi scientifique des Pinna nobilis</i>	142
3.3.4	<i>Suivi environnemental en phase travaux du confortement des digues</i>	147
4.	CONCLUSION	151
4.1	BILAN DES COÛTS ET RÉPARTITION FINANCIÈRE	151
4.2	PLANNING PRÉVISIONNEL DE LA CONCEPTION ET DES TRAVAUX.....	155
5.	DOCUMENTATION	156
5.1	BIBLIOGRAPHIE.....	156
5.2	TABLE DES ILLUSTRATIONS.....	159
6.	ANNEXES	161

Résumé

Le projet se situe sur la commune de Cannes dans le département des Alpes-Maritimes. Le port départemental de Cannes se situe à l'Est du golfe de la Napoule. A la suite d'inondations, de submersions provoquant des dégâts importants et aux risques encourus pour les biens et les personnes, la Ville de Cannes et le Conseil Départemental des Alpes-Maritimes, qui se partagent la compétence et la gestion de la digue, ont décidé de s'associer pour réaliser des travaux de confortement pérennes de l'ouvrage dans son intégralité.

Le diagnostic mené en 2011 par la société ACRI-IN a montré que la digue souffre d'une déstructuration parfois prononcée en fonction des tronçons, de brèches, de fissures, de travaux d'urgence, de porosité, etc. Certaines parties de digue sont en péril et méritent une attention urgente.

Le projet doit permettre de consolider les ouvrages existants, de limiter le franchissement des vagues en vue de préserver les biens et les personnes. Pour ce faire, une réfection et un confortement sont prévus sur l'ensemble de l'ouvrage. Sur la partie épi, une carapace en enrochements est prévue. Sur le reste de la digue, une carapace constituée de blocs ECOPODE™ (au-dessus de l'eau) et de blocs ACCROPODE II™ (sous l'eau) est aujourd'hui envisagée.

Les études préliminaires montrent que la réfection de l'ouvrage (et notamment le pied de digue sur la partie Est) empiète sur les herbiers de posidonies (*Posidonia oceanica*) malgré l'emploi des Ecopodes, solution la moins impactante. Ces herbiers abritent des spécimens de grandes nacres (*Pinna nobilis*).

Ces deux espèces sont protégées par la loi et constituent des enjeux environnementaux importants. Bien que les impacts du projet soient réduits au maximum, ils ne peuvent être totalement évités. Au total **1227 m² d'herbiers** sont recouverts ce qui représente 2,11 % de superficie impactée sur l'ensemble de la zone d'étude et **5 grandes nacres** sont dans la zone d'impact direct des travaux d'aménagements.

Ce rapport a donc pour objectif d'établir la demande de dérogation concernant les deux espèces protégées inventoriées dans la zone immédiate du projet entre 2011 et 2014 et de présenter les mesures adoptées afin de réduire, compenser les impacts du projet sur l'environnement ;

- Mesures de réductions mises en œuvre pendant l'exécution des travaux.
- **3 mesures compensatoires qui permettent de préserver 333 hectares de milieu marin.**
- Mesures d'accompagnement telles que la création d'une zone de mouillage d'équipement léger (ZMEL), un suivi environnemental qui concernera les nacres et les posidonies, depuis leur transplantation jusqu'à leur évolution sur 10 ans.

1. Justification et présentation du projet

1.1 Contexte du port départemental de Cannes

1.1.1 Présentation générale

La commune de Cannes est située à l'extrémité Sud-ouest des Alpes-Maritimes, au pied des massifs de l'Estérel et du Tanneron. Elle est bordée par les villes de Mandelieu-la-Napoule à l'Ouest, Le Cannet au Nord et Vallauris à l'Est. Elle est située sur la rive Est de la plaine alluviale de la Siagne dans la baie de Cannes qui s'inscrit plus largement dans le golfe de la Napoule.

D'une superficie de 1 962 hectares, le territoire communal de Cannes s'inscrit dans un croissant orienté vers le Sud, long de 9 kilomètres d'Est en Ouest et large de 5 kilomètres du Nord au Sud.

Malgré une forte urbanisation côtière, 33 % de son territoire est classé en zone naturelle et 18 % représente des espaces boisés classés.

Le port départemental de Cannes est situé à l'Est du Golfe de la Napoule, il marque la frontière entre les plages du Midi d'un côté et les célèbres plages de la Croisette de l'autre.

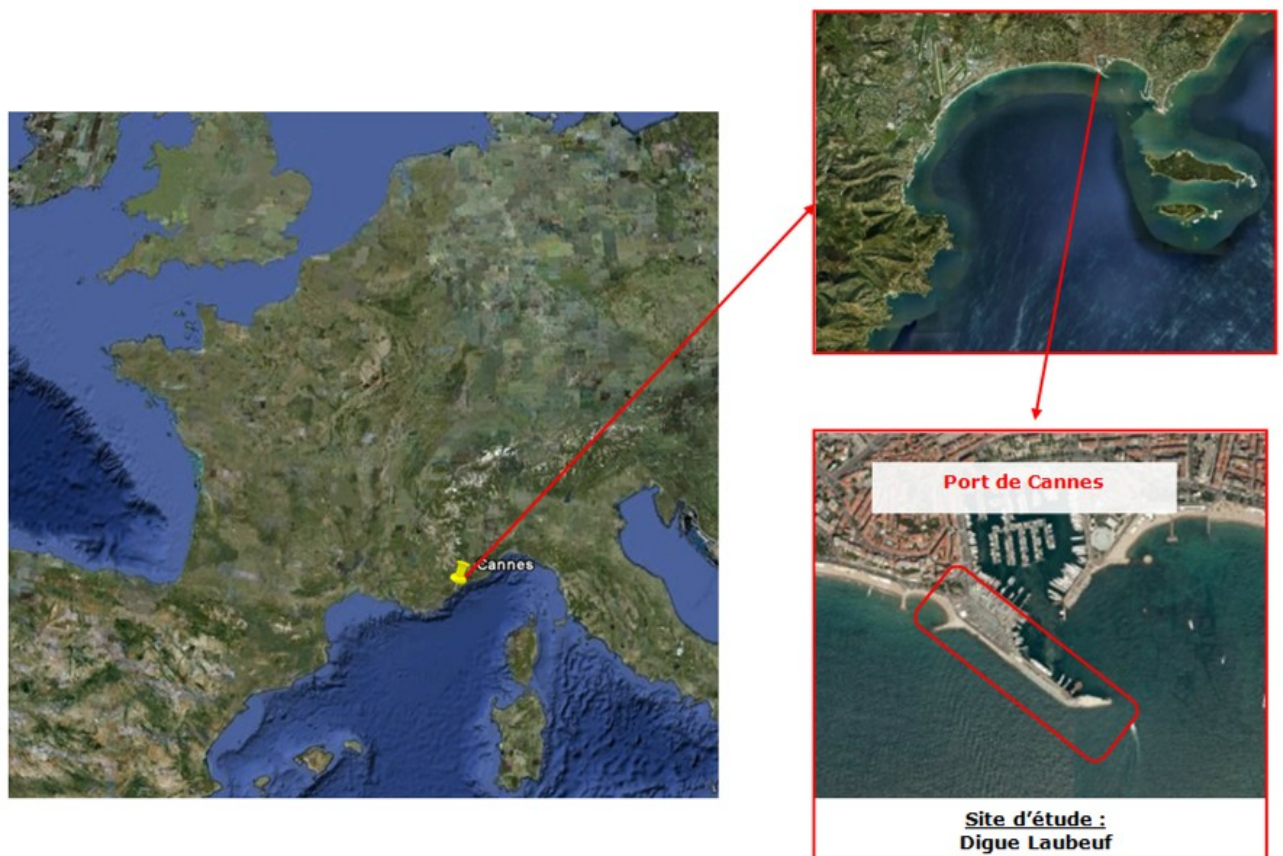


Figure 1 - Localisation du site d'étude

La gestion du port est concédée par le CG06 à la CCI-NCA (Chambre de commerce et de l'industrie Nice Côte-d'Azur). Entre la Croisette et le quartier du Suquet, le Vieux-Port de Cannes représente une escale aussi bien pour les plaisanciers que pour les pêcheurs, les croisiéristes ou les propriétaires de yachts de luxe ainsi que les passagers transportés vers les Iles du Lérins.



Figure 2- Schéma de présentation du Vieux-Port de Cannes

Ce port, aux multiples activités, possède la particularité d'être essentiellement tourné vers le commerce (77% de son activité, chiffres 2012), la plaisance étant la seconde activité par ordre d'importance (19% de son activité) et une partie domaniale (4%). Le port dispose de 800 places à quai et sur pontons. Sont accueillis des navires jusqu'à 145m de long et 5m de tirant d'eau. Le pilotage est obligatoire à partir de 80m pour le yachting et 50m pour le commerce.

Les activités du port sont variées, tout au long de l'année, différents types de navires empruntent le chenal d'accès. Plaisanciers, pêcheurs, embarcations de loisirs nautiques, navires de transport de passagers vers les Iles de Lérins, navires de croisière et grande plaisance s'y côtoient. D'après l'étude d'impact économique et social Sirius 2011, le port de Cannes génère l'équivalent de 10 180 emplois à temps plein direct et indirect.

SITUATION GEOGRAPHIQUE	CARTES	HAUTEUR D'EAU	AMARRAGE DANS LE PORT
Latitude 43°32',7 N- Longitude 007°01'E.	SHOM 7205 et 7409 – Navicarte 501	5 mètres dans la passe	Les postes sont équipés de pendilles sauf la Jetée Albert Édouard partie Sud

Le Conseil Départemental des Alpes-Maritimes est le représentant de l'Autorité Portuaire et l'Autorité investie des pouvoirs de police portuaire.

1.1.2 Vulnérabilité aux tempêtes

Le port départemental de Cannes, également appelé Vieux-Port, dispose d'ouvrages de protection souffrant d'une mauvaise conception liée à des constructions en phases successives (avec des matériaux et des profils inadéquats). Depuis quelques années, cet ouvrage est donc confronté aux assauts des coups de mer qui balaient les digues de toute part, provoquant des inondations par submersions et ainsi d'importants dégâts sur les infrastructures et aménagements portuaires.

En 2008, la fête foraine installée pour Noël sur le parking Laubeuf fut entièrement détruite, et si par chance les forains ont pu être évacués à temps, les dégâts sur leurs manèges ont été considérables obligeant la municipalité à déplacer, depuis cet événement, l'emplacement de la fête.

Plus récemment, le 19 février 2010, le mur qui entoure le parking Laubeuf a cédé sur une longueur de 10 mètres sous la pression des vagues à la suite d'un fort coup de mer et le parking Laubeuf a été complètement envahi par les flots.

Plus les tempêtes s'enchaînent et plus la digue semble souffrir d'une fatigue chronique que les travaux d'urgence (pour remplacer les blocs expulsés ou tombés en pied de talus) n'arrivent plus à soigner. Ainsi, chaque tempête se succédant provoque de plus en plus de dommages tant sur la digue elle-même que sur toutes les infrastructures portuaires, voire même sur les bateaux amarrés directement à l'arrière de la digue.

Si pour l'heure aucune victime n'a encore été déplorée, des incidents pourraient survenir puisque lors de ces événements, souvent très imprévisibles, le parking est complètement inondé par des lames d'eau impressionnantes, envoyant à la casse les voitures encore présentes, sans compter les utilisateurs du port qui tentent de sauver ce qui peut encore l'être.

Photographie 1 - Planche photographique de la digue de Cannes soumise aux tempêtes



04 Mai 2010 (Parking Laubeuf)



04 Mai 2010 (Parking Laubeuf)



04 Mai 2010 (digue du large)



04 Mai 2010 (ancien phare)

Suite aux dégâts importants subis par le port de Cannes et aux risques encourus pour les biens et les personnes, la Ville de Cannes et le Conseil Départemental des Alpes-Maritimes qui se partagent la compétence et la gestion de la digue, ont décidé de s'associer pour réaliser des travaux de confortement pérennes de l'ouvrage dans son intégralité.

Ils ont pour cela mené conjointement des études de diagnostic et de faisabilité de la réfection et du confortement de la digue. L'objectif de ces études était de faire un état des lieux de l'ouvrage existant sur tout son linéaire et de concevoir des profils de digue au travers d'essais de modèles physiques qui permettent de respecter les valeurs de stabilité et de taux de franchissement imposés tant par le Conseil Départemental que par la Ville sur les secteurs les concernant.

Par ailleurs, La Chambre de Commerce et d'Industrie Nice Côte-d'Azur (CCINCA) possède la concession du Vieux-Port de Cannes. Il a été décidé par avis de principe du 18 juillet 2013 que la CCINCA serait en charge de réaliser les travaux, d'intégrer leur montant dans son programme d'investissement (toujours en partenariat avec la ville de Cannes et à la suite du CG06) et d'assurer la maîtrise d'ouvrage au niveau de la digue du Large (zone de la digue sous compétence du CG06).

1.1.3 Présentation de la digue concernée par le projet

1.1.3.1 Aspects juridiques

Face aux îles des Lérins, la digue départementale du port de Cannes est équipée dans l'ordre, depuis le musoir, d'un phare puis la plateforme de l'hélistation, de l'ancien phare, de la digue du large, et enfin de la digue Laubeuf au droit du parking éponyme.

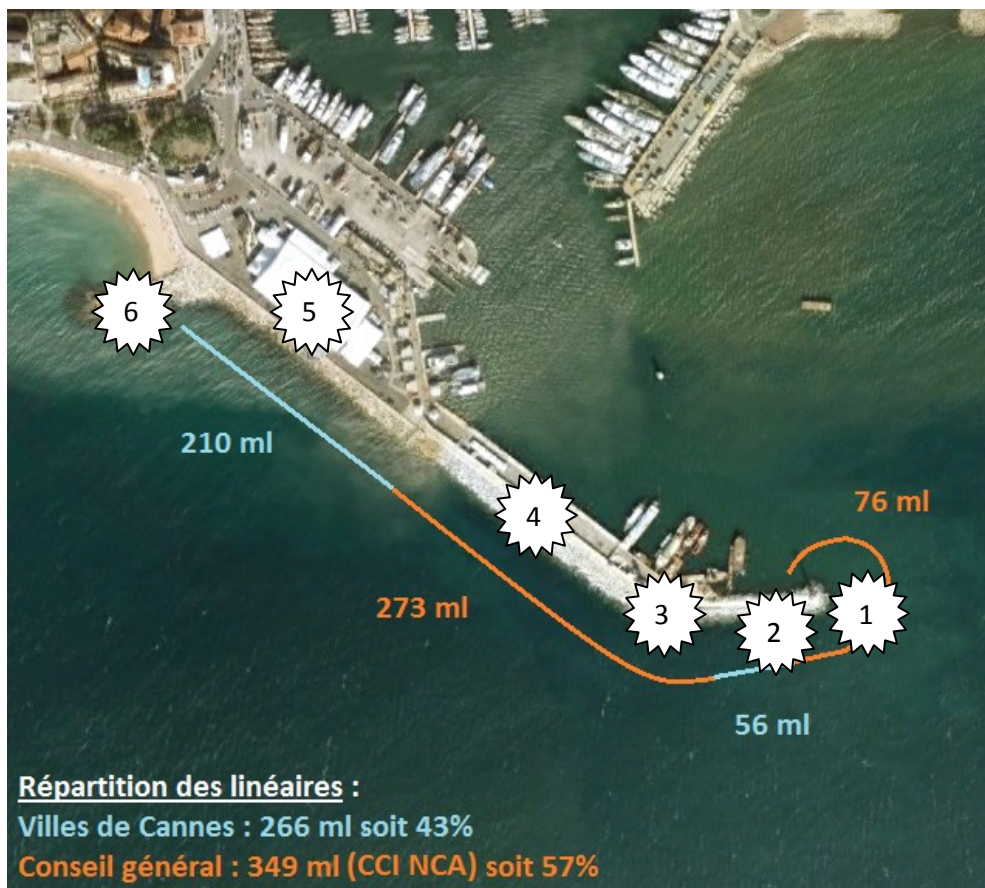


Figure 3 - Vue aérienne de la digue (source : Google Earth - 2006) et tableau de répartition des compétences sur les différents linéaires de digue (Source : ACRI-IN)

Tableau 1 - Présentation des propriétaires des différentes parties de la digue du Vieux-Port de Cannes

	Dénomination	Activités économiques	CG06	Ville de Cannes	CCI NCA
1	Musoir	Nouveau phare	Propriétaire		
2	Hélistation	Hélistation	Propriétaire	Exploitant	
3	Ancien phare		Propriétaire		
4	Digue du large	Transport côtier (326 609 passagers en 2012 pour les Iles de Lérins et 338 033 passagers et croisières)	Propriétaire		Exploitant
5	Digue Laubeuf	Parking Laubeuf (361 véhicules légers et 24 autocars)	Propriétaire	Exploitant	
6	Épi			Propriétaire Exploitant	

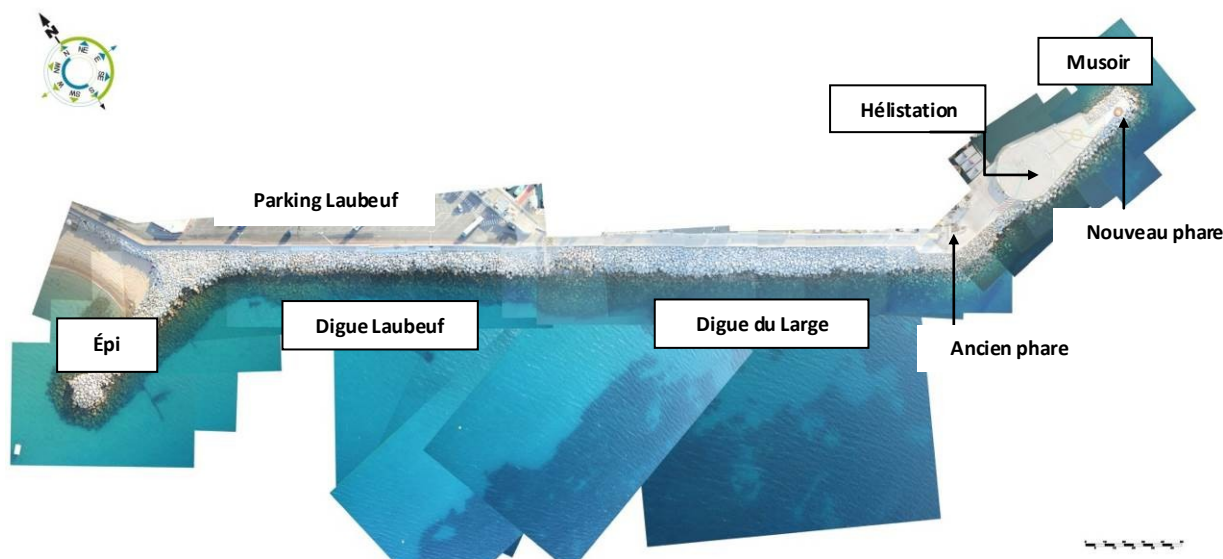
1.1.3.2 Aspects techniques

La digue principale du Port départemental de Cannes a pour fonction de pacifier le plan d'eau intérieur du port et de le protéger contre les coups de mer, notamment ceux de secteur Sud dont les vagues peuvent être très importantes et submerger l'ouvrage.

La digue, d'une longueur totale de 615 m s'étend du Nord-Ouest au Sud-est depuis l'enracinement d'un épi la séparant de la plage du Midi jusqu'au musoir.

Du fait de sa construction en plusieurs phases et des aménagements adjacents, elle comporte les parties suivantes :

- L'épi
- la digue Laubeuf au droit du parking éponyme (d'une capacité de 361 véhicules légers et 24 autocars), composé d'un talus en enrochements ;
- la digue du Large, pour partie composée de blocs en porphyres ;
- la plateforme de l'hélistation composée d'un talus en blocs cubiques rainurés artificiels en béton (BCR : Blocs Cubiques Rainurés) ;
- le musoir composé d'un talus en enrochements.



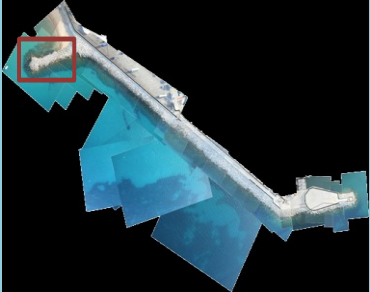
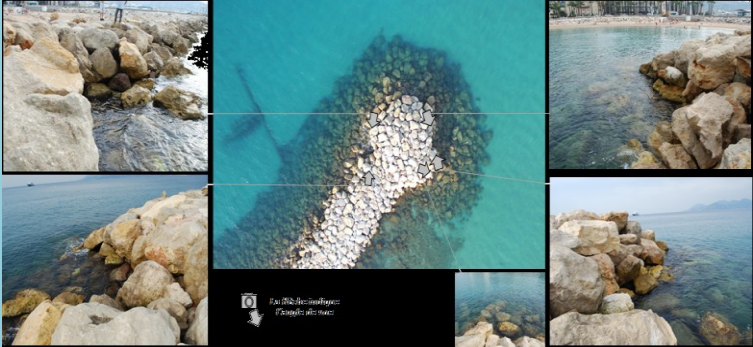

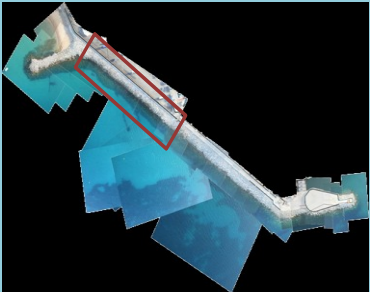
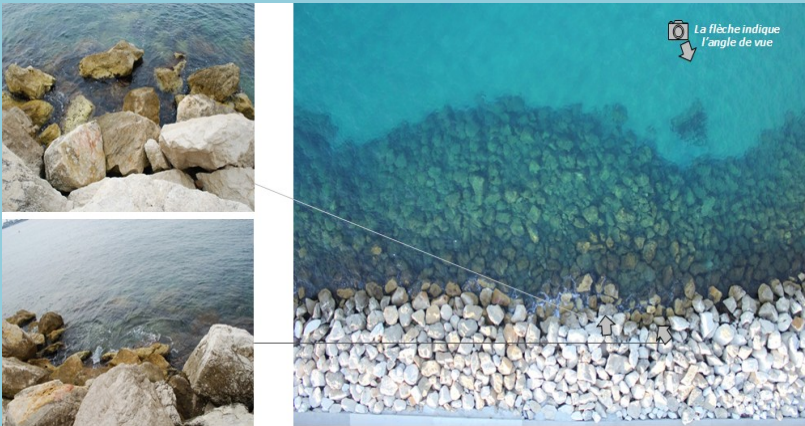

Photographie 2 - Photo aérienne de la digue et présentation des différents tronçons (Source : ACRI-IN)

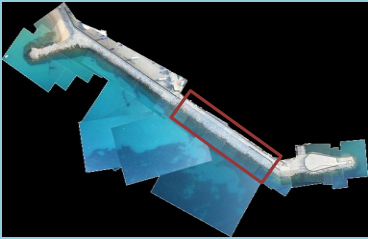
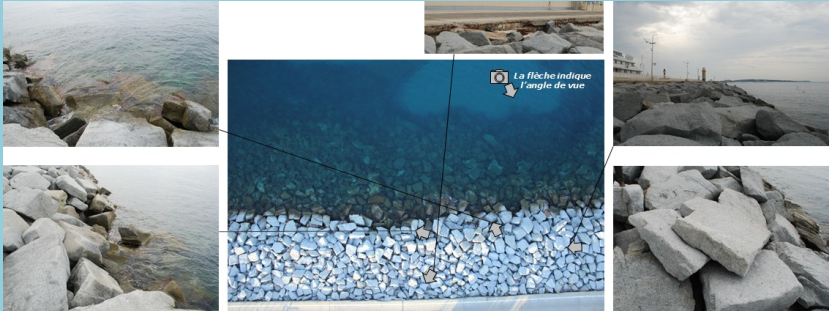


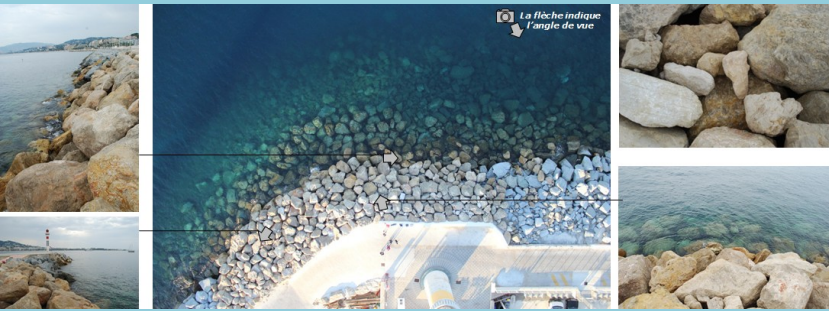

Chacune de ces parties possède des caractéristiques techniques, des propriétés intrinsèques et des contraintes qui leur sont propres. Les travaux et donc les impacts sur les espèces protégées seront distincts d'une partie de la digue à l'autre.

1.1.3.1 État des lieux de la digue

La digue du vieux port de Cannes du fait des tempêtes se succédant, montre un état dégradé de sa structure. En effet, la digue est déstructurée avec une hétérogénéité des blocs, du fait de rechargement successifs après les tempêtes. Le désordre de la digue, causé par ces réparations successives, augmente la raideur de pente, cause un talus irrégulier et donc son instabilité. De nombreux blocs se retrouvent au fond de l'eau impactant directement les herbiers et des brèches de plus en plus importantes. Plusieurs parties du linéaire sont en péril, notamment le musoir qui accueille le nouveau phare. La totalité du linéaire de la digue est en état de rupture probable. Le diagnostic par partie est détaillé dans les tableaux suivants ;

DIAGNOSTIC DE LA DIGUE DU VIEUX PORT DE CANNES

ZONE CONCERNEE	CONTEXTE	DIAGNOSTIC TERRESTRE	DIAGNOSTIC SOUS-MARIN	CONCLUSION
<p>Epi à l'Ouest</p>	<p>L'épi se situe à l'extrême Ouest de la digue Laubeuf.</p>  <p>Gestion : ville de Cannes.</p>	<p>Les roches sont de tailles et de natures diverses (rhyolithes, gneiss, calcaire). L'épi est déstructuré :</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Le musoir de l'épi ne possède plus de véritable assise ; ☞ La carapace s'est écroulée, la plupart des gros blocs ont roulé au fond de l'eau ; ☞ Les matériaux composant le noyau sont répandus dans l'anse côté plage ; ☞ Deux brèches ont été observées. 	<p>Au niveau de l'épi, on observe des zones de tassement généralisé. Des portions de conduites des émissaires ont été déplacées suite aux mouvements engendrés par les tempêtes. Certains émissaires sont encore en activité, d'autres sont ensablés vers leur extrémité.</p> 	<p>L'épi et son musoir sont en péril. On observe :</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Une désorganisation des blocs avec une forte hétérogénéité dans leur taille ; ☞ La carapace n'est pas stable : la plupart des gros blocs ont roulé au fond de l'eau ; ☞ Le noyau de l'épi a été agressé par les tempêtes ; ☞ Les matériaux les plus fins sont répandus côté plage. La plupart des plus gros blocs ont roulé au fond de l'eau ; ☞ Il y a une hétérogénéité dans la taille des blocs ; ☞ Une brèche importante a été détectée à l'enracinement de l'épi. <p>Cette partie de l'ouvrage devra faire l'objet d'une attention prioritaire, voire de travaux d'urgence</p>
<p>Digue Laubeuf</p>	<p>Cette partie de digue se situe entre l'enracinement de l'épi jusqu'au portail métallique d'accès à l'hélistation.</p>  <p>Gestion : ville de Cannes.</p>	<p>Cette partie de digue est fragile :</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ On observe une quantité importante de blocs en pied d'ouvrage ; ☞ La carapace, toujours présente, comporte cependant des vides importants ; ☞ L'action de la houle peut être ressentie profondément à l'intérieur de l'ouvrage. 	<p>Cette partie de digue est encore correcte. Les blocs, de taille moyenne à grosse, reposent sur du sable fin. Ils sont moins homogènes que les précédents. Des portions de conduites des émissaires ont été déplacées suite aux mouvements engendrés par les tempêtes. Certains émissaires sont ensablés vers leur extrémité.</p> 	<p>Le linéaire « digue Laubeuf » est déstructuré. La pente du talus n'est ni continue, ni régulière. On observe :</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Le déplacement vers le pied de talus ou vers la dalle en béton de quelques blocs de petite taille ; ☞ Des élargissements effectués suite à des rechargements post-tempêtes ; ☞ Une augmentation de la pente qui déstabilise les blocs durant les épisodes de forte houle ; ☞ La présence de brèches ; ☞ La partie Est de la digue est très hétérogène.

<p>Digue du Large</p>	<p>Cette partie de digue se situe entre le portail métallique d'accès à l'hélistation jusqu'à l'ancien phare.</p>  <p>Compétence : CG06, CCI NCA</p>	<p>Sur cette partie de digue, on observe :</p> <ul style="list-style-type: none"> ↺ Un rechargement sur une vingtaine de mètres ; ↺ Les plus gros blocs en pied d'ouvrage ; ↺ Le talus n'est pas régulier, un certain désordre est toujours présent malgré le rechargement ; ↺ Certains blocs sont fissurés, voire divisés en deux morceaux ou plus, au milieu de cette partie de digue ; ↺ L'élanement de la majorité des blocs n'est pas conforme aux règles de l'art (blocs très longs et très plats). 	<p>Le pied de cette partie de digue est caractérisé par des effondrements. Le pied de digue est élargi et particulièrement hétérogène. On dénote la présence de gros blocs épars.</p> <p>Les fonds sur cette portion de digue sont aussi caractérisés par la présence d'une avancée de posidonies et d'une épave de barge à clapet en acier.</p> 	<p>La partie « Digue du Large » présente de nombreux désordres :</p> <ul style="list-style-type: none"> ↺ De nombreux blocs ont glissé en pied de digue ; ↺ Le talus est irrégulier ; ↺ Le filtre est visible en divers endroits ; <p>La partie Est de la digue du Large est composée de blocs en porphyre bleu :</p> <ul style="list-style-type: none"> ↺ Certains d'entre eux sont fissurés ; ↺ D'autres divisés en plusieurs morceaux ; ↺ Il y a un sous-dimensionnement de l'ouvrage ; ↺ Leur forme est longue et plate (mauvaise imbrication et mauvaise porosité) ; <p>Ce linéaire n'est pas conforme avec les règles de l'art. Le champ de la dalle en béton de la voie carrossable est endommagé. Très forte hétérogénéité à l'Est (travaux de confortement).</p>
<p>Partie ancien phare</p>	<p>Cette partie se situe entre l'ancien phare et l'hélistation. Elle fut l'objet en mai 2010, de travaux d'urgence.</p>  <p>Compétence : CG06, CCI NCA</p>	<p>Cette partie de digue en coude a été totalement détruite lors de la tempête du 04/05/2010. Des travaux de confortement d'urgence ont été effectués :</p> <ul style="list-style-type: none"> ↺ Les blocs sont en calcaire ; ↺ Forte disparité des tailles de blocs ; ↺ Gros blocs placés en butée arrière et dispatchés sur le reste de la carapace ; ↺ Pente reconstituée, raide pour du bloc naturel ; ↺ Les règles de l'art de la blocométrie croissante du noyau à la carapace n'ont pas été respectées. 	<p>Présence de gros blocs en pied de digue.</p> <p>Présence d'herbiers de posidonie.</p> 	<p>Cette partie a été détruite par le coup de mer du 04/05/2010 et reconstruite d'urgence. Des gros blocs en calcaire de 8t ont été ajoutés en carapace et en butée adossés à la berme. Cependant il résidait encore un nombre important de petits blocs. Il y a donc une forte disparité de la taille des blocs. La pente en haut de talus est trop importante pour garantir la stabilité de l'ouvrage lors des tempêtes.</p> <p>Cette zone a été jugée comme étant en péril.</p>

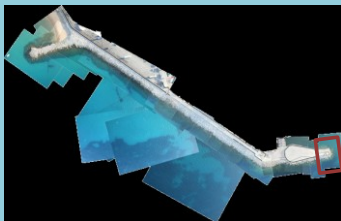
Hélistation

Cette partie est située devant l'hélistation constituée de BCR.



Gestion : ville de Cannes.

Le musoir de la digue du Port de Cannes entoure le phare et la dalle permettant d'y accéder.

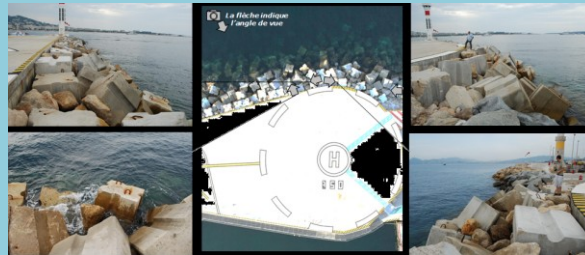


Partie musoir

Compétence : CG06, CCI NCA.

Cette zone comporte une dalle sur pieux (hélistation) en couronnement d'ouvrage, protégée par un talus composé de BCR (Blocs Cubiques Rainurés) en carapace. La stabilité n'est pas assurée de manière optimale sur ce tronçon.

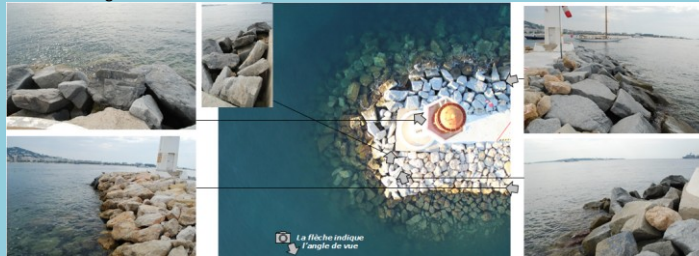
- Le talus en BCR paraît trop raide, non conforme avec les pentes assurant la stabilité de ce type de bloc ;
- Le talus en BCR est désorganisé et ne semble pas respecter une porosité suffisante, indispensable pour dissiper efficacement l'énergie de la houle en absorbant les volumes d'eau des vagues, projetés à travers la carapace ;
- Certains blocs sont en mauvais état (fissures, corrosion en profondeur des anneaux de levage en acier, forte usure ou coins manquants) ;
- Une quantité assez importante de blocs se trouve en pied d'ouvrage ;
- On observe une tentative pour combler les vides en insérant des BCR plus récents mais ils ne sont que partiellement comblés ;
- Cette mixité non-conventionnelle n'arrange ni la stabilité ni la conservation d'une porosité suffisante.



Le musoir est très vulnérable car situé au niveau des profondeurs les plus importantes de l'ouvrage. Le talus intérieur a été entièrement emporté entre l'hélistation et le nouveau phare : vidée jusque sous la dalle d'accès au phare, celle-ci s'est retrouvée suspendue dans le vide après la tempête du 04/05/2010, brisée en plusieurs endroits, se maintenant d'un seul tenant grâce au ferrailage.

- La dalle et le talus intérieur, ont, depuis, été refaits lors des travaux d'urgence ;
- Le talus intérieur est sous-dimensionné à cause de la blocométrie très large qu'il comporte ;
- Le talus intérieur ne comporte pas de véritable noyau ni de couche filtre ;
- Le musoir paraît tronqué et n'a plus la forme caractéristique arrondie et évasée propre aux extrémités d'ouvrage ;
- La berme du musoir est inexistante ;
- Le talus du musoir est chaotique et vient s'appuyer directement au pied du phare ;
- La ligne d'entrée dans l'eau est à moins de 3m des fondations du phare ;
- Les blocs, de formes non conventionnelles, sont parfois trop petits pour former la carapace d'une zone aussi sensible.

Tout comme l'épi à l'enracinement de la digue, cette partie devra faire l'objet d'une attention prioritaire, voire de travaux d'urgence.



Présence d'herbiers de posidonie



Le talus en BCR est désorganisé et comporte une pente trop raide pour assurer sa stabilité. Certains blocs sont en mauvais état et une quantité importante a rejoint le fond de l'eau en pied d'ouvrage. Un rechargement a été effectué pour combler les vides par la pose non-conventionnelle de BCR ou de blocs en enrochements dans les interstices. Ce rechargement a augmenté le désordre de la digue sans pour autant améliorer sa stabilité.

Ce constat laisse présager de futurs dommages préoccupants lors des tempêtes, pouvant provoquer une brèche sur la partie avant du port qui pourrait entraîner une agitation importante. Sans réflexion globale, les rechargements successifs aggraveraient la situation avec une durée de vie limitée, au-delà d'un certain niveau critique de désordres, pour cette portion d'ouvrage.

Cette zone se caractérise par la présence de blocs moyens, sans déplacement apparent de ceux-ci. De nombreux débris sont observés sur ces zones : caillebotis et IPN, ancien deck de l'héliport, etc.

Présence du pilier de soutènement de l'héliport intact : piles en béton et structure acier.

Les herbiers de posidonie ont disparu, remplacés par du sédiment portuaire.

Tout comme l'épi à l'enracinement de la digue, cette partie de l'ouvrage devra faire l'objet d'une attention prioritaire, voire de travaux d'urgence.

Les travaux d'urgence effectués ont été réalisés par le rechargement en enrochements de tailles très variées sans remettre de véritable noyau ou de couche filtre. La blocométrie a d'autre part été sous-dimensionnée. Le musoir paraît tronqué et n'a plus la forme arrondie et évasée propre aux extrémités d'ouvrages. Sa berme est inexistante, son talus est chaotique et composé de blocs de tailles variées s'appuyant directement au pied du phare. La ligne d'entrée dans l'eau est à moins de 3m des fondations du phare. Les blocs, de formes non conventionnelles (plates ou allongées), sont parfois trop petits pour former la carapace d'une zone aussi critique. Elle devrait comporter des blocs beaucoup plus gros que sur le reste de l'ouvrage pour assurer une stabilité suffisante au vu des fortes sollicitations hydrodynamiques de la houle diffractant autour de ce cap artificiel.

1.2 Présentation des différents intervenants

1.2.1 Le Conseil Départemental des Alpes Maritimes

La loi de décentralisation de 1982 a confié au Département la mission d'assurer le développement équilibré du territoire.

- Ses compétences s'exercent dans six grands domaines : l'aide sociale, l'enseignement, les infrastructures et transports, l'environnement, la culture et l'économie. Le département est également acteur de la préservation et de la valorisation des espaces naturels. À ce titre, il promeut une gestion durable du milieu marin et littoral en développant les espaces marins protégés ;
- Luttant contre les pollutions marines ;
- Œuvrant pour une gestion équilibrée du littoral.

Le Port de Cannes est propriété du Département depuis 2014, il est tourné vers les activités de plaisance, de grande plaisance, de croisière et de transport vers les îles.

1.2.2 La Ville de Cannes

Au cœur de cette commune se situent le Vieux-Port de Cannes et le parking Laubeuf ayant fait l'objet d'un transfert de gestion de l'État en mars 1979.

Le maire de Cannes est chargé, au titre de son pouvoir de police, d'assurer la sécurité publique sur le territoire de sa commune. Il s'est ainsi engagé dans le projet de confortement de la digue Laubeuf.

1.2.3 La Chambre de Commerce et d'Industrie Nice Côte-d'Azur

La Chambre de Commerce et d'Industrie Nice Côte-d'Azur est présente dans tout le département des Alpes-Maritimes dans le cadre de ses services aux entreprises, de ses établissements de formation et des équipements qu'elle gère (ports, gare routière,....etc.). Elle est devenue CCI métropolitaine et territoriale et conserve ainsi son périmètre de compétences sur l'ensemble du département des Alpes-Maritimes, tout en s'intégrant au réseau régional des CCI.

La CCI Nice Côte-d'Azur est en charge de la gestion du Port, connu pour ses manifestations de renommées internationale telles que le Festival international de plaisance ou les Régates royales.

Par un avis de principe du 18 juillet 2013², l'Assemblée délibérante du CG06 a décidé d'intégrer la digue du Large et le musoir dans la concession d'outillage du port départemental de Cannes pour permettre, dans les meilleurs délais, la réhabilitation, la gestion et la bonne conservation de l'ouvrage.

La CCI-NCA réalisera les travaux et intégrera leur montant dans son programme d'investissement, prenant la suite du Conseil Départemental des Alpes-Maritimes, toujours en partenariat financier avec la ville de Cannes.

² Acte n°10 Port départemental de Cannes – Intégration de la digue du Large dans le contrat de concession – avis de principe

1.2.4 Répartition des maîtres d'ouvrage

Tableau 2-Répartition des maîtres d'ouvrage

		Conseil Départemental des Alpes- Maritimes	Ville de Cannes	CCI
Étude de faisabilité	Convention du groupement de commandes (2011)	Coordinateur du groupement de co-maîtrise d'ouvrage	Co-maîtrise d'ouvrage	
Dossier CNPN		Coordinateur du groupement de co-maîtrise d'ouvrage	Co-maîtrise d'ouvrage	Avis décisionnel
Conception et suivi de réalisation	Convention du groupement de commandes (2013)		Co-maîtrise d'ouvrage	Coordinateur du groupement de co-maîtrise d'ouvrage
Suivi environnemental		Assistance	Co-maîtrise d'ouvrage	Coordinateur du groupement de co-maîtrise d'ouvrage
Mesures d'évitement et d'accompagnement		Assistance	Co-maîtrise d'ouvrage	Coordinateur du groupement de co-maîtrise d'ouvrage
Travaux			Co-maîtrise d'ouvrage	Coordinateur du groupement de co-maîtrise d'ouvrage
Mesures compensatoires			Co-maîtrise d'ouvrage	Co-maîtrise d'ouvrage

Le département des Alpes Maritimes et la ville de Cannes ont décidé de se constituer en groupement de commandes pour réaliser les études de faisabilité et le dossier CNPN, avec comme coordonnateur le Conseil Départemental. La convention du groupement de commande a été signée le 8 février 2011. La partie « études préliminaires » s'est déroulé en fonction de la répartition du linéaire pour chaque collectivité, soit 43% Ville de Cannes et 57% Conseil Départemental.

Depuis le 27 juin 2013, l'assemblée départementale a acté le principe de l'intégration de la digue du Large du Port départemental de Cannes dans la concession de la Chambre de Commerce et d'Industrie Nice Côte-d'Azur. Elle a également confié la maîtrise de ces travaux à la CCI-NCA, qui a ensuite signé une convention de groupement de commande avec la ville de Cannes.

1.3 Contexte réglementaire

Les textes réglementaires sont issus du guide de recommandation dans le cadre du suivi environnemental des aménagements portuaires et littoraux (Raujouan, 2012).

Préalablement au démarrage des travaux, il est nécessaire de réaliser toutes les demandes d'autorisation nécessaires et de faire réaliser les suivis environnementaux soumis au code de l'environnement en fonction du type d'aménagement réalisé (nomenclature des ouvrages soumis à autorisation au titre des articles L.214-1 et suivants du code de l'environnement par exemple) et des incidences potentielles sur l'environnement (impacts sur l'eau et les milieux aquatiques, sur les milieux naturels, etc.)

1.3.1 La loi sur la protection de la nature de 1976

La loi sur la protection de la nature de 1976 (codifiée aux articles L.122-1 et suivants du code de l'environnement et L.211-1 et suivants du code rural) a introduit l'obligation de prise en compte des préoccupations environnementales dans les politiques de développement et d'aménagement. Elle rend l'étude d'impact obligatoire pour certains travaux et projets d'aménagements, et le document est joint au dossier soumis à l'enquête publique.

Le Code de l'Environnement et ses arrêtés prévoient l'interdiction de porter atteinte aux spécimens de ces espèces et pour certaines, à leurs habitats de reproduction et de repos. Ces principes, institués par la Loi de protection de la nature de 1976 sont définis dans les Articles L411-1 et 2 du Code de l'Environnement. Parmi ces principes, le dispositif s'articule autour :

- De l'établissement de listes d'espèces protégées, induant, outre les espèces, la nature et la durée des interdictions qui s'appliquent (L411-1 et 2) ;
- De la possibilité de déroger aux règles de protection, dans certaines conditions définies de façon précise et restrictive (L411-2).

Il est possible de déroger aux principes de protection des espèces pour différents types de projets, en particulier pour les projets d'aménagements. L'article L411-2 prévoit ainsi la délivrance de dérogations aux interdictions de l'article L411-1, lorsqu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante et que la dérogation ne nuit pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle et ce, pour 5 catégories de projets mentionnés au 4° de l'Article L411-2 :

- Dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la conservation des habitats naturels ;
- Pour prévenir des dommages importants notamment aux cultures, à l'élevage, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et à d'autres formes de propriété ;
- Dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impérieuses d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement ;
- A des fins de recherche et d'éducation, de repeuplement et de réintroduction de ces espèces et pour des opérations de reproduction nécessaires à ces fins, y compris la propagation artificielle des plantes ;
- Pour permettre, dans des conditions strictement contrôlées, d'une manière sélective et dans une mesure limitée, la prise ou la détention d'un nombre limité et spécifié de certains spécimens.

Les conditions dans lesquelles peuvent être délivrées les dérogations aux mesures de protection sont définies dans la partie réglementaire du code de l'environnement. Le décret du 4 janvier 2007 (modifiant le code de l'environnement, articles R411-1 à 16), l'arrêté du 19 février 2007 et la circulaire du 21 janvier 2008 prévoient deux cas.

Dans le cas général les dérogations définies au 4^o de l'article L.411-2 sont accordées par le préfet du département du lieu de l'opération après avis du CNPN (Conseil National de Protection de la Nature).

Dans les cas particuliers, les dérogations sont accordées par le (ou les) ministre(s), après avis du CNPN. Il s'agit des situations suivantes :

- pour 38 espèces particulièrement menacées d'extinction en France en raison de la faiblesse de leurs effectifs et dont les aires de répartition excèdent le territoire d'un département (dont la liste est fixée par l'arrêté du 9 juillet 1999) ;
- pour les demandes présentées par les personnes morales sous la tutelle ou le contrôle de l'État, dont les attributions s'exercent au plan national ;
- les autorisations de transport sont accordées, selon les cas, par le préfet du lieu de départ ou du lieu de destination ;
- les dérogations sont accordées par le préfet sans avis du CNPN pour certaines autorisations liées à la faune sauvage captive ou à la naturalisation.

Autorisation de transport

Les dérogations sont accordées par :

- Le préfet de département du lieu de départ pour une autorisation de transport ;
- le préfet du département du lieu de destination pour une autorisation de transport dans le cadre d'une importation ;
- le préfet de département du lieu d'entrée sur le territoire national lors d'un transit ;
- pour les deux cas particuliers cités dans le décret (38 espèces à compétence ministérielle et organisme sous tutelle de l'État); le dossier est selon les cas transmis au ministère aux fins de décision par le préfet, accompagné de son avis ou directement adressé au ministère.

1.3.2 L'étude d'impact (code de l'environnement)

Conformément aux Articles L 122-1 à L 122-3 du Code de l'Environnement codifiant la Loi n° 76-629 du 10 juillet 1976 relative à la protection de la nature, le projet est soumis à étude d'impact.

L'article 122-5 du code de l'environnement précise que « le contenu de l'étude doit être proportionné à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet à l'importance et la nature des travaux ouvrages et aménagements projetés et à leurs incidences prévisibles sur l'environnement ou la santé humaine.»

L'Article L 122-3, du Code de l'Environnement précise que « le contenu de l'étude d'impact doit contenir, au minimum une analyse de l'état initial du site et de son environnement, l'étude des modifications que le projet y engendrerait, l'étude de ses effets sur la santé et les mesures envisagées pour supprimer, réduire et, si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement et la santé humaine».

1.3.3 La loi sur l'eau et les milieux aquatiques (loi n° 2006-1772 du 30 décembre 2006 codifié aux articles L.2010-1 et suivants du code de l'environnement).

Les articles L.214-1 à L.214-11 du code de l'environnement instaurent un régime d'autorisation et de déclaration des installations, ouvrages, travaux et activités suivant les dangers qu'ils présentent et la gravité de leurs effets potentiels sur la ressource en eau et les écosystèmes aquatiques compte tenu notamment de l'existence des zones et périmètres institués pour la protection de l'eau et des milieux aquatiques.

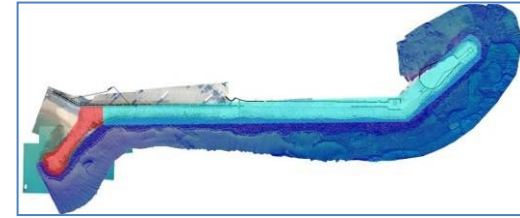
La procédure Loi sur l'Eau vise à garantir la prise en considération du milieu aquatique dans sa globalité au niveau de l'élaboration et de l'instruction du projet d'aménagement.

La liste des ouvrages soumis à déclaration ou à autorisation est précisée dans les Articles R 214-1 à R 214-5 du Code de l'Environnement. Le dossier «loi sur l'eau» doit présenter les mesures compensatoires et accompagnatrices, dont le suivi environnemental, qui seront inscrites dans l'arrêté d'autorisation. Comme pour l'étude d'impact, le suivi environnemental, s'établit en parallèle de l'étude des incidences sur l'eau.

Le projet est soumis à enquête publique car il répond à la rubrique 4.1.2.0 : « Travaux d'aménagements portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu, d'un montant supérieur ou égal à 1 900 000 euros ».

1.4 Description des ouvrages prévus

1.4.1 L'épi (Ville de Cannes)



L'épi, actuellement en péril, doit être intégralement remanié. Le profil proposé est composé d'une carapace en enrochements 6-8 T reposant sur une couche de filtre 1-2 T. La pente du talus est de 2/1 et l'épi est arasé à une hauteur de +2.80m NGF.

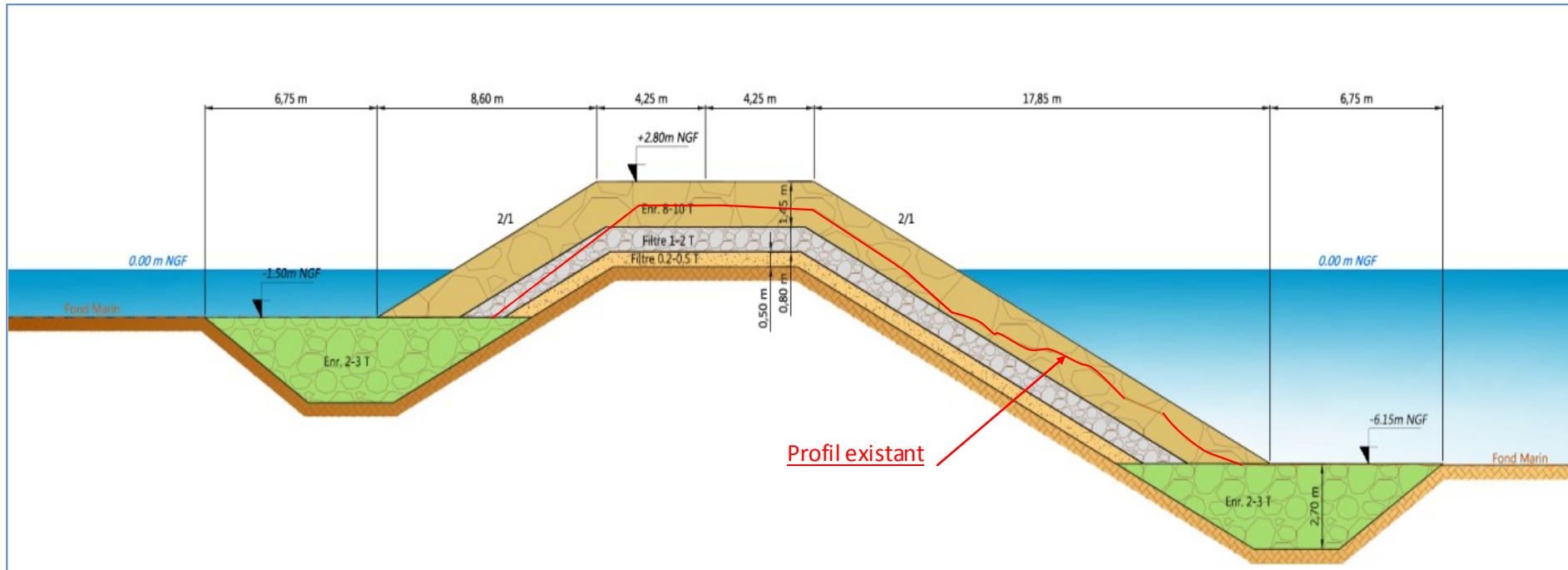
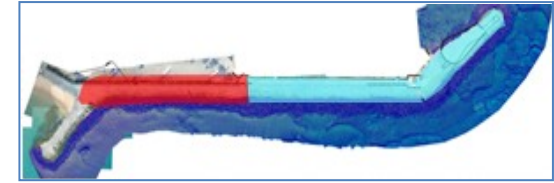


Figure 4 - Coupe de l'épi (Source : Acri-in)

1.4.2 Partie digue Laubeuf (Ville de Cannes)



Au niveau de la digue Laubeuf, le profil retenu consiste en une carapace constituée de blocs ECOPODE™ (au-dessus de l'eau) et de blocs ACCROPODE II™ (sous l'eau) avec deux lignes de blocs avant l'arête du talus sur la berme supérieure, butés par des enrochements 6-8 T donnant sur un bassin de déversement de 15m de largeur. Le bassin est composé d'enrochements 4-6 T et se situe entre les enrochements 6-8 T butés entre les blocs artificiels d'un côté et le mur renvoi de houle arasé à 4.90m NGF de l'autre. Le pied de digue est marqué par des blocs BCR (blocs cubiques rainurés) servant à buter les ACCROPODE™ utilisés ici par souci de réutilisation de ceux présents sur le profil hélistation.

