

Gestion des feuilles mortes de posidonies dans la Reppe

ETUDE N° 2016-04843845 - HC - DATE 23/08/2018



**Demande de dérogation à l'interdiction de destruction ou perturbation
intentionnelle d'espèces protégées**
Au titre des articles L.411-1 et suivants du CE



RAPPORT DEFINITIF

Février 2019

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable : en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations de **Setec in vivo** ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

Crédit photographique : Setec in vivo (sauf mention particulière)

Auteurs

Hélène CLAUDEL	Chargée d'études
Francoise LEVEQUE	Chargée de projet
Marc CHENOZ	Chargé de projet - Directeur d'agence Méditerranée

setec in vivo
siège social : Immeuble Central Seine
42-52 quai de la Râpée
CS 7120
75 583 Paris cedex 12
France

Tél. +33 1 82 51 55 55
invivo@setec.fr

Agence de La Forêt-Fouesnant
Z.A La Grande Halte
29 940 La Forêt-Fouesnant
France

Tél. + 33 2 98 51 41 75

Agence de Marseille
4 place Sadi Carnot
13 002 Marseille
France

Tél. + 33 4 86 15 61 80





Table des matières

1	INTRODUCTION	7
1.1	CONTEXTE ET ENJEUX DU PROJET	7
1.2	CADRE REGLEMENTAIRE	8
1.2.1	Principe de protection stricte des espèces	8
1.2.2	Principe de dérogation	9
2	NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR	10
3	PRESENTATION DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU PROJET ET SA JUSTIFICATION	11
3.1	LOCALISATION DU PROJET	11
3.2	DESCRIPTION DU SITE	12
3.2.1	L'embouchure de la Reppe	12
3.2.2	Présentation de la problématique	12
3.2.3	Historique des opérations menées	14
3.3	DESCRIPTION DES TRAVAUX	15
3.3.1	Description des opérations	15
3.3.2	Période de travaux	16
3.3.3	Durée des travaux	16
3.3.4	Coût des travaux	16
3.4	RAISON DU CHOIX DU PROJET	17
3.4.1	Le curage de la Reppe	17
3.4.2	La filière de destination	20
4	RAPPEL DES PRINCIPAUX ELEMENTS DE L'EVALUATION DES INCIDENCES CONCERNANT LES ESPECES PROTEGEES	25
4.1	DEFINITION DE L'AIRE D'ETUDE	25
4.2	ESPECE PROTEGEE	25
4.3	JUSTIFICATION DE LA LISTE D'ESPECES CONCERNEES PAR LA DEMANDE	25
4.4	MESURES ENVIRONNEMENTALES	26
4.4.1	Mise en place d'écran anti-turbidité	26
4.4.2	Mesures de réduction des volumes prélevés	27
4.4.3	Mesures de compensation	27
5	PRESENTATION DE L'ESPECE CONCERNEE PAR LA DEMANDE	28
5.1	LA POSIDONIE (<i>POSIDONIA OCEANICA</i>)	28
5.1.1	Morphologie	28
5.1.2	Reproduction	29
5.1.3	Croissance et longévité	30
5.1.4	Ecologie	31
5.1.5	Répartition et état de conservation	35
5.1.6	Statut	37
5.1.7	Menaces	37
6	EVALUATION DES INCIDENCES SUR L'ETAT DE CONSERVATION DE L'ESPECE CONCERNEES	39

7	MESURE DE COMPENSATION ET DE SUIVI DES INCIDENCES	39
8	CONCLUSION	40
	BIBLIOGRAPHIE	42
	ANNEXE : CERFA 13617-01	45
	FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE.....	46



Liste des figures

Figure 1 : Localisation des zones de travaux pour le curage de la Reppe	11
Figure 2 : Dépôts entre le pont routier de la Promenade Charles de Gaulle et le pont piéton du Boulevard des Ecoles	13
Figure 3 : Dépôts en aval du pont routier de la Promenade Charles de Gaulle	13
Figure 4 : Curage de la Reppe en mars 2012 (ouest-var.net).....	15
Figure 5 : Territoires à risque important d'inondation sur la commune de Six-Fours-les-Plages (www.georisques.gouv.fr)	17
Figure 6 : PPRN inondation sur les communes de Six-Fours-les-Plages et Sanary-sur-Mer (www.georisques.gouv.fr)	18
Figure 7 : Feuilles mortes de posidonie échouées dans la Reppe	19
Figure 8 : Barrage anti-MES.....	26
Figure 9 : Rhizomes plagiotropes (Collart D., 2000).....	28
Figure 10 : Feuilles, faisceaux et rhizomes de posidonies	29
Figure 11 : Matte de posidonies (modifié d'après Boudouresque et Meinez, 1982)	29
Figure 12 : Fleurs de posidonies	30
Figure 13 : Herbier à Posidonia oceanica.....	32
Figure 14 : Principales fonctions de l'herbier de posidonie (Gis Posidonies)	32
Figure 15 : Enchevêtrement de feuilles mortes de P. oceanica formant les banquettes	33
Figure 16 : Cycle accumulation /érosion subis par les banquettes de posidonie (d'après Mateo et al., 2003)..	34
Figure 17 : Répartition des herbiers de Posidonia oceanica en Méditerranée (Telesca et al., 2015)	35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Historique des volumes de feuilles mortes de posidonies extraits et évacués de l'embouchure de la Reppe (Mairie de Six-Fours-les-Plages/Syndicat Mixte de la Reppe)	14
Tableau 2 : Caractéristiques des territoires à risque important d'inondation (www.georisques.gouv.fr).....	18
Tableau 3 : Critère d'admission des déchets dans les installations de stockage des déchets (seuils issus de la réglementation)	23
Tableau 4 : Statuts de menace et de protection de Posidonia oceanica à différents niveaux	37