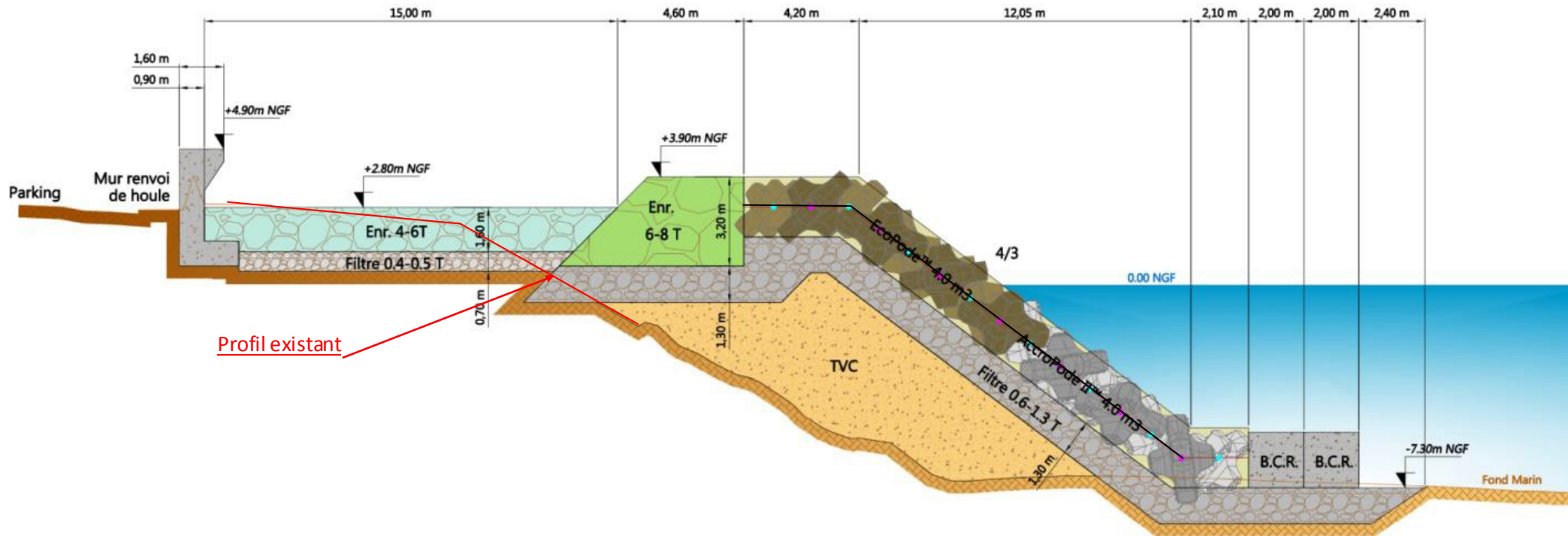
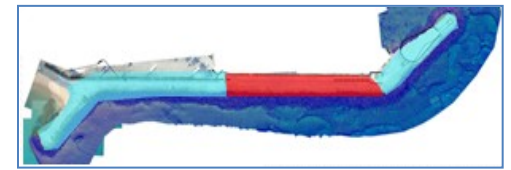


Figure 5 - Coupe du profil digue Laubeuf retenu (Source : ACRI-IN)



1.4.3 Partie digue du large (CG06)

Au niveau de la partie digue du large, le profil retenu consiste en une carapace constituée de blocs ECOPODE™ (au-dessus de l'eau) et de blocs ACCROPODE II™ (sous l'eau) avec deux lignes de blocs avant l'arête du talus (sur la berge supérieure) butés par des enrochements 4-6 T arasés à 3.90m NGF au niveau de la voie de circulation transformée en voie poreuse. Il est également prévu un mur renvoi de houle en lieu et place du muret existant d'une hauteur de 3,65m au-dessus de la voie dans sa version permettant d'atteindre les objectifs fixés en termes de franchissements par le Conseil Départemental. En pied de digue, les ACCROPODE™ sont butés par des enrochements de 2-4 T.

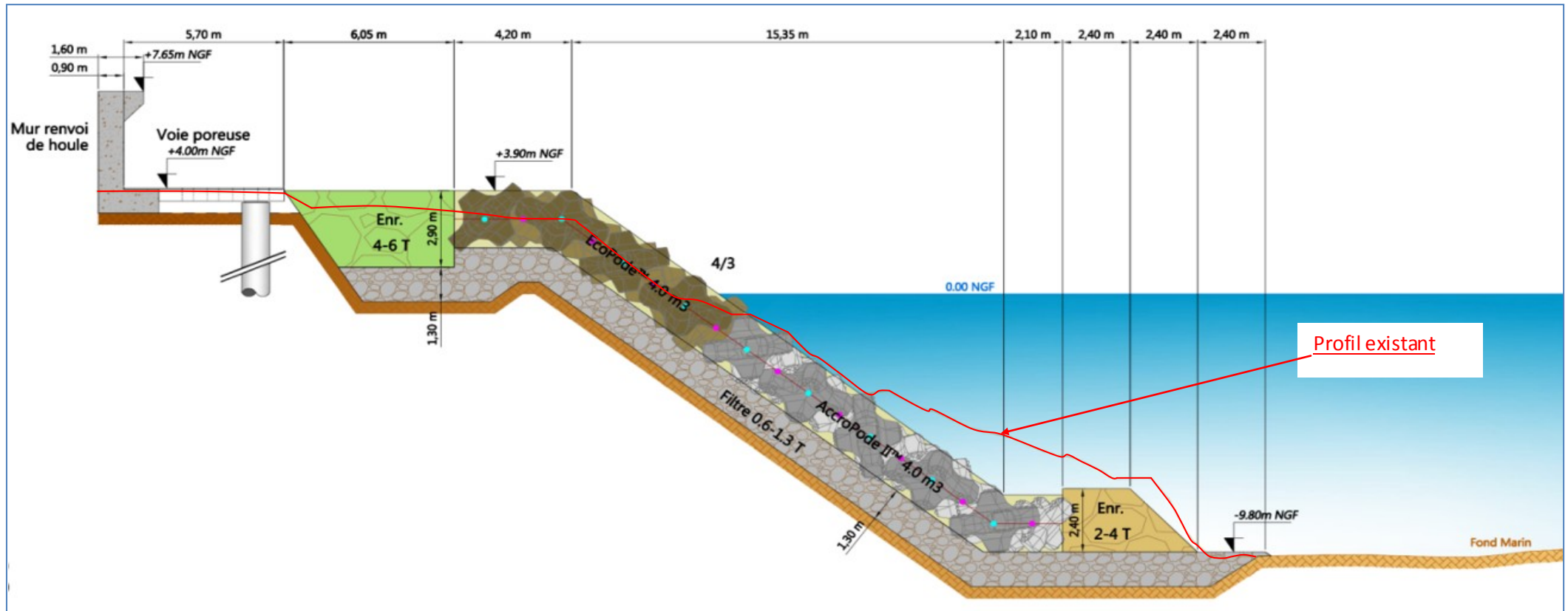
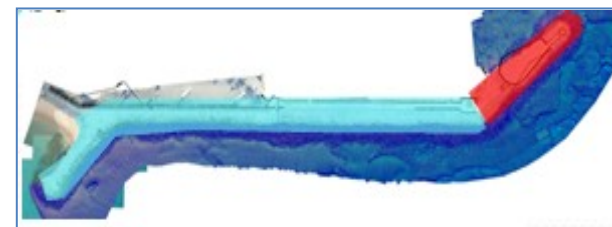


Figure 6 - Coupe et plan masse du profil digue du large retenu (Source : ACRI-IN)

1.4.4 Solution retenue partie hélistation et musoir (Ville de Cannes et CG06)



Au niveau de l'hélistation et du musoir, le profil retenu consiste en une carapace constituée de blocs ECOPODE™ (au-dessus de l'eau) et de blocs ACCROPODE II™ (sous l'eau) avec deux lignes de blocs avant l'arête du talus sur la berme supérieure et une ligne de blocs à plat, en pied de digue, butée par des blocs d'enrochements naturels 2-4 T. La cote d'arase de la digue est fixée à +3.0m NGF (contraintes aéronautiques). La pente du talus est fixée à 4/3 jusqu'au fond de l'eau. C'est un profil classique avec ce type de blocs artificiels.

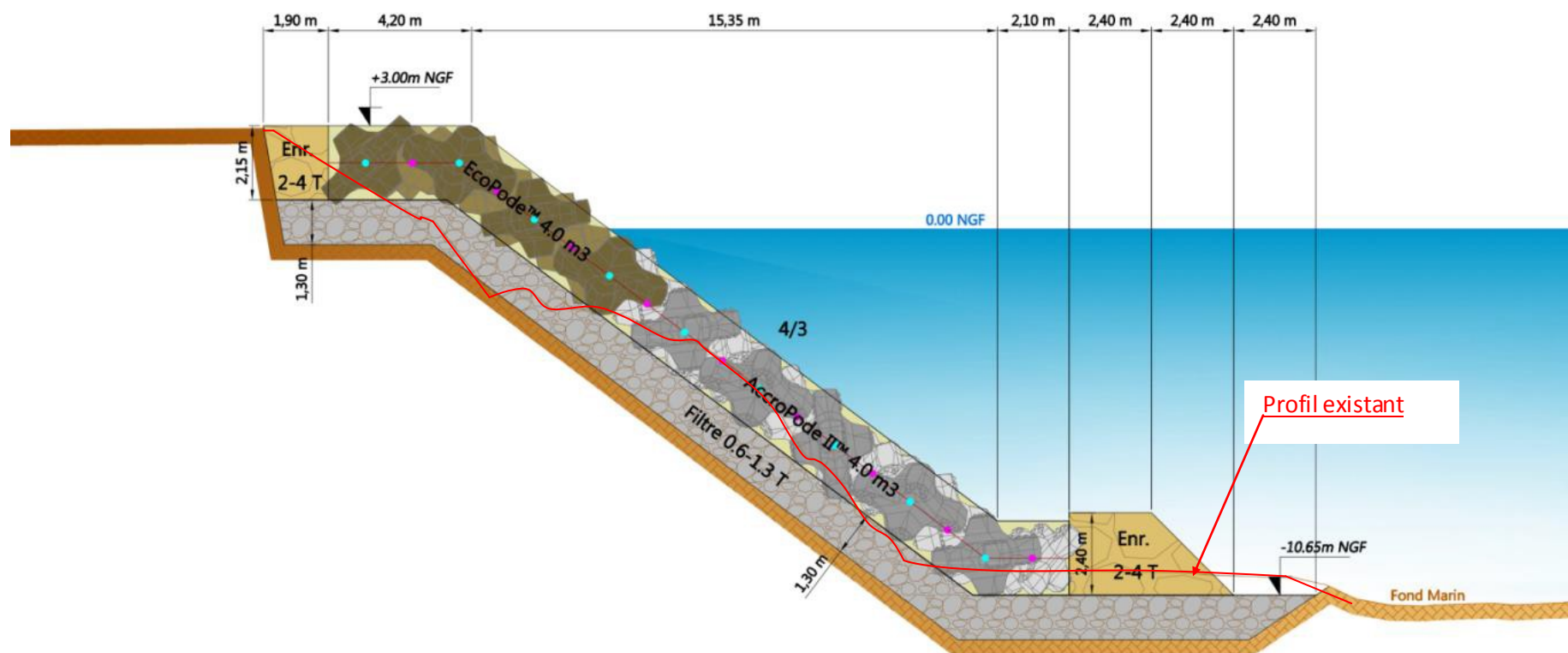
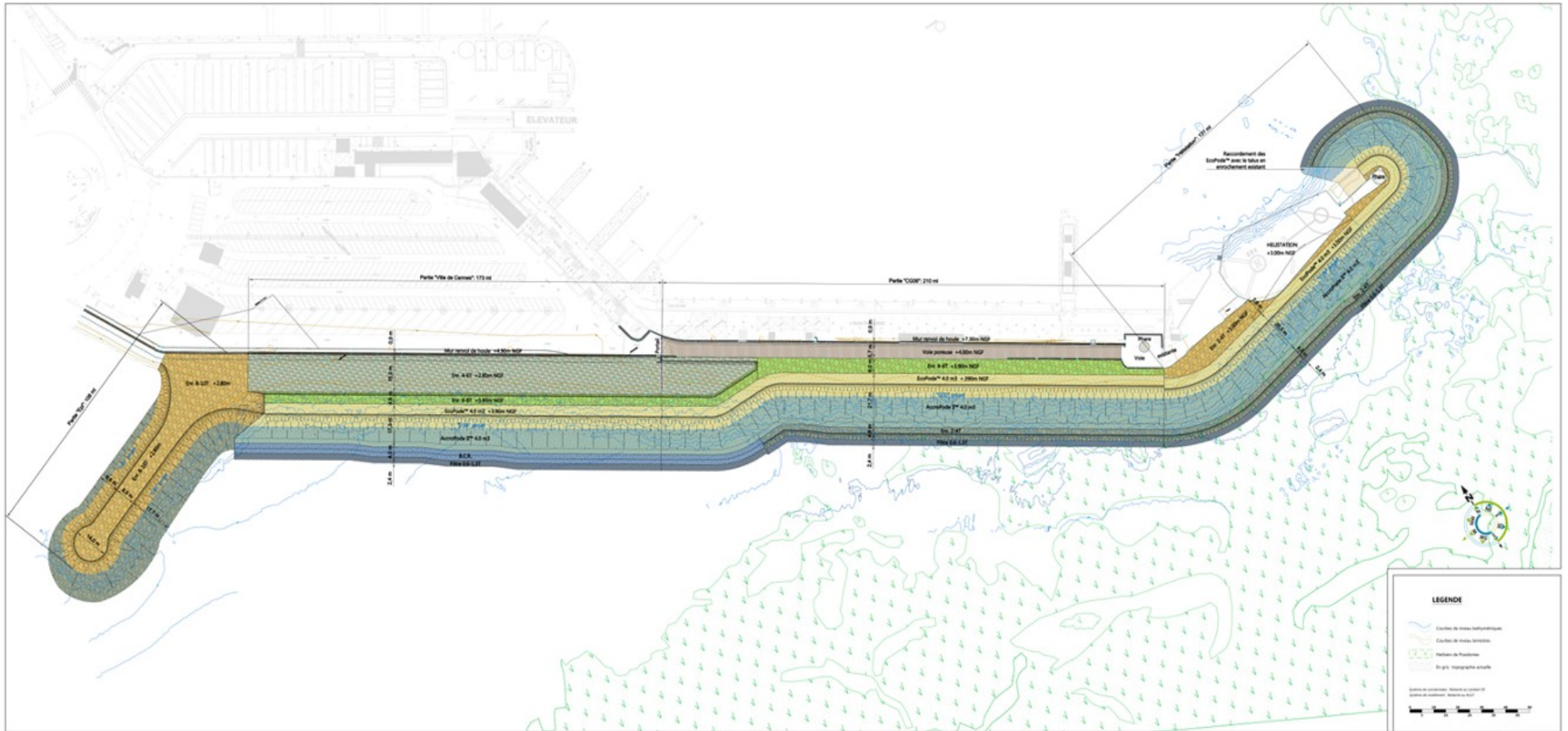


Figure 7- Coupe et plan masse du profil hélistation / musoir retenu (Source : ACRI-IN)

1.5 Plan masse du futur ouvrage

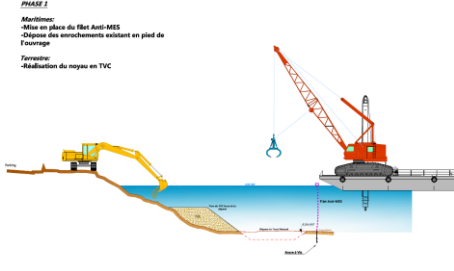
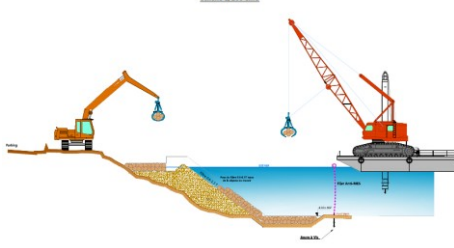
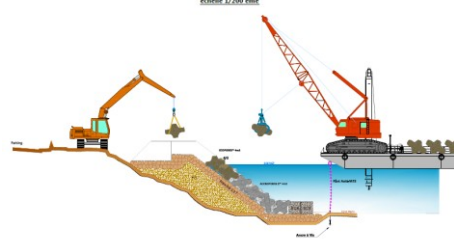
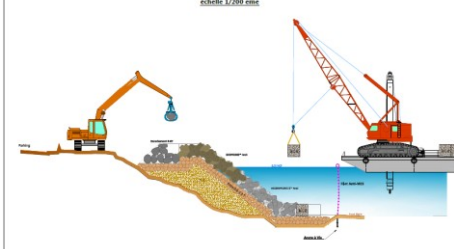
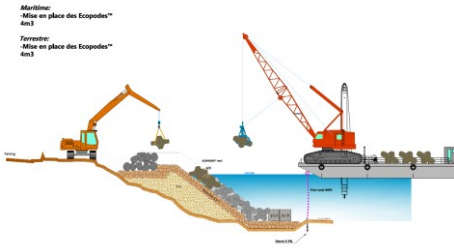


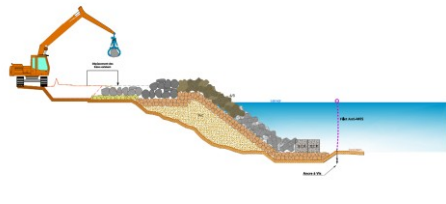
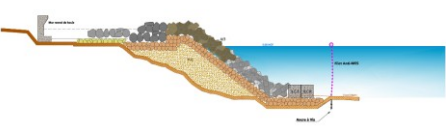
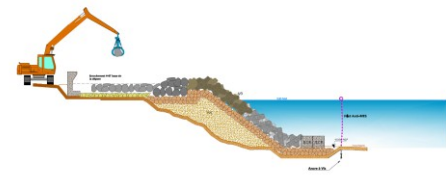
1.6 Description des travaux prévus

1.6.1 Description des travaux

1.6.1.1 Sur la partie Ville de Cannes (Ouest)

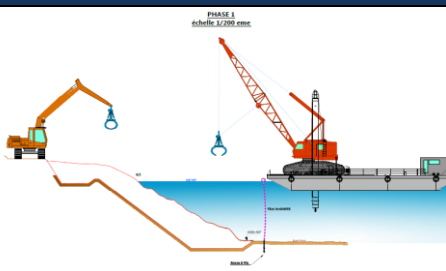
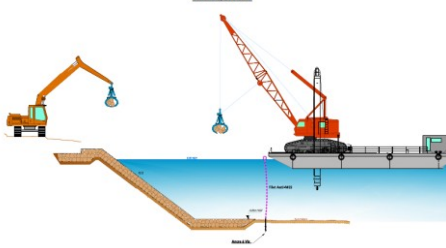
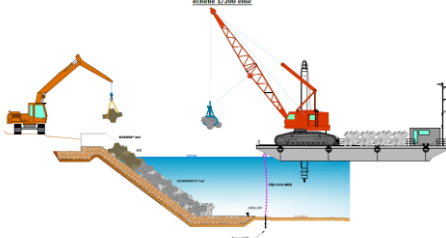
Tableau 3 - Présentation des différentes phases des travaux de la partie Cannes Ouest (Source Acri-in)

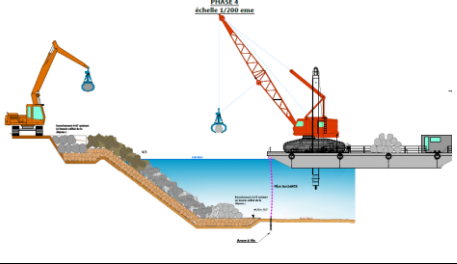
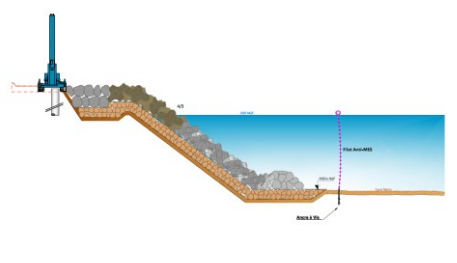
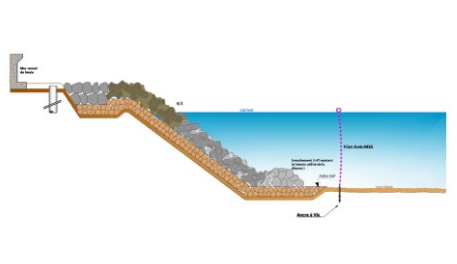
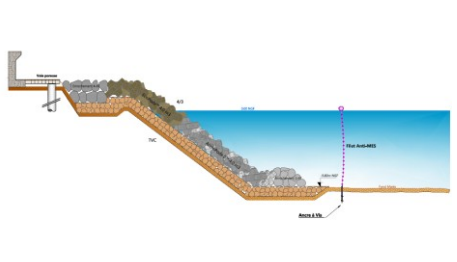
Phases	Partie terrestre	Partie maritime	Schéma
Phase 1	Réalisation du noyau en TVC	Mise en place du filet anti-MES Dépose des enrochements existants en pied de l'ouvrage	<p>PHASE 1</p> <p>Maritime: - Mise en place du filet Anti-MES - Dépense des enrochements existants en pied de l'ouvrage</p> <p>Terrestre: - Réalisation du noyau en TVC</p> 
Phase 2	Pose du filtre en enrochement 0.6-1.3T	Pose du filtre en enrochement 0.6-1.3T	<p>PHASE 2 échelle: 1/2000 eme</p> 
Phase 3	-	Pose des B.C.R. issue de la dépose du musoir	<p>PHASE 3 échelle: 1/2000 eme</p> 
Phase 4	Pose des enrochements 6-8T	Mise en place des Acropodes II™ 4m3	<p>PHASE 4 échelle: 1/2000 eme</p> 
Phase 5	Mise en place des Ecopodes™ 4m3	Mise en place des Ecopodes™ 4m3	<p>PHASE 5</p> <p>Maritime: - Mise en place des Ecopodes™ 4m3</p> <p>Terrestre: - Mise en place des Ecopodes™ 4m3</p> 

Phase 6	Dépose et repose des enrochements existants	-	
Phase 7	Réalisation du mur renvoi de houle	-	
Phase 8	Pose des enrochements 4-6T issus de la dépose	-	

1.6.1.2 Sur la partie Conseil Départemental 06 (partie centrale)

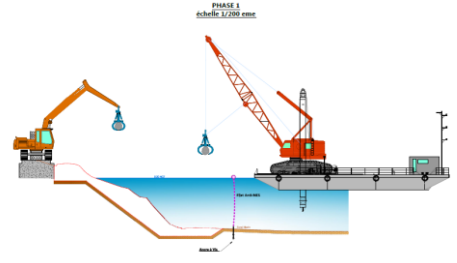
Tableau 4 - Présentation des différentes phases des travaux de la partie centrale (Source Acri-in)

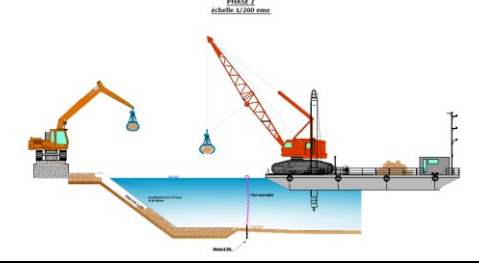
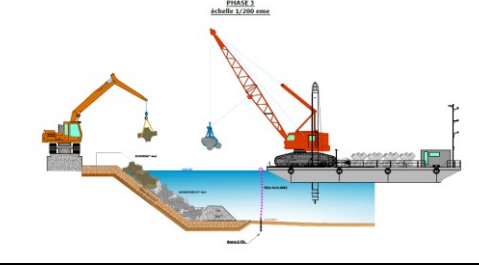
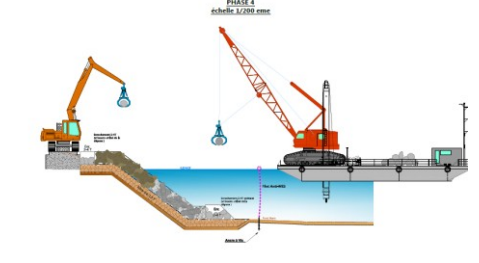
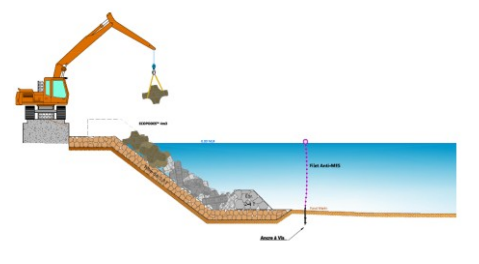
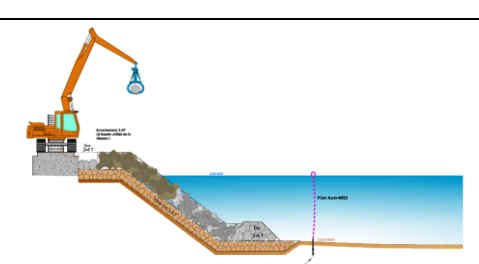
Phases	Partie terrestre	Partie maritime	Schéma
Phase 1	Réalisation du pied de talus en enrochements 2-4T	Mise en place du filet anti-MES Dépose des enrochements existants	
Phase 2	-	Pose des Acropodes II™ 4m3	
Phase 3	-	Pose des Ecopodes™ 4m3	

Phase 4	Pose des enrochements 6-8T	-	
Phase 5	Terrassement de la voie existante Mise en place des pieux	-	
Phase 6	Réalisation du mur renvoi de houle	-	
Phase 7	Réalisation de la voie poreuse	-	

1.6.1.3 Sur la partie musoir (Est)

Tableau 5 - Présentation des différentes phases des travaux de la partie Cannes Est (le musoir)
(Source Acri-in)

Phases	Partie terrestre	Partie maritime	Schéma
Phase 1	Dépose des enrochements existants	Mise en place du filet anti-MES Dépose des enrochements existants en pied de l'ouvrage	

Phase 2	Pose du filtre en enrochement 0.6-1.3T	Pose du filtre en enrochement 0.6-1.3T	
Phase 3	-	Réalisation du pied de talus en enrochements 2-4T	
Phase 4	-	Mise en place des Acropodes II™ 4m3	
Phase 5	Mise en place des Ecopodes™ 4m3	-	
Phase 6	Pose des enrochements 2-4T	-	

Le mode opératoire de la mise en œuvre des blocs privilégié par les maitres d'ouvrages est celui qui se déroulera **par voie terrestre**.

L'installation de chantier prévue sera en partie située sur le parking Laubeuf. Le lieu de fabrication des blocs n'est pas encore défini car cela dépend des entreprises sélectionnées.

Dans le cas de travaux par voie maritime, notamment dans les zones où les herbiers de posidonie sont présents, l'utilisation d'une barge avec un dispositif d'amarrage adapté (cf. 3.1.3.6.) sera exigée (ancrages écologiques, sur des trouées sableuses...). Les plongeurs mandatés dans le suivi environnemental des travaux contrôleront l'application des consignes.

Afin de conforter la digue des blocs de carapace du type Acropode (structures en béton) doivent être utilisés. Ils seront mis en place par rangées successives au moyen d'élingues et d'une grue. Pour leurs mises en place, des élingues sont enroulées autour du bloc de manière à incliner le bloc avant la dépose. Le grutier manipule alors le bloc pour l'encastrer sur deux blocs de la rangée inférieure. Cette mise en œuvre permet de diminuer la chute des blocs ou un mauvais positionnement.

Des logiciels type POSIBLOC TM ont été créés depuis plusieurs années et mesurent en temps réel, la position et l'orientation des blocs ACCROPODE. Ce système ne nécessite pas l'utilisation de plongeurs pendant la pose et de ce fait élimine un travail manuel dangereux. Des contrôles par plongeur sont effectués seulement après la pose. Néanmoins ce système est encore peu utilisé en France.

Pour une optimisation des coûts et afin de réutiliser les blocs dans le but d'un souci environnemental, au moins 20% à 30 % des enrochements existants déposés devraient être réutilisés. Selon leur qualité, les autres matériaux seront eux transmis à des entreprises spécialisées et recyclés en broyats tout-venant.

1.7 Démonstration de l'absence de solution alternative et finalité de dérogation

1.7.1 État actuel

Étant donné l'état actuel de l'ouvrage, sa vulnérabilité face aux intempéries et l'obligation de préserver la sécurité des biens et des personnes, la réfection de la digue du port départemental de Cannes est inévitable.

Plusieurs portions du linéaire comportent une pente trop importante pour assurer la stabilité de l'ouvrage en cas de tempête. Cette pente non conforme est dûe aux rechargements effectués par dessus ayant été réalisés pour combler les blocs partis lors des tempêtes et ayant glissé jusqu'en pied de digue. Ces rechargements ont également participé à la forte hétérogénéité des blocs constituant la carapace puisqu'ils ont été fait avec des blocs disponibles au moment des travaux d'urgence à la suite des tempêtes. La totalité du linéaire de la digue est abimé et plusieurs parties du linéaire sont même en péril, notamment le musoir et le phare. De plus les blocs se décrochent de la digue, tombent sur le fond et recouvrent les herbiers de posidonie.

Une campagne d'essais physiques en canal à houle sur modèle réduit à été réalisée par ACRI-IN afin d'évaluer la dangerosité de la digue.



Photographie 3 - Illustration de la campagne d'essais sur l'état actuel de la digue Laubeuf avec comparaison par rapport aux images des tempêtes modélisées

Quel que soit le tronçon de la digue étudié, l'analyse montre que tant au niveau de la stabilité et de la pérennité de l'ouvrage qu'au niveau des franchissements de celui-ci par les vagues lors des tempêtes, la digue ne peut rester en l'état et nécessite une réhabilitation complète.

Les aménagements proposés ici remplissent les termes du cahier des charges imposés par les différents maîtres d'ouvrage tout en garantissant la sécurité des usagers et des biens. Les études préliminaires ont permis d'aboutir à la définition de plusieurs profils.

Les nouveaux projets doivent intégrer la gestion des différentes exigences réglementaires et techniques sur les différents profils :

- Environnementales (présence de posidonies et de *Pinna nobilis*) ;
- Aéronautiques (limitation de la côte d'arase au niveau de la partie hélisation) ;
- Paysagères et architecturales ;
- Activité économique ;
- Les exigences des Maîtres d'Ouvrage quant aux critères de franchissement et de stabilité.

1.7.2 Recherche de l'optimisation de l'emprise

La réhabilitation d'une digue fait appel à des recherches de solutions qui doit prendre en compte les contraintes liées à l'environnement direct de l'ouvrage, les contraintes aéronautiques (limitation de la cote d'arase, partie hélisation), les contraintes paysagères et architecturales, les activités à proximité directe du projet (présence d'un parking à l'arrière, partie Laubeuf, et d'une zone technique à l'arrière de l'ancien phare, partie CG06), ainsi que les exigences du Maître d'Ouvrage quant aux critères de franchissement et de stabilité énoncés dans le cahier des charges.

La contrainte environnementale est très forte au niveau de la digue du Large car un herbier de posidonies est présent au pied de l'ouvrage. De ce fait la présence de l'herbier contraint à conserver au maximum les limites actuelles du pied de digue. Pour conserver la raideur de pente tout en assurant la stabilité ou raidir le talus en vue d'élargir et remonter la berme afin de diminuer significativement les franchissements, il s'avère nécessaire d'utiliser des blocs artificiels. Un système amortisseur devra également être mis en place côté quai dans la zone aujourd'hui réservées à l'exploitation du port.

Un tableau de synthèse et une grille d'analyse des différentes solutions étudiées avec leurs avantages et leurs inconvénients est présenté ci-après. L'examen des enjeux environnementaux, techniques et économiques, pouvant influencer les études et les travaux de confortement est résumé. Cette grille d'analyse résume la variabilité des solutions envisagées et la typologie des ouvrages concernés. Elle doit permettre de dégager la meilleure des solutions au regard d'une prise en compte plus importante des critères environnementaux (pondération double avec un coef 2 pour l'environnement, coef 1 pour les enjeux de mise en œuvre et économique). Chaque solution étudiée est notée en fonction des critères d'analyse de 0 à 1. La note maximale étant 0 (pas d'impact) et la note la plus pénalisante étant 1 (impact maximum). La note finale est obtenue en additionnant la moyenne des impacts environnementaux appliqués d'un coefficient 2 avec la moyenne des impacts après travaux.

Tableau 6 : Grille d'évaluation

			Solutions étudiées		
Critères d'analyses			Palplanches	Ecopodes	Enrochement
ENVIRONNEMENT	1/Qualité De l'eau	Qualité eaux	0	0,5	0,5
	2/Qualité du milieu	Impact Herbier	0,25	0,5	1
		Impact Nacres	0,25	0,5	1
			(phénomène érosif en pied de digue, influence de la réflexion de la houle)		
	3/Esthétique	Paysage	0,5	0	0
Total 1 sur 4 points			1	1.5	2.5
IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX *coef 2			1 *2	1.5 *2	2.5 *2
TECHNIQUE	1/Sécurité des usagers et des équipements	Stabilité	0,5	0	0,5
		Franchissement	0,5	0	0,5
	2/Milieu Physique	Sous-sol	1	0.5	0.5
		Co-activité	1	1	1
	3/Travaux	Phasage	1	0,5	0,5
ECONOMIQUE	4/Économie	Coûts d'aménagement	1	0,5	0,5
Total 2 sur 6 points			5	2.5	3.5
IMPACTS TECHNIQUES ET ECONOMIQUES			5	2.5	3.5
Note finale (1 pondéré + 2) sur 10 points			7	5.5	8.5

Enjeux environnementaux liés à la spécificité du projet et à l'insertion du projet dans l'environnement

1. La qualité de l'eau

L'utilisation de blocs Ecopodes ou des enrochements peuvent induire la dispersion de particules fines et donc augmenter la turbidité de l'eau préjudiciable pour les herbiers. De plus, la mise en place de blocs peut induire une remise en suspension de sédiments et donc une dispersion éventuelle des polluants. Cet impact sur la qualité de l'eau a été quantifié.

2. Des exigences environnementales spécifiques sont induites par la présence d'espèces protégées au pied des digues: herbier et nacres. La prise en compte de l'environnement naturel (préservation de la biodiversité marine) impacte différemment la mise en œuvre des solutions techniques.

3. L'environnement urbain (parking Laubeuf, activité économique...) fait peser des contraintes fortes et entraîne un surcroît d'études notamment en matière d'insertion. L'approche esthétique des ouvrages (palplanches...), le niveau d'exigences architecturales (mur chasse mer...) que l'on se donne, seront à prendre en compte lors des études de conception.

Enjeux liés aux contraintes physiques et économiques

1. La répétition des mauvaises conditions climatiques entraîne une augmentation du niveau de sécurité des usagers et des équipements. Ces exigences se traduisent par un niveau de performances en termes de stabilité et de franchissement des ouvrages.

2. L'encombrement du sous-sol et les contraintes topographiques seront également un facteur de complexité important. Les difficultés liées à la mise en œuvre des fondations, le sous-sol particulier font naître un surcroît de contraintes ayant des répercussions sur le contenu des études et la nature des travaux. De plus, la coactivité des activités (parking Laubeuf, hélisation...) entraînent des problèmes d'accessibilité et engendreront une mise en œuvre difficile.

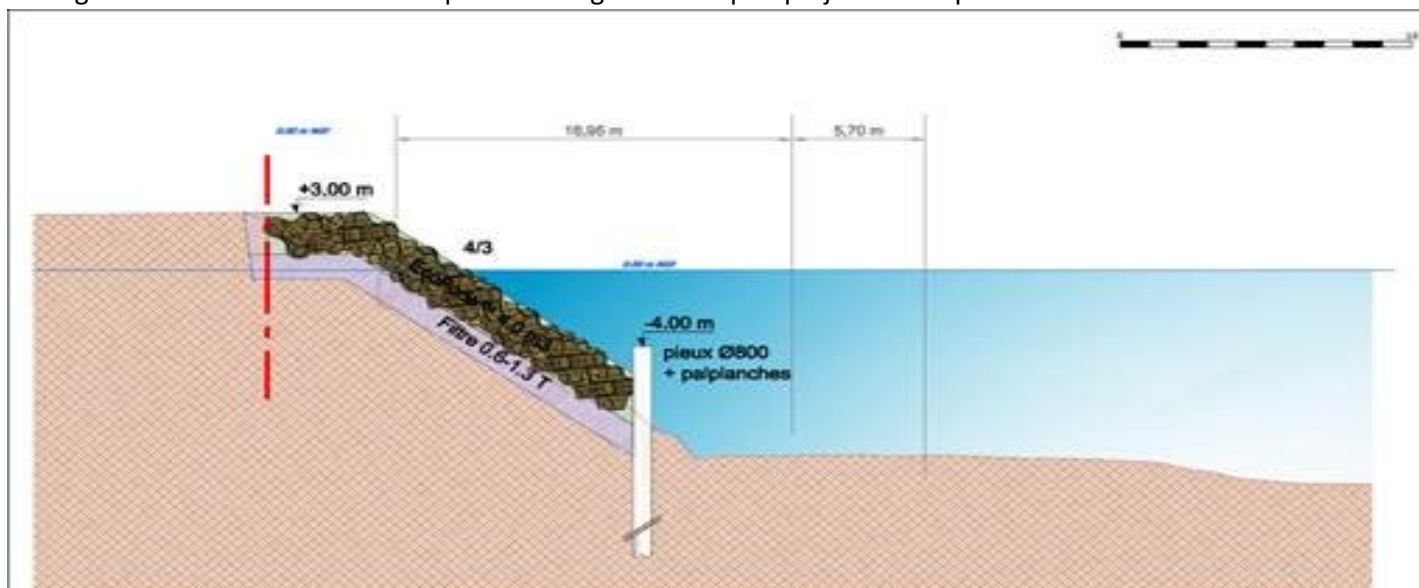
3. Le phasage des travaux doit être pris en compte. (travaux sous circulation, fabrication du matériel sur place...). Des contraintes d'utilisation peuvent venir compliquer l'ouvrage et donc alourdir les travaux. Leurs difficultés croîtront avec la multiplication des fonctions et les techniques employées pour les satisfaire.

4. Le coût des aménagements sera différent en fonction des solutions retenues.

Conclusion : La solution composée de blocs ECOPODE et d'ACCROPODE a été retenue car elle a obtenu la note la moins impactante.

Solution 1 : « Ecopodes + palplanches »

Cette solution a le mérite de garantir de ne pas détruire les Posidonies. Elle pose néanmoins certains problèmes vis-à-vis du battage des palplanches mais également de l'influence de la réflexion de la houle sur la structure au-devant de la digue qui pourraient tous deux impacter les Posidonies. En effet, la réflexion de la houle sur les palplanches entraîne une agitation et un affouillement au pied de la digue encore plus préjudiciable que la solution 2.



Impacts des différentes solutions sur les herbiers de Posidonie
Solution ECOPODES + PALPLANCHES



Avantages de cette solution :

Aucun impact direct sur les herbiers de Posidonie.

Inconvénients de cette solution :

Il est impossible d'estimer la zone d'influence et la limite d'érosion. Cela dépend de l'influence de toutes les houles de l'année suivant leur direction et leurs caractéristiques. Des manipulations en bassins 3D sur fond mobile sont nécessaires, mais les facteurs d'échelle sur les sédiments par rapport à ceux employés pour la houle amènent à

devoir faire des modèles distordus sur lesquels il faudrait envoyer toutes les houles d'une année statistiquement probables ce qui est infaisable. D'après Boudouresque *et al.*, il faut respecter une distance de 10m minimum entre les enrochements et les posidonies vivantes les plus proches, ce qui laisse penser que les herbiers de la digue du large sont impactés sur cette distance.

Cette solution n'a pas été retenue suite aux essais physiques réalisés en canal à houle. Cette solution d'une part, s'est révélée légèrement moins stable et d'autre part, impacte considérablement le fond devant la digue par effets de réflexion de la houle sur les palplanches créant des zones d'affouillement et d'ensablement qui pourraient être beaucoup plus préjudiciables aux herbiers que le recouvrement envisagé. Sur l'image ci-dessous, prise à la fin de la série d'essais au canal de houle, montre que la réflexion de la houle sur les palplanches impacte considérablement le fond devant la digue. Le sable forme des ondulations typiques des fonds agités sous l'effet d'ondes stationnaires (superposition d'une onde incidente et d'une onde réfléchi créant des nœuds –points fixes- et des ventres oscillants sur place autour des nœuds). Cette déformation du fond en ondulations se caractérise par des zones d'affouillement (creux) et des zones d'ensablement (bosses) qui pourraient être préjudiciable à l'herbier de Posidonies placé en pied d'ouvrage.



Photographie 4 - Déformation du fond mobile dû à la réflexion de la houle sur les palplanches de la solution « Écopodes + palplanches » du profil hélistation

Conclusion : La solution n°1 n'impacte pas directement de surface d'herbiers, pour autant elle a été écartée en raison de son effet érosif. Au niveau des travaux par voie terrestre elle est chère.

Solution 2 : Blocs ECOPODE™ au-dessus de l'eau et ACCROPODE™ sous l'eau

La présence de posidonies en pied d'ouvrage contraint à conserver le plus possible les limites actuelles du pied de digue. De ce fait, la raideur de la pente doit être maintenue pour ne pas empiéter sur les posidonies. Ceci peut être réalisé par l'utilisation de blocs artificiels de type ECOPODE™.

Cartographie du recouvrement des herbiers par l'emprise du futur projet.



Période de retour Niveau associé	Période pic Tp (en s)	Hs au large (en mètres)	FRANCHISSEMENT		STABILITE			Image après essai
			Débit moyen (L/s/m)	TAUX DE DOMMAGES 2T-4T (PIED)	TAUX DE DOMMAGES 2T-4T (BERME)	TAUX DE DOMMAGES Ecopodes™		
1 an +0.50m NGF	7,5	3,0	2,9	0,0%	0,0%	0,0%		
10 ans +0.60m NGF	9,7	4,4	61,6	0,2%	1,2%	0,0%		
50 ans +0.70m NGF	11,0	5,5	140,8	0,2%	1,2%	0,0%		
100 ans +1.00m NGF	11,5	5,8	173,3	0,2%	2,4%	0,0%		

Test en canal de houle : Les taux de dommage sont très réduits par rapport au profil actuel. Les ECOPODE™ ne subissent aucun dommage : aucun ECOPODE™ n'est déplacé. Les dommages subis par les enrochements du pied d'ouvrage sont faibles (0.2%). Les taux de dommages des enrochements de la berme supérieure, même pour une houle centennale, restent inférieurs à 5%.

Avantages de cette solution :

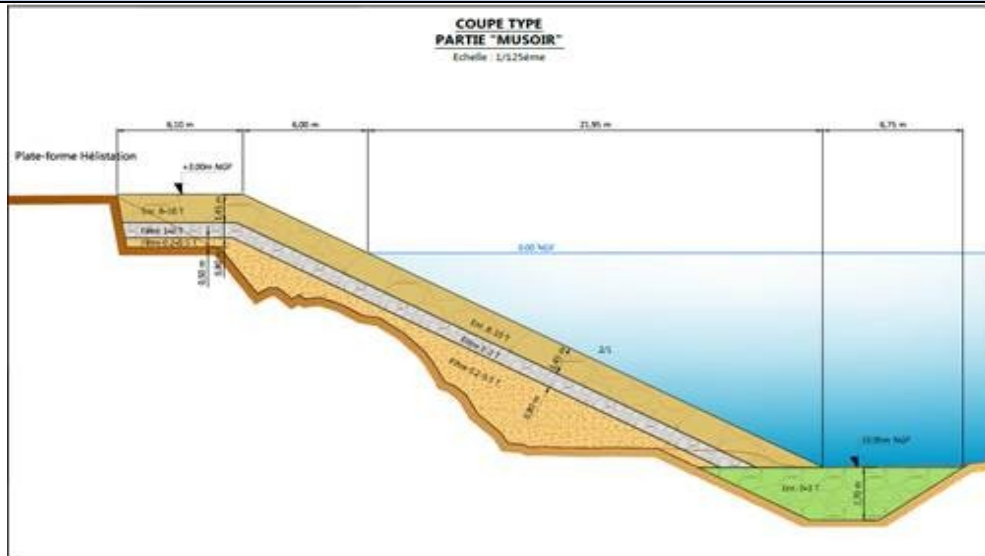
- Projet qui a un impact érosif moindre que celui de la digue actuelle
- Pas d'impact sur la dynamique sédimentaire (pas de modification)

Inconvénients de cette solution :

1227 m² d'herbier vont être impactés par le nouvel ouvrage sur une largeur

des courants) - Pas d'impact sur la bathymétrie - Les carapaces ECOPODE™ consomment 3 à 4 fois moins de matériaux que les carapaces de roche naturelle	maximum de 10 m au niveau du pied de l'ancienne digue
Conclusion : cette solution est la plus avantageuse, tant au niveau des impacts sur les espèces protégées qu'au niveau financier	

Solution 3 : Enrochements naturels



Impacts des différentes solutions sur les herbiers de Posidonie
Solution ENROCHEMENTS



Solution non étudiée de manière approfondie car rejetée dès le début des études (non testée en canal à houle). Solution écartée du fait de son impact sur les herbiers. Pour ce type de carapace, la plus faible pente de talus engendrerait une forte extension du pied vers le large, impactant alors dans de fortes proportions l'herbier de posidonies jouxtant l'ouvrage sur le linéaire s'étendant de l'ancien phare au musoir.

Coûts estimés : pas d'estimation disponible

Solution 4 : Empiètement sur le port

L'hypothèse d'élargir sur le port en digue à talus n'a pas été développée pour plusieurs raisons :

- D'un point de vue technique

Le tracé géométrique de la digue doit tenir compte de la direction de la houle. Celle-ci ne doit pas heurter la digue sous un angle de 90 degrés si c'est possible. En général, pour une meilleure protection contre l'action du vent dominant, il est préférable que la jetée soit prolongée au delà de la zone haute de façon à ce que la direction du vent ne soit pas perpendiculaire au navire.

La digue est constituée habituellement d'un massif en tout-venant formant le noyau de l'ouvrage et d'une carapace en gros enrochements ou blocs artificiels séparés du noyau par une ou deux couches d'enrochements de poids unitaires intermédiaires entre les blocs de la carapace et les enrochements du noyau. L'ouvrage est souvent couronné d'un massif de béton avec parapet coté mer et dalle de circulation coté terre. C'est surtout la carapace qui subit l'action de la houle.

Un certain nombre d'auteurs ont défini des formules empiriques de stabilité des blocs, basées sur des études de laboratoires ; elles relient le poids du bloc à l'amplitude de la houle, à la densité du bloc, à celle de l'eau de mer, à la pente du talus et à un coefficient sans dimension tenant compte de la forme et de l'imbrication des blocs.

Comme la direction de la digue est figée, parallèle à l'existant et que son profil impose un talus de protection situé côté mer, **l'hypothèse d'élargir sur le port induirait une translation de l'ouvrage vers l'intérieur du port et la réduction du chenal d'entrée dans le port.**

Par une réaction en chaîne les activités connexes devraient également être relocalisées (carburant, hélistation, gestion de la passe..).

- D'un point de vue sécuritaire

Le démontage complet de l'existant nécessiterait des travaux qui rendraient vulnérable le port durant la période des travaux.

- D'un point de vue économique

Cette reconstruction concernerait à la fois les travaux de la digue mais aussi tous ceux liés par leur proximité. Les coûts s'y rapportant ne peuvent être supportés par les collectivités territoriales. Cette solution est inadaptée aux capacités financières des maîtres d'ouvrage.

1.7.3 Solution retenue

Au final, c'est la solution de moindre impact pour les espèces protégées qui a été privilégiée (solution ayant la pente la plus raide donc un impact moindre sur les habitats en pied de digue).

Pour limiter l'emprise du projet, il était nécessaire de conserver les limites actuelles du pied de digue. Cependant, les contraintes ne permettant pas d'augmenter la côte d'arase de la berme supérieure du talus, il était donc nécessaire de raidir la pente autant que possible.

Il a donc été proposé l'utilisation de blocs artificiels permettant d'obtenir la pente la plus raide pour une digue à talus c'est-à-dire 4/3. Le modèle de bloc artificiel choisi est le plus récent de la famille des blocs artificiels et celui ayant un aspect le plus naturel à savoir l'ECOPODE™ (modèle déposé par CLI) dont une illustration est présentée ci-dessous. Il s'agit d'éléments en béton moulé, à la surface texturée et à la couleur adaptable.

Cette solution, bien que plus onéreuse, va dans le sens de la volonté des Maîtres d'Ouvrage d'éviter au maximum l'atteinte aux herbiers de posidonies. De même, le maintien dans la raideur de la pente grâce à ces blocs constitue une mesure d'évitement au sens du code de l'environnement en termes d'étude d'impact.



Photographie 5 - Illustration d'un bloc ECOPODE™

De plus, les blocs ECOPODE™ ont une porosité de 50% (contre 30% pour les enrochements naturels) ce qui permet l'utilisation de moins de matériaux.

Deux profils solutions ont été étudiés et testés sur chacun des trois secteurs dans le cadre d'essais physiques en canal à houle 2D. La recherche de solution viable a été menée dans le but de préserver au mieux les herbiers de Posidonies situés au pied de la digue.

1.7.4 Finalité de la dérogation

La digue est soumise à des tempêtes de plus en plus fréquentes et à de forts coups de mer obligeant la municipalité à réaliser des réparations en urgence. Plus les tempêtes s'enchaînent et plus la digue semble souffrir d'une fatigue chronique que les travaux d'urgence pour remplacer les blocs expulsés ou tombés en pied de talus) n'arrivent plus à soigner.

Chaque tempête se succédant provoque de plus en plus de dommages tant sur la digue elle-même que sur toutes les infrastructures portuaires, voire même sur les bateaux amarrés directement à l'arrière de la digue. A ce jour aucune victime n'a encore été déplorée, mais les dégâts matériels sont très lourds, le parking est complètement inondé par des lames d'eau impressionnantes à chaque tempête, les utilisateurs du port tentent de sauver ce qui peut encore l'être.

De plus la solution optimale, c'est-à-dire celle ayant le moins d'impacts négatifs sur l'environnement, les herbiers de posidonies (*P. oceanica*) et les grandes nacres (*P. nobilis*), est celle qui a été retenue définitivement dans le projet (blocs ECOPODE™ au-dessus de l'eau et ACCROPODE™ sous l'eau).

Enfin de nombreuses activités sont présentes sur le Vieux Port de Cannes (aire de carénage, aire de stationnement parking, aire de transit des navires de transports côtiers, aire de déchargement des marchandises de paquebots, l'hélistation, les phares) qu'il est impossible de délocaliser et donc nécessaire d'assurer leur continuité et leur protection dans le cadre de la réfection de la digue. D'après l'étude d'impact économique et social Sirius 2011, le port de Cannes génère l'équivalent de 10 180 emplois à temps plein direct et indirect.

Le demandeur se situe bien dans un des 5 cas de dérogation prévus par l'Article L411-2 du Code de l'Environnement. « Cas C : *Dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publiques ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement* »

La finalité de cette dérogation relève d'un objectif d'intérêt public majeur : préserver l'intégrité des personnes et des biens en limitant les submersions marines et en consolidant les ouvrages abîmés et déstructurés.

La solution technique retenue est la moins préjudiciable au niveau de la destruction des espèces protégées. Malgré les surfaces naturelles qui seront impactées par le nouvel ouvrage, des mesures d'évitement et de compensation seront mises en place, avant, pendant et après les travaux.

2. Impacts du projet sur les espèces protégées

2.1 Présentation du contexte environnemental du projet

2.1.1 Contexte physique

2.1.1.1 Bathymétrie

D'une manière générale, le Golfe de la Napoule présente un relief abrupt. La bathymétrie est assez régulière sur l'ensemble du littoral et elle se caractérise en son centre par des fonds relativement bas : l'isobathe -50m se situe en moyenne à 1km de la côte. Plus au large, les fonds sont rapidement décroissants et atteignent -500m à environ 3km du littoral.

Le pied de la digue Laubeuf est situé sur des fonds de 10m de profondeur environ.

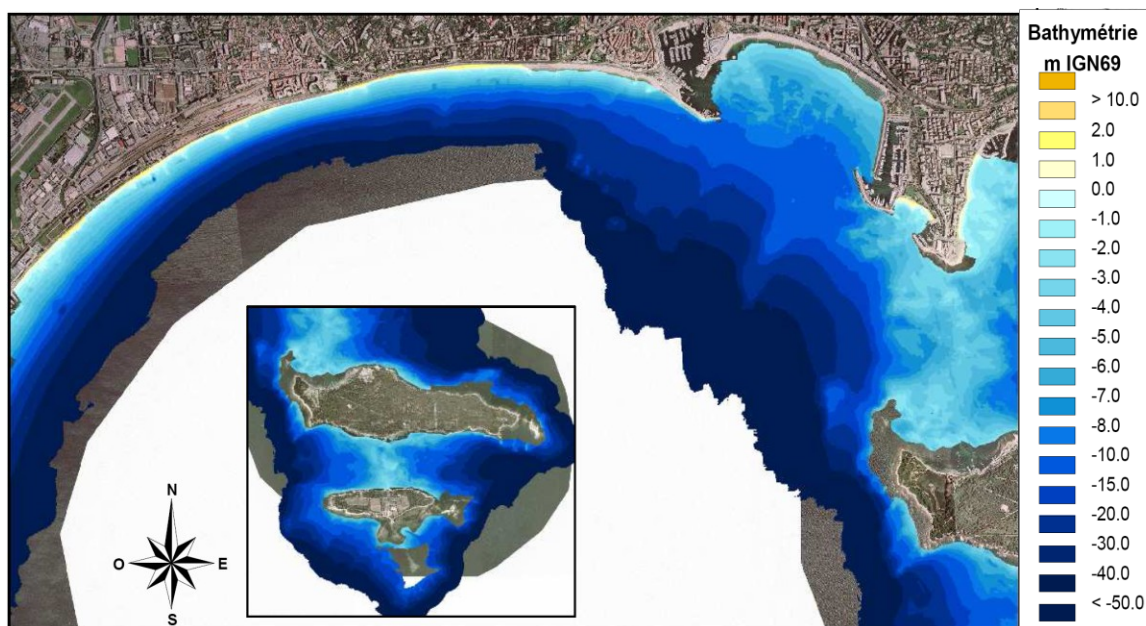


Figure 9 - Bathymétrie de la rade de Cannes (SOGREAH, 2009)

2.1.1.2 Sédimentologie

Dans le golfe de la Napoule, le littoral est pour l'essentiel constitué de sédiments meubles. Sur des profondeurs plus importantes, les sables coquilliers sont parsemés entre les mattes d'herbiers et forment une ceinture à la limite inférieure des herbiers. Vers 40 m de profondeur, les sables sont remplacés par les vases. Cette transition est très proche de la côte du fait de l'étroitesse du plateau continental. La pente du talus, très raide, est généralement dépourvue de sédiments car ils ne peuvent pas s'y accumuler (Safège-Cetiis, 2003)

Les plages de la Croisette ont un profil sédimentaire déficitaire et sont l'objet de mesures de rechargement ou de consolidation fréquentes.

2.1.1.3 Courantologie et hydrodynamisme

La courantologie dans la zone d'étude est influencée par un courant général et permanent sur l'ensemble du bassin Nord-ouest méditerranéen connu sous le nom de courant Liguro-provençal. Ce courant s'écoule en direction de l'Ouest, le long des côtes du golfe de Gênes (courant ligure), de Provence et du Golfe du Lion, jusqu'à 15 à 25 miles au large. Il régit la circulation des masses d'eaux côtières par temps calme. Par beau temps, le plus fréquent (plus de 250 jours par an), ce courant passe d'Est en Ouest au niveau du cap d'Antibes et de l'avancée Croisette – Iles Sainte Marguerite et Saint Honorat.

Les vitesses de courants engendrées par cette circulation sont faibles au voisinage de la côte et ne génèrent pas de transport sédimentaire significatif. La vitesse moyenne est estimée à 1 nœud et se renforce par vent d'Est.

La marée atteint 20 à 30 cm dans la zone d'étude et peut être amplifiée par des vents d'Est quand ils sont relativement forts ou par la marée barométrique. Cependant, les courants en résultant sont très faibles et ont peu d'influence sur la circulation des eaux. En l'absence de marées significatives dans cette région, l'hydrodynamisme est surtout lié aux houles et courants et relève donc de la conjonction du régime des vents locaux, de la circulation générale et de la configuration de la côte.

Les courants dus aux vents sont prépondérants dans les mouvements des masses d'eau le long du littoral. Ces courants de dérive ont des vitesses insuffisantes pour mettre en mouvement les

sédiments mais lorsque ces matériaux sont mis en suspension par l'énergie de la houle, ils peuvent être entraînés par les courants de dérive générés par les vents.

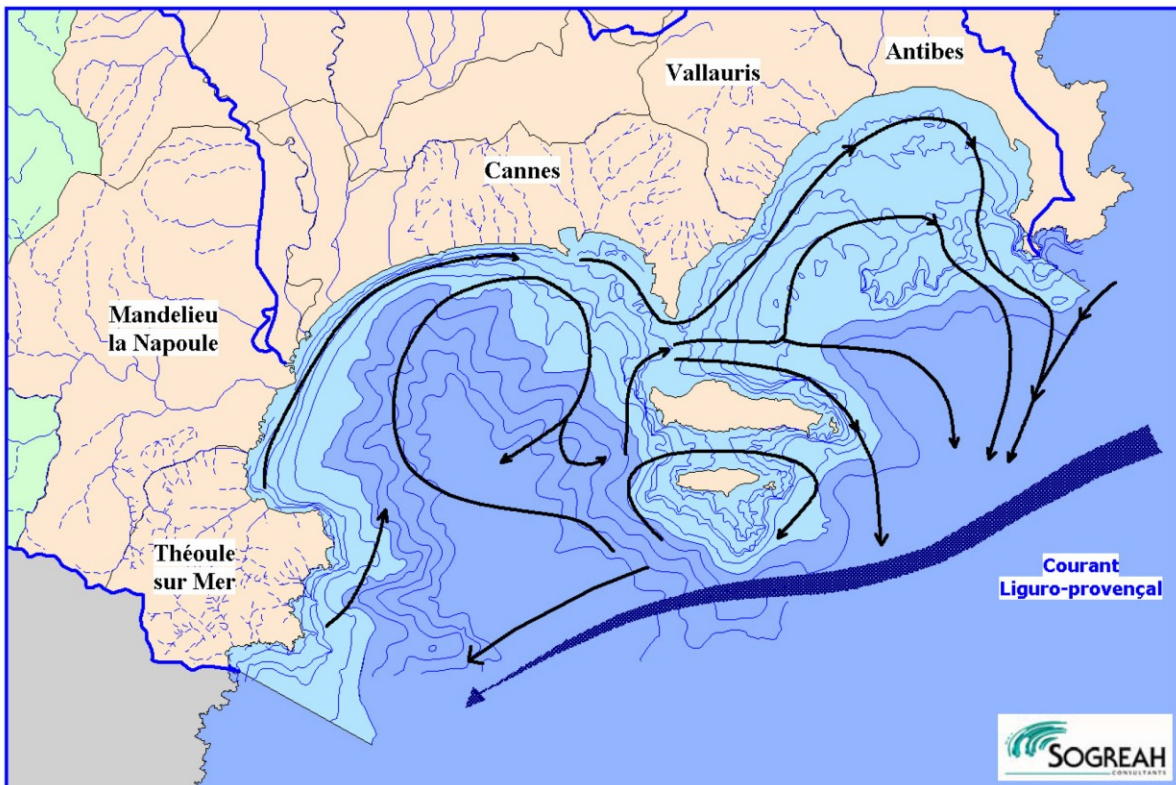


Figure 10 - Courantologie par régime de vents d'Ouest (Source : SOGREAH, 2009)

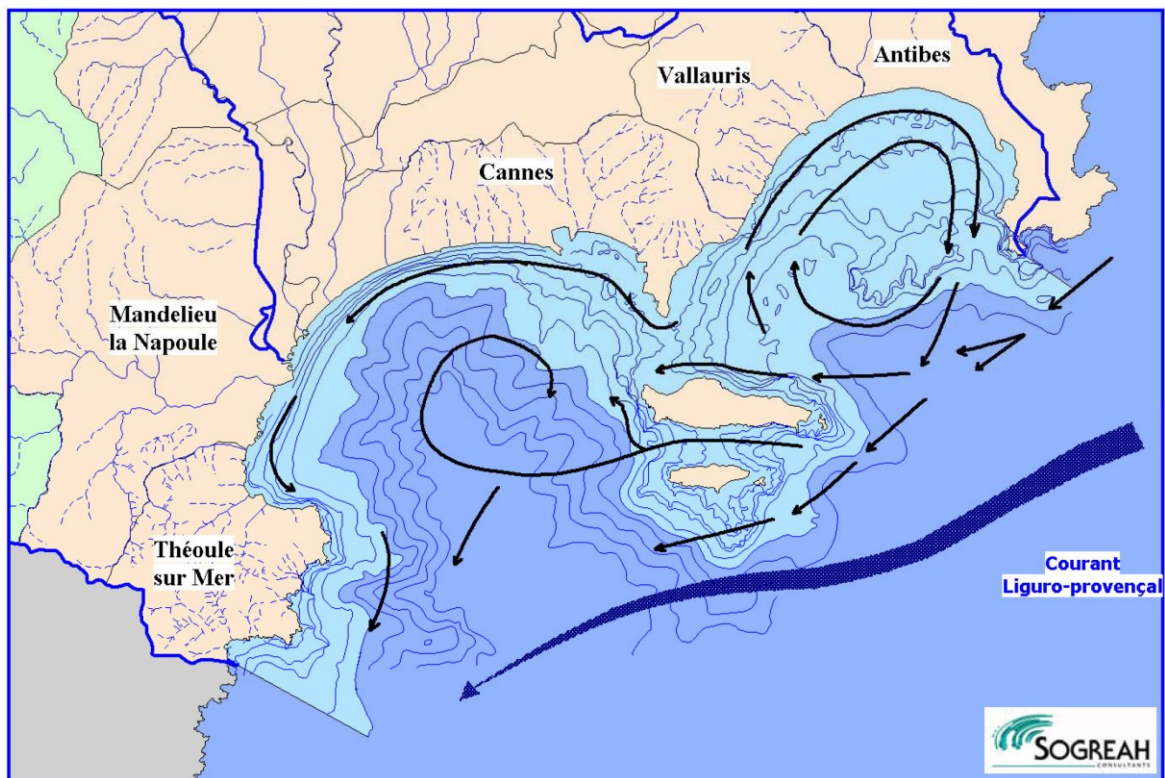


Figure 11 - Courantologie par régime de vents d'Est (SOGREAH, 2009)

L'influence des vents dominants sur les courants de surface est prépondérante. La relation entre ces courants de surface et les dérives littorales est importante. Toutefois les courants de houles génèrent des transits sédimentaires irréguliers (lors des coups de mer) mais beaucoup plus importants en terme de volume de sédiments déplacés.

Dans le Golfe de la Napoule, la dérive est orientée Ouest-Est sauf sur la plage de la Croisette où la dérive est Est-Ouest.

De manière générale, un tourbillon anticydonique s'installe dans le Golfe de la Napoule par vent d'Ouest. Par régime de vent d'Est, les eaux se déplacent près du rivage d'Est en Ouest mais le tourbillon anticydonique est conservé dans la partie centrale (BRLi/P2A Développement, 2012)

2.1.2 Contexte environnemental

Antérieurement au présent projet, dans le cadre de la démarche contrat de Baie, des études du contexte écologique avaient été réalisées sur ce secteur et notamment l'étude des biocénoses marines, réalisée en 2008 par l'œil d'Andromède sur l'ensemble de la baie des Golfes de Lérins (Holon et Descamps, 2008)

Cette étude avait montré la présence de nombreuses espèces remarquables dans la rade de Cannes, fragilisées par la tendance de ce secteur à l'envasement du milieu à partir de 15 mètres. L'herbier de posidonie au centre de la rade avait été observé en état de conservation plutôt préoccupant. Dégradé et morcelé il avait été signalé en régression et particulièrement abîmé par les mouillages. Des propositions de mise en place d'ancrages écologiques avaient été formulées afin de limiter l'impact des ancrages sur les herbiers.

Cette cartographie n'avait pas montré la présence d'herbiers de posidonie à proximité de la digue Laubeuf. L'écosystème présent avait été signalé comme « galets et petits blocs à algues photophiles ». La cartographie réalisée en 2011 par l'X survey a montré une couverture importante d'herbier de posidonie au niveau de la digue du large.

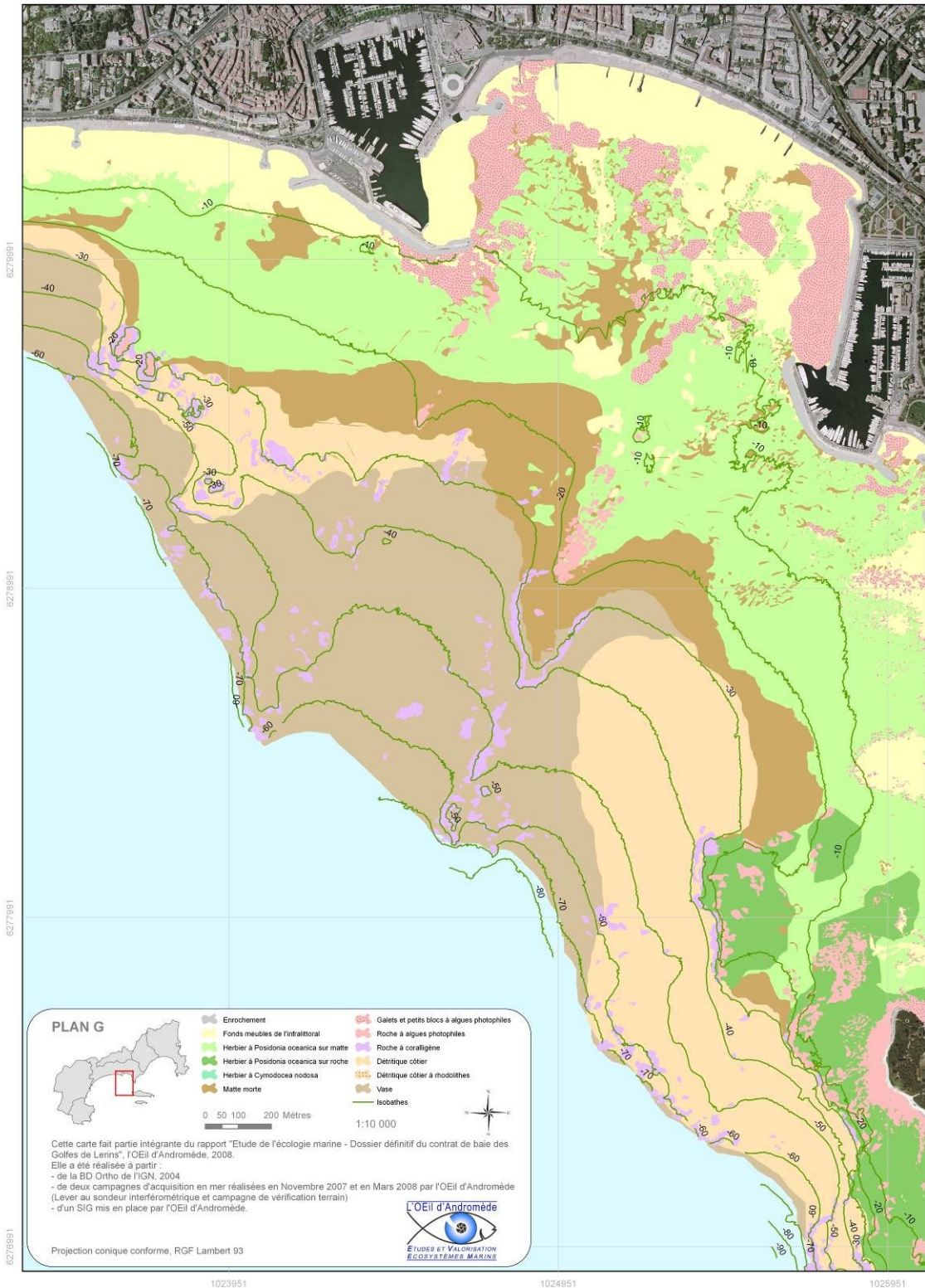


Figure 12 - Cartographie des biocénoses de la rade de Cannes réalisée en 2008 (Source : l'Œil d'Andromède)

2.1.3 Les principaux enjeux environnementaux du site

Le site du projet s'inscrit dans un contexte écologique sensible puisque le littoral de la Baie de Cannes et de ses alentours possèdent des écosystèmes remarquables comme en témoigne la présence de nombreuses zones d'inventaires ou de protections contractuelles répertoriées dans le tableau ci-dessous. En effet, ce recensement indique que le site d'étude se situe à proximité de la zone Natura 2000 de la Baie du Cap d'Antibes et les Iles de Lérins et de celle de l'Estérel. Il est également concerné par les Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique du Golfe de la Napoule.

Tableau 7 – Principaux enjeux environnementaux du secteur (Source : P2A Développement)

ENJEUX DE NIVEAU EUROPEEN	SITES PROCHES DU PROJET
Réseau Natura 2000 (SIC & ZPS)	Baie du Cap d'Antibes et Iles de Lérins Estérel
ENJEUX DE NIVEAU NATIONAL, REGIONAL OU DEPARTEMENTAL	SITES PROCHES DU PROJET
Parc national	Aucun
Parc naturel régional	Aucun
Réserve naturelle	Aucune
Réserve biologique	Ile de Sainte Marguerite
ZNIEFF de type I	De la pointe de Fourcade à la pointe de la Croisette Iles de Lérins (Sud de l'île Saint Honorat) Est du Golfe de la Napoule Ouest du port de Golfe Juan Anse du Crouton Cap Gros et Raventurier
ZNIEFF de type II	De la pointe de la Paume à la pointe de l'Aiguille Iles de Lérins Golfe de la Napoule Basses de la Fourmigue Golfe Juan et Anse du Crouton
Parcs départementaux	Parc départemental de la Pointe de l'Aiguille
Sites classés	Ile de Sainte Marguerite Ile de Saint Honorat Partie littorale du massif de l'Estérel oriental Partie du DPM entre la plage et le Cap de la Croisette DPM et littoral situé autour du Cap d'Antibes Secteur couvrant le Golfe de Juan, le Cap d'Antibes et les Iles de Lérins

Cet état des lieux environnemental a été effectué à partir de différentes sources telles que le site du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement Provence Alpes Côte d'Azur, l'étude écologique marine effectuée dans le cadre du Contrat de Baie des golfes de Lérins et l'étude

préalable à la création d'une zone marine aménagée en récifs artificiels sur le littoral de la ville de Cannes.

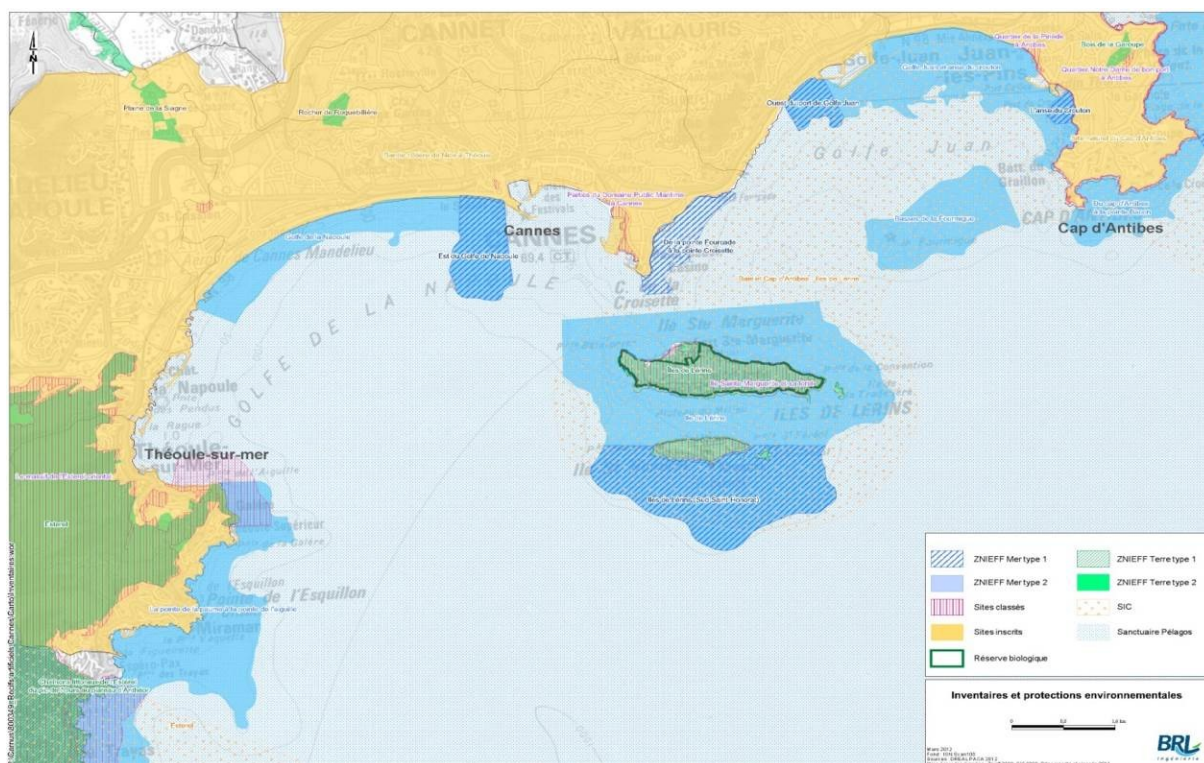


Figure 13 - Carte des inventaires et protections environnementales à proximité du projet
(Source : BRLi/P2A Développement, 2012)

2.1.3.1 Les Zones Naturelles d'Intérêt Écologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF)

L'inventaire des ZNIEFF est un recensement d'espaces naturels remarquables sur le plan écologique, participant au maintien des grands équilibres naturels ou constituant le milieu de vie d'espèces animales et végétales rares, caractéristiques du patrimoine naturel régional.

L'inventaire ZNIEFF mer identifie et localise les biocénoses marines les plus remarquables.

On distingue deux catégories de zones :

- les ZNIEFF de type I, de superficie réduite, sont des espaces homogènes d'un point de vue écologique et qui abritent au moins une espèce et/ou un habitat rare ou menacé, d'intérêt aussi bien local que régional, national ou communautaire ;
- les ZNIEFF de type II sont de grands ensembles naturels riches, ou peu modifiés, qui offrent des potentialités biologiques importantes. Elles peuvent inclure des zones de type I et possèdent un rôle fonctionnel ainsi qu'une cohérence écologique et paysagère.

Onze (11) ZNIEFF marines dont six (6) ZNIEFF de type I et cinq (5) ZNIEFF de type II sont recensées sur le domaine maritime de la baie de Cannes et sont reportées dans le tableau ci-dessous par nom, code régionale, type, communes sur lesquelles elles se trouvent et leurs superficies

Tableau 8 – Liste des ZNIEFF marines du littoral d'étude (Source : DREAL PACA)

NOM	CODE REGIONAL	TYPE	COMMUNES	SUPERFICIE (ha)
De la pointe Fourcade à la pointe de la Croisette	06-000-003	I	Cannes	92,41
Iles de Lérins (Sud de l'île Saint Honorat)	06-002-001	I	Cannes	433,00
Est du Golfe de la Napoule	06-003-002	I	Cannes, Mandelieu-la-Napoule	139,89
Ouest du port de Golfe Juan	06-005-004	I	Antibes	50,02
Anse du Crouton	06-005-005	I	Antibes	17,82
Cap Gros et Raventurier	06-006-006	I	Antibes	177,76
De la pointe de la Paume à la pointe de l'Aiguille	06-001-000	II	Théoule-sur-Mer	307,87
Iles de Lérins (Sud de l'île Saint Honorat)	06-002-000	II	Cannes	1259,35
Golfe de la Napoule	06-006-000	II	Cannes, Mandelieu-la-Napoule	377,28
Basses de la Fourmigue	06-004-000	II	Antibes, Vallauris	237,86
Golfe Juan et Anse du Crouton	06-005-000	II	Antibes	452,47

Ces zones ont été établies au regard de la diversité des habitats et des espèces sur certains secteurs comme les Iles de Lérins, de la présence de zones d'herbiers de phanérogames (posidonies, cymodocées...) ou encore du passage de nombreuses espèces pélagiques (Sud de l'île Saint-Honorat).

Les ZNIEFF du Golfe de la Napoule et de l'Est du Golfe de la Napoule sont situées à proximité immédiate de la digue du port de Cannes. Les fonds de ces ZNIEFF se caractérisent par de nombreux rochers, abritant une biocénose très riche, à des profondeurs de 20 à 25m. La présence de posidonies, *Posidonia oceanica*, de cymodocées *Cymodocea nodosa*, de Zostères *Zostera noltii* et de *Pinna nobilis* est remarquable.

Pour être classée espèce déterminante de ZNIEFF, une espèce animale ou végétale doit répondre à l'un des trois critères suivants :

- espèce rare ou menacée ;
- espèce protégée (sur le plan national, régional, départemental) ou faisant l'objet de réglementations européennes ou internationales ;
- espèce se trouvant dans des conditions écologiques ou biogéographiques particulières (limite d'aire de répartition, densité, qualité...).
- Une espèce remarquable dans un milieu ne justifie pas la création de ZNIEFF, mais sa présence met en valeur la diversité écologique du milieu.

2.1.3.2 Le réseau Natura 2000

Le réseau Natura 2000 est un réseau européen qui a pour objectifs la préservation de la diversité biologique et la valorisation du patrimoine naturel du territoire. Cet inventaire regroupe la directive « Oiseaux » (ZPS) de 1979 ainsi que la directive « Habitats » (ZSC) de 1992 qui ont pour but de préserver les espèces et les habitats naturels.

Chaque État a la charge de s'assurer de la préservation de ces zones dénommées « Natura 2000 » par les moyens de son choix. Seule des zones ZPS ont été actuellement officiellement désignées comme zone « Natura 2000 ».

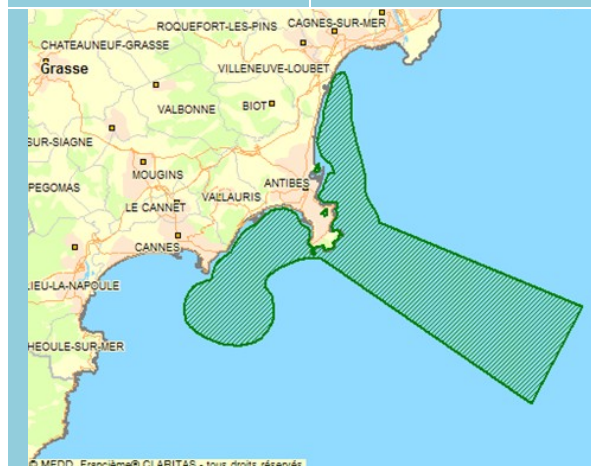
À l'inverse des zonages de connaissances (ZNIEFF), le réseau Natura 2000 a une portée réglementaire. Ce volet réglementaire porté par la procédure Natura 2000 concerne tous les habitats et espèces d'intérêt communautaire présents dans le site. Les directives « habitats » et « oiseaux » n'interdisent pas la conduite de nouvelles activités sur un site Natura 2000. Néanmoins, les articles 6-3 et 6-4 (directive 92/43/CEE du Conseil du 21 mai 1992 dite « habitats-faune-flore ») imposent de soumettre des plans et projets, dont l'exécution pourrait avoir des répercussions significatives sur le site, à une évaluation de leurs incidences sur l'environnement. Ces articles ont été transposés en droit français par l'article L. 414-4 I à IV du code de l'environnement.

Le secteur de Cannes est concerné par deux zones NATURA 2000 en mer. Le site d'importance communautaire n° FR9301573 dénommé « Baie du Cap d'Antibes et Iles de Lérins » est situé à l'est du Golfe de la Napoule. Le site d'importance communautaire n° FR9301628 dénommé « Esterel » est situé à l'ouest du Golfe de la Napoule.

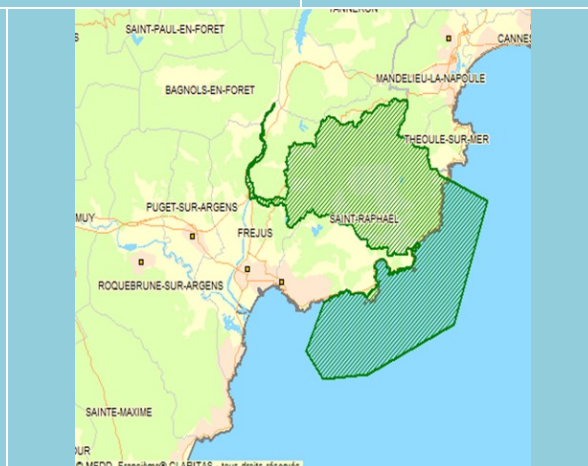
Ces deux zones ne sont pas directement concernées par le projet mais témoignent d'une richesse biologique remarquable sur ce secteur notamment par la présence d'herbiers de Posidonies et d'espèces marines comme la tortue caouanne (*Caretta caretta*) et le grand dauphin (*Tursiops truncatus*).

Tableau 9 - Sites NATURA 2000 à proximité du projet (Source : DREAL PACA)

ENJEUX AU NIVEAU EUROPEEN	SITES PROCHES DU PROJET	CODE/TYPE	SURFACE (HA)
Réseau Natura 2000 (SIC)	Baie et Cap d'Antibes et Iles de Lérins	FR9301573	13354,46 en mer
Réseau Natura 2000 (SIC)	Esterel	FR9301628	7258 en mer



Baie et Cap d'Antibes et Iles de Lérins



Esterel

Les parties marines de ces sites ont été étudiées et cartographiées.

2.1.3.3 Autres protections réglementaires

Il existe actuellement peu de zones sous protections réglementaires du milieu marin en baie de Cannes :

- Zone d'interdiction de mouillage au nord de l'île Saint-Marguerite.
- Zone balisée de la "Baie de Juan" à Antibes (entre le port du Croûton et l'anse de l'Olivette), zone très riche en herbiers et dotée d'une faible hauteur d'eau.
- Zone marine protégée de Vallauris, gérée par le Conseil Départemental, qui bénéficie d'une protection intégrale 3. Cette zone protégée comporte près de 8 000 m³ de récifs artificiels où sont interdits les mouillages, dragages, la pêche et la plongée. Ces aménagements s'intègrent dans une stratégie globale de gestion et de développement des ressources naturelles de la zone littorale, avec un double objectif : la restauration d'un milieu dégradé et appauvri et la constitution de zones de production halieutique (soutien de la pêche aux petits métiers).

L'île de Sainte-Marguerite est une réserve biologique domaniale. Les deux îles sont également répertoriées comme sites classés. La zone littorale comporte trois autres sites classés (hors îles de Sainte-Marguerite et de Saint-Honorat) au titre de la Loi du 2 mai 1930:

- la partie littorale du massif de l'Estérel oriental sur la commune de Théoule-sur-Mer au droit de la Pointe de l'Aiguille ;
- une partie du domaine public maritime (DPM) entre la plage et le Cap de la Croisette sur la commune de Cannes ;
- le DPM et le littoral situé autour du Cap d'Antibes.

Ainsi qu'un site inscrit :

- le secteur couvrant le Golfe Juan, le Cap d'Antibes et les îles de Lérins en ce qui concerne les sites inscrits.

Tableau 10 - Autres protections réglementaires au niveau du site du projet

Type	Zones concernées	CODE/TYPE	SURFACE (ha)
Réserve biologique	Ile de Sainte Marguerite	Réserve biologique domaniale	152,51
Sites classés	Ile de Sainte Marguerite	1300317SCA01	
	Ile de Saint Honorat	1300317SCA01	
	Partie littorale du massif de l'Estérel oriental	1960103SCD01	
	Partie du DPM entre la plage et le Cap de la Croisette		
	Le DPM et le littoral situé autour du Cap d'Antibes		
Site inscrit	Secteur couvrant le Golfe Juan, le Cap d'Antibes et les Iles de Lérins		

³ L'arrêté de la préfecture maritime (n°21/95) du 6 juillet 1995 interdit le mouillage, le dragage et la plongée, L'arrêté ministériel du 23 mars 1988 interdit la pêche sous toutes ses formes.

2.2 Études et inventaires réalisés sur le site

2.2.1 Historique des campagnes réalisées

Compte tenu du projet et du contexte environnemental du site, il a été réalisé plusieurs campagnes de mesures et de relevés afin d'identifier, répertorier et recenser toutes les espèces marines dans une zone élargie autour de la digue. Cette démarche s'inscrit dans un souci de préservation du milieu naturel et dans le but d'entrevoir toutes les mesures d'évitement et/ou compensatoires dans la mesure où le projet affecte une partie du patrimoine du site.

Plusieurs campagnes ont été réalisées sur le site pour, d'une part, localiser les herbiers de Posidonies et de cymodocées et établir un diagnostic de leur état et, d'autre part, recenser les différentes espèces protégées y vivant. La première campagne a été réalisée par IX SURVEY en Juillet 2011, elle avait pour but d'effectuer un relevé de la biocénose à l'aide d'un sondeur multifaisceaux complété par des relevés in-situ. La deuxième campagne a été effectuée en Août 2012 par les biologistes marins de la société P2A Développement et avait pour but d'établir un état de la limite du peuplement (en progression, stagnation ou régression) et d'analyser les qualités intrinsèques du peuplement (densité, recouvrement, dynamique, faune et flore associées). Cette plongée s'est prolongée après l'observation d'individus de *Pinna nobilis* afin d'en recenser le plus possible au niveau du pied de digue et de la zone d'impact direct du projet. Une dernière campagne a été effectuée par le Conseil Départemental des Alpes Maritimes pour compléter l'inventaire de P2A sur les *Pinna nobilis*.

2.2.2 Définition de l'aire d'étude

L'herbier qui intéresse le projet en bordure de la digue s'étend bien au-delà des Iles de Lérins dans le Golfe de la Napoule. Il fallait donc restreindre le domaine d'étude à une zone arbitrairement fixée s'étalant un peu au-delà des impacts indirects que pourra provoquer le projet. L'aire d'étude pour le relevé par sonar comprend ainsi une bande d'environ 120 m vers le large, à partir de la digue et une cinquantaine à l'intérieur du port. Cette aire est représentée sur la figure ci-dessous.

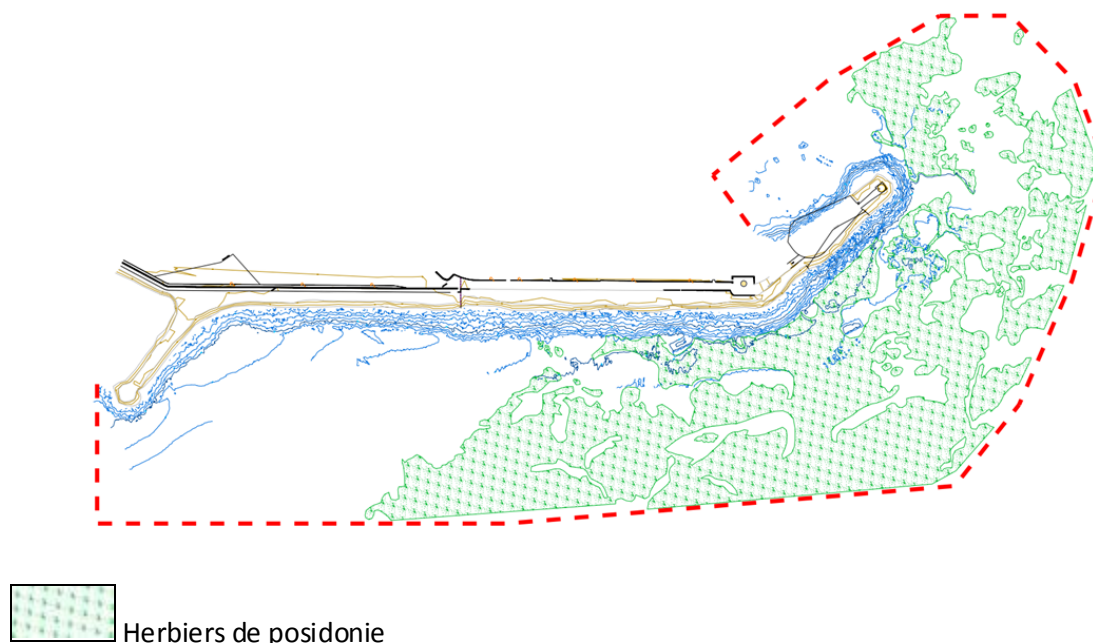
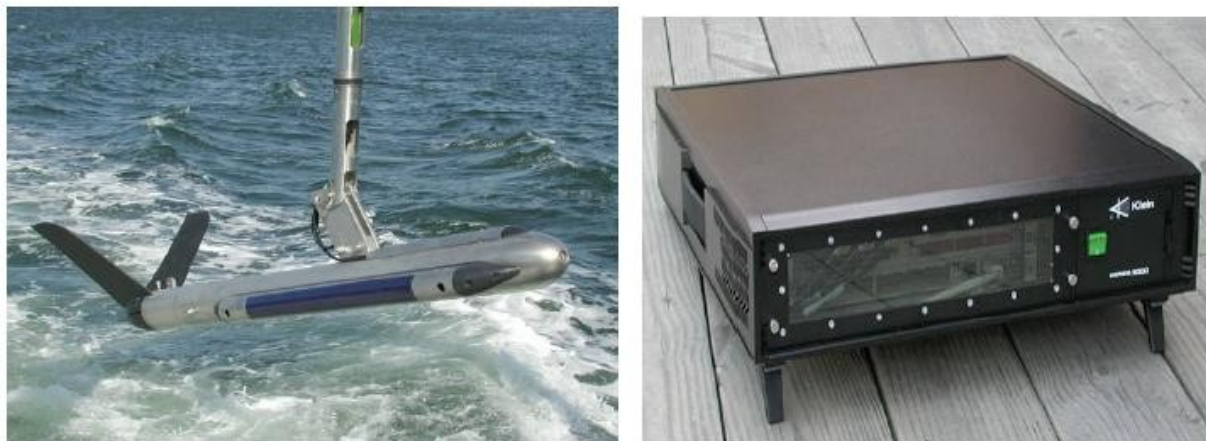


Figure 14 - Carte de la zone d'étude prospectée dans le cadre des campagnes scientifiques

2.2.3 Méthodes utilisées pour la cartographie des herbiers

La cartographie du site a été réalisée par la société IXSurvey grâce à un sonar à balayage latéral Klein 3000 et complétée par des plongées de reconnaissance.



Photographie 6 - Photographies du matériel utilisé par IXSurvey pour la réalisation de la cartographie des herbiers de Posidonies

Le sonar à balayage latéral permet d'obtenir une photographie acoustique des fonds sous-marins. De courtes impulsions ultra-soniques sont transmises latéralement à des intervalles de temps réguliers par deux transducteurs (droite et gauche) logés dans un poisson remorqué.

La surface balayée s'étend selon l'échelle choisie jusqu'à 150 m de part et d'autre du sonar. L'énergie acoustique réfléchiée par le fond est enregistrée en fonction du temps sous forme graphique. Au fur et à mesure que le bateau avance, il en résulte une représentation détaillée du fond à densité variable :

- les bons réflecteurs acoustiques sont représentés par des zones sombres sur l'enregistrement : affleurement rocheux, objets métalliques, câbles etc....
- les dépressions ou les parties masquées sont représentées par des zones claires sur l'enregistrement (pas d'écho retour).

Le sonar latéral permet donc de détecter et localiser tout objet affleurant sur le fond.

2.2.4 Méthodes utilisées pour le relevé de la faune et de la flore

Une inspection de la zone a été réalisée par P2A Développement sur un parcours de 680 m au pied de l'ouvrage par deux plongeurs nageant côte à côte. Un des plongeurs était équipé d'une vidéo sous-marine, l'autre d'un appareil photo et d'une plaquette écriteoire immergeable. Cette prospection a permis aux plongeurs de mettre en évidence la jonction entre la limite supérieure de l'herbier et le pied de digue. Grâce à deux plongées consécutives, il a été possible de relever toutes les *Pinna nobilis* observées sur le trajet et de mettre en évidence le rôle des nurseries naturelles des herbiers. A chaque individu identifié, une bouée de surface a été positionnée depuis le fond. Le pilote du bateau a pu géo localiser chaque nacre grâce au GPS différentiel (DGPS) SXBlue 2 de Genecq et du logiciel de cartographie Digiterra®.

2.2.5 Résultats des campagnes

2.2.5.1 Recensement des biocénoses en juillet 2011

35 sites ont été visités par les plongeurs d'IX SURVEY dont la localisation est spécifiée sur la carte ci-dessous. Ces plongées ont permis une « vérité terrain » et valident les détourages et interprétations issues des données du sonar. Les numéros renvoient aux points de plongée 1 à 35.

Les prospections conduites en juillet 2011 ont recensé deux espèces protégées :

- Herbiers de posidonies, protégés régionalement, nationalement et internationalement,
- Herbiers de cymodocées, protégés régionalement, nationalement.

La surface totale d'herbiers recensée sur la zone d'étude est de 58 175m².

Les plongées ont mis en évidence des herbiers de posidonies et localisé quelques cymodocées non impactées par le projet.

Note : Les plongées de la présente étude ont été réalisées lorsque les feuilles de posidonies étaient très hautes, ce qui a limité la visibilité entre les frondes.

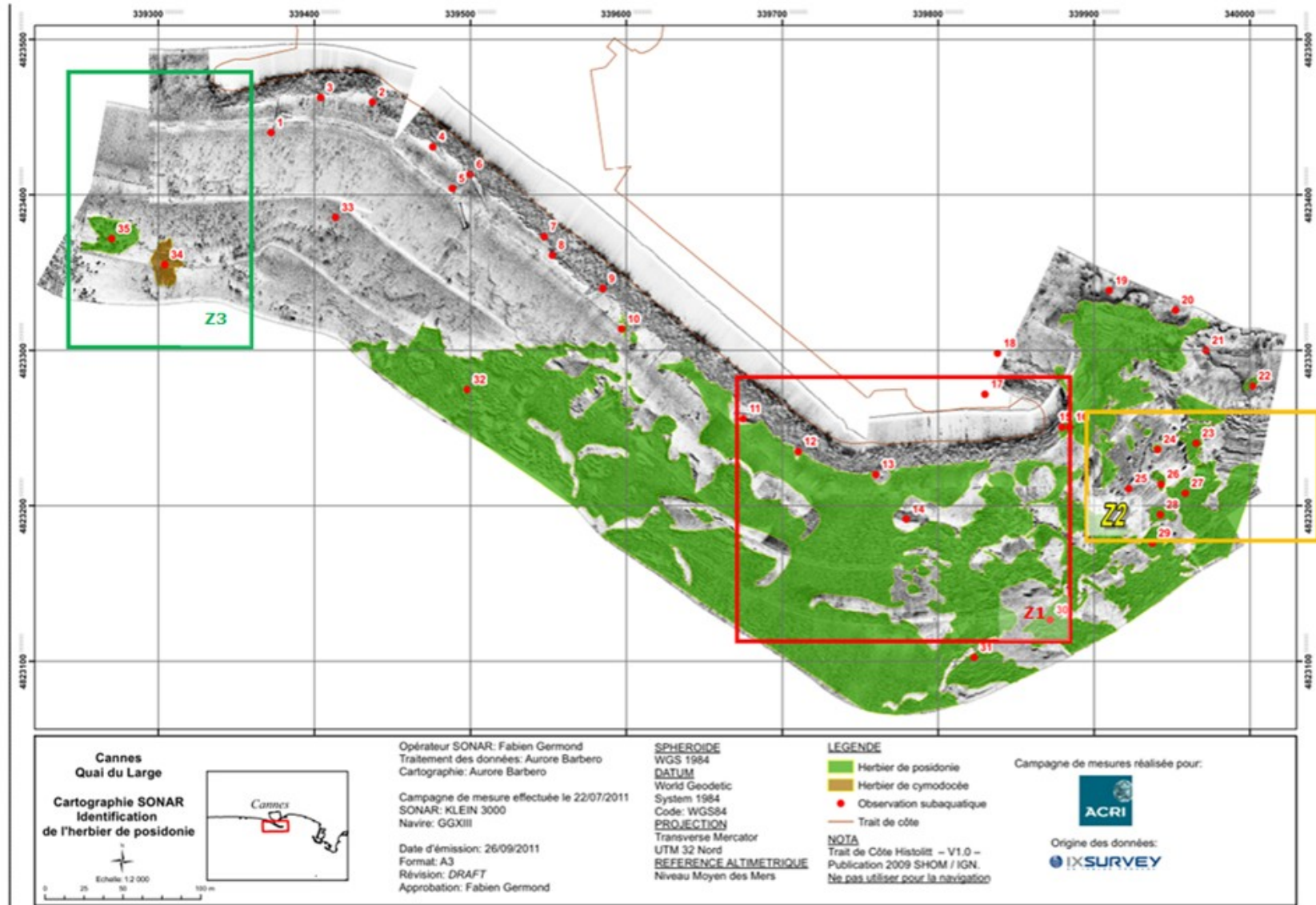


Figure 15 - Cartographie des biocénoses issue de la campagne de Juillet 2011 (Source : IXSurvey)

Zone 1 : Ancien phare

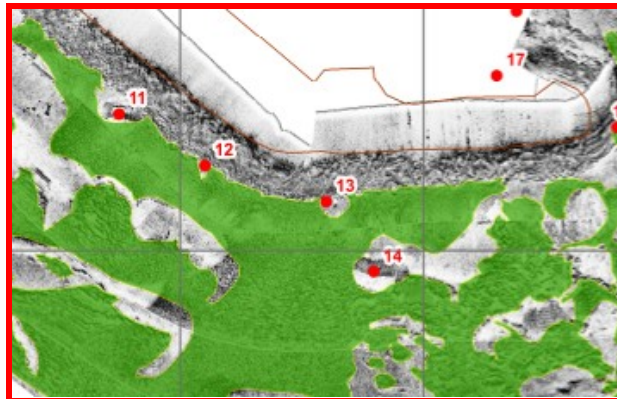


Photo d'herbier en pied de digue et enrochements recouverts de *Padina pavonica* au site 11

Observations : Les roches sont recouvertes de *Padina pavonica* (Padine Queue-de-Pan - Espèce d'algues brunes de la famille des *Dictyotaceae*).



Photo d'herbier en pied de digue. La couverture algale est clairement visible sur le haut des frondes

Observations : Les herbiers sont couverts de couvertures d'épiphytes⁴ et d'algues sur les frondes.



Vue verticale de l'herbier – site 12

Observations : Densité des feuilles de *Posidonies* en pied de digue.



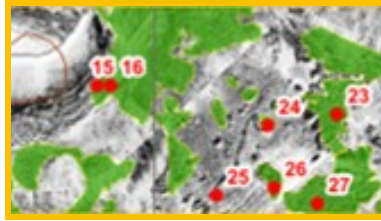
Vue verticale de l'herbier – site 12 Vue horizontale de l'herbier : la couverture et la densité sont caractéristiques d'un herbier de bonne qualité

Observations : Densité des feuilles de *Posidonies* en pied de digue.

Photographie 7 - Photographies des différentes zones d'herbiers prospectées au niveau de l'ancien phare

⁴ Plantes qui poussent en se servant d'autres plantes comme support

Zone 2 : Le Musoir



Herbiers en touffes bien délimitées proche de la digue – site 24

Observations : A proximité du musoir, les herbiers sont bien délimités. Il n'apparaît pas de rhizomes, ni en expansion, ni en régression.

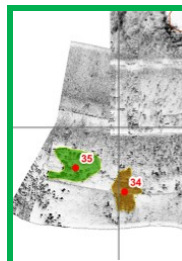


Forte couverture d'épiphytes sur les feuilles de Posidonies

Observations : Les feuilles sont couvertes d'épiphytes. Les feuilles sont longues et fortement recouvertes.

Photographie 8 - Photographies des différentes zones d'herbiers prospectées au niveau du musoir

Zone 3 : L'épi



Herbier de Cymodocées en zone 34

Observations : Présence d'un herbier homogène de Cymodocées. Les frondes sont par contre éparses et ne caractérisent pas une structure dense.



Cymodocées en faible densité

Observations : Faible densité des feuilles et léger amas de feuilles mortes au sein de l'herbier.

Photographie 9 - Photographies des différentes zones d'herbiers prospectées au niveau de l'épi

Conclusions de l'étude de juillet 2011 :

Espèces	État de santé	Observations
Herbiers de Posidonies	L'herbier, même s'il est découpé par endroits, est globalement en bonne santé.	Frondes denses mais recouvertes de nombreux épiphytes. Présence d'une couverture algale sur les herbiers.
Herbiers de Cymodocées	Satisfaisant	Une zone d'herbier de Cymodocées a été décelée à une centaine de mètres au large de l'épi.

2.2.5.2 Étude complémentaire des herbiers en pied de digue (août 2012)

Du fait de la présence de deux espèces protégées (cymodocées et posidonies), il a été demandé par la DREAL lors de la présentation du dossier au service, un suivi complémentaire en particulier sur les herbiers de Posidonies. L'objectif de cette étude était d'obtenir une image précise de la vitalité de cet herbier tant au niveau de la zone qui pourrait être recouverte par les matériaux de réfection de la digue que dans les zones adjacentes qui, elles, subsisteront après l'aménagement.

Pour cela, il a été proposé d'étudier 8 stations : 4 stations localisées en limite d'herbier pour évaluer son dynamisme de croissance et 4 stations au sein de ce dernier pour mesurer sa vitalité (le détail de cette étude est joint en annexe 1). Les 8 stations ont été regroupées en deux zones :

- La zone d'impacts directs de l'aménagement qui sera recouverte par les blocs (initialement évaluée à 6m tout le long de la digue mais déplacée à 10 m suite à la modification du profil de la nouvelle digue) ;
- La zone d'impacts indirects, à proximité des travaux mais sans mise en danger immédiate de cette espèce.

Les paramètres de vitalité communément adoptés par les experts scientifiques ont été utilisés pour les suivis de ces herbiers notamment la méthode du RSP (densités des faisceaux, des feuilles, recouvrement de l'herbier, mesure du déchaussement). Des transects permanents ont été également installés afin de quantifier l'impact écologique après les travaux de réparation de la digue.

Au préalable, deux plongées d'inventaire ont été effectuées. Une afin d'observer l'état de santé des herbiers au niveau de la jonction entre la limite supérieure et le pied de la digue située à 10 mètres de profondeur et réaliser un inventaire de la faune et la flore. L'autre, pour réaliser un inventaire des individus de *Pinna nobilis*, espèce emblématique et protégée de la Méditerranée.

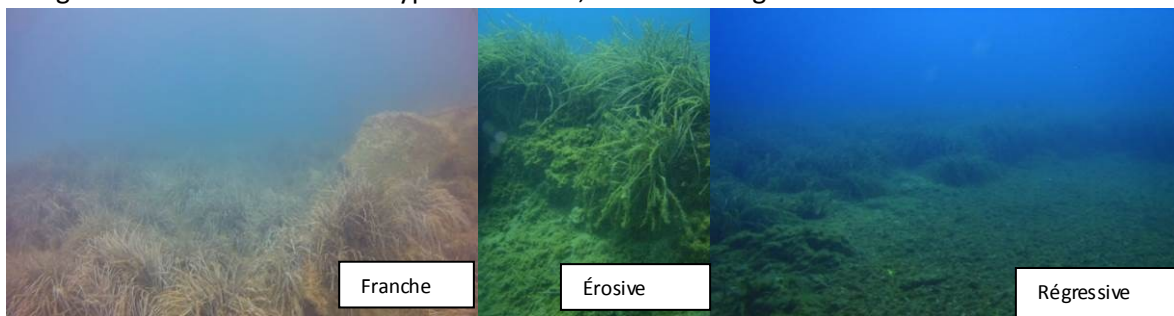
Dans ce paragraphe, une synthèse de la mission réalisée en août 2012 est présentée. L'étude complète est jointe.



Figure 16 - Localisation des stations de vitalité d'herbier 2012

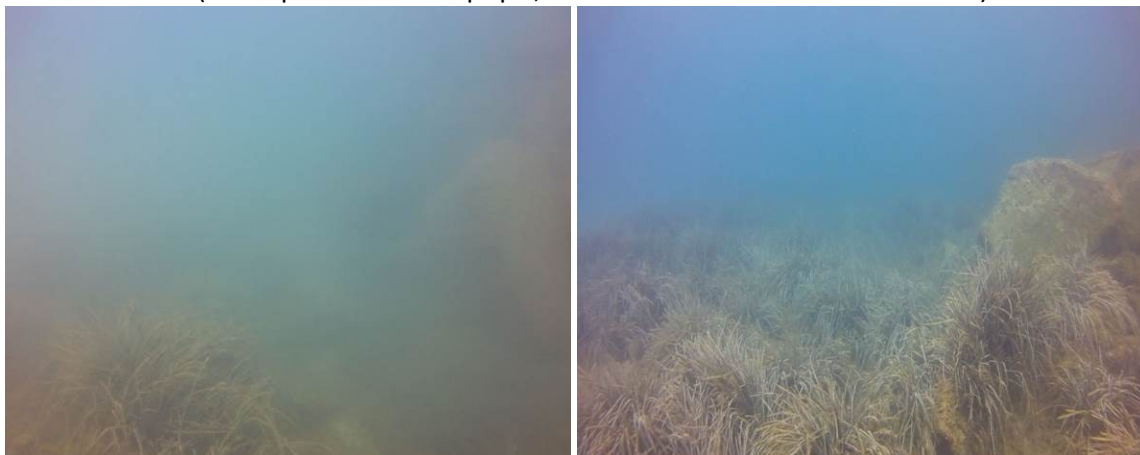
Observations dans la zone d'impacts directs au pied de la digue

Au total, c'est environ 300 m de linéaire dans l'herbier qui ont été observés le long de la digue à 10 m de profondeur. Le tracé linéaire de la limite supérieure a montré que l'herbier présentait des franges bien délimitées de trois types : franches, érosives et régressives.



Photographie 10 - Illustration des trois types d'herbier rencontrés le long de la digue (© P2A Développement)

Dans sa globalité, l'herbier reste visuellement foumi malgré des densités foliaires anormales ou subnormales. Sa vitalité s'améliore sur un gradient Est-Ouest et Nord-Sud présentant une augmentation de la clarté de l'eau. En effet, la visibilité s'est accrue dans ce même gradient, ce qui montre que cette amélioration de la qualité de l'eau est liée à la faible fréquentation de bateaux en basse saison (faible pression anthropique, taux réduit d'utilisation des bateaux).



Photographie 11 - Amélioration de la vitalité de l'herbier et de la visibilité dans un gradient Est (photo de gauche)-Ouest (photo de droite) (© P2A Développement).

L'herbier présente sur l'ensemble de la zone des feuilles de posidonie hautes mais très épiphytées par des bryozoaires, des algues calcaires et algues brunes. Quelques patches de matre morte étaient entièrement recouverts de l'espèce *Padina pavonica*.



Photographie 12 - Exemples d'épiphytes sur les frondes de posidonie amenant même les feuilles à plier sous le poids des organismes fixés (© P2A Développement).

Conclusion : De visu, l’herbier le long de la digue présente une structure dense. Les feuilles sont longues et très épiphytées, ce qui témoigne d’un faible renouvellement foliaire. Les limites supérieures rencontrées sont variées (franche, érosive, régressive). Ceci s’explique par la présence d’érosion mécanique (chute de blocs, présence d’une épave, hydrodynamisme intense lors des tempêtes dans ces faibles profondeurs).

Inventaire faunistique et floristique

Un inventaire des espèces protégées et patrimoniales a été effectué au cours d’une première plongée. Plusieurs espèces de poissons ont alors été observées, mettant ainsi en évidence le rôle de nurserie des herbiers de Posidonies.

Au total, 21 espèces de poissons ont été recensées le long de la digue dont 16 espèces observées au stade juvénile. La digue, à proximité des herbiers, fait office de récif artificiel et constitue un habitat supplémentaire en rajoutant de la complexité et de la diversité aux habitats naturels existants. En effet, en complément des herbiers de Posidonies, la digue a créé des habitats rocheux favorables à de nombreuses espèces de poissons tant aux stades adulte que juvénile.

Tableau 11 - Liste des espèces rencontrées lors des inventaires de la zone au pied de la digue
(Source : P2A Développement)

FAMILLE / GROUPE	NOM COMMUN	NOM SCIENTIFIQUE	JUVENILE	ADULTE
Phéophycée	-	<i>Dichtyota sp.</i>	-	-
Rhodophycée	-	<i>Fosliella farinosa</i>	-	-
Chlorophycée	Halimeda	<i>Halimeda tuna</i>	-	-
Phéophycée	Padina	<i>Padina pavonia</i>	-	-
Cérianthidae	Cérianthe	<i>Cerianthus membranaceus</i>	-	-
Echinasteridae	Etoile de mer rouge	<i>Echinaster sepositus</i>	-	-
Toxopneustidés	Oursin granuleux	<i>Sphaerechinus granularis</i>	-	-
Pinnidae	Grande Nacre	<i>Pinna nobilis</i>	-	-
Bothidae	Bothus	<i>Bothus podas</i>	1	-
Pomacentridae	La castagnole	<i>Chromis chromis</i>	1	1
Labridae	Girelle commune	<i>Coris julis</i>	1	1
Sparidae	Sparillon	<i>Diplodus annularis</i>	1	1
Sparidae	Sar commun	<i>Diplodus sargus</i>	1	1
Sparidae	Sar à tête noir	<i>Diplodus vulgaris</i>	1	1
Labridae	Le labre vert	<i>Labrus viridis</i>	1	-
Sparidae	Le marbré	<i>Lithnognathus mormyrus</i>	1	-
Mugilidae	Mulet grosse tête	<i>Mugil cephalus</i>	-	1
Mullidae	Rouget	<i>Mullus surmuletus</i>	1	1
Sparidae	Oblade	<i>Oblada melanura</i>	-	1
Sparidae	Saupe	<i>Sarpa salpa</i>	1	1
Scorpaenidae	Rascasse brune	<i>Scorpaena porcus</i>	-	1
Serranidae	Serran chevrette	<i>Serranus cabrilla</i>	1	1

Serranidae	Serran écritude	<i>Serranus scriba</i>	1	1
Labridae	Crénilabre cendré	<i>Symphodus cinereus</i>	1	-
Labridae	Crénilabre queue noire	<i>Symphodus melanocercus</i>	-	1
Labridae	Crénilabre ocellé	<i>Symphodus ocellatus</i>	1	-
Labridae	Crénilabre 5 taches	<i>Symphodus roissali</i>	1	-
Labridae	Sublet	<i>Symphodus rostratus</i>	-	1
Labridae	Crénilabre tanche	<i>Symphodus tinca</i>	1	1
Atherinidae	Atherine	<i>Atherina sp.</i>	-	-

Conclusion : Selon ces observations ponctuelles, le rôle de nurserie n'est pas une composante déterminante des herbiers de la digue du large. En effet, la richesse spécifique en juvéniles de poissons et les effectifs observés restent limités.

2.2.5.3 Relevés de *Pinna nobilis* dans la zone de projet

La forte densité des herbiers et la longueur des feuilles a nécessité l'organisation de trois missions d'observations au cours desquelles ont été effectué un comptage et un repérage des *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758)

Première campagne d'observations (2012)

Au total, sept individus de grandes nacres (*Pinna nobilis*) ont été observés dans la zone d'impacts directs de la digue. Mais du fait de la longueur des feuilles et de la densité d'herbier, un protocole d'observation plus rigoureux doit être mis en place afin de comptabiliser un plus grand nombre d'individus sur la bande des 6 m de zone d'impacts directs le long du pied de digue.

Les individus rencontrés ont une taille (mesures extérieures) comprise entre 8 et 37 cm. Ils ont été observés à la fois dans les herbiers denses et aux extrémités de la limite supérieure.

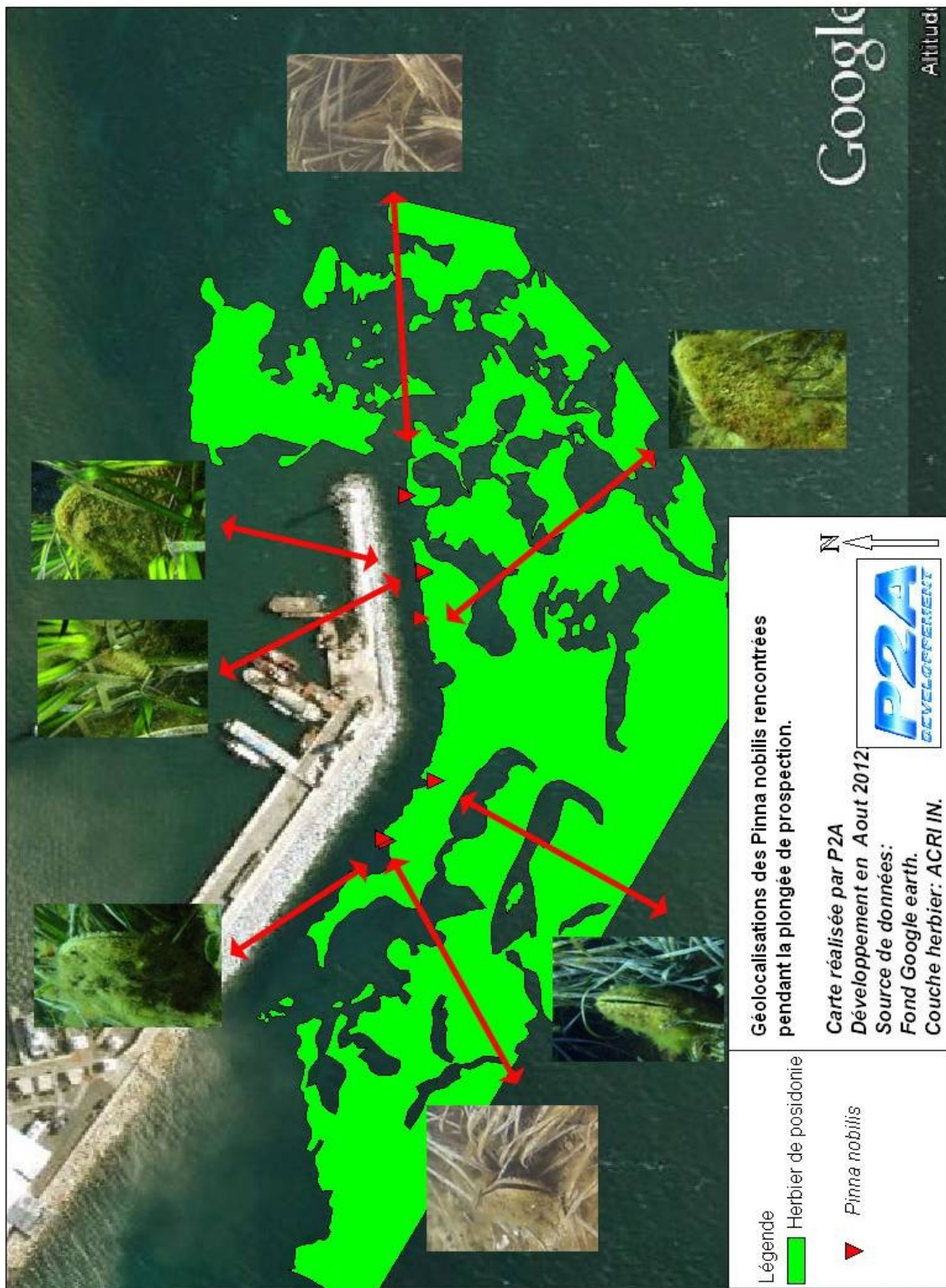


Figure 17 - Cartographie des individus de *Pinna nobilis* rencontrés le long de la digue dans la zone d'impacts directs (Source : P2A Développement)

Tableau 12 - Coordonnées géographiques des individus de *Pinna nobilis* observés en août 2012
(Source : P2A Développement)

Longitude (WGS84)	Latitude (WGS 84)	X (Est) UTM32	Y (Nord) UTM32	Profondeur	Taille (cm)	Milieu
E 7,01765	N 43,54483	339855	4823229	11	32	Herbier dense
E 7,01717	N 43,54478	339816	48232224	9,4	25	Herbier dense
E 7,01715	N 43,54477	339815	4823223	9,4	8	Bordure d'herbier et sable coquillier
E 7,01692	N 43,54479	339796	4823226	9,7	23	Herbier
E 7,01585	N 43,54478	339710	4823227	10	37	Herbier dense
E 7,01551	N 43,54502	339683	4823254	10	28	Extrémité herbier
E 7,01550	N 43,54500	339682	4823252	10,7	25	Extrémité herbier

Deuxième campagne d'observations (2013)

Une mission de terrain a été réalisée par le CG06 durant deux jours, le mercredi 4 et le jeudi 5 septembre 2013. Quatre plongées ont été effectuées par un seul plongeur et pour une durée de 5 heures environ.

Le secteur qui a été observé à l'occasion de cette plongée se situe en bordure de la limite supérieure de l'herbier de Posidonies, à partir de la *Pinna nobilis* inventoriée dans la première observation effectuée par P2A Développement et située en milieu de digue (la plus à l'Est) jusqu'à la fin de l'herbier de Posidonies situé dans la passe et correspondant au secteur d'impact direct.

A l'occasion de cette plongée, six individus de *Pinna nobilis* ont pu être observés (donc 11 individus au total) :

Tableau 13 - Coordonnées géographiques des individus de *Pinna nobilis* observés en 2013
(Source : CG06)

Individus	Longitude	Latitude	Profondeur (m)	Taille (cm)
Pn1	7,01552°E	43,54502°N	10	31
Pn2	7,01558°E	43,54490°N	10,2	29
Pn3	7,01628°E	43,54472°N	9,7	30,5
Pn4	7,01765°E	43,54482°N	9,7	29
Pn5	-	-	9	23
Pn6	-	-	8,5	25

Lors de ces précédentes missions, nous avons acquis la conviction que l'inventaire réalisé était insuffisant d'une part en raison notamment de la présence de nombreux juvéniles de nacres très difficilement détectables parmi les frondes d'un herbier assez développé avec de longues feuilles et d'autre part car la largeur inspectée ne couvre pas totalement la zone d'impacts directs. De ce fait un nouvel inventaire a été réalisé en février 2014.

Troisième campagne d'observations (2014)

Suite aux deux premières missions, une étude complémentaire a été réalisée avec un dispositif plus adapté avec une équipe de 6 plongeurs, car lors des premières missions la présence de juvéniles de nacres a été difficilement détectable à cause de la longueur des frondes de l'herbier et de la trop faible largeur de la zone observée. En effet à la modification du profil de digue en 2013, une partie de la zone d'impacts directs se trouvait non prospectée.

Un échantillonnage par tronçon a été mené par quatre plongeurs au même moment. Lorsque les feuilles des herbiers recouvrent le fond marin, un relevé de seulement un mètre par plongeur est recommandé (Garcia-March et Vicente, 2006). Lors des premiers inventaires de nacre, la densité élevée et la grandeur des feuilles de posidonie avaient été signalées ce qui avait engendré des difficultés de repérage et donc la nécessité de faire plusieurs plongées. Pour cette raison, la vitesse d'exploration a été déterminée par la densité des faisceaux de l'herbier souvent variable le long de la digue.

Chaque plongeur a prospecté l'herbier sur une largeur de 1 m. Pour faciliter le comptage, la méthode élaborée par le professeur N. Vicente a été utilisée. Chaque plongeur est muni d'un « râteau » d'un mètre de large, constitué d'une tige munie de deux manches pour rabattre les feuilles. Lorsqu'une nacre est rencontrée sur le transect, elle est baguée et géo localisée. Cette méthode ralentit la vitesse du relevé, mais c'est le seul moyen de garantir que tous les individus soient inventoriés. La méthode par bande transect a été utilisée dans de nombreux suivis dont la Réserve Marine des îles de Columbretes (García-March et Kersting, 2006), dans la réserve de Banyuls sur Mer (Payrot et Jenot, 2009), dans le Parc national de Port-Cros et la réserve de Scandola (Medioni et Vicente, 2002).



Photographie 13 – Illustration de la technique de recensement (Source : P2A Développement)

6 plongeurs ont été déployés pour inventorier l'ensemble de la zone. Le « front » de prospection était constitué de 4 plongeurs positionnés côte à côte qui ont suivi le transect préalablement mis en place et ont été chargés de recenser toutes les nacres. Le binôme restant, positionné de part et d'autre de ce front, s'est occupé de la mise en place et du repli des penta décamètres et du géo référencement de chaque *Pinna nobilis*.

Les 4 plongeurs ont évolué perpendiculairement à l'ouvrage sur une longueur de **16 mètres** à partir de l'ancien phare et sur une longueur de **10 m** au niveau de la digue Laubeuf.

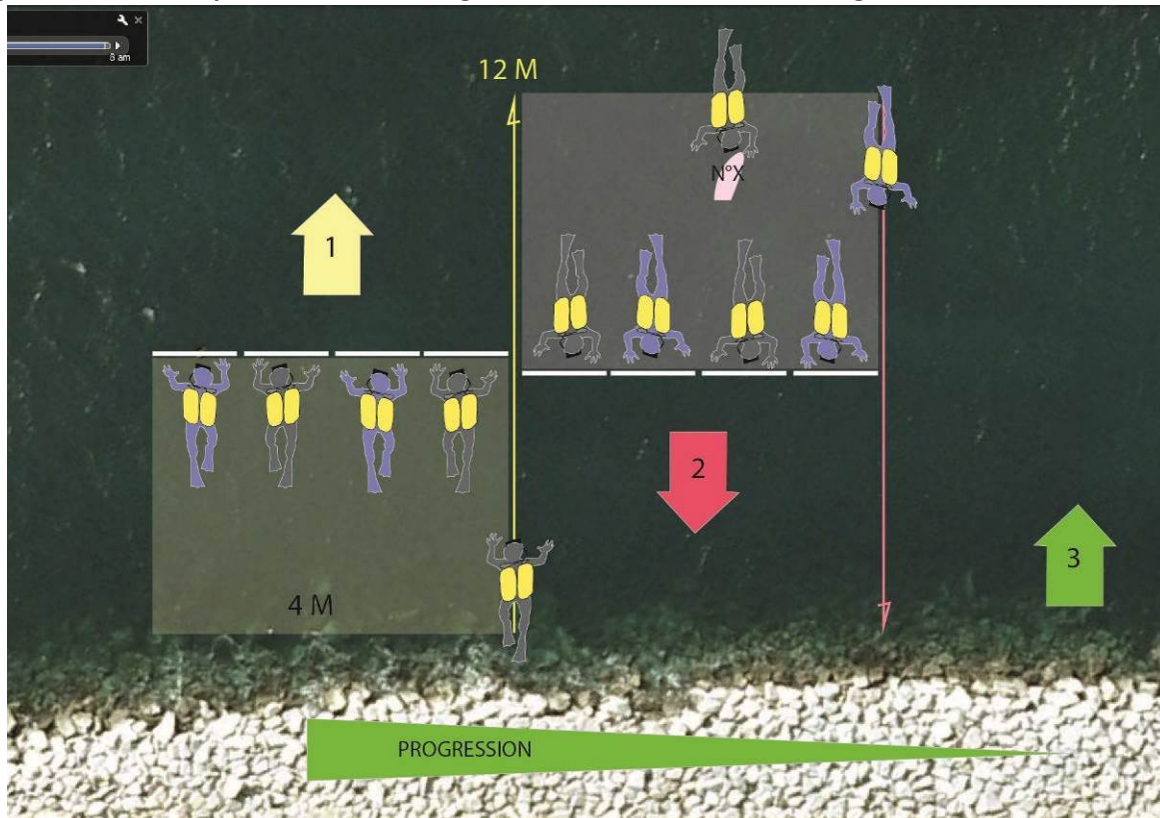


Figure 18 - Schéma explicatif de la technique utilisée pour recenser les grandes nacres (Source : P2A Développement)

Lorsqu'un individu de *Pinna nobilis* est observé, un premier plongeur (P1) a procédé au relevé des paramètres et à la géo localisation. Le déréférencement a été effectué à l'aide de moyen de communication et d'une bouée de surface reliée à un GPS différentiel. Le plongeur a communiqué les paramètres biotiques (hauteur hors-sol, largeur en haut et au pied de la nacre) ainsi que la profondeur et le substrat observé au cartographe resté en surface. Ce dernier a enregistré les positions GPS en surface à l'aide d'une tablette muni d'un logiciel de SIG. Le second plongeur (P2) balisait le site avec une tige de fer étiquetée et prenait des photographies. Cette technique permettra de retrouver précisément la position des nacres pour de futures transplantations. Le reste de la digue a été prospecté en plongée pour confirmer l'absence de grandes nacres dans la zone du substrat meuble et dégagée.



Photographie 14– Illustration de la technique de géo localisation et du cartographe relié au plongeur sous l'eau (Source : P2A Développement)



Photographie 15 -Illustration du balisage de quelques spécimens (Source : P2A Développement)

Au total 31 individus de *Pinna nobilis* ont été recensés **dont 5 dans la zone d'impact direct des travaux** et 16 dans la zone indirecte, **soit 21 nacres impactées**. Plus de 3765m² de surface d'herbier ont été prospecté. La densité de grande nacre observée est de 0,82 individus pour 100 m².

D'après les données bibliographiques cette densité est faible. Toutefois au vue de la configuration du site (sortie de port et fréquentation plaisancière très importante), la densité des grandes nacres est considérée comme relativement satisfaisante. Les tailles mesurées hors-sol sont comprises entre 7 et 41 cm. 18 nacres ont été trouvées dans les herbiers et 12 ont été recensées en bordure d'herbier. Une a été trouvée en pied de digue.

Recensement des grandes nacres *Pinna nobilis* le long de la digue Laubeuf dans la zone d'impacts directs et indirects des travaux.














Figure 19 - Carte de localisation des individus de *Pinna nobilis* observés en 2014 au niveau du pied de la digue (P2A Développement)

**Tableau 14 - Coordonnées géographiques des individus de *Pinna nobilis* observés en 2014
(Source P2A Développement)**

Date	Zone	Balises	Prof (m)	Substrat	Hauteur HS (cm)	Largeur haut (cm)	Largeur bas (cm)	Inclinaison	X (DD, WGS 84)	Y (DD, WGS 84)
23/04/2014	Zone rouge	N 19	9,7	bordure	25	19	13	droite	7.016836892	43.544751146
23/04/2014		N22	9,8	herbier	22	16	12	droite	7.016971637	43.54473318
23/04/2014		N26	9,8	herbier	26	16,1	13	incliné	7.016908756	43.544760129
24/04/2014		N 8	9,8	herbier	22	21	14	droite	7.017277059	43.544778095
24/04/2014		N 15	10,2	bordure	31	18	11	droite	7.017663328	43.544814027
23/04/2014	Zone jaune	N 11	9,9	herbier	19,5	15	7,5	droite	7.015884694	43.544769112
23/04/2014		N12	10	herbier	17	13	9	droite	7.015947575	43.544751146
23/04/2014		N 14	10,3	bordure	23	16	11	droite	7.016055371	43.544697248
23/04/2014		N 16	9,4	pied de digue	31	11	4,5	incliné	7.016306895	43.544670299
23/04/2014		N 9	9,7	herbier	41	22	15,5	droite	7.015839779	43.544787078
22/04/2014		N 1	10,4	bordure	25,5	19	13,5	incliné	7.015516391	43.544993687
22/04/2014		N 2	10	bordure	29	18	9,5	droite	7.015516391	43.54500267
22/04/2014		N 3	10	bordure	12	9	6	droite	7.015525374	43.544993687
22/04/2014		N 4	9,9	herbier	29	18,5	12,5	incliné	7.015040292	43.545236228
23/04/2014		N 23	9,8	herbier	21	20	11,5	droite	7.017088416	43.544679282
24/04/2014		N 30	10	bordure	29	16	13	droite	7.017124348	43.544697248
23/04/2014		N 18	9,2	bordure	25	17	10	droite	7.017995699	43.545281143
23/04/2014		N 20	9	bordure	7	5	4,5	incliné	7.018085529	43.545029619
23/04/2014		N 21	9,1	herbier	28	18	11	droite	7.018103495	43.545056568
24/04/2014		N37	10,7	herbier	15	13	12	droite	7.017717226	43.544742163
24/04/2014		N 38	10,7	herbier	30	20,5	14	incliné	7.017717226	43.544742163
23/04/2014		Zone verte	N10	9,8	herbier	23	15,5	9	droite	7.015821813
22/04/2014	N5		9,6	bordure	37	23	19	incliné	7.014860632	43.545317075
23/04/2014	N 6		9,7	herbier	19	12,5	7	droite	7.015866728	43.544760129
22/04/2014	N 7		10,6	herbier	31	20	15,5	incliné	7.015516391	43.544903857
24/04/2014	N 25		9	herbier	27	19	12	droite	7.016935705	43.54464335
23/04/2014	N28		10,2	herbier	21,5	20	13	droite	7.016594351	43.544598435
23/04/2014	N 29		9,9	bordure	39	22	17	droite	7.016899773	43.544625384
23/04/2014	N24		9,1	herbier	10,5	11	9	droite	7.018067563	43.54527216
24/04/2014	N36		8,9	herbier	27	22	13	incliné	7.018121461	43.545290126
24/04/2014	N17		10,7	bordure	27	18	13	droite	7.01760943	43.544697248

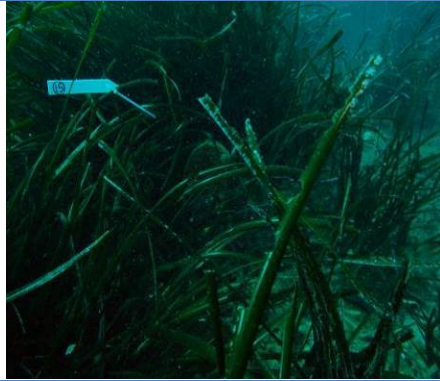
Tableau 15 – Planche photographique des individus de *Pinna nobilis* observés en 2014 (Source P2A Développement)

N1	N2	N3
		
N4	N5	N6
		
N7	N8	N9
<p>Photo non disponible</p>		
N10	N11	N12
		

N14



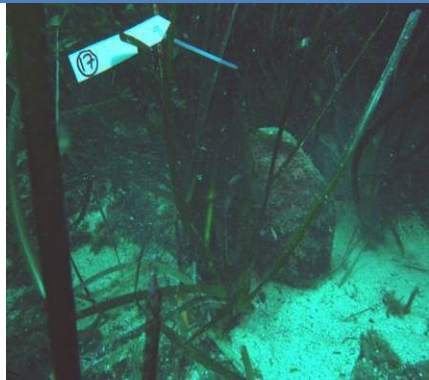
N15



N16



N17



N18



N19



N20



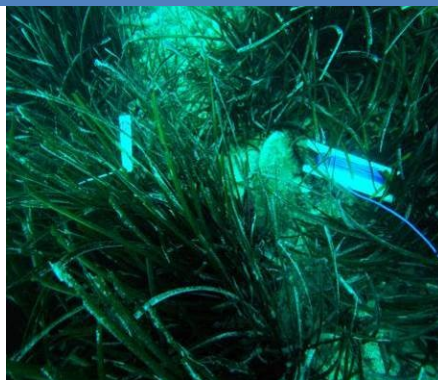
N21



N22



N23



N24



N25

Photo non disponible

N26



N28



N29



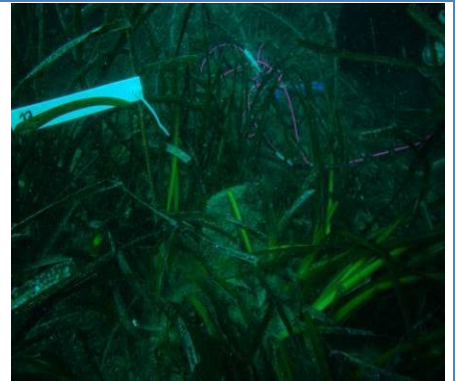
N30



N36



N37



N38



2.3 État des connaissances de l'espèce *Posidonia oceanica*

2.3.1 Classification

Posidonia oceanica est une magnoliophyte endémique stricte de la Méditerranée, c'est une plante à fleurs qui constitue de vastes prairies sous-marines, appelées herbiers, depuis la surface de l'eau jusqu'à 30 à 40 m de profondeur, selon la transparence des eaux.

Nom : *Posidonia oceanica*
Nom commun : Posidonie
Règne : Plantae
Sous-règne : Tracheobionta
Division : Magnoliophyta
Classe : Liliopsida
Sous classe : Alismatidae
Ordre : Najadales
Famille des Posidoniaceae
Genre : *Posidonia*



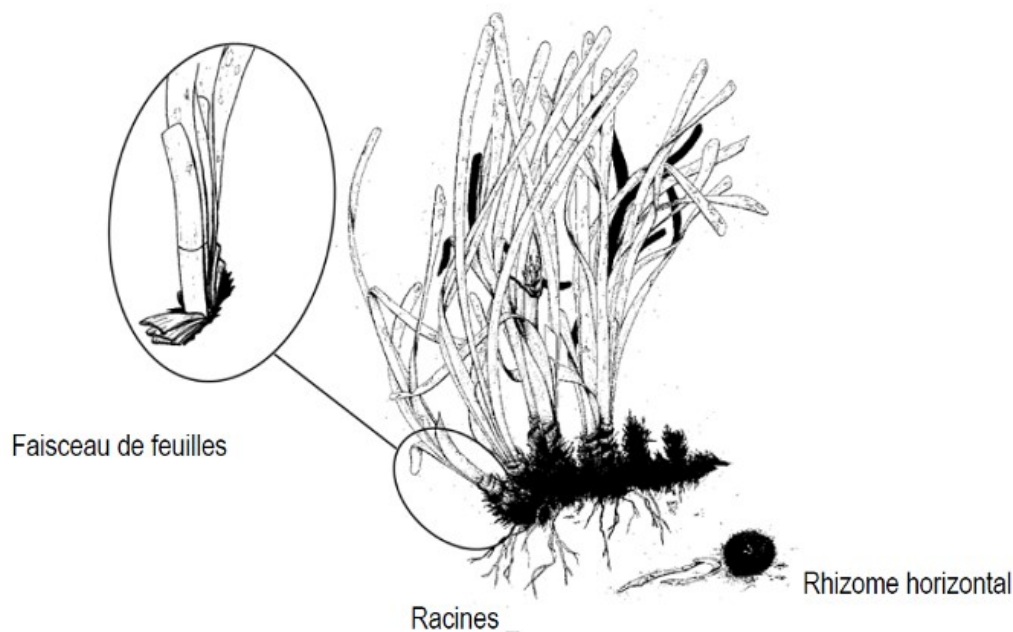
Photographie 16 - Herbier à *Posidonia oceanica* (©P2A Développement)

2.3.2 Description

La formation des herbiers, leur dynamique et leur densité dépendent étroitement du milieu environnant. C'est une espèce sténohaline sensible aux variations de la salinité et photophile exigeante en lumière et en eau claire. D'autres paramètres influencent son développement tels que la nature du substrat sur lequel les Posidonies se fixent, l'hydrodynamisme, les courants, la profondeur et la qualité des eaux (Boudouresque *et al.*, 2006). Les feuilles de posidonie peuvent mesurer de 50 à 120 cm de long et 1 cm de large.

Elles sont regroupées en faisceaux de 4 à 8 feuilles environ. Chaque faisceau de feuilles est situé à l'apex d'un axe appelé rhizome (tige souterraine), qui croît horizontalement (rhizome plagiotrope) ou verticalement (rhizome orthotrope). La densité des faisceaux peut atteindre 1000/m² près de la surface ; elle diminue progressivement en profondeur, ou elle peut descendre en dessous de 100/m² en limite inférieure de l'herbier (Pergent *et al.*, 1995).

La croissance des rhizomes de Posidonies est lente, en moyenne 2 cm par an pour les orthotropes et 10 cm par an pour les plagiotropes.



Présentation de la Posidonie. (Figure modifiée d'après une illustration de N. Müller)

Figure 20 - Illustration de la posidonie (d'après N. Müller)

L'herbier édifie au cours du temps un enchevêtrement complexe et extrêmement compact de rhizomes et de racines, dont les interstices sont comblés par du sédiment, que l'on nomme "mattes". Ces mattes stabilisent les fonds meubles ; elles servent d'ancrage à l'herbier ; elles peuvent atteindre une épaisseur de plus de 8 m (Molinier & Picard, 1952). Les mattes s'élèvent lentement, à la vitesse de 1 m par siècle, en fonction du taux de sédimentation et des cycles érosion-construction. L'herbier à *Posidonia oceanica* peut se présenter sous un certain nombre de types morpho-structuraux qui sont liés à l'hydrodynamisme, aux courants et/ou à la température des eaux. Il existe des herbiers continus, herbiers discontinus en mosaïque, herbiers de plaine, herbiers de colline ainsi que des herbiers tigrés.

2.3.3 Rôles et fonctions écologiques

Les herbiers à *Posidonia oceanica* constituent un écosystème-pivot de la bande littorale méditerranéenne (Molinier & Picard, 1952 ; Boudouresque & Meinesz, 1982). Ils constituent le premier pôle de biodiversité, puisque 20 à 25% des espèces animales et végétales marines méditerranéennes y ont été observées (Boudouresque *et al.*, 2006 ; Pithois-mille D., 2007).

Au même titre que la forêt en milieu terrestre, l'herbier de posidonie est le terme ultime d'une succession de peuplements et sa présence est la condition *sine qua non* de l'équilibre écologique et de la richesse des fonds littoraux méditerranéens, en termes de biodiversité et de qualité des eaux littorales.

D'un point de vue fonctionnel, les herbiers à *Posidonia oceanica* constituent à la fois une zone de nutrition, de reproduction (frayère et nurserie), de recrutement mais aussi un habitat diversifié pour de nombreuses espèces de vertébrés et d'invertébrés. Plus de 400 espèces différentes de végétaux et plusieurs milliers d'espèces animales peuplent les herbiers à *P. oceanica*, et font de ces prairies sous-marines un **pôle unique de biodiversité** ("hot spot") (Boudouresque et Meinesz, 1982 ; Bell et Harmelin-Vivien, 1982 ; Bellan-Santini *et al.*, 1994 ; Francour, 1997 ; Boudouresque, 2004).

Les herbiers présentent une forte production primaire (plus forte de la méditerranée), dont la valeur moyenne est estimée à 4,2 tonnes par hectares/an (Pergent G. *et al.*, 2008). C'est une source trophique pour de nombreuses espèces, dont certaines à forte valeur commerciale. Certaines espèces animales faisant l'objet de protection nationale ou internationale fréquentent les herbiers de posidonie.

Ils contribuent à l'oxygénation de l'eau et interviennent sur la qualité des eaux du littoral grâce à cette production d'oxygène et sur la transparence de l'eau par le piégeage des particules en suspension.

De plus, *Posidonia oceanica* a un rôle dans les équilibres hydro-sédimentaires des systèmes littoraux en protégeant les côtes de l'érosion car ils amortissent les effets hydrodynamiques de la houle. Les herbiers forment des barrières végétales grâce au piégeage des particules dans la matte ce qui atténue l'action des vagues sur les plages et a donc un effet sur la stabilisation des cordons sableux littoraux. Les feuilles mortes de posidonie en s'accumulant sur les rivages et en constituant de véritables banquettes protègent également les plages de l'érosion.

Les herbiers jouent également un rôle majeur dans la séquestration du carbone (puits de carbone) et jouent un rôle primordial dans la régulation des changements climatiques (Duart, 2005a). Il permet de stocker 48 litres de CO₂ par jour et par m².

2.3.4 Répartition

Posidonia oceanica est présente dans presque toute la méditerranée. C'est une espèce endémique de la méditerranée. À l'ouest elle disparaît un peu avant le détroit de Gibraltar (CONDE POYALES, 1989). À l'est, elle est absente des côtes d'Égypte, de Palestine, d'Israël et du Liban (POR, 1978). Elle n'est pas présente en mer de Marmara ni en mer Noire. Elle peut être absente ou rare dans l'extrême Nord de l'Adriatique (GAMULIN-BRIDA *et al.*, 1973 et GAMULIN-BRIDA, 1974). Au niveau des côtes languedociennes les herbiers sont peu étendus. D'après les études de Collart *et al.*, 2004, les herbiers du Languedoc présentent une structure morcelée constituée de taches de Posidonies vivantes de dimensions et de formes variables, disposées en mosaïque avec des zones de matte morte, des zones mobiles de sables et graviers coquilliers et des éléments rocheux. Globalement le recouvrement des herbiers de posidonie est faible dans cette région. En revanche, ils sont très riches et largement développés sur les côtes de Provence et des Alpes-Maritimes, en particulier dans la rade de Giens, la baie d'Hyères, ainsi que sur les côtes de Corse. Les plus vastes herbiers sont localisés en **Espagne** : aux Baléares et dans la région d'Alicante ; en **France** : dans les rades de Giens et de Hyères et sur la côte orientale de Corse ; en **Italie** : la région de Marsala (Sicile) ; en **Grèce** : sur les côtes Ioniennes ; en **Turquie** : dans la baie d'Edremit ; en **Tunisie** et en **Libye** du golfe de Gabès à la Petite Syrte.



Figure 21 - Distribution géographique de *Posidonia oceanica* en Méditerranée (PERGENT-MARTINI, 2004)

2.3.5 Causes de régressions

La posidonie est fragile car elle supporte mal la dessalure et la sursalure, des températures extrêmes, un hydrodynamisme trop intense et une forte turbidité.

Les herbiers sont en forte régression depuis la moitié du 20^{ème} siècle à cause des activités humaines (directes et indirectes) qui constituent le principal facteur de régression. Pour exemple, on estime à plus de 90 % de pertes de surface de l'herbier dans les eaux marseillaises. Les principales causes de dégradation sont la construction d'ouvrages maritimes tels que les digues, les terre-pleins gagnés sur la mer et la construction de ports. La construction des ouvrages en mer dévie souvent les courants et entraîne une hyper-sédimentation en amont et une érosion en aval.

Les eaux fluviales et terrestres peuvent avoir également un impact sur les herbiers de posidonie du fait de phénomènes de dessalure et d'apports en nutriments entraînant l'eutrophisation des eaux côtières. Les rejets urbains peuvent accroître la quantité de particules en suspension et en nutriments entraînant une diminution de la transparence de l'eau de ce fait, la régression des herbiers.

Le rechargement des plages et les déblais de dragage entraînent également une augmentation de la turbidité empêchant l'herbier de réaliser sa production photosynthétique ce qui se traduit par une diminution du recouvrement, une plus faible densité des faisceaux et la mort des herbiers. Les impacts mécaniques par l'action des ancrages constituent la cause d'altération des herbiers la plus fréquemment mise en avant. L'augmentation de la plaisance ces dernières décennies provoque une dégradation dans certains sites à hautes valeurs écologiques et touristiques. Une ancre a un effet sur les herbiers car elle casse les rhizomes et les mattes à la fois en s'immergeant et en se remontant. Les chaînes raclent également sur le fond, arrachant les feuilles.

Les activités halieutiques ont également un effet en arrachant les faisceaux du fait de l'emploi des engins de pêche (comme l'utilisation des chaluts et des ganguis qui raclent les fonds).

L'aquaculture diminue la vitalité des herbiers du fait d'un relargage de forte quantité d'azote et de phosphore.

La mise en place des câbles de canalisation, le dumping et l'introduction d'espèces invasives comme la *Caulerpa taxifolia* sont d'autres facteurs qui ont engendré la réduction de la surface d'herbiers en Méditerranée.

En général les herbiers les plus dégradés se situent à proximité des plus grosses agglomérations et des grosses zones portuaires.

2.3.6 Protections règlementaires

En raison de son importance écologique, *Posidonia oceanica* est une espèce strictement protégée au niveau national et international.

2.3.6.1 Les conventions internationales et textes communautaires

- La Convention de Berne du 19 septembre 1979

Cette convention est relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel en Europe (1979, modifiée en 1996). L'espèce *Posidonia oceanica* est citée dans l'annexe Une de la Convention depuis le 1^{er} mars 2002 en tant qu'espèce végétale strictement protégée. La Convention de Berne précise que les États membres doivent en tenir compte dans leurs politiques pour éviter ou réduire sa détérioration, protéger les habitats et conserver les zones protégées. La liste des espèces de flore strictement protégées inclut la posidonie, zostères et les cymodocées.

- Convention de Barcelone (1976, modifiée en 1995)

Cette convention est l'outil juridique du Plan d'Action pour la Méditerranée lancé par le Programme des Nations Unies pour l'Environnement. La posidonie est listée dans l'annexe II du Protocole relatif aux Aires Spécialement Protégées et à la Diversité Biologique en Méditerranée (Protocole ASP/DB), protocole adopté à Barcelone en 1995 et doté de trois annexes qui ont été adoptées en 1996 à Monaco. Entré en vigueur en 1999, ce nouveau Protocole vise à promouvoir la conservation et la gestion durable des espaces ayant une valeur naturelle ou culturelle particulière, ainsi qu'à promouvoir la conservation des espèces animales et végétales en danger ou menacées (medpan.org).

- **espèce à protéger** par l'Organisation pour la sécurité et la coopération en Europe (OSCE). Lors de la deuxième Conférence sur la Sécurité et la Coopération en Europe (CSCE), tenue à Paris en 1991, les états participants se sont engagés à *“prendre acte que les signataires de la Convention de Barcelone se sont engagés à adopter toutes les mesures appropriées pour la protection des peuplements de Posidonia oceanica et de toutes les autres phanérogames marines qui constituent des végétaux essentiels de l'écosystème méditerranéen, et à contrôler et réglementer la pêche au chalut et les autres activités entraînant la destruction des Posidonia et de toutes les autres phanérogames marines”*. (GIS Posidonie, 2103, Posidonie : mesures de protection légale)

- Directive européenne « Habitats » (1992) :

L'herbier de Posidonie est mentionné dans l'annexe I de la Directive Habitat n°92/43/CEE . Il y est cité comme un habitat d'intérêt communautaire prioritaire nécessitant la création d'une zone spéciale de conservation (ZSC). Selon la typologie Natura, les banquettes de Posidonie appartiennent à cet habitat élémentaire (code Natura 1120-1).

- l'espèce est classée sur le livre de la liste rouge des espèces menacées ;
- Directive cadre stratégie pour le milieu marin du 17 juin 2008 (DCSMM : 2008/56/CE) relatif à la gestion du milieu marin et conservation des écosystèmes. L'autorité administrative pour chaque sous-région marine doit élaborer et mettre en œuvre un plan d'action pour le milieu marin (PAMM). Elles doivent réaliser un bon état écologique du milieu marin des mers européennes.
- **prise en compte** par l'Unesco, depuis la conférence de Rio en 1992 (Agenda 21). (Blouet *et al.*, 2011)

2.3.6.2 Protection nationale

- L'arrêté interministériel du 19 Juillet 1988
Il fixe la liste des espèces végétales marines protégées : « il est interdit en tout temps et sur tout le territoire national de détruire, de colporter, de mettre en vente, de vendre ou d'acheter et d'utiliser tout ou partie des spécimens sauvages des espèces ci-après énumérées (...) : Posidonia oceanica ».
- Code de l'environnement, article L.411-1.2
« sont interdits : (...) la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat (...) »
- La loi du littoral du 3 Janvier 1986
Mesure relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral ou « Loi Littoral ». Codifiée dans les articles L146-1 à L146-9 du code de l'urbanisme ; Décret d'application (n°89.694 du 20 septembre 1989). Le décret impose la réalisation d'une notice d'impact spécifique sur le milieu marin et en particulier sur l'herbier de Posidonies pour tout projet d'aménagement littoral. La loi permet de préserver des « milieux nécessaires au maintien des équilibres écologiques ». Leur liste est fixée par décret. Cette loi offre la possibilité de protéger l'herbier de Posidonie, mais ne la généralise pas à toutes les situations et tous les espaces. La présence d'herbier doit également être prise en compte dans les dossiers d'aménagements et les études d'impact.

Extrait de l'article R. 146-1 du Code de l'Urbanisme :

« En application du premier alinéa de l'article L. 146-6, sont préservés, dès lors qu'ils constituent un site ou un paysage remarquable ou caractéristique du patrimoine naturel et culturel du littoral, sont nécessaires au maintien des équilibres biologiques ou présentent un intérêt écologique : (...) f) les milieux abritant des concentrations naturelles d'espèces animales ou végétales telles que les herbiers, les frayères, les nourriceries et les gisements naturels de coquillages vivants ; (...) »

- Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel arrêté du 9 mai 1994
Pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, en tant qu'habitat marin Natura 2000, le Conseil Supérieur Régional de la Protection de la Nature (CRSPN) a classé l'herbier à posidonie à enjeu très fort pour son niveau de priorité régionale de conservation au motif que c'est un habitat fragile (de faible résistance), qu'il a une faible résilience (habitat qui ne repousse pas ou extrêmement lentement).
- Directive cadre Eau 2000/60/CE
Elle vise la protection de l'environnement et des écosystèmes avec réduction des pollutions.

2.3.7 Contexte local

Les herbiers de Posidonies de la digue Laubeuf se situent à proximité du **site Natura 2000** « Baie et Cap d'Antibes – Iles de Lérins ». Les herbiers de cette zone se développent **depuis la surface, en bordure de roches, de falaises littorales et d'étendues de sable, jusqu'à plus d'une trentaine de mètres de profondeur**. L'herbier à Posidonies se rencontre dans les secteurs des Iles de Lérins, du Golfe Juan et de Cap d'Antibes. Trois petits **récif barrières** de Posidonies ont été identifiés dans l'Anse du Batéguié. L'état de conservation des habitats marins d'intérêt communautaire a été évalué à moyen dans les deux premiers secteurs et de bon à moyen dans le Cap d'Antibes. Les secteurs des Iles de Lérins et Golfe Juan sont impactés à cause des ancrages des grosses et petites unités. De plus ils sont soumis à de nombreuses nuisances telles que les fermes aquacoles, les émissaires, la plaisance, les chantiers navals, les ports, les eaux pluviales, les macro déchets, etc. Notons également la présence de caulerpes envahissantes sur les deux secteurs (Ville d'Antibes Juan-les-Pins, 2012).

L'herbier de Posidonies est en **régression rapide** sur le secteur de Golfe Juan. En 1978, Meinesz et Laurent ont observé un **recul de plusieurs dizaines de mètres** de la limite inférieure de l'herbier dans ce secteur et de **plusieurs centaines de mètres** au voisinage immédiat de l'émissaire de la station d'épuration de Vallauris-Golfe-Juan.

L'herbier de Posidonies dans la baie de Cannes est en très mauvais état selon le constat du contrat de baie car il est soumis aux mouillages des grosses unités et il est fortement fragilisé par un envasement et l'invasion de *Caulerpa racemosa*. La protection de l'herbier est ici jugée comme prioritaire.

Au niveau du site Natura 2000 de l'Esterel, l'herbier est en bon état de conservation. Le plus grand intérêt des milieux marins du site Natura 2000 de l'Esterel vient de la présence d'un récif-barrière en rade d'Agay. Ce récif barrière est très riche de par sa biodiversité et d'autre part par la présence dans le lagon de deux autres espèces de magnoliophytes *Zostera noltii* et *Cymodocea nodosa*. Quelques secteurs présentent toutefois des signes de dégradation.

2.4 Évaluation des impacts du projet sur l'espèce *Posidonia oceanica*

2.4.1 Typologie d'impacts

Deux types d'impacts peuvent être attendus sur le milieu marin environnant:

- **Les impacts directs** représentent la relation de cause à effet entre la réalisation du projet et l'environnement. La zone d'impacts directs est évaluée à la surface correspondant à la limite de la digue actuelle jusqu'à la limite de la future digue, soit 12 m à partir du pied de digue actuel.
- **Les impacts indirects** résultent des impacts directs et leurs succèdent dans une chaîne de conséquences. Dans ces impacts indirects se situe une **zone à risque** où l'herbier et les grandes nacres peuvent être potentiellement impactés du fait de la remise en suspension du sédiment par les travaux, la fixation des engins de travaux sur le fond pour des raisons de stabilité, et la possibilité d'accident comme la chute de blocs. Cette zone à risque est constituée d'une bande de 6 m de long à partir du pied de digue futur (soit entre 12 et 18m de la digue actuelle).

A la suite de ces impacts, deux types d'intensité des effets peuvent être relevés :

- **La destruction** : les espèces sont tuées ou détruites par l'impact du projet ;
- **La dégradation** : réduction de l'état de santé des individus, réduction du taux de survie, de recrutement, et de reproduction, ou risque d'apparition de pathologies ou de prédatations.

La restructuration de la digue telle que prévue, et malgré l'emploi d'une pente de talus la plus raide possible au travers de l'utilisation de blocs artificiels de type ECOPODE™, engendre une augmentation de l'emprise de l'ouvrage et donc par conséquent un impact direct par recouvrement et donc la destruction d'une partie des espèces végétales et animales situées en pied.

2.4.2 Surface d'herbiers impactés directement par le recouvrement

Le plan masse du projet a été reporté sur la cartographie des herbiers pour relever les surfaces directement impactées par la nouvelle emprise du projet (cf. Figure ci-dessus).

Il n'est pas possible pour ce projet de respecter la limite de 10m entre l'ouvrage et les herbiers de posidonies les plus proches, recommandées par les scientifiques experts lors du travail effectué en 2006 dans le cadre de l'accord RAMOGE (Holon et Descamp, 2008)

Sur ces surfaces, les herbiers seront extraits, pour être remplacés par les matériaux de soubassement et totalement détruits.

La surface des herbiers directement menacée est de : 1.227 m²

Cartographie du recouvrement des herbiers par l'emprise du futur projet et positionnement des stations de suivi de l'état initial

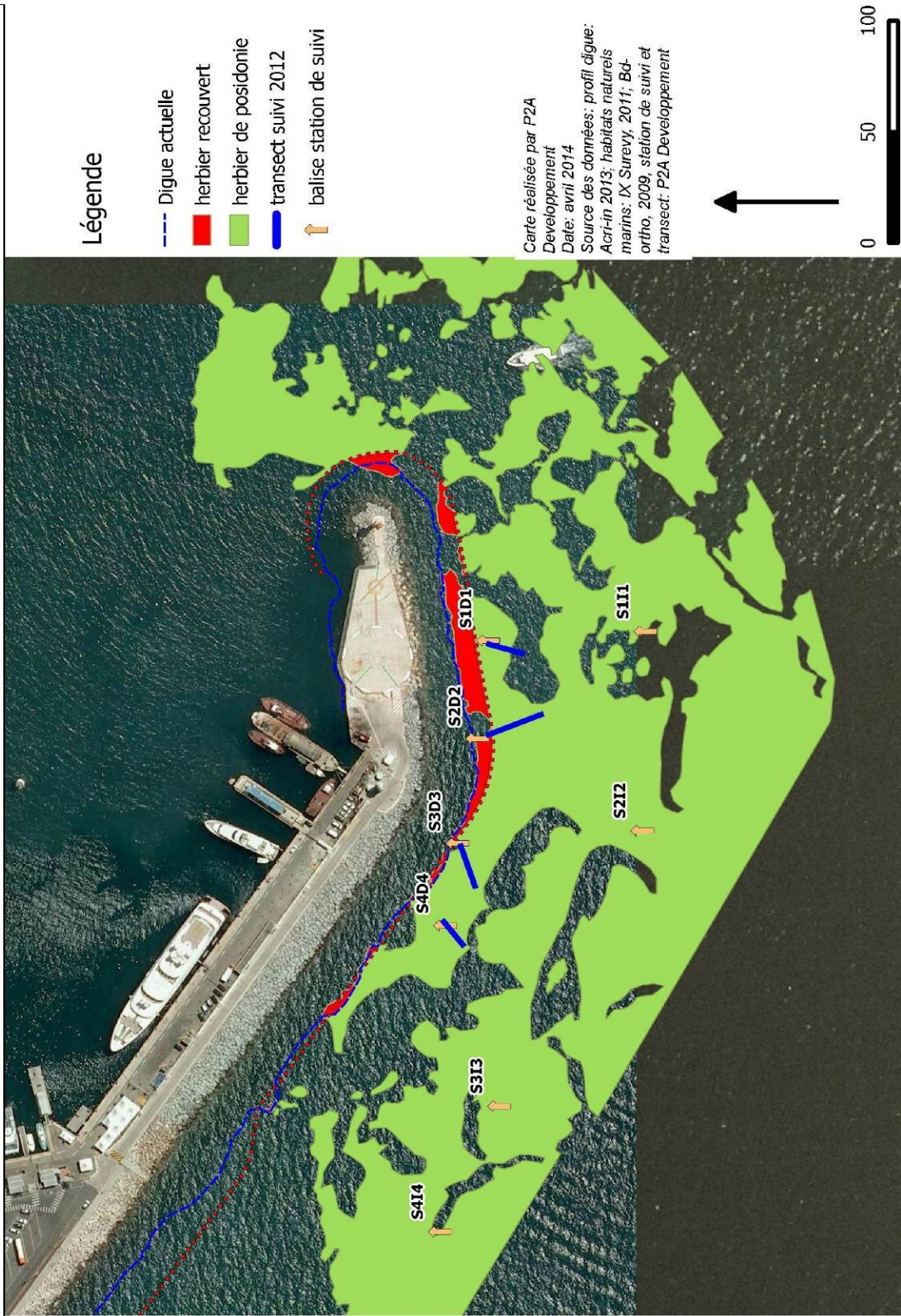


Figure 22 – Cartographie de la surface d’herbiers recouverte par la nouvelle digue (Source : P2A Développement)

2.4.3 État de conservation des herbiers dans la zone d'impacts directs

Le détail de l'étude est joint en annexe.

La jonction de l'herbier et de la digue n'est pas continue sur l'ensemble du tronçon. L'herbier est entrecoupé de zones sableuses et de mattes mortes. Certaines zones sont abimées par les chutes de blocs de roches qui se sont détachés de la digue. L'état de vitalité « visuel » de l'herbier est variable le long du pied de digue sans toutefois égaler celui de l'herbier de la zone d'impact indirect. L'herbier présente des limites bien délimitées, franches, régressives et érosives.

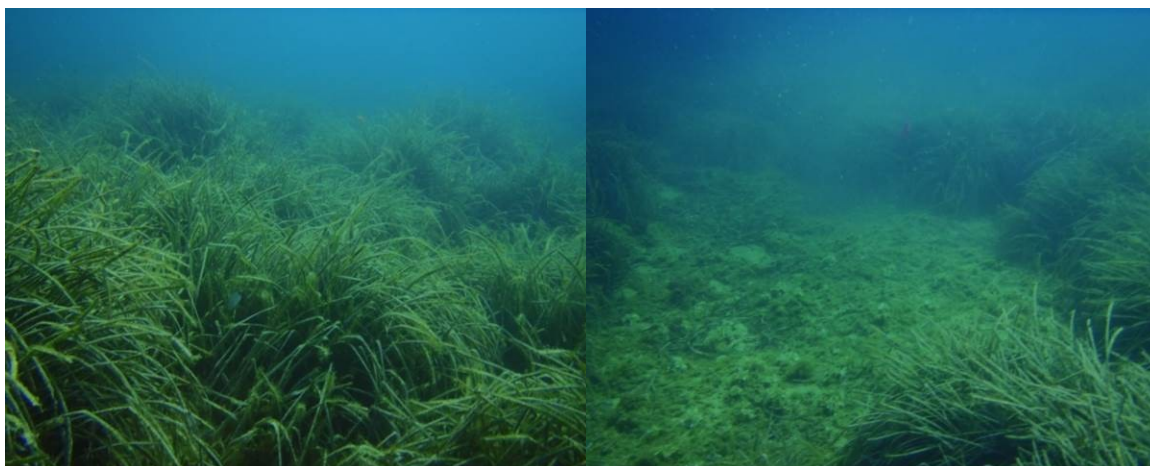
Certaines zones à proximité de la digue sont morcelées et en régression. Les dernières tempêtes et notamment celle de 2010 n'ont pas été sans conséquences sur l'état de santé de l'herbier de posidonie le long de cette digue car certains blocs sont tombés de l'ouvrage.

Les plongées effectuées en 2012 par P2A dans la zone d'impacts directs ont révélés des herbiers de plaine continus ou en mosaïques avec présence de matte morte. L'analyse des données des stations dans la zone d'impacts directs a montré que **l'état de santé des herbiers de posidonie était moyen à mauvais.**

Station S1D1 : Vitalité moyenne

Station	S1D1
Profondeur (m)	10
Disposition	au sein de l'herbier
Coordonnées GPS (UTM32)	339800.94/4823212
Limite (observation vidéo)	Régressive
Type d'herbier	continu
Morphologie	plaine
Nature du fond	sable coquillier
Matte morte	trou de plusieurs mètres à l'ouest de la station
Densité foliaire (nb/m ²)	205
Classification	DA
Nombre de feuille par faisceaux (moyenne)	5,4
Recouvrement %	92,6
Classification	FORT
Longueur moyenne F1 cm	82,8
Longueur moyenne F2 cm	80,0
Déchaussement	4,2
Classification	faible
Inventaire espèce	22 espèces inventoriées dont 9 en peuplement ichtyologique.

L'herbier rencontré est un herbier continu de plaine, avec ponctuellement la présence matte morte à proximité de digue et une zone sableuse. Les rhizomes ne sont que très faiblement déchaussés du substrat. Selon la classification intégrant la profondeur, proposée par Pergent-Martini (1994) et Pergent et.al (1995), l'herbier de la station S1D1 présente une densité anormale avec une moyenne de 205 faisceaux au m². Au contraire le taux de recouvrement est élevé avec 92,6 %. Dans son ensemble, la pression biologique semble faible, les feuilles sont peu broutées et fortement épiphytées notamment par des algues brunes et calcaires. 9 espèces de poissons ont été rencontrées sur ce site.

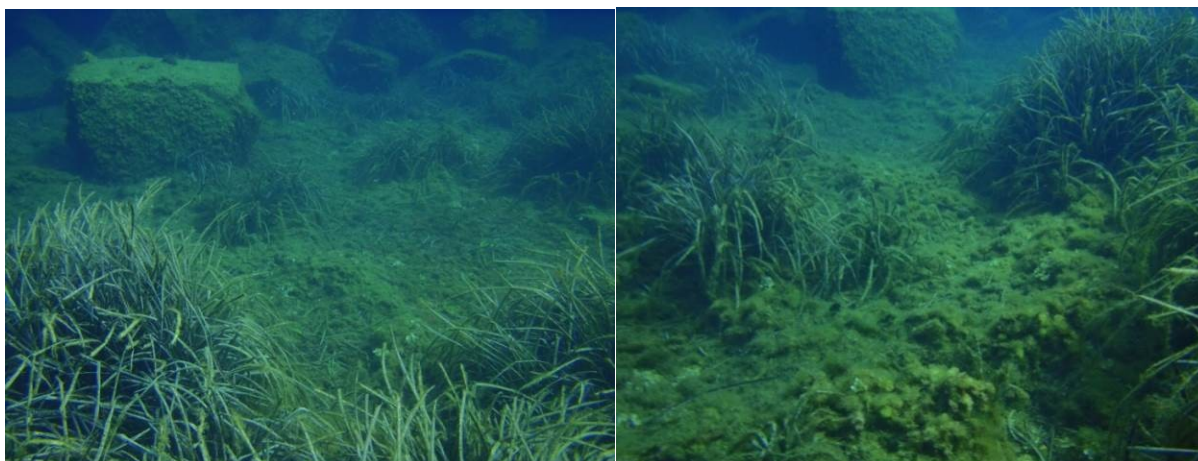


Photographie 17 : Zone d'Herbier de la zone S1D1

Station S2D2 : Vitalité mauvaise

Station	S2D2
Profondeur (M)	10,8
Disposition	Extrémité herbier
Coordonnées GPS (UTM32)	339757.34/4823220
Limite	régressive
Type d'herbier	Mosaïque
Morphologie	Plaine
Nature du fond	sablo-vaseux
Matte morte	plusieurs mètres en amont de la station et en forme de patch
Densité foliaire (nb/m ²)	180
Classification	DA
Nombre de feuille par faisceaux (moyenne)	4,6
Recouvrement %	69,6
Classification	moyen
Longueur moyenne F1 cm	62
Longueur moyenne F2 cm	55
Déchaussement	4,3
Classification	faible
Inventaire espèce	13 espèces inventoriées dont 10 en peuplement ichtyologique

L'herbier rencontré est un herbier discontinu de plaine, avec la présence de nombreux patches de matte morte. Les rhizomes ne sont que très faiblement déchaussés du substrat avec une moyenne de 4,3 cm. Certaines zones de la station présentent une limite d'herbier érosive avec un déchaussement pouvant aller jusqu'à 7 cm. L'herbier de la station S2D2 présente une densité anormale avec une moyenne de 180 faisceaux au m². Le taux de recouvrement est également moyen avec 69,6 %. Dans son ensemble, la pression biologique semble faible, les feuilles sont peu broutées et fortement épiptées notamment par des algues brunes et calcaires. 10 espèces de poissons ont été rencontrées sur ce site.

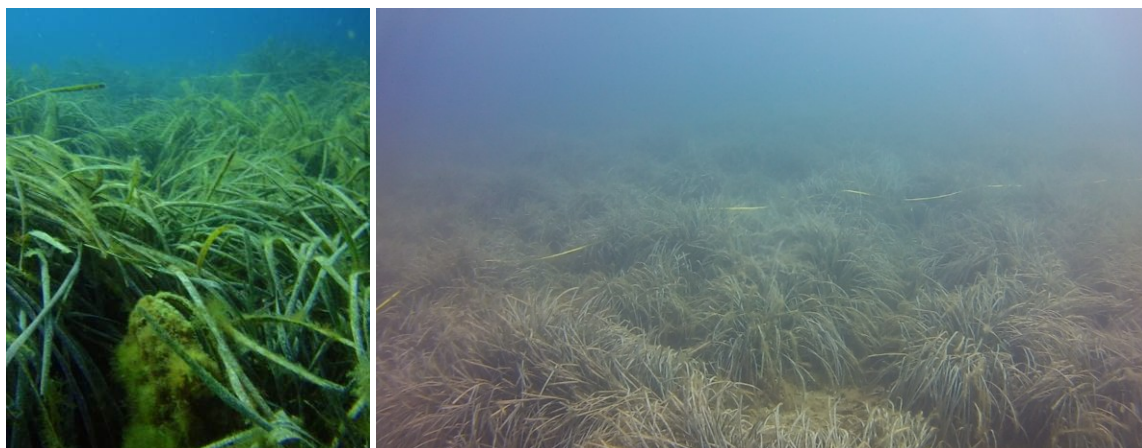


Photographie 18 : Zone d'herbier de la zone S2D2

Station S3D3 : Vitalité moyenne

Station	S3D3
Profondeur (M)	9,6
Disposition	Limite d'herbier
Coordonnées GPS (UTM32)	339711.06/4823232
Limite	régressive
Type d'herbier	continu
Morphologie	plaine
Nature du fond	Sablo-vaseux
Matte morte	plusieurs mètres en amont de la station
Densité foliaire (nb/m ²)	185
Classification	da
Nombre de feuille par faisceaux (moyenne)	4,9
Recouvrement %	82
Classification	fort
Longueur moyenne F1 cm	56
Longueur moyenne F2 cm	57,4
Déchaussement	4,4
Classification	faible
Inventaire espèce	14 espèces inventoriées dont 9 en peuplement ichtyologique et 1 espèce de <i>Pinna nobilis</i>

L'herbier rencontré est un herbier continu de plaine, avec la présence de quelques patches de matte morte. Les rhizomes ne sont que très faiblement déchaussés du substrat avec une moyenne de 4,4 cm. Certaines zones de la station présentent une limite d'herbier érosive avec un déchaussement pouvant aller jusqu'à 13 cm. L'herbier de la station S3D3 présente une densité anormale avec une moyenne de 185 faisceaux au m². Le taux de recouvrement est fort avec 82 %. Dans son ensemble, la pression biologique semble faible, les feuilles sont peu broutées et fortement épiphytées notamment par des algues brunes et calcaires. 11 espèces de poissons ont été rencontrées sur ce site. Un individu de *Pinna nobilis* de 37 cm a été observé sur la zone d'étude. Cet individu a été également rencontré lors de la première plongée de prospection.



Photographie 19 : Herbier de la station S3D3 avec un individu de *Pinna nobilis*.

Station S4D4 : Vitalité moyenne

Station	S4D4
Profondeur (m)	9,2
Disposition	dans herbier
Coordonnées GPS (UTM32)	339674,56/4823240
Limite (observation vidéo)	Franche
Type d'herbier	mosaïque
Morphologie	plaine
Nature du fond	sable coquillier
Matte morte	quelques zones au sein de l'herbier
Densité foliaire (nb/m ²)	255
Classification	DA/DSI
Nombre de feuille par faisceaux (moyenne)	5,3
Recouvrement %	82
Classification	fort
Longueur moyenne F1 cm	79
Longueur moyenne F2 cm	74
Déchaussement	2,9
Classification	faible
Inventaire espèce	10 espèces inventoriées dont 9 en peuplement ichtyologique

L'herbier rencontré est un herbier discontinu de plaine, avec la présence de patches de matte morte. La limite Ouest de la zone est érosive due à la présence d'une épave provoquant des mouvements sédimentaires. La limite Sud est franche et bordée par une zone sableuse. Les rhizomes ne sont que très faiblement déchaussés du substrat avec une moyenne de 2,9 cm. L'herbier de la station S4D4 présente une densité anormale à subnormale inférieure avec une moyenne de 255 faisceaux au m². Le taux de recouvrement est fort avec 82 %. Dans son ensemble, la pression biologique semble faible, les feuilles sont peu broutées et fortement épiphytées notamment par des algues brunes et calcaires. 9 espèces de poissons ont été rencontrées sur ce site. Cette station présente un herbier stable.



Photographie 20 : Zone d'herbier de la station S4D4

Les herbiers de la zone d'impacts directs présentent un état de conservation moyen car ils sont soumis à plusieurs facteurs de dégradation (apport de sédiments portuaires, hydrodynamisme et conditions climatiques parfois violentes dues aux tempêtes, dégradation par les chutes de blocs de la digue). Les longueurs de feuilles des herbiers dans la zone d'impacts directs sont moins grandes, vieilles et fragiles (cassantes au toucher) ce qui témoigne d'un renouvellement foliaire très faible. Certaines zones semblent érodées autour des blocs de roche. La couverture en algue brune est plus importante dans la zone d'impacts directs que dans la zone d'impacts indirects du fait très probablement d'un excès en nutriments en provenance du port. Un apport important en nutriments détermine la prolifération des épiphytes des feuilles de *Posidonia oceanica* ce qui a pour conséquences la réduction de la croissance des feuilles, puis la faible densité des faisceaux de feuilles. Les herbiers dans cette zone montrent une densité anormale à subnormale.

Leur vitalité et leur taux de recouvrement sont assez hétérogènes, il existe des secteurs denses et d'autres fortement abimés. Globalement l'état de vitalité des herbiers s'améliore à une distance de 5 à 10 m de la digue.

2.4.4 Les impacts indirects

2.4.4.1 Zone à risque

Une zone à risque où l'herbier peut être potentiellement impacté a été définie sur une largeur de 6 m à partir de la zone d'impacts directs. En effet la remise en suspension du sédiment par les travaux, la fixation des engins de travaux sur le fond pour des raisons de stabilité, et la possibilité d'accident comme la chute de blocs sont des facteurs concomitants pouvant engendrer la dégradation des herbiers.

La surface des herbiers **potentiellement impactés** dans la zone à risque est de : 1563 m²
(soit 0,15 hectares d'herbiers de posidonies concernés par le projet)

De nombreux enrochements artificiels sont en contact direct de l'herbier en Méditerranée. C'est le cas par exemple à Galeria (Corse), autour du terre-plein du Sporting d'été à Monaco, devant la base nautique du Mourillon (Toulon, France), à la Madrague de Giens et au Brusc (Six-Fours, Var, France) (Charbonnel et al., 1996 ; Verlaque et Bernard, 1997 ; Bernard et al., 2002 ; Charbonnel et al., 2002).

Sur plusieurs zones l'herbier est en contact direct avec les enrochements de la digue du Large.



Photographie 21 - Limites franches de l'herbier de *Posidonia* le long de la digue (extrait du transect vidéo le long de la digue (à gauche) et prise photographique (à droite)).

Toutefois une zone de matte morte peut être observée entre les enrochements et les premières *P. oceanica* vivantes. Il est peu probable que les enrochements soient la cause directe de la présence de cette matte morte mais plutôt le concours des impacts indirects. Un hydrodynamisme intense peut éroder l'herbier au pied de la digue, la pollution et la matière en suspension au niveau du port sont autant de facteurs qui peuvent dégrader l'herbier. Boudouresque *et al*, en 2006 préconise donc une distance minimale de 10 m entre un nouvel enrochement et les Posidonies vivantes. A ce jour il est impossible de savoir si les herbiers vont être érodés ou non dans cette zone de transition. L'étude réalisée avant les travaux avec la mise en place de transects pour évaluer l'état zéro et le suivi post travaux pourra répondre à cette question et servir de base pour d'autres aménagements portuaires.

Cartographie des zones d'impact direct et indirect sur les herbiers de posidonie



Figure 23 - Cartographie des herbiers potentiellement impactés par le futur ouvrage (Source : P2A Développement)

2.4.4.2 Zone d'impacts indirects

On considéra ici la zone qui peut subir les effets indirects des travaux en phase chantier puis de s effets indirects de la nouvelle digue à proprement parler.

Tout chantier maritime génère la remise en suspension de matières fines, d'autant que les fonds environnants sont de nature meuble, une augmentation de la turbidité peut donc être attendue le temps des travaux sous-marins.

Les risques de pollution accidentelle des eaux sont également à considérer en phase chantier. En effet les herbiers sont sensibles à toute modification de la turbidité ou de la qualité des eaux. C'est pourquoi des mesures préventives seront mises en place afin d'éviter tout déversement de produit polluant à quai comme dans le milieu marin. Toutefois, sur ce type de chantier les produits susceptibles d'être utilisés se résument à des hydrocarbures (carburants et lubrifiants) et des adjuvants du béton (résines, huiles de décoffrage).

A ce niveau l'herbier considéré comme potentiellement impacté est situé jusqu'à une ou deux centaines de mètres du point de pollution.

2.4.4.3 État de conservation des herbiers de la zone d'impacts indirects

Les stations prospectées à 100 m de la digue, montrent un meilleur état de santé de leur couverture en herbiers de posidonies que les stations dans la zone d'impacts directs. Les herbiers des stations S1I1 à S4I4 sont des herbiers de plaine soit continus soit structurés en mosaïque avec présence de matte morte. Les feuilles de posidonies sont plus longues, moins épiphytées et les herbiers sont plus denses. Seule une des stations (S4I4) est jugée de qualité moyenne à mauvaise du fait d'un recouvrement en herbier de l'ordre de 50 % et d'une densité foliaire classée anormale. La vitalité et l'état de santé des herbiers des trois autres stations de la zone d'impacts indirects sont jugés bons. Ces stations sont recouvertes par un herbier présentant une densité subnormale inférieure avec un recouvrement s'échelonnant entre 76 et 96 %. Certaines stations présentaient des inter-mattes érosives.



Photographie 22 - Extrait des photos prises des stations S1I1 (à gauche) à S4I4 (à droite) (Source : P2A Développement)

STATION S111 : Vitalité moyenne à bonne

Station	S111
Profondeur (m)	12,0
Disposition	Limite d'herbier
Coordonnées GPS (UTM32)	339537.56 /4823252.50
Limite	franche
Type d'herbier	mosaïque
Morphologie	plaine
Nature du fond	sable fin coquillé
Matte morte	Quelques zones
Densité foliaire (nb/m ²)	205
Classification	DSI
Nombre de feuille par faisceaux (moyenne)	4,6
Recouvrement %	76,2
Classification	moyen
Longueur moyenne F1 cm	81
Longueur moyenne F2 cm	82
Déchaussement	3,3
Classification	faible
Inventaire espèce	13 espèces inventoriées dont 7 en peuplement ichthyologique et une de <i>Pinna nobilis</i> de 21 cm

L'herbier rencontré est un herbier discontinu de plaine, morcelé en mottes de taille et forme variable par de la matte morte et du sable. Les rhizomes ne sont que très faiblement déchaussés du substrat avec une moyenne de 3,3 cm. L'herbier de la station S111 présente une densité subnormale inférieure avec une moyenne de 205 faisceaux au m². Le taux de recouvrement est jugé fort avec 82%. Dans son ensemble, la pression biologique semble faible, les feuilles sont peu broutées et épiphytées notamment par des algues brunes et calcaires. 8 espèces de poissons ont été rencontrées sur ce site. Un individu de *Pinna nobilis* de 21 cm a été également observé.



Photographie 23 - Zone d'herbier de la station S111 et présence d'un individu de *Pinna nobilis*

STATION S212 : vitalité bonne

station	S212
Profondeur (M)	12
Disposition	dans herbier
Coordonnées GPS (UTM32)	339710.78/4823152.50
Limite	
Type d'herbier	continu
Morphologie	plaine
Nature du fond	Fin coquillé
Matte morte	non
Densité foliaire (nb/m ²)	190
Classification	Da/DSI
Nombre de feuille par faisceaux (moyenne)	4,8
Recouvrement %	96
Classification	fort
Longueur moyenne F1 cm	86
Longueur moyenne F2 cm	91
Déchaussement	4,6
Classification	faible
Inventaire espèce	6 espèces de poissons ont été inventoriées

L'herbier rencontré est un herbier continu de plaine. Les rhizomes ne sont que faiblement déchaussés du substrat avec une moyenne de 4,6 cm. L'herbier de la station S212 présente une densité anormale avec une moyenne de 190 faisceaux au m². Toutefois des valeurs proches de 250 faisceaux/m² soit des valeurs de densité subnormale ont été rencontrées lors de l'inventaire. Le taux de recouvrement est jugé fort avec 96%. Dans son ensemble, la pression biologique semble faible, les feuilles sont peu broutées et épiptées notamment par des algues calcaires et des bryozoaires. 6 espèces de poissons ont été rencontrées sur ce site.

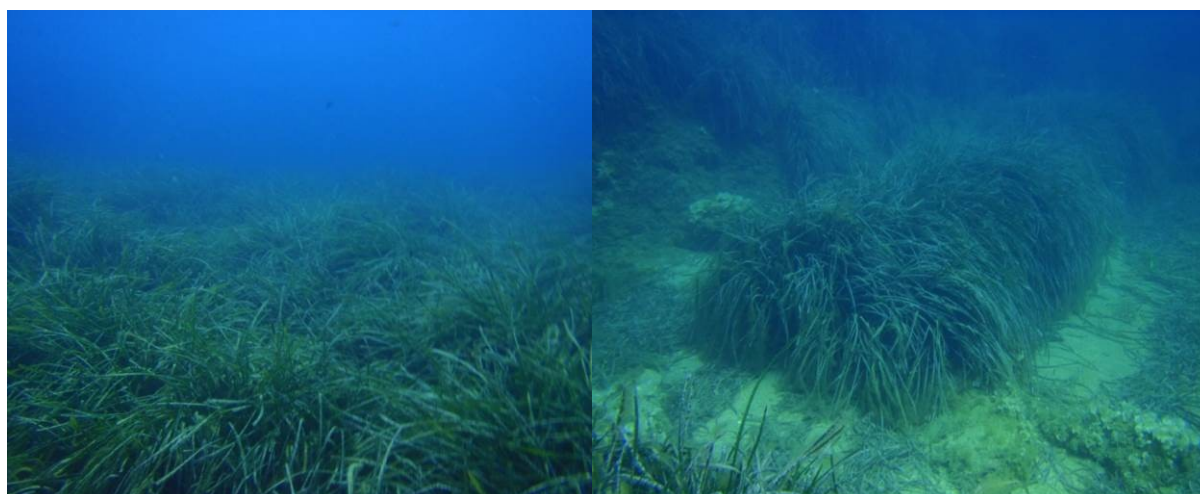


Photographie 24 : Zone d'herbier de la station S212

STATION S3I3 : Vitalité bonne

station	S3i3
Profondeur (M)	11,4
Disposition	dans herbier
Coordonnées GPS (UTM32)	339592.00/4823223
Limite	
Type d'herbier	continu
Morphologie	plaine
Nature du fond	sable fin coquiller
Matte morte	Oui intermatte érosive
Densité foliaire (nb/m ²)	295
Classification	DSI
Nombre de feuille par faisceaux (moyenne)	4,6
Recouvrement %	93
Classification	fort
Longueur moyenne F1 cm	83,8
Longueur moyenne F2 cm	80,6
Déchaussement	4,4
Classification	faible
Inventaire espèce	4 espèces de poissons ont été observées

L'herbier rencontré est un herbier continu de plaine. Les rhizomes ne sont que faiblement déchaussés du substrat avec une moyenne de 4,4 cm. L'herbier de la station S3I3 présente une densité de subnormale inférieur avec une moyenne de 295 faisceaux au m². Le taux de recouvrement est jugé fort avec 93%. Dans son ensemble, la pression biologique semble faible, les feuilles sont peu broutées et fortement épiptées notamment par des algues calcaires et des bryozoaires. 4 espèces de poissons ont été rencontrées sur ce site. A noter qu'à plusieurs mètres de la station une intermatte déferlante s'est formée.



Photographie 25 : Zone d'herbier de la station S3I3

STATION S414 : vitalité moyenne à mauvaise

station	S414
Profondeur (M)	11,9
Disposition	Limite herbier
Coordonnées GPS (UTM32)	
Limite	Régressive et érosive
Type d'herbier	mosaïque avec roche
Morphologie	
Nature du fond	sable coquillier
Matte morte	plusieurs mètres sur la bordure de la limite
Densité foliaire (nb/m ²)	155
Classification	da
Nombre de feuille par faisceaux (moyenne)	4,1
Recouvrement %	51,1
Classification	moyen
Longueur moyenne F1 cm	69,5
Longueur moyenne F2 cm	64,9
Déchaussement	10,3
Classification	moyen
Inventaire espèce	14 espèces inventoriées dont 10 en peuplement ichthyologique

L'herbier rencontré est un herbier de colline discontinu sur roche. Le site présente une intermatte déferlante de plus de 2 m. Les rhizomes présentent un déchaussement moyen de 10,3 cm. L'herbier de la station S414 présente une densité anormale de 155 faisceaux au m². L'herbier recouvre environ 51% du substrat. Dans son ensemble, la pression biologique semble faible, les feuilles sont peu broutées et fortement épiphytées notamment par des algues calcaires. 9 espèces de poissons ont été rencontrées sur ce site.



Photographie 26 : Zone d'herbier de la station S414

L'état de conservation des herbiers de la zone d'impacts indirects est considéré assez bon. Étant donné que ce secteur présente un taux de recouvrement important, des mesures d'évitement et d'accompagnement seront mises en place afin de garantir la limitation des impacts.

2.4.5 Conclusion des impacts attendus du projet par rapport à l'espèce *Posidonia oceanica*

Les impacts directs par recouvrement ne sont malheureusement pas évitables pour les 1227 m². La mise en place de mesures compensatoires est donc nécessaire afin de mitiger au maximum l'impact du projet sur cette espèce protégée.

Les impacts indirects sont notamment liés à la mise en suspension des sédiments et les dégradations éventuellement occasionnées par les équipements du chantier. Des solutions de limitation de la mise en suspension des sédiments seront proposées afin de limiter l'augmentation de la turbidité et d'éviter tout envasement des herbiers.

Compte tenu des profils, de l'utilisation de blocs artificiels et de la profondeur d'implantation de l'ouvrage, il n'est attendu ni éventuelle démobilité des enrochements comme ce peut être le cas actuellement avec les blocs BCR (blocs cubiques rainurés), ni problème de modification de la dynamique sédimentaire pouvant altérer les herbiers proches.

Dans le cadre de ce projet, il est essentiel de proposer des mesures d'évitement et d'accompagnement ainsi que des mesures compensatoires liées à la destruction inévitable de plusieurs m² d'une espèce protégée.

2.5 État des connaissances de l'espèce *Pinna nobilis*

2.5.1 Classification

L'espèce *Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758) est un mollusque de Méditerranée classé dans la super famille des Pinnacea, dans la famille (Pinnidae) et appartenant au genre *Pinna* sp. Deux autres genres appartiennent à cette famille *Atria* sp. et *Streptopinna* sp..

Règne : **Animalia**
Embranchement : **Mollusca**
Classe : **Bivalvia**
Sous-classe : **Pteriomorpha**
Ordre : **Pterioida**
Famille : **Pinnidae**
Genre : **Pinna**
Nom binominal : ***Pinna nobilis* (Linnaeus, 1758)**



Photographie 27 - Photo d'un individu de *Pinna nobilis*

2.5.2 Caractéristiques morphologiques, mode de vie et reproduction de *Pinna nobilis*

La présentation suivante est issue de l'article « La Grande Nacre de Méditerranée *Pinna nobilis* Présentation Générale » de Nardo Vicente publié en 2002 dans les actes du PREMIER SÉMINAIRE INTERNATIONAL SUR LA GRANDE NACRE DE MÉDITERRANÉE : *Pinna nobilis*.

Plusieurs paragraphes sont extraits du protocole d'étude et de surveillance des populations de *Pinna nobilis* dans les aires marines protégées de 2006.

La grande nacre *Pinna nobilis*, espèce endémique de Méditerranée, est le plus grand coquillage au monde avec le bénitier tropical.

La *Pinna nobilis* est un mollusque bivalve ptériomorphe qui a élu domicile dans la Mer Méditerranée depuis la fin du Miocène (Gómez Alba, 1988).

L'espèce se trouve fréquemment dans des herbiers de Posidonies, où elle vit avec le tiers antérieur pointu de la coquille enfoui dans le substrat. Elle peut être rencontrée sur la matre de l'herbier, dans les pelouses de cymodocées, dans le sédiment, ou encore dans des cailloutis (Vicente et al. 1980, Vicente et De Gaulejac 1993, Zavodnik et al. 1991, Šiletić and Peharda 2003, Garcia-March 2006). Elle se fixe, comme pour beaucoup d'autres ptériomorphes, par les filaments du byssus, qui sont collés à des galets, maërl, sable, petits morceaux de conglomérats biodétritiques solides, des racines et des rhizomes de Posidonies (García March, 2006)

MORPHOLOGIE

La forme triangulaire des pinnidés et leur condition anisomyaire (la réduction du muscle adducteur antérieur par rapport au muscle adducteur postérieur) sont une conséquence de l'adaptation de leur attache au substrat par les filaments du byssus. Leur grande taille est due aux grandes extensions postérieures du manteau et de la coquille, probablement comme conséquence de l'habitat semi-endofaune dans des substrats meubles (Yonge, 1953).

La coquille est composée de deux couches principales. La couche externe est faite de calcite avec une microstructure de petits prismes caldtiques réguliers (c. 1mm) et la couche interne est faite de nacre aragonitique. Garcia-March et Marquez-Aliaga (2006 a) ont distingué trois principaux types de morphologies (droite et large, droite et étroite, et courbé), à part des morphologies juvéniles et adultes. Ils suggèrent que la forme de la coquille chez la *Pinna nobilis* est fortement influencée par le degré d'abrasion antérieur et le taux de migration postérieur des tissus souples.

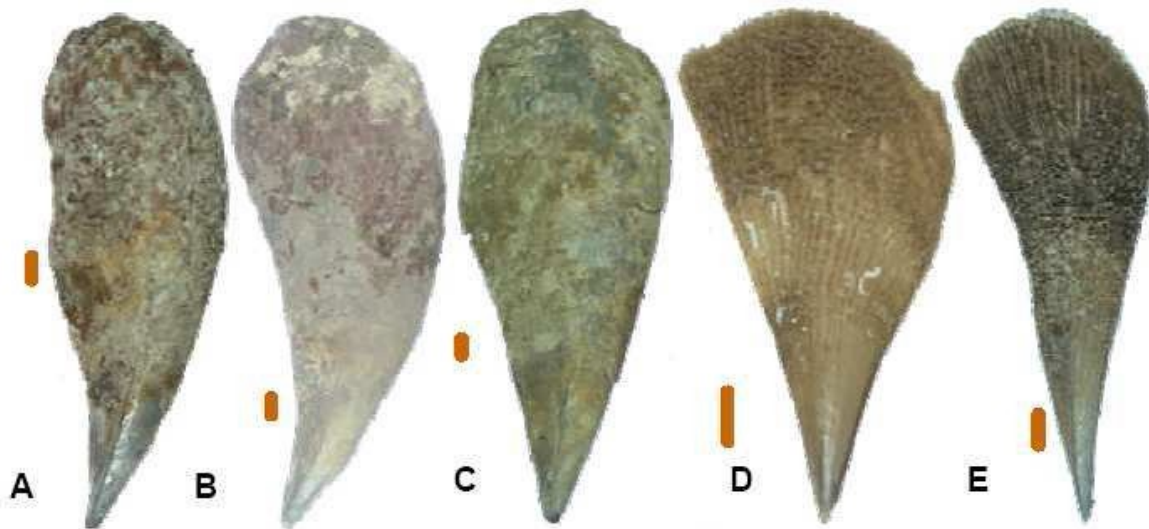
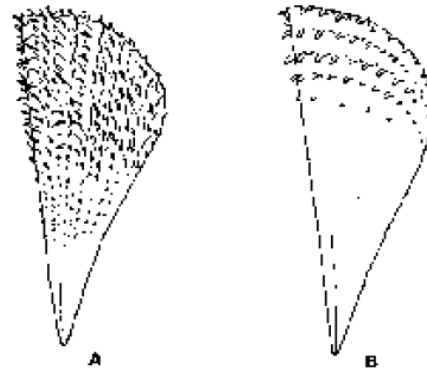


Figure 24 - Différente forme de *Pinna nobilis*

La croissance va modifier l'aspect de la coquille. Ce sont les cellules bordant le manteau qui sécrètent du carbonate de calcium à partir du gaz carbonique et du calcium puisés dans l'eau de mer, de même que d'autres sels qui participent également à la constitution de la coquille. Les deux valves sont maintenues par un ligament élastique dans la région dorsale et peuvent se fermer hermétiquement grâce à un ou deux puissants muscles adducteurs selon les espèces. Lorsqu'on sectionne ces muscles les valves restent définitivement ouvertes, c'est ce qui se produit lorsqu'on ouvre une huître pour la consommer. Lorsque l'animal meurt, les muscles se relâchent et la coquille s'ouvre d'elle-même.

Des connaissances sur le byssus des Pinnidés sont importantes pour le développement des essais de repeuplement. Un individu adulte possède habituellement plus de 20 000 filaments attachés au substrat. Ces filaments, d'environ 25 cm de longueur, ne sont pas seulement collés à de minuscules particules, à des racines et rhizomes des Posidonies avec les plaques d'adhésion, mais sont également noués entre eux et avec les racines et les débris de sédiment. Cette procédure améliore la fixation au substrat. Si la plaque d'adhésion se perd, le filament reste noué remplissant sa fonction (Garcia-March, 2006). Tous ces facteurs combinés confèrent à la *Pinna nobilis* une grande force de résistance dont la force maximale est estimée autour de 45 Newtons (Garcia- March *et al.*, 2007a).



Ecomorphose chez *Pinna nobilis*
 (A) : forme observée sur matre morte
 (B) : forme observée dans l'herbier à *P. oceanica*.
 (d'après COMBELLES *et al.*, 1986)

La taille totale des individus est également influencée, directement ou indirectement, par l'hydrodynamisme. Les grands spécimens se trouvent généralement à une plus grande profondeur car la force d'entraînement (F_d) exercée par les vagues sur la coquille des grands Pinnidés dans les eaux peu profondes dépasse le plus souvent

la force de résistance (Fr), les détachant et les tuant. Il a également été observé que les spécimens vivant à des profondeurs différentes dans le même herbier ne grandissent pas à la même vitesse ni n'atteignent la même taille maximale.

MODE DE VIE

Les nacres sont implantées dans le sédiment (1/3 inférieur ou plus selon l'hydrodynamisme) et inclinées vers le courant. Elles filtrent leur nourriture : particules vivantes (plancton) ou mortes (matière organique). Le plancton végétal, représenté par de nombreuses espèces d'algues microscopiques, est très apprécié, à condition que leur taille corresponde au diamètre de la bouche (quelques dizaines de microns). L'animal va aussi filtrer de grandes quantités d'eau (jusqu'à 100 litre) qu'il épure avant de la rejeter hors de sa coquille.

Le fouissage du sédiment permet un dépôt de particules organiques. Les jeunes individus se camouflent à l'abri de l'herbier de Posidonies. Leur partie supérieure est garnie d'épines (voir schéma ci-contre) :

La coquille des nacres à découvert présente des excroissances calcaires.

Les filaments de byssus fixés dans les grains de sable, et le pied permettent à la *Pinna* d'effectuer des déplacements plus ou moins importants. Couchée dans le sable, la nacre est capable de se redresser et de se replanter.

Pinna est un substrat idéal pour de nombreux organismes épibiontiques comme les ascidies (ex : *Halocynthia papillosa*), les algues (ex : *Acetabularia acetabulum*) ou d'autres bivalves comme l'huitre plate (*Ostrea edulis*).

Sparus aurata (daurade) est un poisson ostéichthyen de la famille de Sparidés. Également prédateur de *Pinna nobilis*, il brise les coquilles des mollusques grâce à de puissantes molaires. Le poulpe *Octopus vulgaris* parvient souvent à écarter les valves de la jeune nacre afin de se nourrir de sa chair (Combelles *et al.*, 1986 ; Fiorito et Gherardi, 1999).

REPRODUCTION

La sexualité des *Pinna* s'articule autour d'un hermaphrodisme successif à maturation asynchrone.

Différents stades de développement (D.) et de régression (R.) de la glande génitale du male (M.) et de la femelle (F.) peuvent être identifiés (ils sont notés MD/MR et FD/FR).

La gonade de *Pinna nobilis* se situe entre les anses intestinales, en partie sur le muscle rétracteur du pied. L'évolution sexuelle se fait en plusieurs phases : on peut la plupart du temps décrire une phase de repos, d'octobre à mars, et une phase d'activité sexuelle le reste du temps.

Une succession d'émissions gamétiques alternées et de gamétogenèses rapides a lieu du mois de juin au mois d'août.

DEVELOPPEMENT ET DUREE DE VIE

Les ovocytes sont fécondés en pleine eau. L'œuf se développe suivant le mode spiral donnant une larve trochophore qui évoluera en véligère. La larve véligère se fixe sur un support quelconque ou s'ancre sur le sol avant de donner le jeune naissain.

Les juvéniles dont la croissance se fait à découvert présentent des épines sur toute leur surface. Ceux qui se développent à l'abri de l'herbier ne gardent leurs épines qu'au niveau de la ligne de croissance de la coquille. Les facteurs exogènes influencent les rythmes sexuels : des températures supérieures à 14°C environ sont un facteur important dans le déclenchement de l'activité génitale et diminuent la durée entre deux phases sexuelles successives. En l'absence de produits génitaux (en période de repos), un tissu alvéolaire de réserve et de soutien des acini apparaît.

Une castration parasitaire peut exister. Elle semble être l'œuvre d'un organisme unicellulaire non encore identifié. La castration des gonades ne paraît pas totale et la prolifération du parasite dépend de la température.

Le recrutement (l'installation des larves et leur transformation en naissain) se fait d'août à octobre. Il dépend des conditions locales : courants, forme des côtes, topographie des fonds. *Pinna nobilis* peut atteindre une taille de 86 cm et vivre jusqu'à l'âge de 20 ans (Moreteau et Vicente, 1982 ; Butler *et al.*, 1993).

2.5.3 Répartition, habitats

REPARTITION ET HABITATS

L'espèce est endémique de Méditerranée. En France elle est observée dans la plupart des herbiers de Posidonie étudiés et/ou protégés (Parc National de Port-Cros, Réserve de Scandola en Corse, Réserve marine de Cerbères-Banyuls, côte agathoise, etc.).

Les *Pinna nobilis* se trouvent dans de nombreux environnements, les herbiers de Posidonies étant les plus fréquents. Sur les sédiments nus tels que les lits de maërl, les spécimens sont facilement localisables, mais dans les herbiers de Posidonies ou Cymodocées, ils sont totalement ou partiellement cachés. Les grands spécimens sont, au moins, assez volumineux pour être trouvés relativement facilement, mais les petits individus sont difficiles à détecter, spécialement les nouvelles recrues de l'année.

Le byssus permet à la nacre de se déplacer. Des jeunes individus se trouvent à faible profondeur sur environ 10 m tandis que les plus âgés se retrouvent jusqu'à 50m. Il n'est pas rare de trouver des individus à plat sur le fond ou plantés en oblique ou transversalement dans la matre de l'herbier.

Des populations ont également été trouvées dans les entrées des cavemes et même dans les épaves. Dans le Parc Marin des Îles de la Galite (Tunisie), une population dense de *P. nobilis* et de *P. rudis*, estimée à une densité de plus de 30 individus/100 m², a été observée dans une épave dans les années soixante. Chez les populations en bonne santé, quelques spécimens peuvent également être trouvés parmi les blocs.

Les nombres d'individus comptabilisés sont naturellement variables en fonction des endroits. La concentration peut varier entre 1 individu/100 m² à 16 individus/100m². Des grandes étendues avec peu d'individus peuvent être interrompues par des populations de plus hautes densités (Butler *et al.*, 1993).

En France, à Scandola, une densité moyenne de 1 individu/100 m² a été constaté (Combelles *et al.*, 1986).

Dans le Parc National de Port-Cros, de nombreuses études ont été réalisées (Vicente *et al.*, 1980 ; Moreteau et Vicente, 1982 ; Combelles *et al.*, 1986 ; Vicente, 2004 ; Vicente 2013). La densité des populations de *Pinna nobilis* au Parc National de Port-Cros, pour l'ensemble des sites étudiés est de 2,2 nacles pour 100 m² (Vicente, 2013) La population globale se situe dans une fourchette de 13 000 à 15 000 individus (Medioni et Vicente, 2003).

Dans la Réserve Naturelle Marine de Cerbère-Banyuls (RNMCB), un inventaire des populations de nacles est effectué depuis 1996 sur plusieurs sites en plongée, selon un échantillonnage par bande-transect. Au total, 13 individus avaient été dénombrés et mesurés (Médioni et Guille,

1996). En 2009, 45 nacres ont été comptabilisées sur le secteur de Peyrefite le long de 3 transects linéaires de 200 m² (100 m de long sur 2 m de large) (Payrot et Jenot, 2009). En 2013, la plus haute densité a été calculée dans la réserve en comparaison avec d'autres AMP avec (7,5 ind./100 m²) (Vicente, 2013)

L'estimation des *Pinna nobilis* dépend de l'échelle inventoriée. Pour de grandes étendues (ex. un grand herbier de plusieurs kilomètres carrés), la concentration normale est considérée à 1 individu/100m² et élevée au-delà de 5 individus/100 m². Sur une plus petite étendue (petite baie ou un lagon côtier) une densité de 5 individus/100 m² est considérée comme faible et élevée pour 10 individus/100m² (Garcia-March et Vicente, 2006).

Jadis abondante sur l'ensemble du littoral méditerranéen où elle était exploitée en certains endroits : Sicile, Malte, pour son byssus et sa coquille, elle s'est raréfiée, à cause des prélèvements abusifs, des aménagements du littoral, des rejets d'eaux usées, et du chalutage. Aujourd'hui, l'espèce est protégée en divers pays, et en France depuis 1992 (Vicente et Moreteau, 1991). De ce fait, les populations redeviennent plus importantes, notamment dans les zones protégées où des études concernant la biologie et l'écologie de l'espèce ont été initiées depuis quelques années, en divers pays de la Méditerranée : Croatie, France, Tunisie, Espagne, Grèce.

2.5.4 Causes de régression

Il existe un consensus généralisé d'impact négatif des activités humaines sur les populations de *Pinna nobilis*. Il est admis que la pollution peut affecter les larves comme pour beaucoup d'autres invertébrés (Vicente, 1990; Vicente et Moreteau, 1991) et que le développement des infrastructures côtières a été responsable de la destruction de grandes étendues d'herbiers de posidonies, l'habitat de prédilection des *P. nobilis*.

La pêche commerciale a été la principale cause du déclin de la population notamment du fait des arts trainants comme le chalutage ou le gangui. Le ramassage des individus par des plongeurs amateurs a été également une autre cause du déclin de l'espèce. Le mouillage des bateaux cause des dégradations en cassant les extensions postérieures de la coquille, donnant lieu à des malformations.

Il existe de nombreuses preuves des effets négatifs des activités humaines sur les grandes nacres, cependant, il existe peu d'expériences pour évaluer quantitativement ces effets. Pour évaluer les impacts humains à l'échelle d'une population, il faut améliorer la connaissance sur cette espèce d'un point de vue écologique.

Les agressions subies par les populations de *Pinna nobilis* sont variées mais elles peuvent être classées en deux groupes :

- Les impacts chimiques sont ceux dus par exemple aux déversements des eaux usées ;
- Les impacts physiques sont ceux dus par exemple aux engins de pêche, aux ancres des bateaux et aux ramassages par les plongeurs (García-March et Vicente, 2006).

2.5.5 Protections

Pinna nobilis est une espèce inventoriée et protégée par différents statuts.

Tableau 16 - Liste des statuts de protection et d'inventaires de *Pinna nobilis* (Source : INPN)

Nom	Date	Niveau de protection	Référence
Arrêté interministériel	1992 modifié en 2004	National	Arrêté du 20 décembre 2004 fixant la liste des animaux de la faune marine protégés sur l'ensemble du territoire.
Liste rouge de France Espèce évaluée en catégorie VULNERABLE	1994	National	Inventaire des mollusques de France métropolitaine. Bouchet, P. 1994. Mollusques in Maurin, H. & Keith, P., [Eds]. Inventaire de la faune menacée en France. Muséum national d'Histoire naturelle / WWF / Nathan. Paris. 151-155.
Directive habitats Faune-Flore 92/43/CEE	1992	Communautaire	Annexe IV relative aux espèces animales d'intérêt communautaire
Convention de Barcelone	Adopté en 1995, entré en vigueur en 1999	International	Décret n° 2002-1454 du 9 décembre 2002 portant publication du protocole relatif aux aires spécialement protégées et à la diversité biologique en Méditerranée (ensemble trois annexes adoptées à Monaco le 24 novembre 1996), fait à Barcelone le 10 juin 1995
Convention d'Alghero	1995	International	Annexe 1, relative aux « critères de biodiversité pour les organismes infralittoraux »
Plan d'Actions pour la Méditerranée, réunion d'expert à Montpellier	1995	International	Annexe 4, relative aux « espèces menacées »
Plan d'Actions pour la Méditerranée, réunion d'expert à Tunis	1996	International	Annexe 3, relative aux « espèces en danger ou menacées »

2.5.6 Contexte local

Plusieurs études ont été effectuées sur cette espèce dans la zone marine Natura 2000 « Baie et Cap d'Antibes » FR 9301573.

Les nacres dans le secteur des Iles de Lérins sont particulièrement nombreuses avec une densité de 5 individus sur une surface de 10 m² (Andromède océanologie, 2011). Elles sont abondantes au Nord-Ouest de l'Île Sainte-Marguerite.

Dans le secteur du Golfe Juan des grandes nacres ont été observées entre 10 et 30 m de fond et des individus de grande taille (70 cm) ont été vus dans la partie ouest du golfe et dans le secteur d'Anse Crouton. Francour *et al.* (2003) l'ont aussi observé dans le secteur du Crouton, dans la partie supérieure de l'herbier par moins de 10 mètres de fond (jeunes individus de moins de 30 cm de hauteur), au Graillon, à la pointe de l'Îlette, dans l'anse de l'Argent-Faux, de l'anse de l'Argent-Faux au Cap-Gros, du Cap-Gros à la Garoupe, dans l'anse de la Garoupe, de l'anse de la Garoupe à la pointe Bacon.

Cette espèce est mentionnée dans les ZNIEFF de type 2 «du Cap d'Antibes à la pointe Bacon», «Golfe Juan et anse du Crouton», «Basses de la Fourmigue», «Iles de Lérins», et les ZNIEFF de type 1 «Iles de Lérins (Sud Saint-Honorat)», «Ouest du port de Golfe-Juan», «Anse du Crouton», «Cap-Gros au Raventurier».

2.6 Analyse des impacts du projet sur l'espèce *Pinna nobilis*

2.6.1 Impacts directs

La nouvelle emprise du projet va impacter directement les individus de *Pinna nobilis* qui se trouvent en pied de digue.

Les derniers inventaires réalisés font état de la présence de 5 individus qui se trouvent sur l'emprise directe du projet et 16 grandes nacres qui seraient potentiellement impactées (impact du aux travaux). Au total 31 individus de grandes nacres ont été identifiés, balisés et géo référencés. Afin d'évaluer les enjeux environnementaux que cela représente, un calcul approximatif a été effectué sur l'ensemble des herbiers cartographiés le long de la digue soit 58 175 m² de surface cartographiée si 31 nacres ont été observées sur 3765 m² d'herbiers il y aurait approximativement 480 nacres sur l'ensemble de la zone d'étude.

La présence actuelle d'individus vivants montre que le maintien de l'espèce est possible en phase d'exploitation à condition que les caractéristiques environnementales ne soient pas durablement modifiées (qualité de l'eau, turbidité).

Tableau 17 - Proportion des individus de *Pinna nobilis* vraisemblablement présents dans la zone d'étude et concernés par les travaux.

	Nombre d'individus	Pourcentage /à la zone d'étude (58 175 m ²)
<i>Pinna nobilis</i> recensées sur 3765 m ² d'herbier	31	6,47 %
<i>Pinna nobilis</i> directement impactées (zone d'empiètement et recouvrement total par la nouvelle digue) 0 à 10 m du pied de digue actuel	5	1,04 %
<i>Pinna nobilis</i> potentiellement impactées (évaluée à 6 m par rapport au pied de la nouvelle digue) 10 à 16 m du pied de digue actuel	16	3,34 %
<i>Pinna nobilis</i> recensées mais non impactées par les travaux	10	2,08 %

2.6.2 Impacts indirects

La mise en suspension des sédiments en phase chantier pourrait modifier la turbidité de l'eau et impacter les grandes nacres. Les risques de pollution à quai et dans le milieu marin sont également à considérer dans une moindre mesure.

2.7 Analyse des autres impacts potentiels du projet

2.7.1 Impacts sur le milieu physique

Des risques accidentels de pollution de l'eau peuvent être engendrés par d'éventuelles fuites des systèmes hydrauliques des engins de chantier mais également par l'activité du chantier elle-même qui produit des déchets et détrit. Des directives strictes existent déjà en matière de gestion des risques de pollution inhérente à la phase chantier et doivent être spécifiées et contrôlées au niveau de la maîtrise d'œuvre (SOPAQ, PAQ, SOPAE, PAE).

Concernant la turbidité, tout chantier maritime génère la remise en suspension de matières fines, notamment celles contenues au sein des constituants de l'ancienne digue et présents à proximité au niveau des substrats meubles. Bien qu'il soit prévu l'utilisation de blocs rocheux dépourvus de fines car préalablement lavés (argiles, poussières, sables), l'émission de panaches turbides ne pourra pas être entièrement évitée notamment lors de la dépose des composantes existantes. L'utilisation d'écrans géotextiles (voir détails dans le chapitre « Mesures réductrices ») et la mesure continue de la turbidité permettront de contrôler et de limiter la dispersion de ce panache dans le milieu.

La turbidité génère potentiellement 3 effets négatifs sur l'herbier : un premier consiste à réduire l'intensité lumineuse disponible pour la photosynthèse et donc la survie de la plante sur la durée, le second en raison d'un possible recouvrement des posidonies par la masse même de sédiment déposée et le troisième par la redissolution de composés potentiellement toxiques en cas d'anciennes pollutions qui restaient confinées. Ces effets dépendent en intensité de différents

paramètres comme la teneur en fine des matériaux à déposer, des procédés et engins mis en œuvre, de l'efficacité des mesures de mitigation comme les filets antiparticules, de l'hydrodynamisme local, etc....

2.7.2 Recouvrement des fonds autres que les herbiers

L'emprise du nouvel ouvrage va recouvrir des habitats sableux abritant des organismes benthiques. Ces communautés seront impactées sur une surface de 4821 m².

Les substrats meubles sont qualifiés selon leur granulométrie (sables fins, sables grossiers, sables vaseux...). Cette dernière se détermine en fonction de l'hydrodynamisme global et local. Les substrats meubles sont dépourvus de végétation mais ces habitats constituent des zones de nourrissage pour poissons et d'habitat pour de nombreux bivalves, échinodermes, crustacés et annélides. Ils sont également essentiels pour le maintien des plages et constituent un habitat pour les espèces de poissons qui s'y cachent.

Les substrats meubles rencontrés lors des inventaires de 2012 ont été qualifiés en sables fins et en sables grossiers, aucune espèce protégée ou patrimoniale n'a été inventoriée sur ces fonds sableux.

2.7.3 Altération des milieux et dérangement des espèces durant la phase chantier : impacts directs temporaires

2.7.3.1 Mobilisation des matériaux constituant habitats

Durant la phase de travaux, un dérangement pourrait être subi par les poissons environnant notamment du fait de la destruction de leur habitat. Ne seront réellement concernées que les espèces exploitant la couverture épibiotique des roches comme habitat ou source de nourriture.

En réalité, ces espèces sont essentiellement constituées des groupes benthiques et cryptiques qui sont, pour les enrochements, les blennies, gobies, triptérygiens et quelques labridés du genre *Symphodus sp.*

Aucune d'entre-elles ne sont protégées ou en voie de disparition. Les espèces les plus mobiles, souvent de taille plus importante, fréquentant la digue, pourront suffisamment se déplacer pour utiliser un habitat similaire sur la digue elle-même, soit dans des zones non impactées, soit dans le nouveau manteau rocheux même s'il est très récent.

Enfin, les espèces cryptiques telles que les motelles (du genre *Gaidopsarus sp.*) ou bien même les congres ne seront très vraisemblablement pas impactées par ces travaux qui leur procureront des habitats neufs supplémentaires.

Il est à noter que la colonisation des surfaces vierges des roches apportées sera très rapide selon une succession de peuplements végétaux (algaux) et d'animaux sessiles et encroûtant. Cette phase de conquête sera d'autant plus efficace que les roches et les ACCROPODES™ serviront de vivier à beaucoup de ces espèces.

2.7.3.2 Stationnement des barges et pontons flottants

Pour l'heure il n'est pas possible de connaître exactement les caractéristiques des moyens nautiques qui seront utilisés. D'une part, car les études projet de la maîtrise d'œuvre ne sont pas encore réalisées et qu'il n'est pas certain que les travaux soient fait à partir de la mer, et d'autre

part, car les caractéristiques des moyens nautiques des entreprises qui participeront au chantier ne sont pas encore connues.

Toutefois, la Maîtrise d’Ouvrage s’engage à ce qu’il n’y ait pas de dommages causés par une procédure connue de travaux. En d’autres termes, il n’est pas question d’utiliser des procédures et des équipements qui produiront sciemment des effets délétères sur la posidonie et les nacres. Ce point sera naturellement préalablement notifié aux équipes de maîtrise d’œuvre et répété lors des consultations pour les entreprises de génie maritime.

Le seul risque qui est accepté est un évènement accidentel, non prévisible sur la zone d’impact indirect.

D’ores et déjà plusieurs points clés sont identifiés :

- Les ancrages des barges et pontons flottant : les ancrages devront être réalisés sur des zones exemptes de posidonies ou de nacres. Ils devront être suffisamment bien dimensionnés pour résister aux conditions de mer en phase chantier et surtout ne pas présenter de dangers de ragage de chaînes sur le fond voisin occupé par les posidonies. Des dispositifs de type « ancrages écologiques » sont donc à étudier pour la stabilisation des barges.
- Manœuvre des moyens nautiques : les barges et pontons sont soit automoteurs soit manœuvrés par des remorqueurs-pousseurs. Il est important que ces manœuvres n’aient pas d’impact sur le fond. Toutefois il est rappelé que la bathymétrie du pied de digue est d’au moins 7 mètres, plus généralement 9 mètres dans la zone occupée par l’herbier. A cette profondeur, les perturbations hydrodynamiques dues aux manœuvres des unités en surface ne sont que peu perceptibles, en tout cas très en deçà de l’hydrodynamisme naturel. Si près de la digue les manœuvres sont réalisées à des vitesses très réduites et les unités même importantes ont de part leur forme et fonction (barges à fond plat) des tirants d’eau très limités.
- Perturbation dans l’apport de lumière pour les posidonies : le stationnement des barges utilisées va obligatoirement provoquer une réduction des apports lumineux au niveau du fond. Toutefois étant donné la profondeur moyenne du site de 8 mètres, l’ombrage en surface n’aura qu’un effet limité sur le fond puisque de la lumière incidente pourra dans une certaine mesure pénétrer et atteindre les herbiers directement situés sous la coque.

2.7.4 Impacts directs liés à la modification de l’emprise sur l’hydrodynamisme

Les impacts liés à la modification de l’emprise d’un ouvrage peuvent concerner un bouleversement éventuel de l’hydrodynamisme du site.

Dans le cas de la réfection de la digue du port de Cannes, les limites en pied d’ouvrage de la future digue varient très peu par rapport aux limites de la digue actuelle. La pente du talus est également peu modifiée. La faible emprise supplémentaire induit par le dessin de la digue ne bouleversera en rien l’hydrodynamisme local. Il s’agit d’un confortement de digue et non de la construction d’un nouvel ouvrage. Par ailleurs, du fait que la pente soit quasiment la même sur les deux profils, le changement intervient en pied de digue, notamment sur la butée, à 8 m de profondeur. De plus, les ECOPODE™ ont une capacité à absorber une plus grande partie de l’énergie des vagues par

rapport aux BCR (blocs cubiques rainurés) ou aux enrochements. De ce fait l'énergie réfléchie est moins importante. Ainsi le fonctionnement hydrodynamique et courantologique général du site ne sera pas modifié par le projet.

Les modélisations numériques des courants n'ont pas été entreprises car la taille des mailles employée serait plus grande que le delta dimensionnel entre l'emprise de la digue actuelle et celle de la nouvelle.

La dynamique sédimentaire est liée à l'hydrodynamisme puisqu'elle est liée au transport par les courants des sédiments mis en suspension par les vagues ou charriés directement par les fleuves. Les travaux ne modifiant en rien les courants, ils ne vont pas non plus engendrer de bouleversement de la dynamique sédimentaire.

Le nouveau profil ne prévoit aucune modification de la bathymétrie. Seule la butée de pied, absente sur la digue actuelle viendra se rajouter mais sans pour autant modifier le fond significativement.

2.7.5 Impacts environnementaux et mesures envisagées

Phase travaux et déconstructions					
		Caractéristiques de l'impact	Intensité de l'impact	Mesures envisagées	Impact résiduel
Milieu physique	Qualité des eaux marines	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la turbidité des eaux autour des ouvrages Contamination des eaux (aire de fabrication des Ecopodes/acropodes) Risque d'hydrocarbures/macro déchets Remise en suspension des polluants (métaux lourds, HAP, PCB) Quelques déchets et détritrus 	2	<ul style="list-style-type: none"> Écran de protection anti-MES si nécessaire Suivi de la turbidité au moyen des pièges à particules et turbidimètres enregistreurs Bloc exempts de terre Modification des modes opératoires et/ou arrêt des travaux (jusqu'au retour à la normale) en cas de problème avéré Immersion de matériaux préalablement lavés Gestion adaptée des engins de chantier Collecte/tri/évacuation des déchets Suivi régulier de la qualité de l'eau dans trois stations Plan d'intervention antipollution Suivi qualité des sédiments 	Faible
	Houle/ courant	<ul style="list-style-type: none"> Pas de modification par rapport à l'ouvrage existant. Effets sur les courants négligeable 	1		
	Qualité des sédiments	<ul style="list-style-type: none"> Remise en suspension des sédiments et relargage de polluant dans la colonne d'eau Déversement accidentel de produits (hydrocarbures, solvants ...) 	2	<ul style="list-style-type: none"> Écran de protection anti-MES zone de baignade Attente de la pose des sédiments 	Faible
	Érosion, géomorphologie	<ul style="list-style-type: none"> Pas de modification de dynamique sédimentaire 	1	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase travaux 	Faible
	Bathymétrie	<ul style="list-style-type: none"> Pas de modification de la bathymétrie 	1	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase travaux 	Faible
Milieu vivant aquatique	Faune benthique	<ul style="list-style-type: none"> Destruction des peuplements benthiques fixés sur les enrochements déjà existant 	2	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase travaux 	Nul
	Macro-algues	<ul style="list-style-type: none"> Destruction des algues fixées sur les enrochements déjà existant 	2	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase travaux 	Nul
	Poissons	<ul style="list-style-type: none"> Déplacement temporaire des espèces et destructions d'habitats pour les espèces cryptiques 	1	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase travaux 	Moyen

	Herbiers/Pinna nobilis	<ul style="list-style-type: none"> Destruction des herbiers et des <i>Pinna nobilis</i> sous l'emprise du projet par arrachage, recouvrement par les blocs 	3	<ul style="list-style-type: none"> Placement à l'aide d'un grutier contrôlé par un plongeur pour positionner les blocs et éviter l'écrasement ou le recouvrement d'habitats Ancrage de la barge en évitant les herbiers Optimisation du tracé de digue pour réduire les impacts directs par recouvrement Transplantation des individus de <i>Pinna nobilis</i> Suivi environnemental Matérialisation de la limite du pied de digue et contrôle in situ. 	Moyen
		<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la sédimentation 	2		
Milieu terrestre	Flore/ végétation a vi faune	<ul style="list-style-type: none"> Digue déjà existante faune terrestre absente 	-	<ul style="list-style-type: none"> Les travaux seront conduits selon les procédures et techniques évitant la dispersion de particules fines notamment dans la zone de stockage au niveau terrestre. Toutes les mesures seront prises pour la collecte, le tri et l'évacuation et le traitement des sous-produits solides et liquides générés par le chantier. Des moyens sont mis en place pour le recueil, le traitement et l'évacuation des eaux de lavages, des eaux issues de la fabrication de bétons, des huiles usées et des hydrocarbures 	Nul
Socioéconomie	Activité locale	<ul style="list-style-type: none"> Création d'emplois pendant la phase travaux. Retombées locales au niveau des commerces 	3		Positif
	Circulation	<ul style="list-style-type: none"> Gênes occasionnées pour la navigation sur terre et en mer, augmentation temporaire de la circulation, utilisation de matériel générateurs de bruit, nuisance sonore émissions de poussières et gaz d'échappement 	1	<ul style="list-style-type: none"> Information à la capitainerie pour la régulation de la capitainerie et des riverains Mise en place d'une signalisation routière pendant les travaux Plan de communication visant les personnes les plus concernées Éviter les zones les plus peuplées Choix d'une aire de fabrication des Ecopodes/Acropodes à proximité de la zone de projet Parcours d'acheminement des matériaux évitant les zones les plus peuplées Utilisation de fraise hydraulique 	Faible
	Déchet du chantier	<ul style="list-style-type: none"> Production de déchets lors du chantier 	1	<ul style="list-style-type: none"> Respect des règles environnementales pendant le chantier Récupération des déchets par des centres de traitement adaptés 	Faible

Tableau 18 : Impacts écologiques et socioéconomiques potentiels pour le projet en phase travaux

Phase d'exploitation					
		Caractéristiques de l'impact	Intensité de l'impact	Mesures envisagées	Impact résiduel
Milieu physique	Houle/courantologie	<ul style="list-style-type: none"> Pas de modification par rapport à l'ouvrage existant 	1	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase d'exploitation 	Faible
	Érosion, géomorphologie	<ul style="list-style-type: none"> Pas modification de la dynamique sédimentaire 	1	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase d'exploitation 	Faible
	Bathymétrie	<ul style="list-style-type: none"> Pas de modification de la bathymétrie 	1	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase d'exploitation 	Faible
	Qualité des sédiments	<ul style="list-style-type: none"> Impact négligeable 	-	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase d'exploitation à l'extérieur d'un port 	
Milieu vivant aquatique	Faune benthique	<ul style="list-style-type: none"> Il existe un impact sur la faune et la flore benthique mais qui sera compensé par un gain de surface artificialisée et donc la création d'habitats artificiels diversifiés pour les peuplements benthiques fixés 	2	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase exploitation à l'exception d'un suivi environnemental. Création de zones artificialisées riches et diversifiées 	Positif
	Macroalgues	<ul style="list-style-type: none"> Recouvrement algal sur les enrochements artificiels, création de nurseries pour les poissons 	2	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase exploitation 	Positif
	Poissons	<ul style="list-style-type: none"> Création de nurseries artificielles et mise en place de modules 	2	<ul style="list-style-type: none"> Aucune mesure n'est à mettre en œuvre pendant la phase exploitation à l'exception de la sanctuarisation de la nouvelle digue et un suivi ichtyologique. 	Positif
	Herbiers/Pinna nobilis	<ul style="list-style-type: none"> Destruction des herbiers et des Pinna nobilis sous l'emprise du projet 	3	<ul style="list-style-type: none"> Suivi scientifique des herbiers transplantés et des Pinna nobilis déplacées sur 5 ans Mise en place de mouillages 	Faible
Socio-écono	Activité locale	<ul style="list-style-type: none"> Protection des ouvrages des biens et des personnes Mise en sécurité des personnes 	3		Positif

Impacts négatifs

Majeur Secondaire Annexe

Impacts positifs

Majeur Secondaire

3. Mesures proposées

Selon la circulaire DNP/CFF n° 2008-01 du 21 janvier 2008 relative aux décisions administratives individuelles relevant du ministère chargé de la protection de la nature dans le domaine de la faune et de la flore sauvages (complément des circulaires DNP n° 98-1 du 3 février 1998 et DNP n° 2000-02 du 15 février 2000) :

Les mesures d'atténuation doivent être proposées dès lors qu'un impact négatif est prévu sur une ou des espèces concernées. Les mesures compensatoires doivent être proposées si un impact négatif résiduel est prévu après application des mesures d'atténuation.

Les mesures d'atténuation, de compensation et d'accompagnement proposées doivent permettre de garantir, dans l'espace et dans le temps, le maintien à long terme de l'état de conservation favorable des espèces concernées. Dans le cas où l'état de conservation d'une espèce est déjà considéré comme défavorable, les mesures proposées doivent avoir pour effet, a minima, de ne pas accroître cet état défavorable.

Ceci implique que les mesures d'atténuation, de compensation et d'accompagnements proposées doivent en règle générale porter directement sur les espèces impactées.

Chaque situation doit faire l'objet de propositions spécifiques et adaptées à la nature du projet et de ses impacts d'une part et aux espèces concernées d'autre part.

Toutes ces mesures doivent :

- Compenser l'impact négatif des opérations au niveau des populations concernées des espèces touchées ;
- Avoir une réelle probabilité de succès et être fondées sur les meilleures connaissances et expériences disponibles ;
- Être préférentiellement mises en œuvre avant la réalisation de l'activité, ou, lorsque cela est compatible avec leur efficacité, au plus tard simultanément à la réalisation de l'activité pour laquelle une dérogation est sollicitée ;
- Être décrites de façon détaillée et avec un chiffrage précis ;
- Prévoir les suivis nécessaires à l'évaluation de leur efficacité et de leur pertinence.

3.1 Propositions de mesures de réduction

Dans le cas d'aménagement comme celui de la réfection de la digue du port départemental de Cannes, il convient de minimiser l'impact du projet dans la mesure où il n'existe pas de réelle alternative à l'impact négatif sur les espèces protégées.

Cette minimisation est réalisée :

- D'une part, **par l'optimisation de l'emprise de l'ouvrage** empiétant sur les posidonies qui peut être exécutée par l'établissement d'une cartographie précise du site afin d'établir une solution d'aménagement empiétant le moins possible sur l'herbier ;
- D'autre part par des **mesures de réduction** pouvant être instaurées durant les travaux afin de lutter contre les menaces indirectes sur les herbiers : la turbidité accrue de l'eau, les produits toxiques et les déchets de chantier. Pour minimiser ces menaces et éviter l'apport de « fines » sur les herbiers, les matériaux préalablement lavés seront utilisés pour les travaux de réfection de la digue. Par ailleurs, des filets en géotextile seront mis en place afin de restreindre l'impact à la seule zone d'aménagement en évitant la dispersion des fines par les courants.

3.1.1 Plan d'assurance qualité

Ce sont les documents qui sont applicables dans les chantiers de travaux publics portuaires, qui seront mis au point en concertation entre le Maître d'ouvrage, le Maître d'œuvre, les entreprises et le coordinateur de sécurité.

3.1.1.1 Plan de gestion environnemental appliqué au chantier (PGE)

Les effets du chantier peuvent être réduits, et pour certains supprimés, si le chantier est accompagné par un Plan de Gestion Environnemental afin d'anticiper les risques environnementaux et de maîtriser les impacts prévus et potentiels des différentes phases du chantier.

Le PGE repose sur :

- L'engagement, au regard des principes de développement durable et de la protection de l'environnement, du maître d'ouvrage et des entreprises pendant la conduite du chantier de construction ;
- La définition d'un plan d'actions (moyens et procédures) pour limiter les impacts environnementaux et améliorer la performance environnementale du projet ;
- La formation et sensibilisation du personnel des entreprises ;
- Un programme de surveillance du milieu pour quantifier les impacts du projet sur le milieu et mettre en place, si nécessaire, les actions correctives et préventives.

Certains de ces éléments pourront être repris dans l'arrête préfectoral d'autorisation.

3.1.1.2 Plan d'assurance environnement (PAE)

Le Plan d'Assurance Environnement est établi pour l'ensemble des travaux à réaliser. Il est soumis au visa du Maître d'œuvre. Ce visa ne dégage en rien la responsabilité de l'Entrepreneur dans le respect de l'environnement au cours du chantier.

L'Entrepreneur exerce un contrôle interne au processus d'élaboration et de mise en œuvre du Plan d'Assurance environnement du chantier. Il a également obligation de mettre en place un contrôle externe.

En cas de non-conformité, l'Entrepreneur soumet à l'acceptation du Maître d'œuvre, qui exercera un contrôle extérieur, les mesures correctives qu'il propose d'appliquer, dûment visées par les contrôles interne et externe. Les éléments permettant de contrôler la mise en place des actions correctives devront être communiqués au Maître d'œuvre.

Afin de s'assurer de la prise en compte de l'environnement le plus en amont possible dans les procédures de consultation des entreprises, les cahiers des charges intégreront des clauses destinées à prendre en compte les problématiques environnementales et celles liées au cadre de vie pendant les opérations.

Chaque entreprise consultée justifiera en particulier de ses méthodes de travail, intégrant l'acheminement des matériaux, au regard de la réduction des nuisances sur l'environnement humain (bruit, trafic routier, risques d'accidents).

3.1.2 Mesures préventives afin de limiter les risques de pollution auprès des riverains

Activités des chantiers pouvant induire des nuisances pour les riverains	Actions envisagées pour supprimer ou réduire les rejets et les risques de pollution
Protection de la zone de baignade	Des mesures doivent prises afin de s'assurer de la protection des zones de baignade situées à proximité des zones de chantier
Conformité des engins des chantiers	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'entrepreneur utilisera du matériel conforme aux réglementations en vigueur dans le domaine du bruit et de sa prévention. ▪ L'entretien et la maintenance permettront de faire fonctionner les engins de façon conforme (capots d'insonorisation présents et fixés en place, silencieux en bon état, ...) ▪ Des outils particuliers, comme les marteaux piqueurs, seront choisis dans les gammes récentes des fabricants, afin de bénéficier des derniers développements. ▪ Les machines électriques seront préférées aux machines thermiques (compresseurs à air comprimé, ...) car elles sont moins bruyantes et moins polluantes. ▪ L'ensemble du personnel, et plus particulièrement les chauffeurs d'engins, seront régulièrement sensibilisés aux règles permettant de respecter l'environnement et le cadre de vie des riverains (arrêt des moteurs lors des pauses prolongées, ...). ▪ Les engins sont maintenus en bon état de fonctionnement et régulièrement entretenus. Ils répondent aux normes en vigueur et sont contrôlés régulièrement. Le titulaire demande à l'entreprise de lui fournir les contrôles des engins par les organismes agréés avant le commencement des travaux de chantier ; aucun ordre de service de démarrage des travaux n'est délivré sans ces documents à jour. ▪ Les opérations de nettoyage, d'entretien, de réparation, de ravitaillement des engins ainsi que le stockage des matériaux sont effectués à l'intérieur d'aires réservées qui ne pourra pas générer des pollutions du milieu marin.
Respects des horaires de travail compatibles avec le cadre de vie des riverains	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Concernant les horaires des travaux bruyants, l'Entrepreneur respectera les horaires adoptés. ▪ En cas de nécessité (contraintes techniques, achèvement d'un bétonnage, ...), une dérogation sera demandée. Les phases de travaux bruyants seront communiquées auprès des riverains, au moins une semaine avant leur réalisation.
Contrôle des émissions sonores pendant le chantier	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Afin de s'assurer que les niveaux sonores autorisés ne sont pas dépassés et que les mesures d'atténuation sont efficaces, un contrôle des niveaux sonores sera réalisé tout au long des travaux. ▪ Les niveaux sonores seront contrôlés sur plusieurs points à déterminer. ▪ La fréquence des mesures sera hebdomadaire

<p>Réduire la production à la source</p>	<p>La réduction de la production de déchets à la source visera :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Une utilisation optimale des matériaux et produits, ▪ La réduction des emballages ▪ Un choix judicieux des produits pour réduire les déchets dangereux ▪ Une attention particulière sera portée aux achats de consommables, afin qu'aucun gaspillage de matériaux soit fait. Si des stocks de matériaux sont excédentaires, ils seront renvoyés aux fournisseurs. En concertation avec les fournisseurs, le réemploi des modes de conditionnement sera favorisé (exemple : palette, bigbags).
<p>Pratique du tri sélectif</p>	<p>Pour valoriser les différents types de déchets, l'entrepreneur mettra en place sur le chantier, des bennes et réceptacles seront clairement identifiés :</p> <p>Benne à déchets industriels banals (DIB) plastiques,</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Benne à DIB non recyclable, ▪ Benne à bois, ▪ Benne à ferrailles, ▪ Bac à aérosols (DIS) ▪ Bac à déchets souillés (DIS) ▪ Fût pour les huiles usagées. <p>Les déchets compactables tels que les plastiques, les papiers cartons et les autres déchets industriels banals pourront être compactés afin de réduire les volumes de déchets de 20 %.</p>
<p>Organisation du stockage et de la collecte</p>	<p>Avant enlèvement des déchets, le stockage sera organisé dans de bonnes conditions réduisant tout risque de pollution. Un plan de localisation du lieu de stockage des déchets sera établi.</p>
<p>Traçabilité des déchets</p>	<p>Les traçabilités des déchets sera assurée par les entreprises qui tiendront un registre complété au fur et à mesure de l'avancement du chantier et ceci conformément à la réglementation. Ce registre comportera les informations suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Nature du déchet ▪ Quantité évacuée ▪ Filière d'élimination ▪ Type de document émis pour la traçabilité <p>La traçabilité des déchets reposera sur un bordereau de suivi de déchets pour l'ensemble des déchets. Avant toute signature d'un contrat avec un prestataire éliminateur ou collecteur de déchets, l'entrepreneur producteur demandera à ses prestataires les documents justificatifs de leur conformité avec la réglementation. Tout stockage ou déversement d'eaux usées, de boues, d'hydrocarbures et de polluants de toutes natures (solide ou liquide) dans le bassin ou sur le sol, sera strictement interdit.</p> <p>En cas de pollution accidentelle (déversement de gasoil et/ou d'huile dans l'eau), des dispositifs spécifiques seront mis en œuvre (barrages et boudins absorbants). Les eaux polluées sont récupérées et évacuées du chantier vers une destination conforme à la réglementation en vigueur.</p> <p>Les produits polluants seront manipulés sur des bacs de récupération étanches.</p>

Valorisation des déchets

Dès lors que les filières existent, les entreprises veilleront à favoriser une valorisation maximale des déchets produits par réemploi, recyclage, régénération et incinération avec récupération d'énergie

Sécurité du chantier au plan nautique

Le bénéficiaire établira un plan de chantier visant le cas échéant à moduler dans le temps et dans l'espace l'activité en fonction :

- Des conditions hydrodynamiques, hydrauliques et/ou météorologiques ;
- De la sensibilité de l'écosystème et des risques de perturbation de son fonctionnement.

Mesures à prendre en cas d'avis de tempêtes

L'entrepreneur connaîtra à chaque instant les prévisions météorologiques. En cas de tempêtes il prendra ses dispositions pour prévenir les effets des tempêtes sur son matériel.

3.1.3 Mesures préventives afin de limiter les risques de pollution du milieu marin

Activités du chantier pouvant induire la destruction d'espèces ou d'habitats naturels	Mesures de sécurité à prendre
Blocs d'enrochement Ecopodes	Mise en place soigneuse des blocs à l'aide d'un grutier et de DGPS permettant d'éviter l'écrasement ou le recouvrement d'habitats pour la biodiversité La nature des matériaux utilisés et leurs conditions d'emploi ne sont pas à l'origine de contamination du milieu
Souilles	Un écran de protection sera utilisé. Un châssis articulé sera fixé à la barge recevant la pelle hydraulique
Conformité de la zone de stockage et de travaux terrestre	Les travaux seront conduits selon les procédures et techniques évitant la dispersion de particules fines notamment dans la zone de stockage au niveau terrestre. Toutes les mesures seront prises pour la collecte, le tri et l'évacuation et le traitement des sous-produits solides et liquides générés par le chantier. Des moyens sont mis en place pour le recueil, le traitement et l'évacuation des eaux de lavages, des eaux issues de la fabrication de bétons, des huiles usées et des hydrocarbures.
Ancrage barge	La localisation et le système des ancrages de la barge sera soumis à validation de la DDTM et de la DREAL

3.1.3.1 Rideau Anti-MES

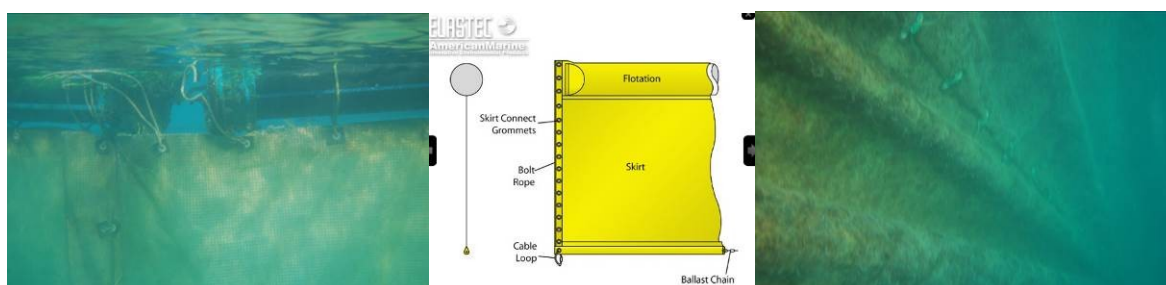
Pour réduire au maximum la turbidité, les blocs constituant la digue seront exempts de particules de terres par le biais de lessivage. Ce lessivage pourra être effectué sur des sites de carrière ou si les blocs sont fabriqués sur le chantier ces eaux seront traitées. Toutes les mesures seront prises pour la collecte et l'évacuation des eaux de lavages, des eaux issues de la fabrication de bétons, des huiles usées et des hydrocarbures seront-elles collectées et dirigées vers une filière de traitement spécifique, feront l'objet d'un BSDD et dirigées vers un UIDD.

Concernant les posidonies : le chantier doit générer une turbidité très limitée, et les travaux pourraient être réalisés en milieu ouvert afin de ne pas confiner les herbiers à proximité de la digue et risquer leur dégradation par le dépôt sédimentaire. Il est en effet possible que la mise en place d'un rideau antiparticules soit plus préjudiciable par un tel confinement et également de par les systèmes d'ancrages et le rideau lui-même. Toutefois, le financement d'un rideau antiparticules sera prévu **et le Maître d'ouvrage se référera aux directives de l'Arrêté Préfectoral quant au dispositif et à la procédure de contrôle et de gestion de ce dernier.**

Les caractéristiques du rideau envisagé sont les suivantes :

- Une ligne continue de flotteurs permettant d'éviter aux macro-déchets et aux éventuelles nappes d'hydrocarbures de quitter la zone de chantier ;
- Une membrane en géotextile stoppant la progression des matériaux fins en suspension ; cette membrane géotextile est généralement lestée en pied par une chaîne.
-

Les écrans devront être positionnés avec soin après visite préalable de plongeurs-scaphandriers pour déterminer leur emplacement par rapport aux espèces protégées notamment pour éviter au maximum une érosion des posidonies.



Photographie 28- Rideau anti-MES, vue du flotteur © P2A, schéma de principe © Elastec, et vue de la jupe © P2A

En ce qui concerne la maintenance, **le bon état du système sera vérifié périodiquement (ancrage, état de la jupe et des flotteurs, liaison entre chaque élément de la jupe) afin d'éviter des flux trop importants hors de l'enceinte du chantier.** Un contrôle visuel sera réalisé en continu permettant de s'assurer que les particules ne se diffusent pas hors de la zone de chantier. De plus, des mesures quotidiennes au disque de Secchi seront réalisées à proximité de la zone de chantier par l'entreprise chaque jour avant le démarrage des travaux, et une heure après le démarrage des travaux, puis quatre heures après. En cas de dépassement de plus de 50% de la valeur initiale sur une durée de plus de 4 heures, un arrêt provisoire de chantier aura lieu jusqu'au rétablissement des conditions de travail dans l'attente de la détermination de l'origine du phénomène. L'ensemble des levés seront consignés sur le journal de chantier.

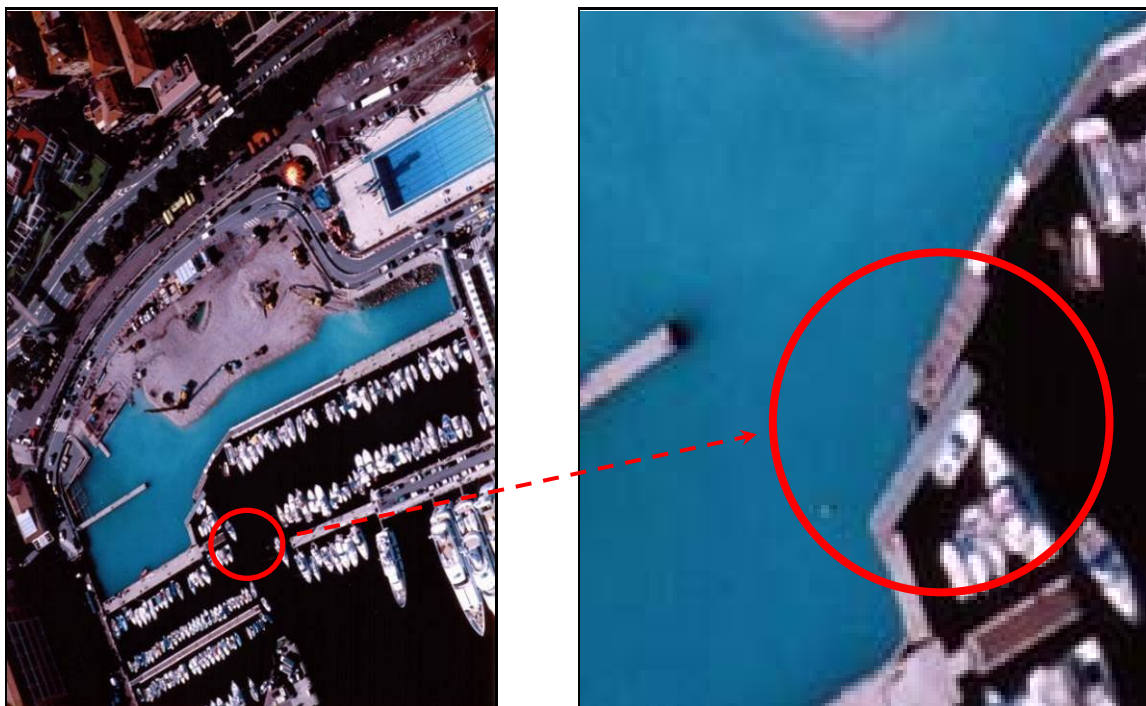
Budget prévisionnel du rideau anti-MES	P.U.H.T. euros/m	Longueur	Coût total	Maintenance
Le dispositif sera déplacé à chaque tronçon de travaux	260 euros	150 m	39 000 euros	Selon l'usure, il est prévu de changer trois fois la membrane
Total				117 000 euros

3.1.3.2 Modalités de suivi de la turbidité par l'entreprise lors des travaux

Le suivi de la turbidité sera mis en place quotidiennement avant le démarrage des travaux et tout au long du chantier. La turbidité sera mesurée au fond de l'eau, zone où les herbiers sont présents et donc susceptibles d'être impactés :

- **Avant le démarrage des travaux**, il sera effectué en début de journée un constat visuel du plan d'eau, reporté sur registre avec photographies et mesures de la turbidité au fond de l'eau, grâce à un turbidimètre sur bouée enregistreuse après calibrage de celui-ci (valeur comprise a priori entre 5 NTU eau claire à 30 NTU⁶ eau légèrement trouble, celle-ci devenant la valeur de référence). Le suivi de la turbidité sera assuré en continu pendant toute la durée des travaux et les données seront enregistrées et consignées à disposition de la DDTM.
- **Pendant les travaux**, un contrôle visuel journalier du plan d'eau le long de l'ouvrage sera effectué par l'entreprise ; une mesure complémentaire sera effectuée au turbidimètre. Si cette mesure dépasse de 50% la valeur de référence durant plus de 4 heures, le chantier sera provisoirement arrêté. Les travaux pourront reprendre dès que la valeur de référence sera de nouveau atteinte. Un ensemble de 4 pièges à particules (2 en zone d'impacts indirects à moins de 30 mètres de chacune des 2 zones de travaux) et 2 autres en zone témoin non impactée sera mis en œuvre.

⁶ NTU : Nephelometric Turbidity Unit



Photographie 29 - Exemple de confinement des fines (zone bleue) par la mise en place d'un géotextile (Réhabilitation du port de Monaco, 2002-2003)

Le dispositif de contrôle de la turbidité dans la zone de travaux (confinée ou pas par un rideau anti-MES selon les directives de la Préfecture) sera activé en continu et muni d'un système d'alarme de dépassement de seuil de 50% de la turbidité ambiante avant travaux. Il devra être audible par le responsable du chantier ou de toute personne en capacité d'arrêter immédiatement les travaux.

Les valeurs de turbidités seront enregistrées par tranches de 15 minutes a minima, sauvegardées et transmises à la DDTM toutes les semaines.

	Unité	Durée enregistrement	Total euros TTC
Installation/repli par bouée enregistreuse	7500		7500
Enregistrement, récupération et traitement des données d'un turbidimètre.	450 euros/sem.	80 semaines de travaux	36 000
Total TTC			52 000

3.1.3.3 Mode envisagé d'ancrage si besoin d'une mise en œuvre par voie maritime

La protection contre les ancrages des engins de travaux maritimes sera réalisée en balisant préalablement les points d'ancrages possibles qui seront exempts de posidonies et de cymodocées. Le ponton-barge accueillera une grue permettant le chargement des blocs et leur pose en eau.

Cette dernière ne sera pas fixée directement dans les herbiers. Cette barge sera fixée par des câbles à la fois au niveau de la digue et au large dans des trouées sableuses. Lorsque les câbles traverseront les zones d'herbiers, des flotteurs seront mis en place afin de garder une tension et éviter le frottement de ces derniers sur l'herbier.

Les dispositions d'amarrage du ponton seront déterminées sur la base de la bathymétrie, la nature du fond et de la présence d'herbières de posidonie. Les types et points d'ancrage seront définis en fonction de la taille et des caractéristiques (taille, poids, prise au vent...) de l'embarcation utilisée pour les travaux. Sous l'eau, les parties rocheuses pourront être équipées de scellements par des plongeurs tandis que des ancres à vis ou coffres pourront être temporairement implantés dans les zones sableuses. La dépose sera réalisée par levage pour les corps-morts et par jetting pour les ancres à vis.

Les lignes d'amarrage seront munies de flotteurs de sub-surface pour empêcher le frottement des chaînes sur le fond. L'ensemble de ce dispositif sera intégralement retiré en fin de chantier. **La localisation des ancrages et le détail du système complet seront soumis au préalable à la validation de la DDTM et de la DREAL.**

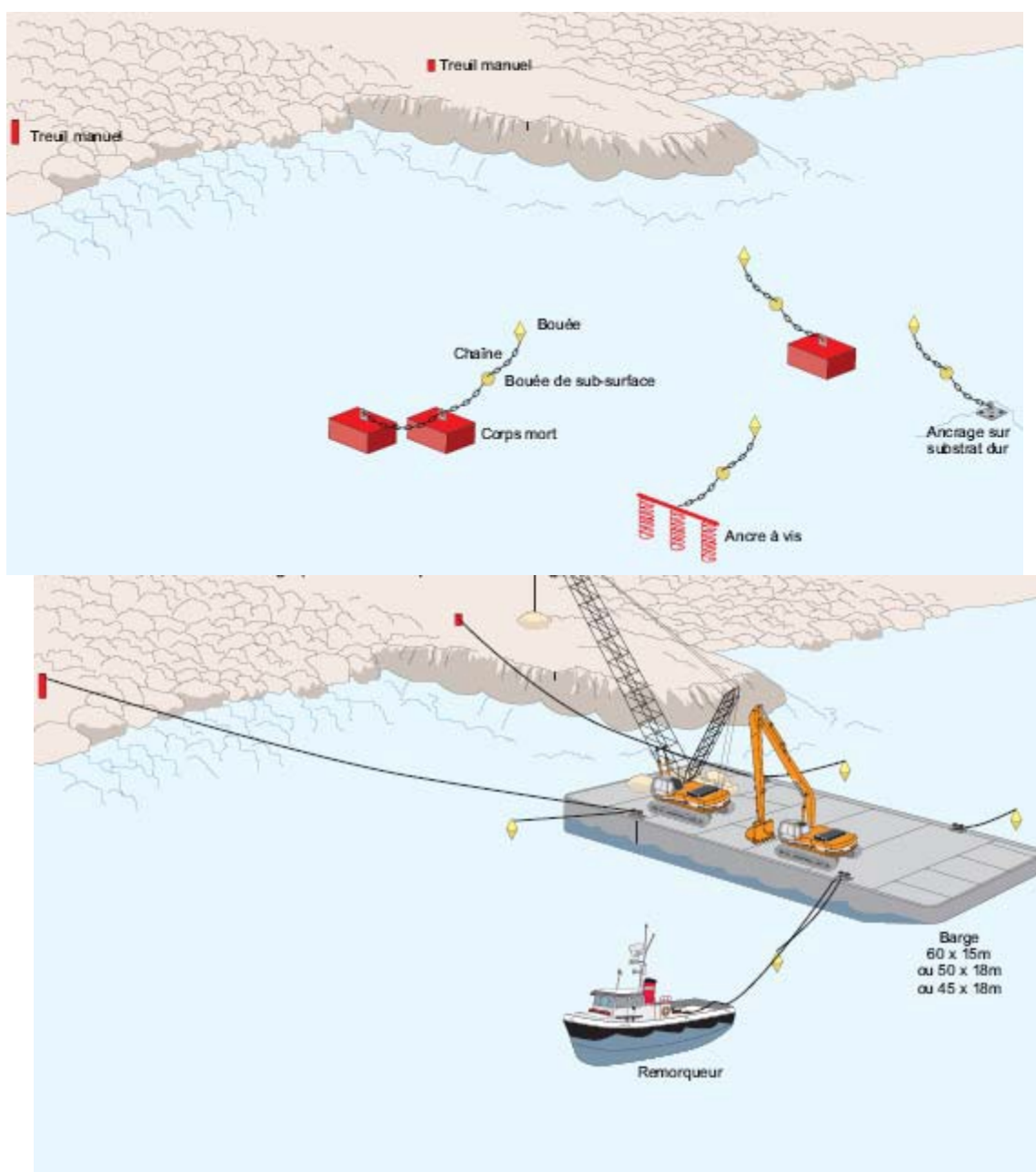


Figure 25 : Illustration des différents dispositifs d'amarrage du ponton-barge (source SAFEGE, 2009)

3.1.3.4 Pollution accidentelle et méthode d'élimination des produits toxiques

En cas de pollution accidentelle par hydrocarbure gazeux et autre produit toxique un barrage léger antipollution sera utilisé. Puis le polluant sera récupéré à l'aide de plusieurs méthodes selon sa contenance (utilisation de chaîne de récupération pompe cuves ou d'une barge récupératrice, utilisation de barrage absorbant...) selon les prescriptions des différents plans de gestion des risques.

3.2 Propositions de mesures compensatoires

Les mesures de **compensation doivent permettre de garantir le maintien à long terme de l'état de conservation favorable des herbiers de posidonie et des nacres**. La Côte-d'Azur, de par son cadre de vie, son patrimoine, sa vie locale et les fonds marins exceptionnels qu'elle abrite, est une région touristique réputée internationalement. De ce fait beaucoup d'activités tournées vers la mer sont pratiquées. Avec 16 ports en périphérie des Îles de Lérins et la disposition de 9000 places pour les unités de longueurs très diverses, la fréquentation par la petite et la grande plaisance est très élevée surtout en période estivale.

Le mouillage des embarcations, et notamment de plaisance dans cette région très touristique, sont source de nombreuses dégradations de l'herbier de posidonie en raison du « labourage » par les ancres et le ragage des chaînes des navires.

Un certain nombre d'études ont démontré que ces dommages sont dus principalement aux ancres et à la pêche aux arts trainants comme le gangui dans la région de Port-Cros (Ganteaume *et al.*, 2005). Le gangui n'est pas pratiqué à Cannes et les méthodes de pêches sont essentiellement la pêche aux palangres et aux filets fixes qui n'abiment pas l'herbier de posidonie. Le mouillage des navires, constitue donc la principale menace de destruction mécanique des herbiers (et des grandes nacres) dans la zone de Cannes, notamment lors des périodes de forte concentrations (printemps et été).

Déjà des efforts de régulation ont été entrepris autour des îles de Lérins par la Ville de Cannes notamment.

L'action principale de compensation qui est proposée consiste donc à créer de nouvelles zones de protection de la posidonie et des grandes nacres par l'interdiction du mouillage des navires.

3.2.1 **État Actuel des interdictions de mouillage**

Dans la zone de projet, il existe en particulier 2 zones d'interdiction de mouillage sur l'herbier au droit de la digue :

- L'arrêté n°46/2007 du 10 septembre 2007 centré sur l'héliport et limité par les radiales 140° et 250°, qui n'autorise ni la navigation ni le mouillage dans une zone définie par un arc de cercle de 150 m, et qui interdit le mouillage dans un rayon de 300 m °,
- L'arrêté préfectoral n°107/2014 qui interdit le mouillage pendant la saison estivale en rade de Cannes jusqu'à la jetée Laubeuf.
- L'Arrêté préfectoral n°104/2009, qui réglemente une zone de mouillage des navires de plus de 80 mètres ; cette zone dite « Ouest » est gérée par un service de pilotage.

Réglementations actuelles du mouillage dans la rade de Cannes



Légende

arrêté 462007	Détritique côtier à rhodolithes	Herbier à Posidonia oceanica sur matre	Roche à coralligène
arrêté 1042009	Enrochement	Herbier à Posidonia oceanica sur roche	Vase
arrêté 1072014	Fonds meubles de l'infralittoral	Matre morte	mer
Biocénoses			
Détritique côtier	Galets et petits blocs à algues photophiles	Herbier à Cymodocea nodosa	Roche à algues photophiles

Carte réalisée par P2A Développement
Date: 26/02/2015; Source des données:
arretes 462007; 1042009; 1072014. Habitats
naturels marins : Andromède océanologie
(2008)

Figure 26 : Carte de l'état actuel de la réglementation du mouillage à proximité de la zone de projet et concernant les herbiers de posidonie et la population de grandes naces de Méditerranée (source P2A Développement)

3.2.2 Mesures n°1 : Création d'une zone de protection au droit des digues

Dans le cadre du dossier de demande de dérogation CNPN, la première mesure compensatoire consiste en la mise en protection de la quasi-totalité de l'herbier posidonie présent au droit de la digue en projet sur une superficie globale de 14 hectares englobant la zone déjà réglementée de l'hélistation (Arrêté Préfectoral n°46/2007). Ce dernier arrêté est actuellement antinomique du fait qu'il n'autorise pas le mouillage dans une zone de mouillage autorisée.

Cette nouvelle configuration permet une meilleure compréhension du zonage par les usagers pour une meilleure efficacité.

En termes de plus-value nette, cette extension met en protection une surface d'herbier de 73.377m² d'herbier et pérennise la surface d'herbier protégé dans la zone de hélistation de 6,7 ha.

Il sera donc proposé aux Autorités Maritimes de mettre cette zone de 14 ha en interdiction de mouillage permanent.

	AVANT	Grâce au dossier CNPN	TOTAL
	Zone d'herbiers protégée à l'année	Zone d'herbiers protégée à l'année	Zone d'herbiers protégée à l'année
	hectares	hectares	hectares
Mesure n°1			
Zone hélistation	6,7		
Extension		7,3	
Sous total de la mesure n°1			14

Herbier protégé par la mesure compensatoire 1.

P2A
DEVELOPPEMENT

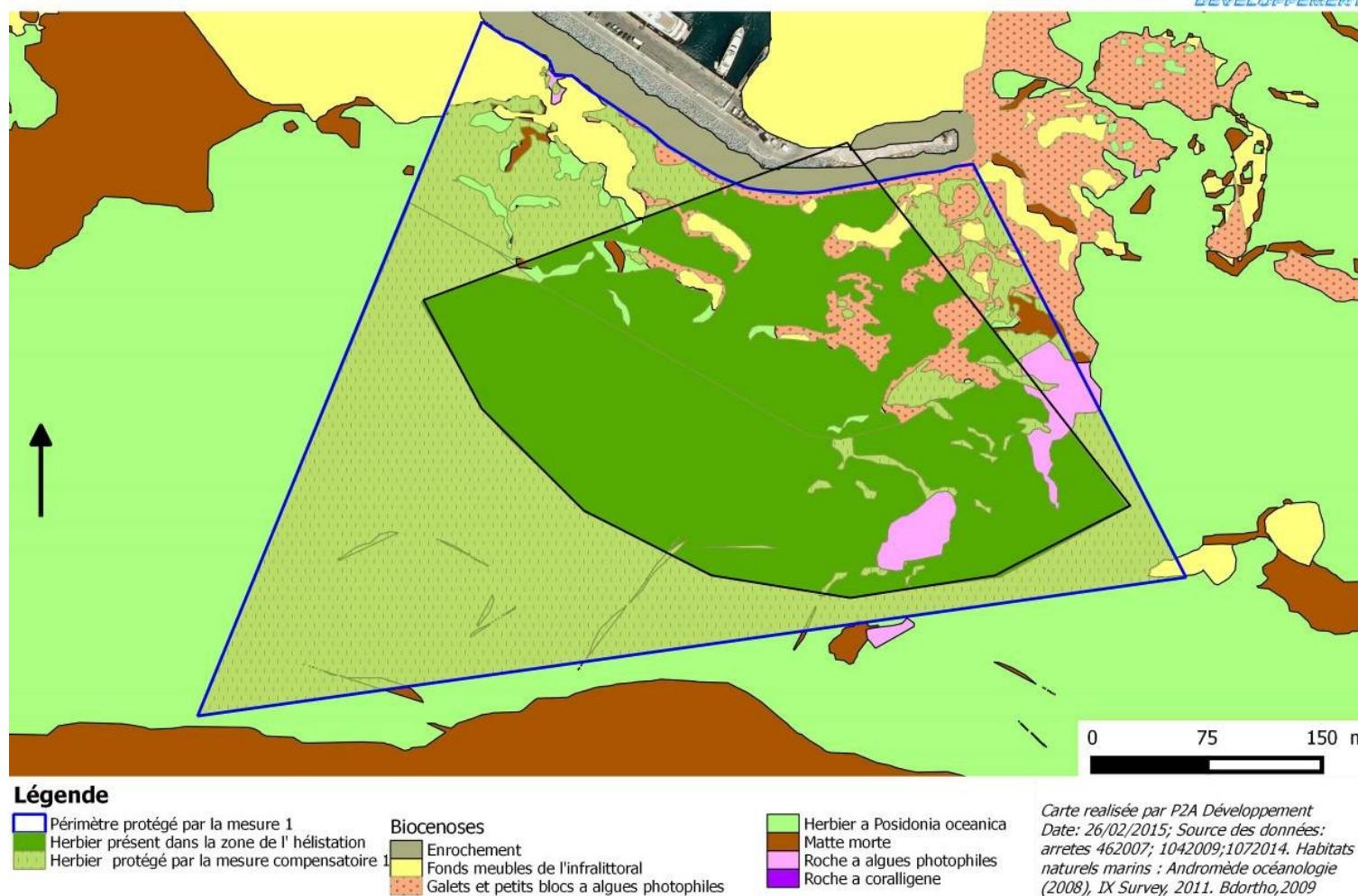


Figure 27 : Mise en protection de la zone d'interdiction de mouillage au droit de la digue du Vieux-Port de Cannes (source P2A Développement)

3.2.3 Mesure n°2 : Pérennisation de l'interdiction de mouillage réglementée par l'arrêté 107/2014

L'Arrêté n° 107/2014 interdit le mouillage en période estivale (du 1^{er} mai au 30 septembre) le long du littoral du Boulevard du Midi dans la Rade de Cannes sur une surface d'environ 319 ha de posidonies (en vert sur la carte ci-après).

Pour compléter le dispositif de protection de l'herbier et sur la population de nacres qu'il abrite, il sera proposé aux Autorités Maritimes de mettre **cette zone en interdiction de mouillage permanent**.

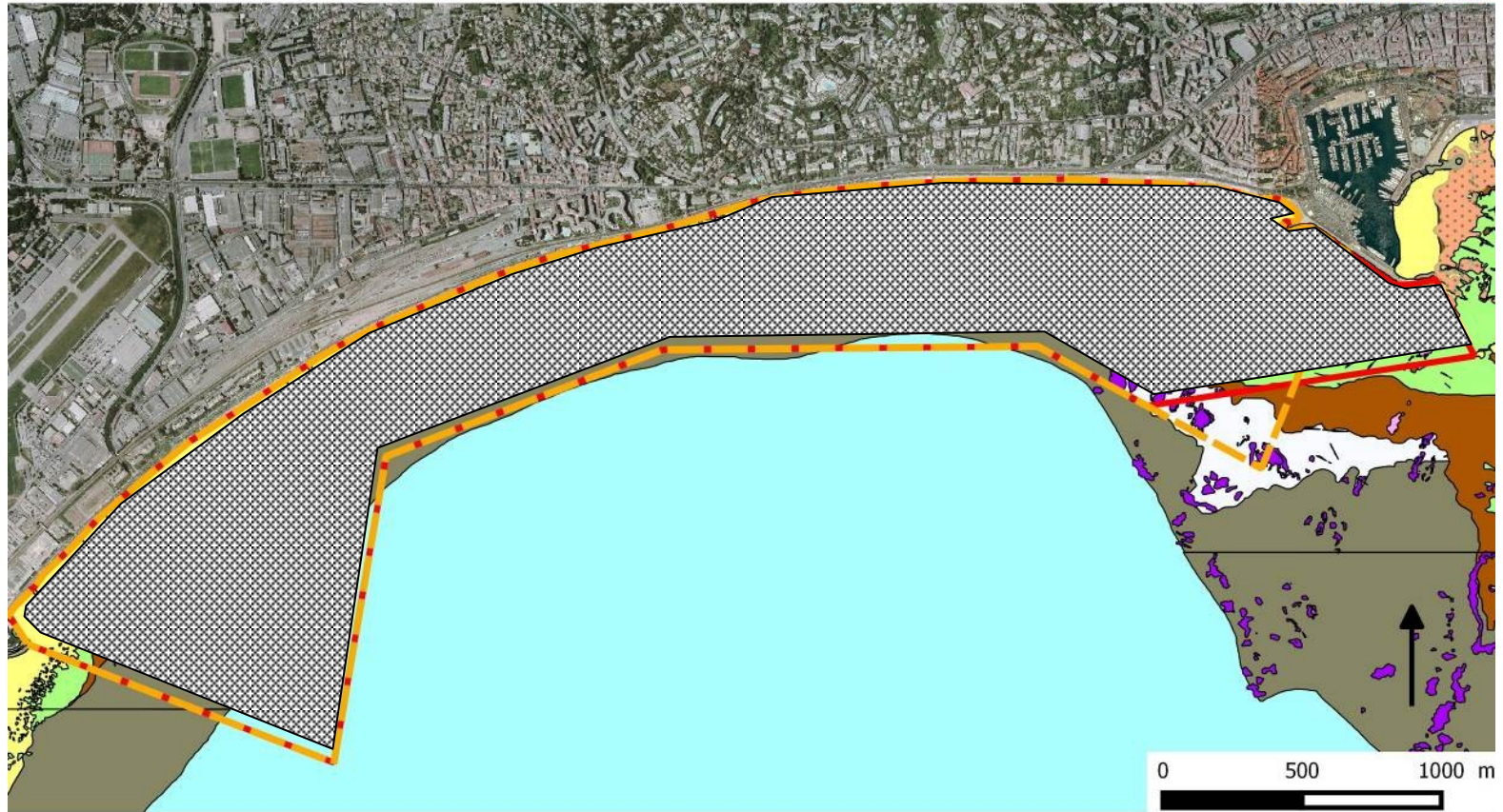
NB : La configuration initiale a été légèrement modifiée en exduant en particulier un triangle au large dépourvu d'herbier et en englobant la zone de mesure compensatoire n°1 pour faciliter la mise en œuvre des délimitations physiques.

	AVANT	AVANT	Grâce au dossier CNPN	TOTAL
	Zone d'herbiers protégée du 1/05 au 30/09	Zone d'herbiers protégée à l'année	Zone d'herbiers protégée à l'année	Zone d'herbiers protégée à l'année
	Hectares	hectares	hectares	hectares
Mesure n°2				
Arrêté 107/2014	319			
Intégration de la mesure n°1			14	
Nouvel Arrêté issu de la permanence de l'interdiction			319	
Sous total des mesures n°1 et 2				333

Surface d'herbier protégée par la mesure compensatoire n°1 et 2 = 333 hectares à l'année

Figure 28 : Pérennisation de la zone de mouillage réglementée de l'Arrêté 107/2014 Rade de Cannes (source P2A Développement)

Herbier protégé par la mesure compensatoire 2 qui intègre la mesure compensatoire 1



Légende

- | | | |
|--|---|--|
| Périmètre de l'arrêté 1072014 | Détritique cotier à rhodolithes | Herbier à Posidonia oceanica sur roche |
| Proposition du nouveau périmètre de l'arrêté 1072014 | Enrochement | Matte morte |
| Biocénoses | Fonds meubles de l'infralittoral | Roche à algues photophiles |
| Détritique cotier | Galets et petits blocs à algues photophiles | Roche à coralligène |
| | Herbier à Posidonia oceanica sur matie | Vase |

Carte réalisée par P2A Développement
 Date: 26/02/2015; Source des données: arrêtés 462007; 1042009; 1072014. Habitats naturels marins : Andromède océanologie (2008), IX Survey, 2011. Bdortho, 2009

3.2.4 Mesure n°3 : Modification de la zone de mouillage réglementée par l'arrêté 104/2009

Comme il l'a été mentionné, une zone de mouillage des navires de plus de 80 m gérée par le service du pilotage existe au droit de la zone de projet, face à la Baie de Cannes. Cette zone est nommée « zone Ouest » dans l'Arrêté Préfectoral n°104/2009.

La configuration bathymétrique particulière de la Baie de Cannes mais également des Alpes-Maritimes, montre que la profondeur augmente de façon très importante et très rapidement à très peu de distance du rivage. Ceci explique que cette zone soit très rapprochée du littoral et puisse impacter les zones d'herbiers notamment avec des navires de cette taille.

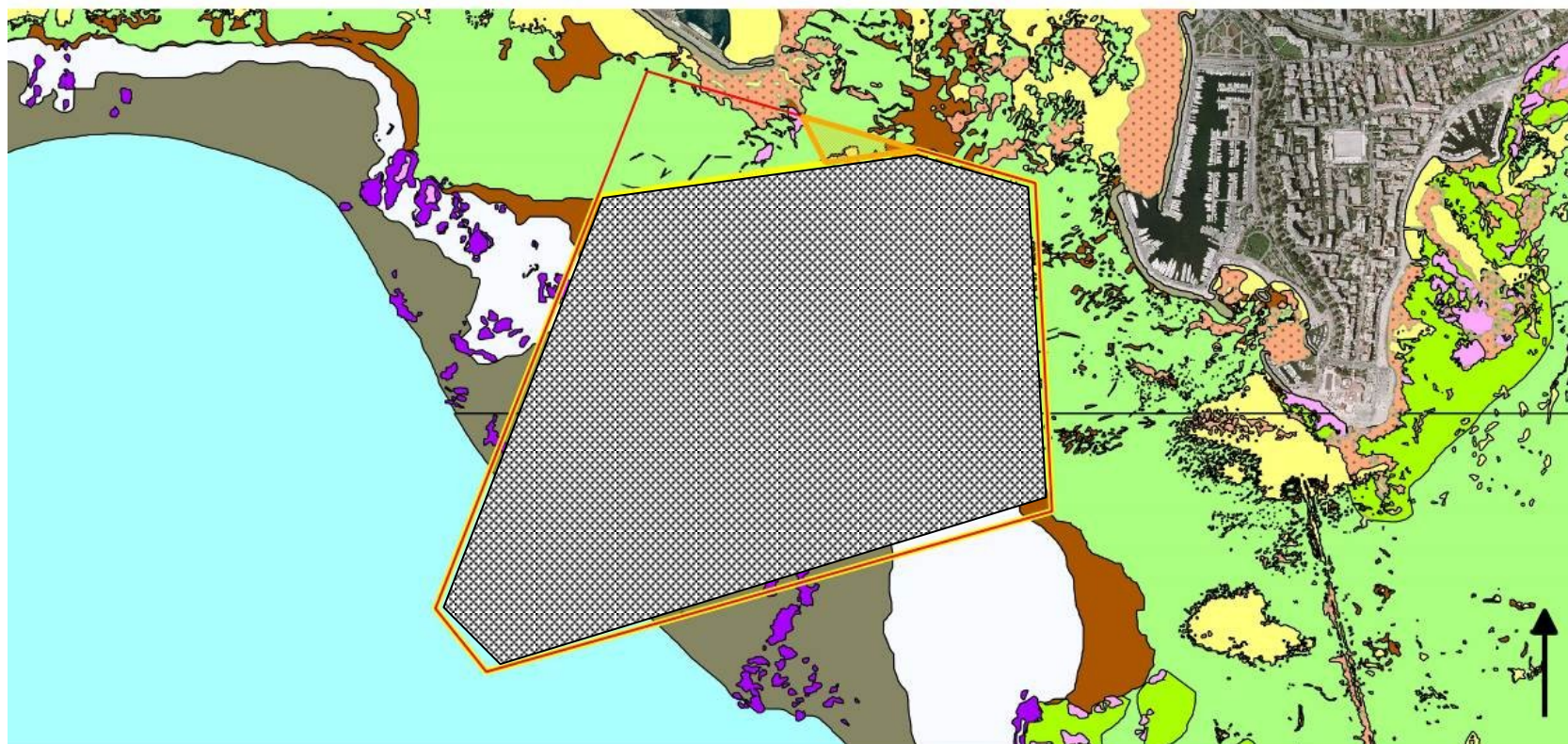
La mesure compensatoire n°3 consiste à redessiner le périmètre de cette zone de mouillage pour les navires de plus de 80 m de manière à ce que :

- Ce zonage ne chevauche plus les zones réglementées d'interdiction de mouillage de la mesure compensatoire n° 2 et de l'Arrêté Préfectoral n°46/2007 de l'hélistation. La nouvelle limite jouxterait les limites de pérennisation de l'interdiction de mouillage réglementée par l'arrêté 107/2014.
- Qu'un triangle de 1,8 ha ne soit plus inclus dans le périmètre et donc soustrait aux mouillages des gros navires.

Il sera donc proposé aux Autorités Maritimes de procéder à la modification du périmètre de la zone de mouillage Ouest selon le schéma de principe ci après.

Figure 29 : Modification de la zone de mouillage Ouest pour les navires de plus de 80 m (source P2A Développement)

Modification de la zone de mouillage des bateaux de plus de 80 m. Mesure compensatoire 3.



Légende

- Proposition du périmètre mesure compensatoire 3
- Protection du mouillage des bateaux de plus de 80 m (1.8 ha)
- Périmètre de l'arrêté 1042009

Biocénoses

- Détritique cotier

- Détritique cotier à rhodolithes
- Enrochement
- Fonds meubles de l'infralittoral
- Galets et petits blocs algues photophiles
- Herbier à Posidonia oceanica
- Herbier à Posidonia oceanica sur mat

- Herbier à Posidonia oceanica sur roche
- Matte morte
- Roche à algues photophiles
- Roche à coralligène
- Vase
- mer

Carte réalisée par P2A Développement
Date: 26/02/2015; Source des données: arrêtes 462007; 1042009; 1072014. Habitats naturels marins : Andromède océanologie (2008), IX Survey, 2011. Bdortho, 2009

0 500 1000 m



Avant

Plan des mesures 1, 2, 3 qui seront mises en place sur la zone
Mesures compensatoires 1,2,3



Légende

- Périmètre de la mesure 1
- Périmètre de la mesure 2
- Périmètre de la mesure 3
- Protection du mouillage des bateaux de plus de 80m

Biocénoses

- Détritique cotier

- Détritique cotier à rhodolithes
- Enrochement
- Fonds meubles de l'infralittoral
- Galets et petits blocs à algues photophiles
- Herbier à Cymodocea nodosa
- Herbier à Posidonia oceanica sur matre
- Herbier à Posidonia oceanica sur roche

- Matre morte
- Roche à algues photophiles
- Roche à coralligène
- Vase



Carte réalisée par P2A Développement
Date: 26/02/2015; Source des données: arretes 462007;
1042009;1072014. Habitats naturels marins :
Andromède océanologie (2008), IX Survey, 2011.
Bdortho,2009

3.3 Mesures d'accompagnement

3.3.1 Création d'une Zone de Mouillage d'Équipements Légers (ZMEL) à Sainte-Anne/île Sainte-Marguerite

3.3.1.1 Présentation et objectifs

Une zone sans mouillage sur ancre préserve les herbiers de posidonie et les nacres. En effet, des concentrations excessives de bateaux pratiquant le mouillage forain constituent une atteinte grave à cet écosystème. Les ancres radent le fond arrachant les rhizomes des herbiers, provoque une diminution de la densité et de la couverture foliaire des herbiers, détruit l'habitat naturel des nacres. La plaisance nautique est considérée comme une des principaux facteurs de perturbation pour les communautés biologiques, du fait de l'impact mécanique des ancrages. De plus une étude menée en Corse en 2007 a montré l'effet négatif des ancrages des bateaux de plaisance sur les grandes nacres (40 % du peuplement de nacres étudié sur un site de la Réserve de Bonifacio avait disparu à cause des ancrages - Cancemi *et al.*, 2007).

La mise en place de systèmes d'ancrage écologique semble une solution adaptée pour préserver les herbiers et les nacres. La zone marine de la baie de Cannes est soumise à une forte fréquentation plaisancière et de nombreuses zones de mouillages forains existent.

Ainsi pour préserver ce biotope, la mise en place de mouillages légers, adaptés à la préservation des herbiers et des nacres, est proposée sur une surface de 14 ha environ au Nord de l'île Sainte Marguerite, à Sainte Anne.

3.3.1.2 Cadre réglementaire

Code de l'urbanisme (loi du littoral)

La mise en place de ZMEL est soumise à l'article **28 de la loi n°86-2 du 3 janvier 1986** relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral.

Ce texte est aujourd'hui codifié aux articles L 2124-5 et L 2124-14 du code général de la propriété des personnes publiques et aux articles L 341-9 à L 341-13 du code du tourisme, selon les modifications détaillées ci-dessous :

Modification de l'article 28

(Devenu l'article L. 2124-5 du code général de la propriété des personnes publiques – Partie législative)

Des autorisations d'occupation temporaire du domaine public peuvent être accordées à des personnes publiques ou privées pour l'aménagement, l'organisation et la gestion de zones de mouillages et d'équipement léger lorsque les travaux et équipement réalisés ne sont pas de nature à entraîner l'affectation irréversible du site. Ces autorisations sont accordées par priorité aux communes ou groupements de communes ou après leur avis si elles renoncent à leur priorité.

(Devenu l'article L. 341-9 du code du tourisme- Partie législative)

Le bénéficiaire d'une telle autorisation peut être habilité à percevoir des usagers une redevance pour services rendus.

(Devenu l'article L. 341-13 du code du tourisme – Partie législative)

Les conditions d'application du présent article sont fixées par décret en Conseil d'État. Ce décret définit notamment les règles générales de la police et de l'exploitation de ces mouillages.

(Devenu l'article L. 341-10 du code du tourisme-Partie législative)

Les infractions à la police du mouillage sont constatées par les officiers et agents de police judiciaire et par les fonctionnaires et agents de l'État habilités à constater les infractions à la police des ports maritimes, à la police de la navigation et à la police de la conservation du domaine public maritime et fluvial. Elle peuvent également, lorsque le bénéficiaire de l'autorisation est une collectivité territoriale, être constatées par des fonctionnaires et agents de ces collectivités, assermentés et commissionnés à cet effet par le président du conseil régional, le président du conseil départemental ou le maire, selon le cas.

(Devenu l'article L. 2124-14 du code général de la propriété des personnes publiques – Partie législative)

Les dispositions prévues aux alinéas ci-dessus s'appliquent aux mouillages et équipements légers réalisés sur le domaine public fluvial même lorsqu'il n'est pas situé dans les communes définies par l'article 2 de la présente loi. Sur le domaine public fluvial, le pouvoir de délivrer ces autorisations peut être délégué par l'autorité compétente, dans les conditions déterminées par celles-ci, à une autorité organisatrice ayant vocation à développer la plaisance fluviale dans un bassin de navigation.

(Devenu l'article L. 341-12 du code du tourisme – Partie législative)

Les droits de ports et autres redevances perçus dans les ports de plaisance peuvent être affectés à l'aménagement et à l'exploitation de mouillages ou d'équipements isolés pour l'accueil et l'exercice de la navigation de plaisance dans le cadre de leur bassin de navigation de plaisance.

La mise en place de ZMEL doit également respecter les articles L 146-6 et R 146-1 concernant les règles d'aménagement et d'urbanisme, pour les dispositions particulières au littoral.

Code général de la propriété des personnes publiques

Articles L 2124-5 et L 2124-14 (provenant de la loi littoral) et les textes d'application R.2124-39 à R 2124-56 – partie réglementaire, deuxième partie, livre 1er, titre II, chapitre IV, Section 1, Sous-section 3 : Autorisations d'occupation temporaire (AOT) concernant les zones de mouillages et d'équipements légers sur le domaine public maritime – créés par le **décret n°2011-1612 du 22 novembre 2011** (qui abroge du même coup le décret d'application n°91-110 du 22 octobre 1991).

- Article R2124-41 : Faire une demande d'autorisation, adressée au préfet.
- Article R2124-43 : Demande d'autorisation instruite sous l'autorité du préfet par le chef du service déconcentré chargé des affaires maritimes, en liaison avec le préfet maritime ou le délégué du Gouvernement pour l'action de l'État en mer et soumise pour avis aux services et organismes intéressés, et notamment :
 - 1° A la commission départementale de la nature, des paysages et des sites ;
 - 2° A la commission nautique locale prévue par le décret n° 86-606 du 14 mars 1986 relatif aux commissions nautiques ;
 - 3° A l'organe délibérant des communes ou du groupement de communes compétent dans le ressort desquels se trouve le site objet de la demande, lorsque ceux-ci ont renoncé à leur droit de priorité ;
 - 4° Au directeur départemental des finances publiques. Le directeur départemental des finances publiques fixe en outre le montant de la redevance domaniale.
- Article R2124-44: Dans le cas où l'autorisation demandée entraîne un changement substantiel dans l'utilisation du domaine public maritime, le dossier est soumis par le préfet à une enquête publique selon les modalités prévues aux articles R. 123-1 à R. 123-23 du code de l'environnement.

Code du tourisme

✚ Articles L 341-9 à L 341-13 (provenant de la loi littoral) et ses textes d'application D.341-2, R.341-4 et R.341-5, partie réglementaire, Livre III, Titre IV, chapitre 1er, Section 2 : Ports de plaisance et zones de mouillages, créé par le décret n° 2011-1612 du 22 novembre 2011

Code de l'environnement

✚ Articles L .214-1 à 6 du Code de l'Environnement (Ancienne loi sur l'eau)

Selon la rubrique 4.1.2.0. de l'article R. 214-1, pour les « Travaux d'aménagement portuaires et autres ouvrages réalisés en contact avec le milieu marin et ayant une incidence directe sur ce milieu » :

- Si le montant total des travaux est supérieur à 1.900.000 € TTC, **le projet est soumis à procédure d'autorisation.**
- Si le montant des travaux est compris entre 160 000 € TTC et 1 900 000 € TTC, **le projet est soumis à procédure de déclaration.**

✚ Etude d'impact - Article R122-2 du Code de l'Environnement

En application de l'article R122-2 du Code de l'Environnement (et en particulier le tableau d'annexe), les « Travaux, ouvrages et aménagements sur le domaine public maritime et sur les cours d'eau » et spécifiquement les « Zones de mouillages et d'équipements légers » sont considérées comme des projets soumis à la procédure de "cas par cas" en application de l'annexe III de la directive 85/337/CE.

✚ Enquête publique - Articles L.123-1 à 3 du Code de l'Environnement (anciennement Loi dite « Bouchardeau », du 12 juillet 1983), traitant des enquêtes publiques relatives aux opérations susceptibles d'affecter l'environnement.

✚ Natura 2000 - Articles L414-4 à 7 du Code de l'Environnement

Les projets situés sur des zones spéciales de conservation (Natura 2000), devront faire l'objet d'une étude d'incidence des travaux au regard des objectifs de conservation du site.

✚ Article L211-7 du Code de l'Environnement

Le projet entre dans le champ d'application de l'article L.211-7 du code de l'Environnement reprenant l'**article 31** de la loi n°92-3 du 3 janvier 1992 sur l'Eau, relatif la protection des sites, des écosystèmes aquatiques.

Un projet d'implantation de zone de mouillage organisé fait l'objet d'une procédure de :

- demande d'Autorisation d'Occupation Temporaire du Domaine Public Maritime ;

Le dossier de demande d'autorisation devra comporter les éléments suivants (Article R2124-41 du CGPPP) :

- Présentation du projet
- Devis des dépenses envisagées
- Notice descriptive des installations
- Plan de situation et plan des dispositifs de mouillage
- Usage de la zone
- Sécurité des biens et des personnes
- Conditions de préservations des sites et paysages, et des milieux aquatiques
- Les impacts du projet en matière économique sociale, environnemental, de salubrité et les mesures de sécurité prévues.

La demande d'autorisation pour la création d'une zone de mouillage organisée peut être demandée par une collectivité territoriale (commune, groupement de commune, Conseil Départemental, etc.) ou par une personne publique ou privée. Mais l'article R2124-42 du CGPPP donne une priorité à la commune ou groupement de commune concernée.

L'autorisation est valable pour une durée maximale de 15 ans.

- éventuelle **demande de déclaration et/ou d'autorisation au titre de la loi sur l'eau** selon le montant des travaux impactant sur le milieu aquatique.

Le dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau, reprenant l'ensemble des procédures (Étude d'impact, incidence Natura 2000, DIG, ...), devra comporter les éléments suivants :

- Présentation générale du projet
- Plan de situation
- Résumé non technique
- Analyse réglementaire
- Nom et adresse du pétitionnaire
- Description du projet
- Analyse de l'état initial du site et de son environnement
- Analyse des risques sanitaires
- Statuts et contraintes juridiques
- Raisons pour lesquelles le projet a été retenu
- Analyse des impacts du projet sur l'environnement en phase transitoires et d'exploitation
- Mesures compensatoires et d'accompagnement

Concernant les travaux

✚ Arrêté préfectoral n°4/98 du 2 février 1998 de la préfecture maritime de la Méditerranée, relatif à la réalisation des travaux dans les eaux et rades de la région maritime Méditerranée.

En application de cet arrêté, l'exécution de ces travaux devra faire l'objet d'une déclaration préalable auprès du délégué mer et littoral territorialement compétent. La déclaration sera déposée avec un préavis de 30 jours minimum et devra comporter :

- les références de la décision administrative autorisant les travaux,
- les dates et lieux de réalisation,
- le programme envisagé,
- la description détaillée des moyens en matériel, en personnel et de sécurité du plan d'eau mis en œuvre.

À réception de cette déclaration, le délégué à la mer et au littoral fera procéder à la publication d'un avis aux navigateurs et formulera éventuellement des prescriptions complémentaires pour la sécurité du plan d'eau et des usagers. Les entreprises doivent s'engager à n'utiliser que des navires ou engins conformes à la réglementation maritime.

La zone de mouillage proposée ci-dessous a été présentée aux services de l'État de la DDTM qui soutient le projet et guidera le maître d'ouvrage dans les démarches administratives pour la mise en place du projet.

3.3.1.3 Connaissance de la fréquentation des plaisanciers

La baie de Cannes est une zone de mouillage importante pour les grosses unités (>25m) et la fréquentation augmente lors des grands événements (Festival, salon de nautisme, salon MIPCOM, etc.). Plus de 20 unités entre 50 et 180 m ont été comptabilisées lors des plus grands pics de fréquentation. 16 bateaux en moyenne par jour ont été comptabilisés dans la baie de Cannes pendant le festival 2014. 81 % des relevés sont constitués de bateaux de moins de 100 m dont

29,3 % ont une taille comprise entre 50 et 100 m (P2A Développement, 2014). Une zone de mouillage pour les paquebots existe dans la baie de Cannes mais cette solution est insuffisante par rapport à la demande de la clientèle.

Une étude de la fréquentation des navires de plaisance sur le site Natura 2000 a été menée en 2011 et 2012. Cette étude a permis d'identifier les principales zones de mouillage utilisées par la petite plaisance (unités de moins de 10 mètres), la moyenne plaisance (unités entre 10 et 24 mètres) ; la grande plaisance (unités de plus de 24 mètres) et la très grande plaisance (unités de plus de 50 mètres).

Les résultats montrent que plus de 600 unités mouillent en moyenne par jour sur le site Natura 2000 dont près de la moitié entre les deux îles. Environ plus de 1000 bateaux <10 m peuvent mouiller/jour sur la passe entre les deux îles et 168 unités de plus de 50 mètres ont été comptabilisées au niveau du Mouillage du Piton, la Zone Vieille Ville, la Zone Cimetière et la Zone Face Vengeur sur 24 jours de comptage.

En 2012, il a été constaté les mêmes phénomènes de fréquentations tant sur leur intensité que sur leur localisation : les zones du secteur Cimetière (37,3 unités/jour) et Sainte-Anne (40,3 unités/jour), sont très fréquentées suivi de Face Vengeur (12,5 unités/jour) et Anse Batéguier (24 unités/jour).

3.3.1.4 Site retenue pour la mise en place de mouillages organisés

Le choix de la zone de mouillage est basé sur :

- une synthèse bibliographique notamment au niveau de la fréquentation de mouillage (CPIE des Iles de Lérins, 2005 ; Préfecture Maritime de Méditerranée/DREAL PACA, 2009, Ville d'Antibes Juan-les pins de 2011 et 2012) et l'étude de faisabilité réalisée par le Conseil Départemental des Alpes Maritimes en 2008,
- l'analyse biocénotique couplée à la fréquentation plaisancière
- des échanges avec les collectivités et les gestionnaires de la zone Natura 2000.

Pour la DDTM des Alpes Maritimes, il est primordial de créer une zone de mouillage organisée dans le périmètre des Iles de Lérins comme elle l'avait préconisé en mars 2012 dans son document « Stratégie locale de la gestion des mouillages des navires de plaisance dans les Alpes Maritimes ».

Pour signaler l'importance de cet espace sensible, le DOCOB du site Natura 2000 « Baie et Cap d'Antibes -Iles de Lérins », avait classé cette ZMEL dans les mesures prioritaires.

Après analyse avec la ville de Cannes et les différents partenaires, une ZMEL à St Anne, au Nord de l'île Ste Marguerite a été jugée la plus pertinente. En effet, cette zone connaît une dynamique alarmante de dégradation de la posidonie et devient une décharge sous-marine où s'accumulent les corps morts.

La protection sur cette zone fragilisée devient urgente et peut bénéficier grâce à la création de la ZMEL d'un plan de financement rapide pour sa mise en œuvre.

NB : Le rapport du CSRPN évoquait d'autres sites potentiels comme Mandelieu ou Théoule-sur-Mer mais ils n'ont pas été retenus d'un part parce qu'ils sont trop exposés à la houle et d'autre part, parce qu'ils concernent une problématique différente en raison de la taille des navires qui manœuvrent dans ces zones.

A cet égard, il est utile de rappeler que la « Stratégie locale de la gestion des mouillages des navires de plaisance dans les Alpes Maritimes » n'a pas identifié la création de ZMEL sur ces sites comme étant une solution à l'enjeu de préservation du milieu.

3.3.1.5 Description de la ZMEL à Sainte Anne

3.3.1.5.1 Caractéristiques

Une ZMEL est une variante de l'Autorisation d'Occupation Temporaire (AOT) qui prévoit une offre de prestation de services contre rémunération.

Nous proposons de mettre en place une ZMEL au niveau de la zone de mouillage de Sainte-Anne évaluée à 14 ha. Elle est située au droit des pontons d'accès à l'île Sainte-Marguerite. Elle se situe à l'Est du chenal d'accès des bateaux de transport à l'île. Les ancrages proposés sont des ancres à vis et des ancres Manta Ray mais des investigations complémentaires sont nécessaires par rapport à la nature des fonds (d'après l'étude de faisabilité du Conseil Départemental des Alpes-Maritimes de 2008).

Dans cette zone, nous proposons 30 mouillages pour des unités de 6 à 25 m répartis comme suit :

- Bateau de 6 à 8m : 11 mouillages
- Bateau de 8 à 12 m : 8 mouillages
- Bateau de 12 à 15 m : 6 mouillages
- Bateau de 15 à 20 m : 3 mouillages
- Bateau de 20-25 m : 2 mouillages

La zone étant recouverte en majorité par des herbiers sur des fonds peu profonds, deux types d'ancrages sont nécessaires en fonction des unités qui seront amarrées, 25 ancrages à vis et 5 ancres Manta ray ou 30 ancrages à vis selon les concepts choisis.

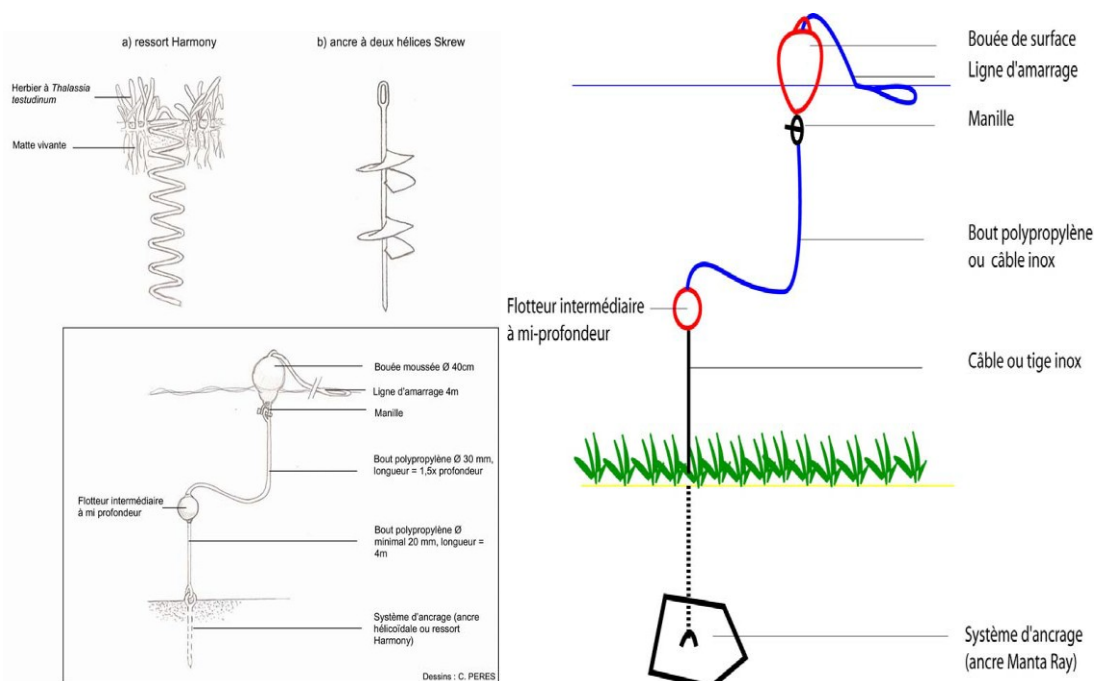


Figure 31 - Schéma d'un mouillage sur ancre à vis et manta ray (Source : 3AME, 2008)

L'ancrage à vis est conçu pour les petites unités (<15m) et a très peu d'impact sur le milieu car son empreinte au sol est négligeable. L'ancrage Manta Ray est également conçu pour les mouillages sur les herbiers de Posidonies. L'ancre est enfoncée de 1 à 2 m dans le sol. Ces systèmes d'ancrage sont simples et fiables avec un impact environnemental limité car le phénomène de ragage par les chaînes est supprimé. Il n'y a aucun contact de la ligne de mouillage avec le fond.

Très récemment, des systèmes à vis ont été également conçus pour accueillir des bateaux de plus de 24 m et d'environ 55 tonnes. Ce système a été mis en place à Cassis en 2013.

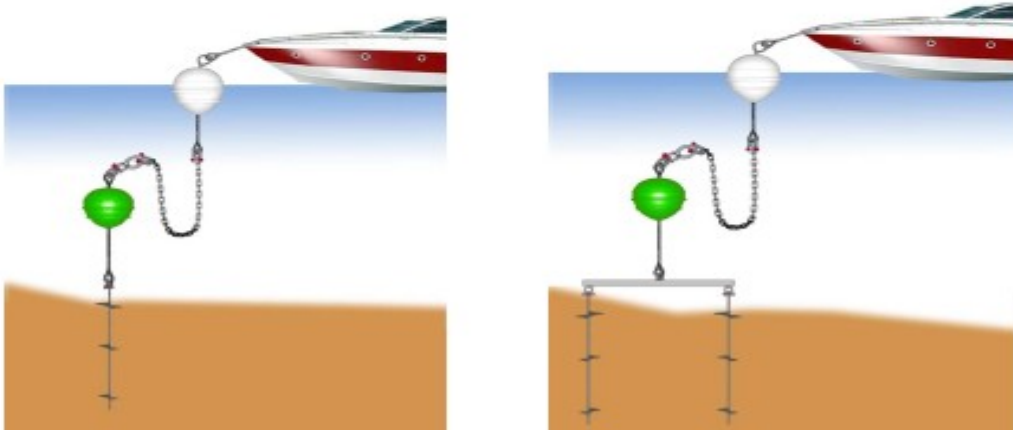


Figure 32 - Schéma d'un mouillage sur ancre à vis pour des grosses unités



Photographie 30- Exemple de la bouée mise en place à Cassis en 2013 (source Ville de Cassis)

Localisation de la zone de mouillages organisés

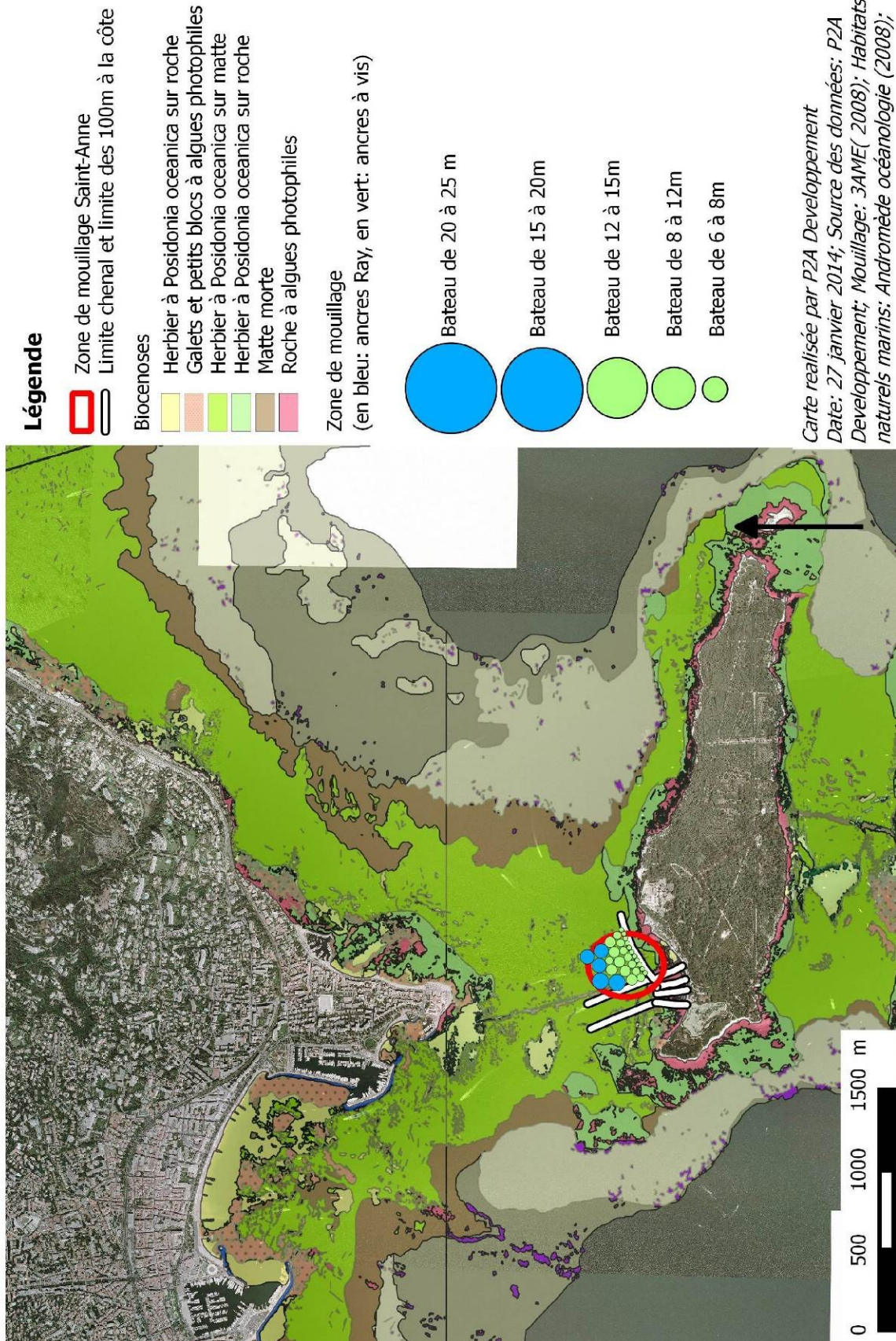


Figure 33 - Localisation de la zone de mouillages organisée à Sainte-Anne

Equipement de la zone Saint-Anne avec des mouillages organisés

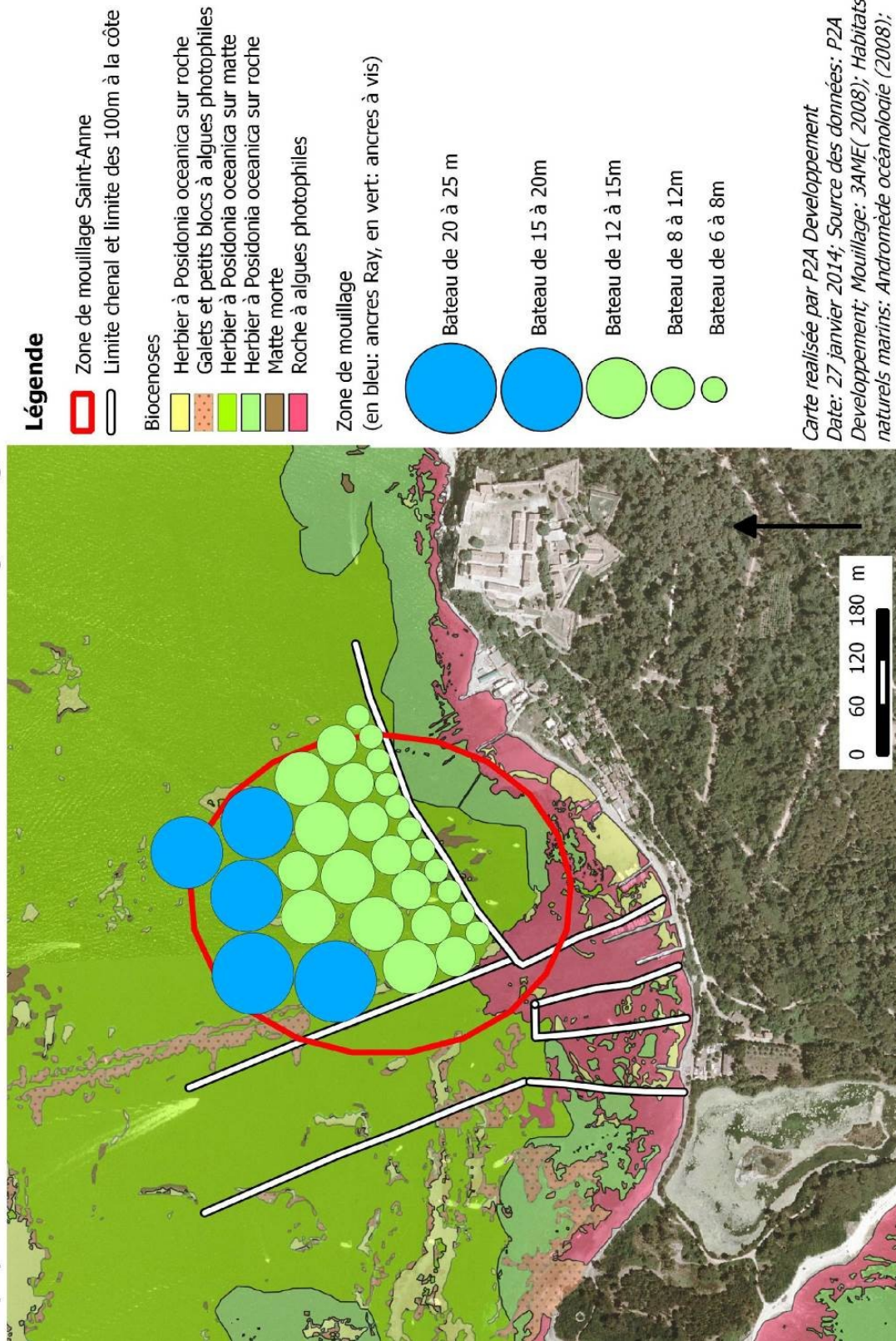


Figure 34 - Proposition d'aménagements des zones de mouillages organisés à Sainte-Anne (zoom)

La zone accueillera des navires munis de cuves de rétention afin d'éviter toute pollution chimique. Des navires adaptés pour la récupération des eaux usées et des déchets pourront être mis en place afin de réduire au maximum la pollution. Des suivis de la qualité de l'eau et des sédiments seront nécessaires.

La proposition de 30 mouillages dans la zone de Saint-Anne ne peut pas permettre de répondre entièrement à la demande de mouillage du fait de la forte fréquentation plaisancière estivale autour de l'île de Saint-Marguerite. Des propositions de zones de mouillages encadrés dans les zones de sable et des zones d'interdictions de mouillages devront être proposés pendant l'AVP afin de ne pas contrebalancer les effets bénéfiques du ZMEL dans les zones aux alentours par effet de report.

3.3.1.5.2 Nettoyage du périmètre de la ZMEL Sainte-Anne

Les fréquentations terrestres et maritimes constituent les principaux facteurs de pression sur l'environnement de l'île Saint-Marguerite. De nombreux corps-morts illégaux et épaves sont présents au niveau de l'île Marguerite. La création d'une ZMEL doit s'accompagner de l'enlèvement systématique des corps-morts, d'un nettoyage de la zone avant et pendant l'exploitation et d'une interdiction de mouillage à proximité. Des campagnes de nettoyage des épaves, des corps-morts illégaux et des métaux ont été initiées en janvier 2014 par des entreprises bénévoles. La ville de Cannes souhaite continuer cette démarche environnementale et proposer un nettoyage de la zone avant la mise en place de la ZMEL.

La présence des épaves et mouillages non entretenus n'est pas anodine et constitue un facteur significatif de destruction des herbiers de posidonie. Les mécanismes de destruction sont :

- La formation de cuvettes d'érosion, notamment dans les très faibles profondeurs où l'hydrodynamisme érode l'herbier par accélération des mouvements d'eau et brèche dans la matre,
- La formation de cirques où l'herbier est détruit par le ragage d'une chaîne autour d'un corps-mort,
- L'occlusion par le simple fait du recouvrement de l'herbier par des épaves, bâches, planches,...



Photographie 31

: Exemple de cuvettes d'érosion provoquées par un corps-mort abandonné ou encore utilisé dans la baie de Saint-Tropez (© P2A Développement)

Ces dégradations sont généralement caractérisées par une forme de cuvette, circulaire dans l'herbier dont la surface unitaire n'est pas négligeable (exemple 28 m² pour 3 m de rayon)

Une attention particulière sera apportée sur les critères d'enlèvement des épaves, principalement la pertinence de l'enlèvement en regard des dommages causés par la manœuvre. En effet, il est prévu de répertorier ces épaves et de décider de l'enlèvement si et seulement si les bénéfices dépassent le coût environnemental. Si l'épave est recouverte et intégrée par l'herbier il est préférable de la laisser plutôt que de causer des dommages immédiats (lésions de la posidonie) et futur (cuvette d'érosion).

Tableau 19 - Budget prévisionnel du nettoyage de la zone

	Montant TTC
Nettoyage de la zone	35 000
Total	35 000

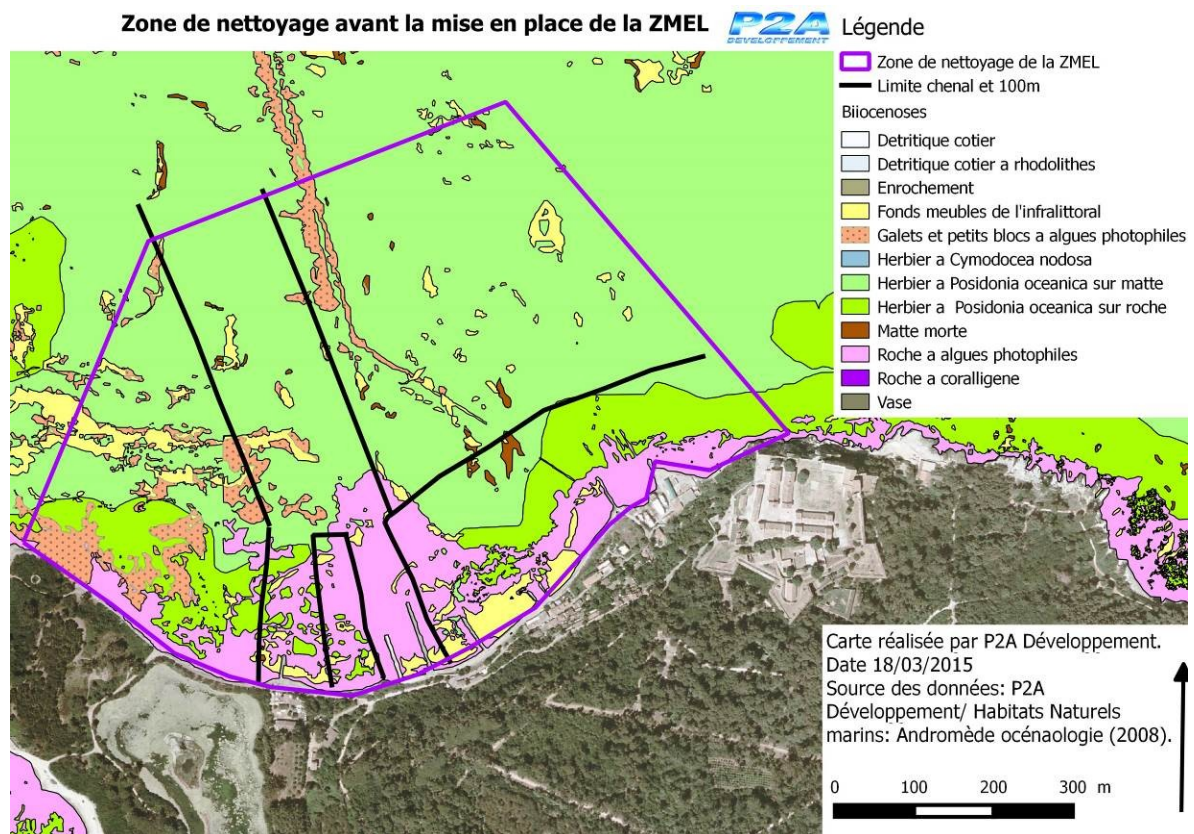


Figure 35: Zone de périmètre de nettoyage de la zone avant la mise en place de ZMEL

3.3.1.5.3 Maitrise d'œuvre

Le site proposé devra faire l'objet d'une étude préliminaire. Elle devra être complétée par un avant-projet afin d'affiner la délimitation précise la zone de mouillages, leur nombre, les services, la tarification, la gestion à voir en concertation avec les élus, les plaisanciers, pêcheurs et tout autre acteur local, des sondages géotechniques, un dimensionnement précis des ancrages, devis détaillé des investissements nécessaires et un bilan financier à court et moyen terme.

Étude préliminaire :

Le porteur du projet (Ville de Cannes et CCI) de la ZMEL déléguera les études à un MOE dans le cadre des études préliminaires qui comprendront :

- Un état des lieux environnemental (courantologie, hydrodynamisme, biocénose existante, conditions écologiques, déchets, corps-morts illégaux)
- Une étude de fréquentation plaisancière de la zone d'Avril à Octobre à une échelle pertinente afin de réduire la pression sur le milieu. Plusieurs études ont déjà été réalisées sur la fréquentation plaisancières (CPIE des Iles de Lérins, 2005 ; Préfecture Maritime de Méditerranée/DREAL PACA, 2009, Ville d'Antibes Juan-les pins de 2011 et 2012) et l'étude de faisabilité réalisée par le Conseil Départemental des Alpes Maritimes en 2008). Cette dernière étude devra affiner les résultats et conforter la proposition des 30 mouillages dans la zone de la Baie de Sainte-Anne ou être modifiée pour répondre à la demande. La mise en place d'une concertation avec l'ensemble des acteurs locaux permettra d'appréhender les risques éventuels de surfréquentation et de gestion des mouillages. L'avant-projet devra définir la délimitation précise des zones de mouillages, le nombre de mouillages, les services, la tarification, la gestion à voir en concertation avec les élus, les plaisanciers, les pêcheurs et tout autre acteur local, des sondages géotechniques, un dimensionnement précis des ancrages, un devis détaillé des investissements nécessaires et un bilan financier à court et moyen terme. La création d'une ZMEL doit s'accompagner de l'enlèvement systématique des corps-morts, d'un nettoyage de la zone et d'une interdiction de mouillage à proximité.
- Une étude des conditions de mouillage sur 1 an (météo, exploitation...)

Une fois les études préliminaires, le MOE rapprochera du Service Aménagement Durable Mer Littoral pour réaliser un plan de mouillage adapté aux exigences de l'État et modifier ou non la zone d'interdiction de mouillage existant. De plus la ZMEL devra répondre aux objectifs du DOCOB du site Natura 2000 « Baie et Cap d'Antibes -Iles de Lérins ».

- **En Phase avant-projet**, un cahier des charges sera rédigé pour le nettoyage des fonds et le nombre de mouillage possible qui sera présenté à la DDTM. Un dossier pour passage à la commission nautique sera élaboré. En parallèle de cette commission, le dossier sera présenté à la Commission Départementale des Sites (élus, association, ABF...) pour avis.

- **En phase projet**, un dossier d'Enquête publique sera lancé et finalisera un plan de mouillage.

Après Enquête publique, un dossier d'autorisation d'occupation temporaire du domaine maritime selon décret n°91-1110 du 22 octobre 1991 sera déposé accompagné d'un règlement de police qui précisera le concessionnaire de la ZMEL et ses compétences.

Le détenteur de l'AOT portant création d'une ZMEL engage sa responsabilité en matière de sécurité et a pour obligation d'offrir des services définis dans l'arrêté ou le règlement de police

(lutte contre la pollution, gestion des déchets, navettes d'accès au littoral, mises à l'eau...). Il doit également assurer un suivi environnemental, en particulier de la qualité de l'eau. Mais les nombreux avantages connus par rapport à ces projets (organisation de la fréquentation, offre de services, tarification permettent d'amortir les investissements très rapidement).

3.3.1.5.4 Le Budget prévisionnel

Études préliminaires (fréquentations, cartographies & faisabilité géotechnique) : 36 000 € TTC

Mission de conception et suivi de la mise en œuvre par un maître d'œuvre: 47.840 euros TTC

Mise en place de mouillages dans la zone de Sainte-Anne :

Tableau 20 - Budget prévisionnel de la mise en place de 30 mouillages

Coût mise en place de mouillages					
Site	Taille bateau	Coût unitaire mouillage	Nombre de mouillages	Coût total des équipements (TTC)	
Sainte-Anne	6-8 m	598	11	6578	
	8-12	837	8	6697	
	12-15	1794	6	10800	
	15-20	5980	3	18000	
	20-25	29900	2	59800	
		Taille bateau	Coût unitaire pose/ j	Nombre de jour pour la mise en place des mouillages	Coût total de la pose (TTC)
		6-8 m	4784	2,5	11960
		8-12	4784	1,5	7176
		12-15	4784	2	9568
		15-20	4784	3	14352
		20-25	4784	2	9568
	Essai traction	7176		7176	
Total				161 675	

Entretien annuel :

Les lignes de mouillages seront contrôlées et changées en cas d'usure.

Tableau 21 - Budget prévisionnel de l'entretien annuel des mouillages

Site	Dépenses annuelles	Coût Euros TTC
Sainte-Anne	Frais divers (contentieux, taxes domaniales, suivi écologique, publicité)	14352
	Contrôle et entretien des lignes de mouillage	13 000
	Personnels (1 saisonnier pendant 6 mois)	26 000
	Collecte déchets	28 700
Total		82 100

A titre d'information une fourchette budgétaire d'environ 850 à 10 000 euros de travaux d'investissement par place de mouillage doit être considérée selon l'importance des travaux.

A titre d'exemple, à Serra di Ferro en Corse le montant des travaux a été de 145 690 € HT pour 180 mouillages à vis à sable et vis à posidonies. Par ailleurs, deux zones ZMEL ont été installées à proximité de notre zone d'étude. L'anse de l'Olivette est équipée sur 1ha de corps morts, chaînes et appontement pour un montant des travaux de 74 500 euros. Au niveau de l'embouchure du Beal 90 mouillages ont coûté 710 000 euros mais cette zone est équipée d'appontements de quais et de plateformes bétonnées et est accessible toute l'année. Au niveau des grosses unités inférieures à 24 mètres et à 50 T une estimation d'investissement a été évaluée à 350 000 euros pour 35 unités (Groupe de travail Natura 2000 « Corniche varoise », 2012).

Retour sur investissement :

Les travaux pourraient être amortis en partie avec la mise en place de tarification pour la perception de droits d'occupation payés par les usagers en contrepartie des services offerts (ramassage des déchets, vérification des systèmes d'amarrage, accès terrestre, etc....)

Les tarifications de base sont les suivantes (tarification des prix des mouillages 2014 de Cavalaire, moyenne entre la saison basse et la saison estivale) :

- 11 €/jour pour les 6 - 8 m
- 21 €/jour pour les 8 - 12 m
- 31 €/jour pour les 12 - 15 m
- 37,9 €/jour pour les 15 - 20 m
- 50 €/jour pour les 20 - 25 m

Sur 150 jours occupés en moyenne à 80 % les cotisations seraient évaluées à 80 000 euros/an.

Sur le plan juridique, les ZMEL sont des zones créées sur le domaine public maritime, leur rôle est de créer des places d'escale afin de réduire l'impact des ancrages sur les fonds marins. Il s'agira d'une AOT qui prévoit une offre des services contre rémunération. Le montage possible en régie ou en DSP (délégation de service public) sera défini lors de la désignation de l'AMO du suivi environnemental.

La tarification devra équilibrer les frais annuels d'exploitation et de maintenance. Cette proposition avant mise en œuvre, devrait être complétée par une étude de projet afin d'affiner la délimitation, préciser la zone de mouillage et la zone interdite au mouillage, les services proposés, la tarification, et la gestion de la zone, le dimensionnement précis des ancrages et un bilan financier.

Elle devra être précédée d'une phase de concertation avec les autres usagers (pêcheurs, plaisanciers, association ...).

3.3.1.5.5 Les suivis scientifiques pour évaluer les effets des mouillages

Une évaluation de l'état de conservation de l'herbier sera effectuée sur plusieurs stations avant et après la mise en place des mouillages. Les paramètres suivants seront observés :

- Type et état de la limite de l'herbier : progressive, franche, érosive, régressive.
- Morphologie générale de l'herbier : herbier continu, herbier discontinu, en mosaïque (alternance d'herbier et de matte morte, présence de roche et/ou de sable).
- Nature du fond (sable fin, sable coquillier, sable grossier, sablo-vaseux)
- Structures érosives : orientations et dimensions (Identification d'intermattes, tombants de mattes, rivières de mattes)
- Densité

- Déchaussement des rhizomes
- Recouvrement de l'herbier
- Les longueurs des feuilles
- Les espèces associées aux herbiers

Une station sans mouillage sera également étudiée pour servir de zone témoin et aider à l'interprétation des évolutions des états de santé générale de l'herbier.

Tableau 22 : Budget du suivi des herbiers sur 5 ans (basé sur 2,5 de terrain et le suivi de 8 stations :

		Montant TTC
Suivi des effets de la mise en place de mouillages organisés sur les herbiers (4 personnes)	Année 0 (avant mise en place des mouillages)	15 000
	Suivi années 1 à 5 (après mise en place des mouillages)	15 000 x 5
Total		90 000 €

Ces 14 hectares devraient abriter une centaines de nacres. Cette estimation est issue du ratio établi à partir des données du tableau récapitulant la proportion des individus de *Pinna nobilis* impactés par les travaux (Tableau 17). Un relevé précis est prévu dans le cadre des études préliminaires de la ZMEL. Sans investigation connue à ce jour, il est estimé une présence de 100 à 130 nacres dans ce périmètre.

3.3.2 Comité technique du suivi environnemental

Un comité technique du suivi environnemental sera spécialement créé. Il sera une instance de représentation des maîtres d'ouvrages, des fonctionnaires de l'État, des experts scientifiques... en charge de donner un avis sur les questions d'ordre environnemental durant l'opération de confortement des digues.

Le comité technique se réunira **trois fois par an** pendant la phase des travaux. Il comprendra un membre de chaque entité suivante :

- CCI
- Ville de Cannes
- Département des Alpes Maritimes
- DDTM06
- DREAL
- Commission extra-municipale de la mer et du littoral (regroupant les différents acteurs du littoral Cannois élus, socioprofessionnels du secteur des plages, des ports, de la pêche, nautisme, association sportive et environnementale etc...). La liste des membres est jointe en annexe à ce dossier).
- Experts scientifiques
- Bureau d'étude AMO suivi environnemental
- Structures fédérales et associatives des acteurs nautiques
- Gestionnaire de la zone Natura 2000

3.3.3 Suivi scientifique des *Pinna nobilis*

Ce suivi sera effectué à la fois :

- au niveau du site du projet dans les parties où vivent les individus de *Pinna nobilis* non impactés (et donc non transplantés).
- Au niveau du site de transplantation pour en évaluer l'efficacité.
Ce suivi pourra être réalisé en collaboration avec les services départementaux (DEGR).

Suivi de la croissance des *Pinna nobilis*

Afin d'effectuer un suivi des spécimens transplantés, les individus de *Pinna nobilis* doivent être marqués, mesurés et leur position doit être enregistrée. Des mesures seront effectuées régulièrement afin d'observer l'évolution de la taille des grandes nacres. Un suivi sur 10 ans sera effectué car plus le nombre de mesures est élevé et plus la précision sera bonne quant aux résultats de leur évolution. La hauteur totale (Ht) et la hauteur hors sédiment (Hs) sont notées au demi-centimètre près. Les individus seront marqués.

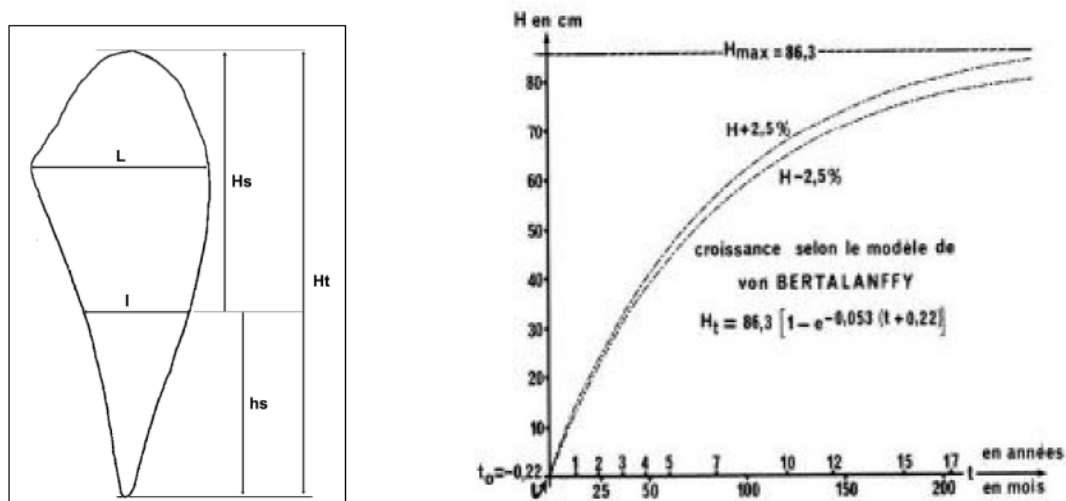


Figure 36 - Morphométrie de *Pinna Nobilis* et exemple de courbe de croissance

Il existe des logiciels mis à disposition gratuitement qui permettent de calculer les paramètres de croissance (notamment FISAT II : <http://www.fao.org/fishery/topic/16072/en>).

Suivi de la mortalité des *Pinna nobilis*

L'étude de la mortalité permet d'obtenir des informations sur la dynamique des spécimens transplantés et sur leur démographie. Les différentes causes de mortalité permettent de mesurer les impacts subis et ainsi d'ajuster les mesures entreprises.

Le marquage des *Pinna nobilis* préconisé précédemment permet de relever plus facilement les individus morts. Ainsi, dès qu'un relevé est effectué, les grandes nacres mortes sont répertoriées.

Synthèse

La transplantation des grandes nacres comporte le risque de ne pas voir survivre les spécimens transplantés. Néanmoins, lorsque la destruction de l'espèce est inévitable, l'essai d'une transplantation permet d'envisager la possible survie de certains individus.

Dans le cadre du projet de confortement de la digue du Vieux-Port de Cannes, l'impact de l'ouvrage aura forcément pour conséquence la destruction totale de certains individus situés en pied de digue au moment des travaux, afin d'implanter les matériaux. Cette destruction pourra

être évitée en transplantant les individus de *Pinna nobilis* qui seront directement impactés, dans un site au sein duquel ils pourront se développer.

3.3.3.1 Transplantation des grandes nacres *Pinna nobilis* (Linné, 1758)

Afin de réduire les impacts du projet sur l'espèce protégée *Pinna nobilis*, la transplantation des individus directement situés sur l'emprise de la nouvelle digue sera réalisée afin d'éviter leur destruction.

L'objectif sera alors de transplanter ces individus vers un milieu naturel propice et d'instaurer un suivi scientifique du taux de survie et de croissance des individus. Plusieurs transplantations de *Pinna nobilis* ont déjà été réalisées avec succès.

3.3.3.2 Informations sur la transplantation des *Pinna nobilis*

Les premières expérimentations de transplantation des grandes nacres remontent aux années 1950, en mer Adriatique, dans un objectif de commercialisation (coquille, chair, byssus).

En 1979, Hignette a transplanté 26 individus de *Pinna nobilis* dans la Réserve Marine de Monaco en suivant leur croissance sur une période de trois ans (Hignette, 1982). L'auteur constate que la croissance des individus transplantés est faible et que le stress subi par ces individus lors de leur collecte, transport et marquage (coquille percée et boude nylon en contact permanent du manteau) apparaît en être la cause.

Dans les années 1990, De Gaujelac et Vicente ont étudié la survie de 53 individus adultes et juvéniles après transplantation. Ces études conduaient que les grandes nacres de plus de 20 cm avaient du mal à se rattacher. Il apparaît toutefois que la survie des *Pinna* est optimale dans l'herbier de posidonie car l'herbier semble plus sujet à protéger les *Pinna* contre la prédation.

En décembre 2009, 5 individus ont été transplantés depuis les darses du Grand Port Maritime de Marseille vers la réserve de Cap-Couronne dans le Parc Marin de la Côte Bleue (Rouanet E. et Vicente N. 2011). Malheureusement un seul individu a été retrouvé.

En 2011, 27 individus de *Pinna nobilis* ont été transplantés dans la réserve marine du Larvotto à Monaco.

Les recherches et les connaissances de l'écologie des grandes nacres se sont beaucoup améliorées, car la transplantation représente un enjeu primordial de conservation de l'espèce. L'hydrodynamique et les prédateurs sont les principaux facteurs de l'échec des transplantations. Plusieurs dispositions doivent être prises à cet effet :

- L'utilisation de cages grillagées pour protéger les individus (Garcia-March et Vicente, 2006);
- L'équilibrage entre l'hydrodynamisme de l'eau, la profondeur, la taille de la coquille et l'orientation ;
- La réduction de la tension de translocation ;
- Le traitement du byssus comme des racines d'arbres (transplantation d'une partie du substrat entourant le byssus).

L'endroit idéal pour transplanter les *Pinna nobilis* serait une zone à hydrodynamisme faible à modéré en fonction de la profondeur de l'eau ou de la protection (Garcia-March et Vicente, 2006). En outre, les lieux où vivent déjà des grandes nacres garantissent davantage le succès de la transplantation. Des endroits abrités de l'hydrodynamisme, ayant de faibles mouvements

sédimentaires et de dépôts de particules sont à privilégier. Des lieux d'implantations à proximité des herbiers sont indiqués.

3.3.3.3 Processus de transplantation

La transplantation doit être rapide et l'exposition des individus à l'air doit être évitée le plus possible. S'agissant des individus adultes, les filaments du byssus doivent être préservés.

Les individus de *Pinna nobilis* doivent être transplantés avec 20 à 30 cm de sédiment tout autour de la partie antérieure enfouie comprenant notamment les pousses et les racines de Posidonies. Un trou est creusé là où le spécimen et le bloc de sédiment seront déposés. Une fois l'opération effectuée, le sédiment est sécurisé avec un filet de plastique fixé avec des taquets de fixation en acier inoxydable fins, enfoncés dans le substrat.

Lorsque des juvéniles sont transplantés, il est important de les préserver dans des cages grillagées jusqu'à ce qu'ils atteignent une taille adulte (30-35 cm) pour éviter qu'ils soient la proie facile de prédateurs (poules, poissons sparidés). L'orientation du spécimen doit être soigneusement étudiée car les grandes nacres ne changent plus leur position une fois transplantées (Garcia-March et Vicente, 2006).

3.3.3.4 Méthodologie proposée

Le processus sera décomposé comme suit :

Prélèvement	<ul style="list-style-type: none"> • Les individus seront dégagés des sédiments à l'aide d'une petite pelle. Cette étape est importante et doit être effectuée avec soins car la préservation du byssus est importante. La motte de sédiment entourant la partie antérieure de la nacre est conservée afin de protéger le byssus. • Chaque spécimen sera placé dans un sachet plastique individuel puis dans un bac ouvert rempli d'eau enrichie en oxygène (Garcia-March et Vicente, 2006). • Les spécimens seront transplantés entre les mois d'octobre et mars (phase de repos pour la reproduction).
Transplantation	<ul style="list-style-type: none"> • Un trou sera creusé pour accueillir à la fois le spécimen et le sédiment. • Les individus seront enfoncés dans le substrat jusqu'à extrémité proximale du byssus. • La hauteur de coquille qui dépasse du sédiment doit être notée. • Lorsque la hauteur du sédiment diminuera de 2 cm, le spécimen pourra être considéré comme bien implanté (action du byssus). • Un filet plastique fixé sur des taquets de fixation en acier inoxydable fins enfoncés dans le substrat, sécurisera le sédiment. • Les cages grillagées seront conservées jusqu'à ce que les individus atteignent 30-35 cm. • Les individus peuvent être regroupés en prenant soin de les répartir sur 300m² (7/100m²). • Les individus seront marqués. • Un suivi sera effectué à 2 mois après la réimplantation, à N+1, à N+2 puis tous les 2 ans jusqu'à N+10.

Un suivi scientifique de la transplantation sera envisagé sur cinq ans.



Photographie 32 - Quelques illustrations d'individus transplantés dans la réserve marine du Larvotto (Rouanet E. et Vicente N., 2011).

3.3.3.5 Site de réimplantation

Plusieurs hypothèses ont été envisagées pour la transplantation de la trentaine de nacres situées en zones d'impacts directs et d'impacts indirects.

In fine, il a été opté pour une transplantation au sein même de l'herbier concerné au droit de la digue en reconstruction.

Le site cumule plusieurs avantages :

- La zone sera intégralement protégée des ancrages de navires par Arrêté Préfectoral,
- Elle abrite déjà une population de nacres (le site est propice du fait de ses paramètres écologiques),
- Elle se situe à proximité du gisement ce qui permettra de minimiser le stress dû au transport,
- Plusieurs stations de suivi y sont situées ce qui en termes logistiques est un gage d'efficacité.

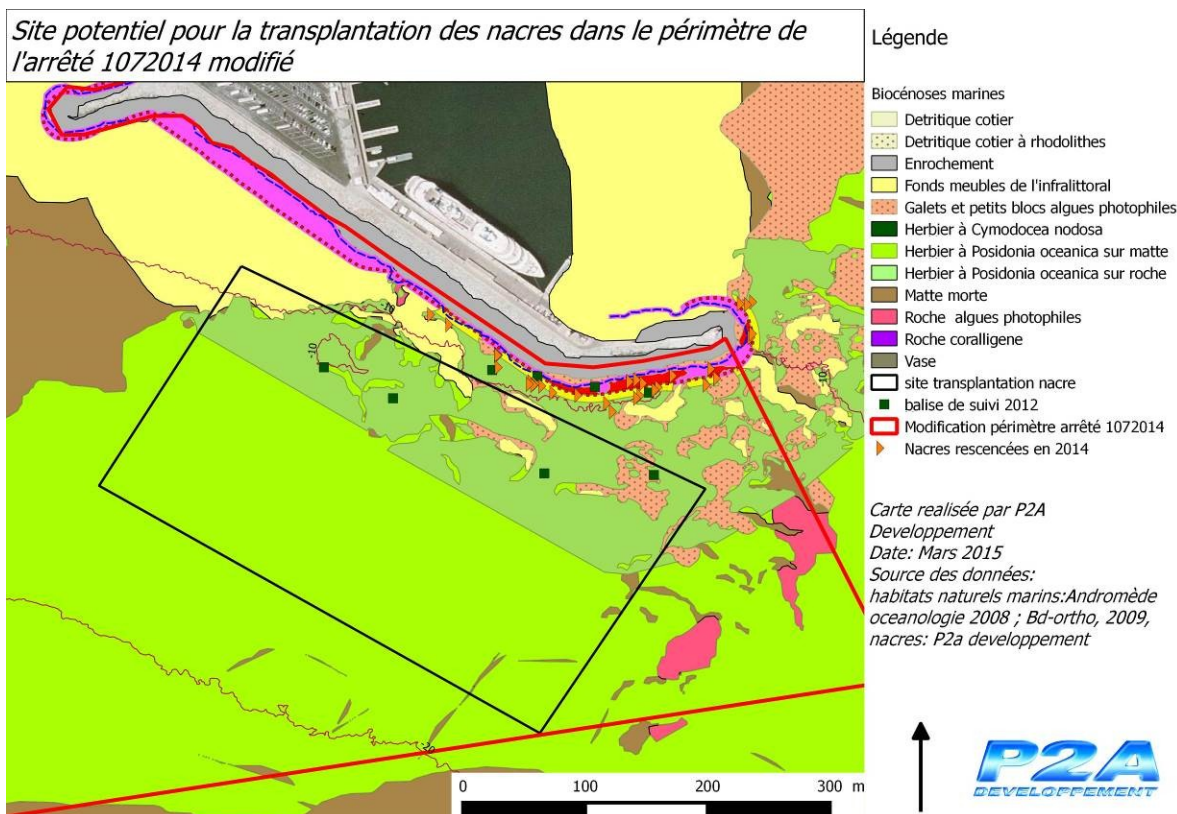


Figure 37 - Choix de la zone de réimplantation des grandes nacres (source P2A Développement)

3.3.3.6 Budget de la transplantation des nacres

Le budget a été évalué selon l'étude et le dossier de dérogation par rapport à *Pinna nobilis* au niveau du port de plaisance de Leucate (2011) (Dalias *et al.*, 2011). Le protocole de suivi a été conseillé par le Pr N. Vicente (*comm. Pers.*).

Tableau 23 - Proportion des individus de *Pinna nobilis* vraisemblablement présents dans la zone d'étude et concernés par les travaux.

	Nombre d'individus	Pourcentage /à la zone d'étude (58 175 m ²)
<i>Pinna nobilis</i> recensées sur 3765 m ² d'herbier	31	6,47 %
<i>Pinna nobilis</i> directement impactées (zone d'empiètement et recouvrement total par la nouvelle digue) 0 à 10 m du pied de digue actuel	5	1,04 %
<i>Pinna nobilis</i> potentiellement impactées (évaluée à 6 m par rapport au pied de la nouvelle digue) 10 à 16 m du pied de digue actuel	16	3,34 %
<i>Pinna nobilis</i> recensées mais non impactées par les travaux	10	2,08 %

Tableau 24 - Budget prévisionnel de la transplantation et du suivi des 21 grandes nacres

	Montant TTC
Transplantation des <i>Pinna nobilis</i> (10 individus par jour - plongées sous-marines - 4 personnes) (évaluation pour 21 nacres)	9 000
Suivi sur un an : 6 000 euros TTC par suivi avec 4 personnes pendant 2 jours sur 21 nacres transplantées . Au total 2 suivis (sur chantier, sur nouveau site)	12 000
Suivi année 4 à 10 (suivi tous les 2 ans)	32 000
Total	53 000

3.3.4 Suivi environnemental en phase travaux du confortement des digues

En parallèle du marché de Maîtrise d'Œuvre, un marché d'assistance à maitre d'ouvrage (AMO) pour le suivi environnemental sera lancé avec pour objet la préparation du DCE travaux, le suivi environnemental du chantier et le suivi environnemental des mesures compensatoires. Un projet de suivi environnemental vise à vérifier l'exactitude des prévisions d'impact d'un projet sur l'écosystème, d'observer la suffisance et l'efficacité des mesures compensatoires, de réagir en cas d'inefficacité des mesures d'atténuations et compensatoires mise en œuvre et trouver des solutions adéquates, améliorer la connaissance de l'environnement local ...

Il se décomposera en trois parties liées au déroulement de l'opération :

1^{ère} Phase : bilan de synthèse des cartographies faune et flore et définition des prescriptions à mettre en œuvre et des mesures de contrôle interne en phase chantier et au repli du chantier, formation/information des services du maître de l'ouvrage et de l'entreprise en la matière. Exigences à intégrer dans le DCE Travaux.

2^{ème} Phase : suivi de la mise en œuvre des prescriptions en phase chantier pour assurer le respect des contraintes et des enjeux environnementaux et l'adaptation des mesures durant les travaux.

3^{ème} Phase : Bilan contradictoire à la réception des travaux, bilan postérieur à la mise en service de l'ouvrage sur 2 ans/ 5 ans.

3.3.4.1 Description des missions

1^{ère} Phase

Faune

Bilan de synthèse du suivi accompagné de la cartographie et de préconisations de protection des espèces en phase chantier : adaptation des accès, balisage des limites des zones d'impacts et éventuellement aménagements spécifiques.

Flore

Bilan de synthèse du suivi accompagné de la cartographie et de préconisations de protection des espèces en phase chantier (périodes, zones de tranquillité des espèces à respecter, adaptation des accès, balisage et éventuellement aménagements spécifiques).

Formation

Des séances d'information et de formation pour les entreprises de travaux, les Maîtres d'Ouvrage et d'Œuvre sur les aspects et enjeux environnementaux de leurs chantiers.

	Montant TTC
Bilan biocénose avant travaux + préconisation DCE Travaux + Formation	30 000
Suivi herbier de posidonie en phase travaux	12000
Total	42000

2ème Phase

Des visites de chantiers adaptées au déroulement des travaux :

- contrôles (Schéma d'organisation du plan d'assurance environnement, Schéma d'Organisation et de Gestion des Déchets, Engins, Produits ...),
- avis (procédures, respects des engagements environnementaux, ...).
- La participation aux réunions de chantier regroupant les différents acteurs, redéfinition en concertation d'éventuelles mesures et/ou procédures d'atténuation d'impact sur l'environnement.

Un suivi de la turbidité devra être engagé au démarrage des travaux afin de s'assurer de l'efficacité des mesures réductrices Le plan d'échantillonnage comportera un ensemble de stations de suivi situées :

- sur la zone de travaux (dans la zone de confinement). voir paragraphe 3.1.3.2 Suivi de la turbidité par l'entreprise travaux;
- au niveau des herbiers (une des stations de suivi);
- sur une zone de référence non impactée (herbier des îles de Lérins).

La fréquence de suivi du bureau d'études en charge du suivi environnemental sera *a minima* d'une campagne par semaine. Une première analyse des différences entre la station de référence et les stations de suivi sur les herbiers sera effectuée dès le retour au port afin d'évaluer l'impact des travaux. Les résultats seront transmis dans la journée au maître d'œuvre. Le cas échéant les modes opératoires des travaux et/ou la disposition des écrans de confinement seront revus.

	Montant TTC
Réunions, visites de chantier, reporting	8 000
Total	8 000

3ème Phase

Bilan contradictoire à la réception des travaux,

Le Maître d'œuvre devant réaliser un bilan à réception des travaux, le bureau d'études titulaire du suivi environnemental devra donc réaliser pour le groupement de Maitrise d'Ouvrage :

- La collecte de tous les éléments d'analyse de l'état initial (réalisé en phase amont – étude d'impact – et dans le cadre de la notice environnementale) ainsi que les compléments éventuels préparatoires aux travaux,
- L'état des lieux complet post travaux par opération : missions d'expertises de terrain en présence contradictoire de la MOE et des entreprises,
- Un reportage photographique complet permettant d'établir une comparaison visuelle avec celui de la notice d'impact,
- La synthèse et l'analyse, sous forme de rapport et de report sur plans.

	Montant TTC
Collecte et analyse des éléments d'études, de projet et de suivi ; observations sur chantier ; restitution des bilans contradictoires	35 000
Total	35 000

3.3.4.2 Évaluation des impacts résiduels sur 5 ans

Le protocole des suivis de l'état de santé est détaillé en annexe 2.

Lors des investigations complémentaires sur les herbiers le long de la Digue Laubeuf, le protocole mis en place a été établi pour un suivi un long terme afin de voir l'évolution des impacts des travaux dans le temps. Ainsi des stations permanentes ont été mises en place et balisées dans la zone d'impact direct et indirect (voir étude complète en annexe 1). 4 stations ont été mises en place dans la zone d'impacts indirects et 4 autres stations dans la zone d'impacts directs.

Dans chaque zone, deux stations ont été implantées au sein de l'enveloppe de l'herbier et deux autres en limite d'herbier soit sur la bordure de l'enveloppe, soit sur une bordure d'une trouée sableuse.

Chaque station a été géo-localisée grâce à une bouée de surface. Des bornes en béton ont été installées et balisées à quelques centimètres de hauteur dans la colonne d'eau grâce à un flotteur. Ceci dans l'objectif de retrouver plus facilement les stations lors du suivi après les travaux.

Pour chaque station, une évaluation de l'état de conservation de l'herbier a été mesurée et les paramètres suivants seront également étudiés lors des suivis post travaux pour effectuer une comparaison.

- Type et état de la limite de l'herbier : progressive, franche, érosive, régressive.
- Morphologie générale de l'herbier : herbier continu, herbier discontinu, en mosaïque (alternance d'herbier et de matte morte, présence de roche et/ou de sable).
- Nature du fond (sable fin, sable coquillier, sable grossier, sablo-vaseux)
- Structures érosives : orientations et dimensions (identification d'intermattes, tombants de mattes, rivières de mattes)
- Densité
- Déchaussement des rhizomes plagiotropes et rhizomes
- Recouvrement de l'herbier.
- Les longueurs des feuilles F1 et F2
- Les espèces associées aux herbiers protégées, patrimoniales et d'intérêts commerciaux seront inventoriés.

Sur les quatre stations installées dans la zone d'impacts directs, des transects permanents de 30 mètres ont été installés. Les peuplements et types de fonds interceptés par le ruban gradué ont été relevés (sable, vase, peuplements algaux, matte morte et herbier). **Ces transects permanents vont permettre d'observer une évaluation de la vitalité d'herbier après les travaux de réfection de la digue et ainsi d'observer une régression éventuelle.**



Photographie 33 - Transect avec balise de suivi et observateur (P2A Développement 2012)

Cartographie du recouvrement des herbiers par l'emprise du futur projet et positionnement des stations de suivi de l'état initial

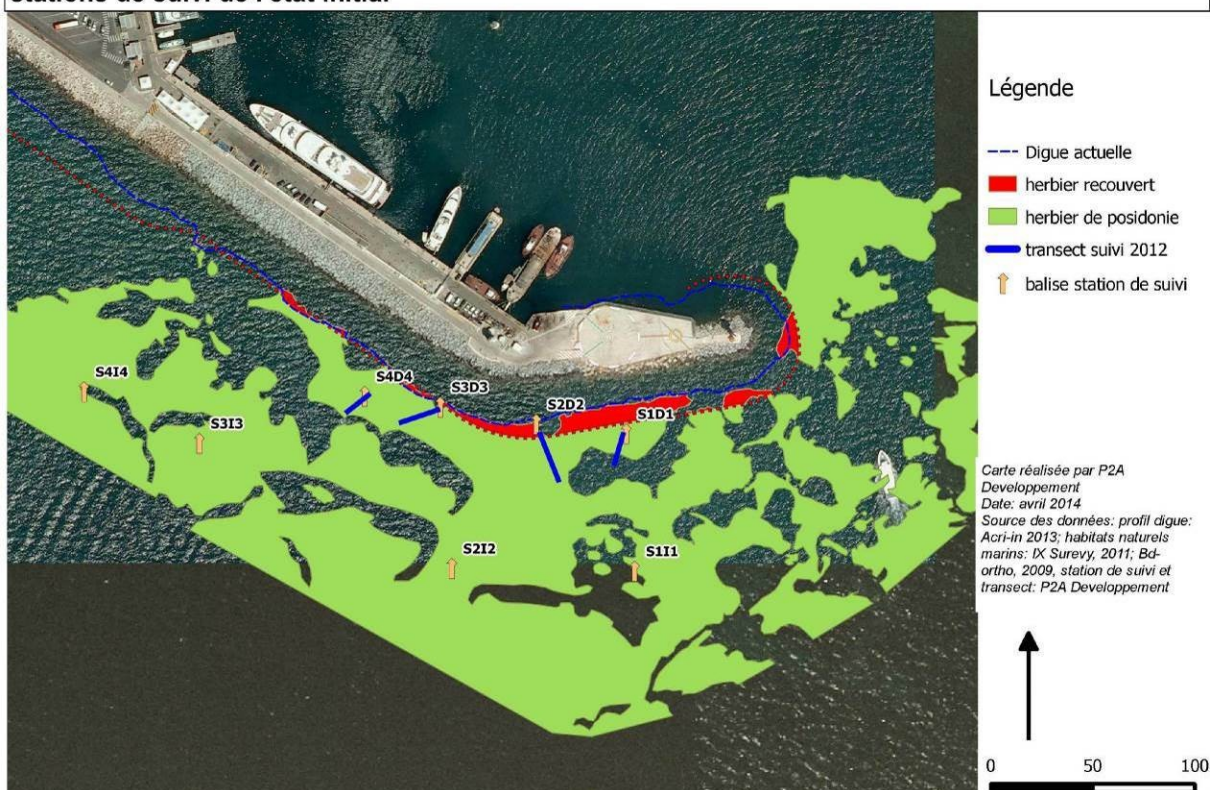


Figure 38 : Transect et station de suivi mis en place en 2012

3.3.4.3 Budget du suivi des herbiers sur 5 ans

Tableau 25 - Budget prévisionnel du suivi des herbiers le long de la digue

	Montant TTC
Suivi état de vitalité des herbiers après les travaux	9 000
Suivi sur 4 ans (2 campagnes)	27 000
Total	36 000

4. Conclusion

4.1 Bilan des coûts et répartition financière

La demande de la Ville de Cannes et CCI de dérogation concernant les espèces protégées *Pinna nobilis* et *Posidonia oceanica* rentre dans le cadre d'un des 5 cas de dérogation prévus de l'article L411-2 du Code de l'environnement qui sont :

- Dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la conservation des habitats naturels
- Dans l'intérêt de la santé et de la sécurité publique ou pour d'autres raisons impératives d'intérêt public majeur, y compris de nature sociale ou économique, et pour des motifs qui comporteraient des conséquences bénéfiques primordiales pour l'environnement

Les maitres d'ouvrage ont recherché et mis en œuvre tous les moyens possibles pour éviter de solliciter une dérogation :

- La proposition d' « Enrochements naturels » a été écartée dès les premières phases des études du fait de son recouvrement plus important des herbiers de Posidonies en pied de digue.
- La proposition d'« Ecopodes + palplanches » n'a pas été retenue car elle est peu stable et crée des zones d'affouillement et d'ensablement préjudiciables aux herbiers.
- Enfin, la solution de la mise en place de blocs de types ECOPODE permet de réduire la pente de la digue et de ne pas empiéter d'avantage sur les herbiers de Posidonie. Toutefois cette solution ne permet pas d'éviter l'empiètement sur les herbiers. Des études complémentaires ont montré que **1227 m²** d'herbier seraient impactés par le futur ouvrage de la digue de Cannes et que **5 grandes nacres** se situent dans la zone d'impact direct des travaux.

Afin de réduire, de compenser et d'accompagner les travaux de confortement de la digue de Cannes, indispensable à la sécurité des biens et des personnes, la Ville de Cannes et la CCI s'engagent à mettre en place un plan d'action détaillé pour préserver l'environnement, résumé dans le tableau ci-dessous.

Figure 39 - Visualisation des mesures compensatoires et d'évitement

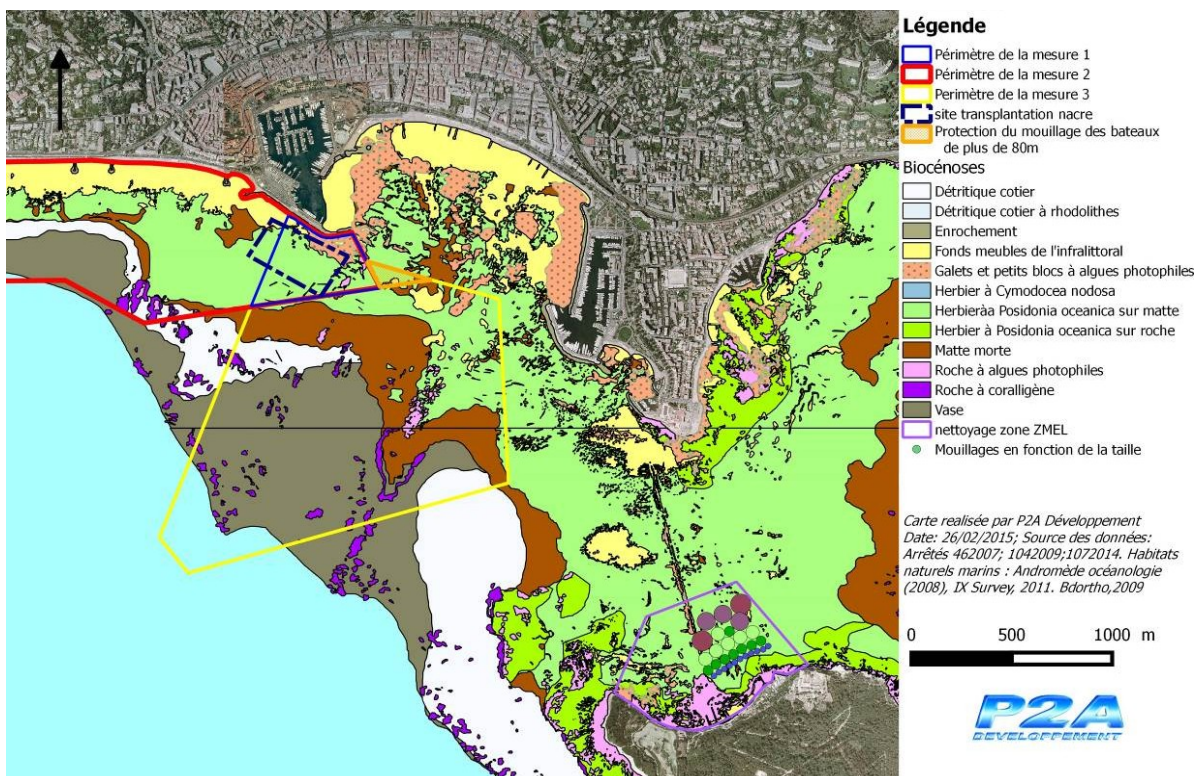


Tableau 26 - Coût indicatif des mesures adoptées pour supprimer, réduire et compenser les impacts du projet sur l'environnement

Types de mesures	Domaine	Etape du projet par rapport aux travaux		Mesures adoptées	Coût indicatif € TTC	Bénéfices attendus
3.1 Réduction	Milieu vivant	Pendant les travaux	3.1.1	Plan d'assurance qualité	Mesures intégrées dans le dossier de consultation des entreprises, comprises dans le coût des travaux	
			3.1.2	Mesures préventives pour limiter les nuisances auprès des riverains		
			3.1.3	Mesures préventives afin de limiter les risques de pollution du milieu marin		
			3.1.3.1	Rideau anti-MES	117 000	
			3.1.3.2	Suivi de la turbidité au moyen des pièges à particules et turbidimètres enregistreurs	52 000	
			3.1.3.3	Mode d'ancrage	Le mode de mise en œuvre terrestre est privilégié	
			3.1.3.4	Barrage antipollution	Lié au plan de gestion des risques	
COUT TOTAL des MESURES DE REDUCTION					169 000	
3.2 Compensatoires	Milieu vivant	avant les travaux	3.2.1	Création d'une zone de protection du milieu marin au droit des digues	Aire protégée de 14 hectares	Nouvelle zone de protection de 333 hectares
			3.2.2	Pérennisation de l'interdiction de mouillage réglementée par l'arrêté 107/2014	Intediction de mouillage permanent sur 319 hectares	
			3.2.3	Modification de la zone de mouillage réglementée par l'arrêté 104/2009		1,8 ha soustrait au mouillage des gros navires
BENEFICES SUR LE MILIEU MARIN des MESURES COMPENSATOIRES					333 hectares préservés à l'année	
3.3 Mesures d'accompagnement	Milieu vivant	Avant	3.3.1	Création d'une ZMEL à Saint Anne		14 hectares préservés à minima
				Maitrise d'œuvre externe	83 840	
		Avant		Nettoyage du périmètre	35 000	
		Après		Mise en place des mouillages	161 675	
		Après		Entretien annuel	82 100	
		Pendant		Suivi scientifique des herbiers sur 5 ans	90 000	
		Pendant	3.3.2	Comité technique du suivi environnemental		
	Faune		3.3.3	Suivi environnemental des nacres		
		Avant		Transplantation	9 000	
		Pendant		Suivi sur 1 an	12 000	
		Après		Suivi année 4 à 10 (suivi tous les 2 ans)	32 000	
	152 Flore		3.3.4	Suivi environnemental en phase travaux		
		Avant		Bilan biocénose, formation	30 000	
		Pendant		Suivi des herbiers en phase travaux	20 000	
		Après		Bilan contradictoire après travaux	35 000	
Après		Evaluation des impacts sur 5 ans		36 000		
COUT TOTAL des MESURES D'ACCOMPAGNEMENT					626 615	14 ha préservés
TOTAL DES INVESTISSEMENTS					795 615	

La première mesure compensatoire consiste à étendre la superficie de l'arrêté 107/2014 à une nouvelle zone. Cette nouvelle surface de 7.3 ha permettra d'augmenter la protection du milieu marin devant les digues à 14 hectares de zone protégée.

La deuxième mesure compensatoire consiste à pérenniser la protection du milieu sur la superficie du périmètre de l'arrêté 107/2014.

La troisième mesure compensatoire s'inscrit dans une démarche de cohérence de non chevauchement des zones réglementées avec la soustraction d'un triangle au mouillage des + de 80 m dans les petites profondeurs.

La mesure d'accompagnement concernant la création d'une ZMEL permettra de préserver 14 hectares de milieu marin grâce à la mise en place de la zone de mouillage.

Un comité technique du suivi environnemental sera constitué pour suivre le maître d'œuvre en charge du suivi environnemental faune, flore des travaux de confortement de la digue.

L'inventaire des nacres a permis de mettre en évidence que 21 nacres seront transplantées (dont 5 situées dans la zone d'empiètement des travaux) ce qui permet de ne pas porter atteinte à l'état de conservation de cette espèce. Ces individus seront transplantés au niveau de la zone de protection au droit des digues.

En résumé : ce présent dossier démontre qu'après application de ces mesures, la dérogation ne nuit pas au maintien des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle et augmente la préservation du milieu marin.

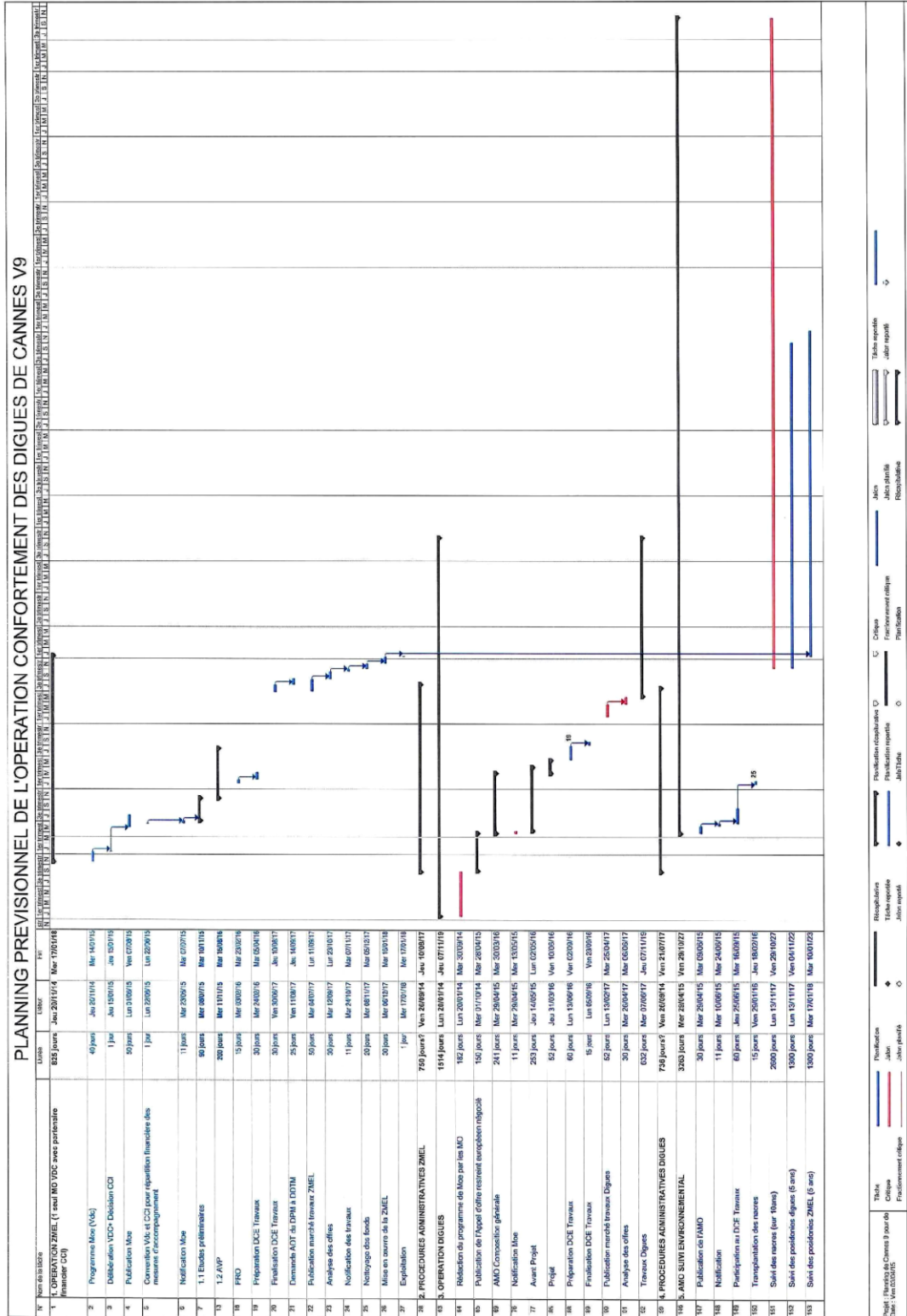
Tableau 27 – Répartition des mesures entre maîtres d’ouvrage

Mesures de compensation et d’accompagnement	Pilote/ Coordonateur	CCI	VDC
Création d’une zone de protection au droit des digues	Ville de Cannes		
Pérennisation de l’interdiction de mouillage réglementée par l’arrêté 107/2014	Ville de Cannes		
Modification de la zone de mouillage réglementée par l’arrêté 104/2009	Ville de Cannes		
Zone de mouillages organisés à Sainte-Anne	MOE externe	50 %	50 %
Animation du comité technique du suivi environnemental			
Suivi environnemental des nacres	BE en charge du suivi environnemental	50 %	50 %
Suivi environnemental des herbiers	BE en charge du suivi environnemental	50 %	50 %
Mesures d’évitement et de réduction dont le cout est intégré dans les travaux.			
Protection des herbiers avec un rideau anti MES (117.000 € HT)	BE en charge du suivi environnemental	Au prorata des travaux	
Suivi de la turbidité au moyen des pièges à particules et turbidimètres enregistreurs (environ 52.000 € HT)	BE en charge du suivi environnemental	50 %	50 %
Immersion de matériaux préalablement lavés Gestion adaptée des engins de chantier (dispositif d’ancrage du ponton barge) Collecte/tri/ évacuation des déchets Plan d’intervention anti-pollution	BE en charge du suivi environnemental	Au prorata des travaux	

4.2 Planning prévisionnel de la conception et des travaux.

A ce jour, en prenant en compte le suivi environnemental, la création de la zone de mouillage et des contraintes liées au code des Marchés publics, le planning prévisionnel s'échelonne plutôt selon les dates indiquées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 28 - Planning prévisionnel à titre indicatif



5. Documentation

5.1 Bibliographie

- ANDROMEDE OCEANOLOGIE, 2011. Inventaires biologiques et analyse écologique des habitats marins patrimoniaux du site Natura 2000 « Baie et Cap d'Antibes – Iles de Lérins » FR 9301 573. Contrat ANDROMEDE OCEANOLOGIE / AGENCE DES AIRES MARINES PROTEGEES. 427 p
- BELL J.D., HARMELIN-VIVIEN M.L. 1982. Fish fauna of French Mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. 1. Community structure. *Téthys*, 10(4): 337-347.
- BELLAN-SANTINI D., LACAZE J. C., POIZAT C., 1994. Les biocénoses marines et littorales de Méditerranée, synthèse, menaces et perspectives. Muséum National d'Histoire Naturelle publ., Paris: 1-246.
- BOUDOURESQUE C.F., 2012. La grande nacre *Pinna Nobilis* : argumentaire contre le déplacement.
- BOUDOURESQUE C.F., 2004. Marine biodiversity in the Mediterranean : status of species, populations and communities. *Sci. Rep. Port- Cros natl Park* 20: 97-146.
- BOUDOURESQUE C.F., BERNARD G., BONHOMME P., CHARBONNEL E., DIVIACCO G., MEINESZ A., PERGENT G., PERGENT-MARTINI C. RUITTON S., TUNESI L. 2006, Préservation et conservation des herbiers à *Posidonia oceanica*. RAMOGE pub. : 1-202.
- BOUDOURESQUE C.F. & MEINESZ A., 1982. *Découverte de l'herbier de Posidonie*. Cahier du Parc National de Port-Cros, 4 : 1-79.
- BOUDOURESQUE C.F., THOMMERET J., THOMMERET Y., 1980. Sur la découverte d'un bioconcrètement fossile intercalé dans l'herbier à *Posidonia oceanica* de la baie de Calvi (Corse) *Journées Etud. System. Biogéogr.médit.*, Cagliari. CIESM. Monaco. 139-142.
- BOUDOURESQUE C.F., AVON M. ET PERGENT-MARTINI C. EDIT., GIS Posidonie publ., Fr. : 141-150.
- BRLi/P2A DÉVELOPPEMENT, 2012. Étude préalable à l'aménagement d'une zone de récifs artificiels en baie de Cannes. Ville de Cannes / Département des Alpes Maritimes.
- BUTLER A., VICENTE N. AND DE GAULEJAC B., 1993. Ecology of de Pteriod bivalves *Pinna bicolor* Gmelin and *Pinna nobilis* L. *Life* 3(1-2):37-45.
- CANCEMI G., GUALA I., COPPA S., BURON K., 2007. L'impact des ancrages sur les herbiers à *Posidonia oceanica* et sur les populations de *Pinna nobilis* (projet AMPAMED).
- CONDE POYALES F., 1989. Ficogeografía del mar de Alborán en el contexto del Mediterráneo occidental. *An. Jard. bot. Madrid* 46(1): 21-26.
- COLLART D., GUYOT E., PARY E., 2004. Étude descriptive et comparative des herbiers de Posidonies du Languedoc. Étude réalisée pour la DIREN LR. CEGEL publ. : 98 PP.
- COMBELLES S., MORETEAU J. C. AND VICENTE N., 1986. Contribution à la connaissance de l'écologie de *P. nobilis* L. (Mollusque : Eulamellibranche). *Travaux Scientifiques du Parc National de Port- Cros, Parc National de Port Cros Ed., Fr, 12 : 29-43.*
- COMBELLES S., MORETEAU J. C. and VICENTE N., 1986. Contribution à la connaissance de l'écologie de *P. nobilis* L. (Mollusque : Eulamellibranche). *Travaux Scientifiques du Parc National de Port- Cros, Parc National de Port Cros Ed., Fr, 12 : 29-43.*
- CPIE ILES DE LÉRINS – 2005 – Etude de fréquentation entre les îles de Lérins.
- DALIAS N., FOULQUIÉ M., FABRE E., 2011. Extension du port de plaisance de Leucate - Aménagement du bassin d'honneur. Réalisation d'une étude et d'un dossier de dérogation par rapport à *Pinna nobilis*. Contrat Ville de Leucate & OCEANIDE. OCEANIDE publ. Fr. : 112 pages.
- DREAL PACA - Préfecture maritime de la Méditerranée - CETE méditerranée, 2010. Stratégie méditerranéenne de gestion des mouillages des navires de plaisance. 66 p+ annexes.
- DUARTE, C.M., J. MIDDELBURG, AND N. CARACO., 2005 a. Major role of marine vegetation on the oceanic carbon cycle. *Biogeosciences*, 2: 1-8.
- ELKALAY, K., FRANGOULIS, C., SKLIRIS, N., GOFFART, A., GOBERT, S., LEPOINT, G., HECQ, J.H., 2003, Model of the seasonal dynamics of biomass and production of the seagrass *Posidonia oceanica* in the Bay of Calvi (Northwestern Mediterranean). *Ecological Modelling*. 167 : 1-18.

- FIORITO G. AND GHERARDI F., 1999. Prey-handling behaviour of *Octopus vulgaris* (Mollusca, Cephalopoda) on bivalve preys. *Behav. Proc.* 46 : 75–88.
- FRANCOUR P., 1997. Fish assemblages of *Posidonia oceanica* beds at Port Cros (France, NW Mediterranean): Assessment of composition and long-term fluctuations by visual census. *Mar. Ecol., PSZNI* 18(2): 157-173.
- GAMULIN-BRIDA H., 1974. Biocénoses benthiques de la mer Adriatique. *AcTa Adriatica* 15(9): 1-102 + 1 carte.
- GAMULIN-BRIDA H., POZAR A., SIMUNOVIC A., SPAN A., 1973. Les conséquences biologiques de la pollution des eaux marines sur les biocénoses benthiques. Groupement des biocénoses benthiques de la mer Adriatique du point de vue de pureté des eaux. *Atti Coll. internazion. Oceanogr. medit.* 5: 137-159.
- GARCIA MARCH J.R. ET VICENTE N., 2006. Protocole d'étude et de surveillance des populations de *Pinna nobilis* dans les aires marines protégées. Rapport MEDPAN/Autorité Maltaise pour l'environnement et la planification – Université de Valence/Université Paul Cézanne Marseille, 81 p.
- GARCÍA-MARCH J.R. AND MÁRQUEZ-ALIAGA A. 2006a. Polymorphism and shell reshaping in *Pinna Nobilis* L., 1758: the reliability of shell dimensions for ontogenetic age and population growth rate estimates. *Organisms Diversity & Evolution* 6, Electronic Supplement 16. <http://www.senckenberg.de/odes/06-16.htm>
- GARCIA MARCH J.R. AND MARQUEZ ALIAGA A., 2007. *Pinna nobilis* L., 1758 age determination by internal shell register. *Marine Biology* 151 : 1077-1085.
- GRAVEZ V. ET AL., 1995. Surveillance de l'herbier de Posidonie de la baie du Prado (Marseille)-Suivi 1995. Ville de Marseille & GIS Posidonie, Marseille, Fr., 56 p.
- GÓMEZ-ALBA J.A.S., 1988. Guía de campo de los fósiles de España y de Europa. Ediciones Omega S. A., Barcelona. 925 p.
- JOUVENEL J.Y ET DUPONT P., 2012. Description générale de l'herbier et des fonds environnants de la digue de Laubeuf à Cannes (06). ACRI-IN-36p.
- HOLON F., DESCAMP P., 2008. Étude de l'écologie marine – étude complémentaire au contrat de baie des golfes de Lérins. Contrat ANDROMEDE / Ville de Cannes.
- HIGNETTE M. (1982). Croissance de *Pinna nobilis* Linne (Mollusque Eulamellibranche) après implantation dans la Réserve sous-marine de Monaco. *Rapp. Comm. Int. Expl. Sci. Mer Medit.* 28 (3) : 237-238.
- MOLINIER R., PICARD J., 1952. Recherche sur les herbiers de phanérogames marines du littoral méditerranéen français. *Ann. Inst. océanogr., Fr.*, 28 : 157-234.
- PAYROT J., JENOT S., 2009. Suivi des grandes nacres (*Pinna nobilis*) au sein de la réserve naturelle marine de Cerbère-Banyuls-Recensement dans la baie de Peyrefite-année 2009. 32p.
- PERGENT G., 1991. La protection légale de la Posidonie en France : un outil efficace. Nécessité de son extension à d'autres pays méditerranéens. *Les espèces marines à protéger en Méditerranée*, BOUDOURESQUE C.F., AVON M., GRAVEZ V. édit., GIS Posidonie publ., Fr. : 29-33.
- PERGENT G., LEONARDI R., LOPEZ Y., ROYO C., MIMAULT B., PERGENT-MARTINI C., 2008. Mise en œuvre d'un Réseau de Surveillance Posidonies le long du littoral de la Corse – Rapport de synthèse. Contrat Office de l'Environnement de la Corse et GIS Posidonie Centre de Corse, GIS Posidonie Publ., Corte : 1 – 273.
- PICARD, J., 1965. Importance, répartition et rôle du matériel organique végétal issu des prairies de Posidonies. *Rapp. Commiss. internation. Mer Médit.*, 18 (2) : 91-92.
- PITHOIS-MILLE D., 2007. Préfiguration d'un Réseau de Surveillance Posidonie « nouvelle génération » en région Provence-Alpes-Côte d'Azur – Rapport de fin d'étude. Centre d'Océanologie de Marseille et Ifremer, la Seyne sur Mer : 1 – 41.
- MAIRIE DE SAINT-RAPHAËL, Service environnement, mer et forêts. *Document d'objectifs du site Natura 2000 « Estérel » FR9301628, TOME 1 « Diagnostic, enjeux et objectifs de conservation ».* Document provisoire, version 2. 2011, février.

- MORETEAU J.C. AND VICENTE N., 1982. Évolution d'une population de *Pinna nobilis* L. (Mollusca, Bivalvia). *Malacologia* 22(1-2):341-345.
- MEDIONI E, VICENTE N., 2003. Cinétique des populations de *Pinna nobilis* dans les zones interdites au mouillage et des zones autorisées. Contrat Parc national de Port-Cros / Exercice 2002-2003– n° 02-019-83400 PC / Programme *Pinna nobilis*. 20p.
- MEDIONI E., GUILLE V, 1996. Rapport préliminaire de la population des *Pinna nobilis* au sein de la RNMCB, stage de DEUG de Biologie, Université de Perpignan.
- PAYROT J., JENOT S., 2009. Suivi des grandes naces (*Pinna nobilis*) au sein de la Réserve naturelle marine de Cerbère-Banyuls Recensement dans la baie de Peyrefite année 2009. 31p.
- PERGENT-MARTINI C., 1994. Impact d'un rejet d'eaux usées urbaines sur l'herbier à *Posidonia oceanica* avant et après la mise en service d'une station d'épuration. Thèse Doct. Univ. De Corse. 190p.
- PERGENT G., PERGENT-MARTINI C., BOUDOURESQUE C.F., 1995. Utilisation de l'herbier à *Posidonia oceanica* comme indicateur biologique de la qualité du milieu littoral en Méditerranée état des connaissances *Mésogée*, Fr., 54 : 3-27.
- POR F.D., 1978. Lessepsian migrations. The influx of Red Sea biota into the Mediterranean by way of the Suez canal. Springer Verlag publ., Berlin: x + 1-228.
- RAUJOUAN P., MARTIN-ROUMEGAS L., GAUTHIER E., DURR F., TOUBIANA L., VIROULAUD L., 2012. Suivi environnemental des aménagements portuaires et littoraux. Guide de recommandations. CETMEF.
- ROUANET E. et VICENTE N. 2011. Transplantation d'individus de *Pinna nobilis* depuis les abords de la canalisation d'adduction d'eau du musée océanographique de Monaco vers la réserve marine du Larvotto. Contrat d'étude CREOCEAN – Institut Océanographique Paul Ricard : 15 p.
- SAFEGE, CETIIS, 2003. Étude préalable à une gestion intégrée du littoral.
- SAFEGE, CETIIS, 2009. Renforcement et restructuration de la digue du port de Bormes les Mimosas. Étude d'impact/dossier autorisation au titre de la loi sur l'eau. YACHT CLUB INTERNATIONAL DE BORMES-LES-MIMOSAS. 148 p
- ŠILETIĆ T. AND PEHARDA M., 2003. Population study of the fan shell *Pinna nobilis* L. in Malo and Veliko Jezero of the Mljet National Park (Adriatic Sea). *Scientia Marina* 67 (1) : 91–98.
- SOGREAH, 2009. Étude hydro-sédimentaire des golfes de Lérins. Fascicule N°4, Rapport final, 169 p.
- 3 AME, 2008. Implantation de mouillages organisés sur le département des Alpes maritimes. Étude de faisabilité. Conseil général des Alpes- maritimes. 1-133 p.
- VILLE D'ANTIBES JUAN-LES-PINS, 2012. *Document d'objectifs du site Natura 2000 FR 9301573 « Baie et Cap d'Antibes – Iles de Lérins »* - Tome 1 « Diagnostics, enjeux et objectifs de conservation ». Document final (Mars 2013) 278p. + annexes.
- VILLE D'ANTIBES JUAN-LES-PINS, 2011. Étude de fréquentation des navires de plaisance dans le site Natura 2000 : « Baie et Cap d'Antibes- Iles de Lérins » 1-36.
- VILLE D'ANTIBES JUAN-LES-PINS, 2012. Étude de fréquentation des navires de plaisance dans le site Natura 2000 : « Baie et Cap d'Antibes- Iles de Lérins » 1-36.
- VICENTE N. 2013. Étude Eco systémique de la Grande nacre *Pinna nobilis* Mollusque bivalve endémique de Méditerranée. *Rapp. CECAZ*, 2 : 40 p.
- VICENTE N, 2004. Poursuite de l'étude des populations de *Pinna nobilis* dans les eaux de Port-Cros. Contrat n°03-022 Étude des populations de *Pinna nobilis*. 19p.
- VICENTE N., MORETEAU J.C. AND ESCOUBET P., 1980. Étude de l'évolution d'une population de *Pinna nobilis* L. (Mollusque Eulamelibranche) au large de l'anse de la Palud (Parc National de Port-Cros). *Travaux Scientifique Parc National Port-Cros* 6 : 39-67.
- VICENTE N, MORETEAU JC, 1991. Statut de *Pinna nobilis* L. en Méditerranée (mollusque eulamelibranche). In: Boudouresque, CF, Avon, M and Gravez, V eds: *Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée*. Gis Posidonie publ. Marseille pp 159-168.

VICENTE N. ET DE GAULEJAC B., 1993. *Pinna nobilis* L (Mollusque bivalve), indicateur biologique du littoral méditerranéen dans "Qualité du milieu marin – Indicateurs biologiques et physicochimiques".

ZAVODNIK D., HRS-BRENKO M. AND LEGAC M., 1991. Synopsis on the fan shell *P. nobilis* L. in the eastern Adriatic Sea. In C. F. Boudouresque, M. Avon and V. Gravez (Eds.) Les Espèces Marines à Protéger en Méditerranée (pp. 169–178). Marseille, France : GIS Posidonie publ.

YONGE C.M., 1953. Form and habit in *Pinna carnea* Gmelin. Phil Trans R Soc London Ser B 237:335-374.

5.2 Table des illustrations

Figures

Figure 1 - Localisation du site d'étude	8
Figure 2- Schéma de présentation du Vieux-Port de Cannes	9
Figure 3 - Vue aérienne de la digue (source : Google Earth - 2006) et tableau de répartition des compétences sur les différents linéaires de digue (Source : ACRI-IN).....	12
Figure 4 - Coupe de l'épi (Source : Acri-in).....	22
Figure 5 - Coupe du profil digue Laubeuf retenu (Source : ACRI-IN).....	23
Figure 6 - Coupe et plan masse du profil digue du large retenu (Source : ACRI-IN).....	24
Figure 7- Coupe et plan masse du profil hélisation / musoir retenu (Source : ACRI-IN).....	25
Figure 8 - Plan masse du projet (Source : ACRI-IN).....	26
Figure 9 - Bathymétrie de la rade de Cannes (SOGREAH, 2009).....	43
Figure 10 - Courantologie par régime de vents d'Ouest (Source : SOGREAH, 2009).....	44
Figure 11 - Courantologie par régime de vents d'Est (SOGREAH, 2009)	44
Figure 12 - Cartographie des biocénoses de la rade de Cannes réalisée en 2008 (Source : l'Œil d'Andromède).....	46
Figure 13 - Carte des inventaires et protections environnementales à proximité du projet (Source : BRU/P2A Développement, 2012).....	48
Figure 14 - Carte de la zone d'étude prospectée dans le cadre des campagnes scientifiques	52
Figure 15 - Cartographie des biocénoses issue de la campagne de Juillet 2011 (Source : IXSurvey).....	55
Figure 16 - Localisation des stations de vitalité d'herbier 2012	59
Figure 17 - Cartographie des individus de <i>Pinna nobilis</i> rencontrés le long de la digue dans la zone d'impacts directs (Source : P2A Développement).....	63
Figure 18 - Schéma explicatif de la technique utilisée pour recenser les grandes naces (Source : P2A Développement).....	66
Figure 19 - Carte de localisation des individus de <i>Pinna nobilis</i> observés en 2014 au niveau du pied de la digue (P2A Développement).....	68
Figure 20 - Illustration de la posidonie (d'après N. Müller).....	74
Figure 21 - Distribution géographique de <i>Posidonia oceanica</i> en Méditerranée (PERGENT-MARTINI, 2004).....	76
Figure 22 – Cartographie de la surface d'herbiers recouverte par la nouvelle digue (Source : P2A Développement).....	81
Figure 23 - Cartographie des herbiers potentiellement impactés par le futur ouvrage (Source : P2A Développement).....	88
Figure 24 - Différente forme de <i>Pinna nobilis</i>	96
Figure 25 : Illustration des différents dispositifs d'amarrage du ponton-barge (source SAFEGE, 2009)	117
Figure 26 : Carte de l'état actuel de la réglementation du mouillage à proximité de la zone de projet et concernant les herbiers de posidonie et la population de grandes naces de Méditerranée (source P2A Développement).....	119
Figure 27 : Mise en protection de la zone d'interdiction de mouillage au droit de la digue du Vieux-Port de Cannes (source P2A Développement)	121
Figure 28 : Pérennisation de la zone de mouillage réglementée de l'Arrêté 107/2014 Rade de Cannes (source P2A Développement).....	123
Figure 29 : Modification de la zone de mouillage Ouest pour les navires de plus de 80 m (source P2A Développement).....	125
Figure 30 : Carte globale des mesures 1, 2, 3 qui seront mises en place sur la zone	126
Figure 31 - Schéma d'un mouillage surancre à vis et manta ray (Source : 3AME, 2008).....	132
Figure 32 - Schéma d'un mouillage surancre à vis pour des grosses unités	133
Figure 33 - Localisation de la zone de mouillages organisée à Sainte-Anne.....	134
Figure 34 - Proposition d'aménagements des zones de mouillages organisés à Sainte-Anne (zoom).....	135
Figure 35: Zone de périmètre de nettoyage de la zone avant la mise en place de ZMEL	137
Figure 36 - Morphométrie de <i>Pinna Nobilis</i> et exemple de courbe de croissance.....	142
Figure 37 - Choix de la zone de réimplantation des grandes naces (source P2A Développement).....	146
Figure 38 : Transect et station de suivi mis en place en 2012	150
Figure 39 - Visualisation des mesures compensatoires et d'évitement	151

Tableaux

Tableau 1 - Présentation des propriétaires des différentes parties de la digue du Vieux-Port de Cannes.....	12
Tableau 2-Répartition des maîtres d'ouvrage.....	18
Tableau 3 - Présentation des différentes phases des travaux de la partie Cannes Ouest (Source Acri-in).....	27
Tableau 4 - Présentation des différentes phases des travaux de la partie centrale (Source Acri-in).....	28
Tableau 5 - Présentation des différentes phases des travaux de la partie Cannes Est (le musoir) (Source Acri-in).....	29
Tableau 6 : Grille d'évaluation	33
Tableau 7 – Principaux enjeux environnementaux du secteur (Source : P2A Développement).....	47
Tableau 8 – Liste des ZNIEFF marines du littoral d'étude (Source : DREAL PACA)	49
Tableau 9 - Sites NATURA 2000 à proximité du projet (Source : DREAL PACA).....	50
Tableau 10 - Autres protections réglementaires au niveau du site du projet.....	51
Tableau 11 - Liste des espèces rencontrées lors des inventaires de la zone au pied de la digue (Source : P2A Développement).....	61
Tableau 12 - Coordonnées géographiques des individus de <i>Pinna nobilis</i> observés en août 2012 (Source : P2A Développement).....	64
Tableau 13 - Coordonnées géographiques des individus de <i>Pinna nobilis</i> observés en 2013 (Source : CG06)	64
Tableau 14 - Coordonnées géographiques des individus de <i>Pinna nobilis</i> observés en 2014 (Source P2A Développement)	69
Tableau 15 – Planche photographique des individus de <i>Pinna nobilis</i> observés en 2014 (Source P2A Développement)....	70
Tableau 16 - Liste des statuts de protection et d'inventaires de <i>Pinna nobilis</i> (Source : INPN).....	100
Tableau 17 - Proportion des individus de <i>Pinna nobilis</i> vraisemblablement présents dans la zone d'étude et concernés par les travaux.....	102
Tableau 18 : Impacts écologiques et socioéconomiques potentiels pour le projet en phase travaux.....	107
Tableau 19 - Budget prévisionnel du nettoyage de la zone	137
Tableau 20 - Budget prévisionnel de la mise en place de 30 mouillages.....	139
Tableau 21 - Budget prévisionnel de l'entretien annuel des mouillages	139
Tableau 22 : Budget du suivi des herbiers sur 5 ans (basé sur 2,5 de terrain et le suivi de 8 stations :	141
Tableau 23 - Proportion des individus de <i>Pinna nobilis</i> vraisemblablement présents dans la zone d'étude et concernés par les travaux.....	146
Tableau 24 - Budget prévisionnel de la transplantation et du suivi des 21 grandes naces.....	147
Tableau 25 - Budget prévisionnel du suivi des herbiers le long de la digue	150
Tableau 26 - Coût indicatif des mesures adoptées pour supprimer, réduire et compenser les impacts du projet sur l'environnement.....	152
Tableau 27 – Répartition des mesures entre maîtres d'ouvrage.....	154
Tableau 28 - Planning prévisionnel à titre indicatif.....	155

Photographies

Photographie 1 - Planche photographique de la digue de Cannes soumise aux tempêtes	10
Photographie 2 - Photo aérienne de la digue et présentation des différents tronçons (Source : ACRI-IN).....	13
Photographie 3 - Illustration de la campagne d'essais sur l'état actuel de la digue Laubeuf avec comparaison par rapport aux images des tempêtes modélisées.....	31
Photographie 4 - Déformation du fond mobile dû à la réflexion de la houle sur les palplanches de la solution « Écopodes + palplanches » du profil hélistation	36
Photographie 5 - Illustration d'un bloc ECOPODE™.....	41
Photographie 6 - Photographies du matériel utilisé par IXSurvey pour la réalisation de la cartographie des herbiers de Posidonies.....	53
Photographie 7 - Photographies des différentes zones d'herbiers prospectées au niveau de l'ancien phare	56
Photographie 8 - Photographies des différentes zones d'herbiers prospectées au niveau du musoir.....	57
Photographie 9 - Photographies des différentes zones d'herbiers prospectées au niveau de l'épi	57
Photographie 10 - Illustration des trois types d'herbier rencontrés le long de la digue (© P2A Développement)	60
Photographie 11 - Amélioration de la vitalité de l'herbier et de la visibilité dans un gradient Est (photo de gauche) -Ouest (photo de droite) (© P2A Développement).....	60
Photographie 12 - Exemples d'épiphytes sur les frondes de posidonie amenant même les feuilles à pliersous le poids des organismes fixés (© P2A Développement).....	60
Photographie 13 – Illustration de la technique de recensement (Source : P2A Développement).....	65
Photographie 14– Illustration de la technique de géo localisation et du cartographe relié au plongeur sous l'eau (Source : P2A Développement).....	67
Photographie 15 - Illustration du balisage de quelques spécimens (Source : P2A Développement)	67
Photographie 16 - Herbier à <i>Posidonia oceanica</i> (©P2A Développement).....	73
Photographie 17 : Zone d'Herbier de la zone S1D1.....	83
Photographie 18 : Zone d'herbier de la zone S2D2.....	84
Photographie 19 : Herbier de la station S3D3 avec un individu de <i>Pinna nobilis</i>	85
Photographie 20 : Zone d'herbier de la station S4D4.....	86

Photographie 21 - Limites franches de l'herbier de pposidonie le long de la digue (extrait du transect vidéo le long de la digue (à gauche) et prise photographique (à droite)).....	87
Photographie 22 - Extrait des photos prises des stations S111 (à gauche) à S414 (à droite) (Source : P2A Développement)	89
Photographie 23 - Zone d'herbier de la station S111 et présence d'un individu de <i>Pinna nobilis</i>	90
Photographie 24 : Zone d'herbier de la station S212	91
Photographie 25 : Zone d'herbier de la station S313	92
Photographie 26 : Zone d'herbier de la station S414	93
Photographie 27 - Photo d'un individu de <i>Pinna nobilis</i>	94
Photographie 28- Rideau anti-MES, vue du flotteur © P2A, schéma de principe © Elastec, et vue de la jupe © P2A.....	114
Photographie 29 - Exemple de confinement des fines (zone bleue) par la mise en place d'un géotextile (Réhabilitation du port de Monaco, 2002-2003)	116
Photographie 30- Exemple de la bouée mise en place à Cassis en 2013 (source Ville de Cassis).....	133
Photographie 31.....	136
Photographie 32 - Quelques illustrations d'individus transplantés dans la réserve marine du Larvotto (Rouanet E. et Vicente N., 2011).....	145
Photographie 33 - Transect avec balise de suivi et observateur (P2A Développement 2012).....	150

6. Annexes

Annexe 1 – Procès verbaux et conventions d'occupation du domaine portuaire

Annexe 2 – Description générale de l'herbier et des fonds environnants missions de 2012

Annexe 3 -Délibération relative à la composition et au rôle de la commission extra communale de la mer (Ville de Cannes)

Annexe 4 – Arrêté 61/2014

Annexe 5 – Arrêté 107/2014

Annexe 6 – Arrêté 46/2007

Annexe 7 – Arrêté 104/209