Liste des planches

Planche 1 : Localisation de l'embouchure de la Reppe	11
Planche 2 : Présentation du secteur de la Reppe	12
Planche 3 : Photographies du secteur de l'embouchure de la Reppe le 05/01/17	12
Planche 4 : Présentation de l'aire d'étude.....	25
Planche 5 : Cartographie de l'herbier de posidonie dans la zone d'étude.....	36





1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE ET ENJEUX DU PROJET

La Reppe est un fleuve côtier français qui coule dans le département du Var et qui se jette dans la mer Méditerranée. À son embouchure, la Reppe matérialise la limite entre les communes de Sanary-sur-Mer et de Six-Fours-les-Plages.

Depuis de nombreuses années, les communes de Six-Fours-les-Plages et Sanary-sur-Mer connaissent chaque hiver une accumulation de feuilles mortes de posidonies qui s'échouent en grande quantité sur les plages, formant des banquettes épaisses qui protègent les plages de l'érosion mais leur donnent un aspect peu attractif pour les touristes.

Ce secteur est en effet soumis aux vents de secteur ouest/nord-ouest (Mistral) et est exposé aux houles d'ouest. Ces facteurs hydrodynamiques locaux entraînent localement des phénomènes d'érosion et d'accumulation de feuilles mortes de posidonie au niveau des plages. Les feuilles viennent également s'accumuler dans l'embouchure de la Reppe entraînant ainsi des risques de sécurité et de salubrité.

Afin d'éviter tout risque lié à un exhaussement des fonds du cours d'eau ainsi que les nuisances olfactives engendrées par ces dépôts, des travaux de curage sont réalisés chaque année. Ainsi, le Syndicat Mixte de la Reppe, du Grand Vallat et de ses affluents, en charge de la gestion du cours d'eau, souhaite poursuivre ces opérations et obtenir l'autorisation de curer annuellement ces dépôts. Le présent document constitue donc la demande de dérogation pour la destruction de ces dépôts, constitués de feuilles mortes de posidonie, pour la réalisation de ces travaux pour les années 2019 et 2020 dans l'attente de réflexions sur des solutions plus pérennes.



1.2 CADRE REGLEMENTAIRE

1.2.1 PRINCIPE DE PROTECTION STRICTE DES ESPECES

L'article L.411-1 du code de l'environnement dicte un certain nombre d'interdictions dans le but d'éviter la disparition d'espèces animales ou végétales :

« I. - *Lorsqu'un intérêt scientifique particulier, le rôle essentiel dans l'écosystème ou les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, sont interdits :*

1° *La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;*

2° *La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux 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 détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;*

3° *La destruction, l'altération ou la dégradation de ces habitats naturels ou de ces habitats d'espèces ;*

4° *La destruction, l'altération ou la dégradation des sites d'intérêt géologique, notamment les cavités souterraines naturelles ou artificielles, ainsi que le prélèvement, la destruction ou la dégradation de fossiles, minéraux et concrétions présents sur ces sites ;*

5° *La pose de poteaux téléphoniques et de poteaux de filets paravalanches et anti-éboulement creux et non bouchés. »*

Les espèces concernées par ces interdictions sont fixées par des listes nationales, prises par arrêté conjoint du ministre chargé de la Protection de la Nature et soit du ministre chargé de l'Agriculture, soit, lorsqu'il s'agit d'espèces marines, du ministre chargé des pêches maritimes (article R.411-1 du code de l'environnement), et éventuellement par des listes régionales.

L'article R.411-3 du code de l'environnement indique que pour chaque espèce, ces arrêtés interministériels précisent : la nature des interdictions mentionnées à l'article L.411-1 qui sont applicables, la durée de ces interdictions, les parties du territoire et les périodes de l'année où elles s'appliquent.

1.2.2 PRINCIPE DE DEROGATION

L'article L.411-2 du code de l'environnement permet, dans les conditions déterminées par les articles R.411-6 et suivants, la délivrance de dérogations exceptionnelles à l'article L.411-1 du code de l'environnement :
« 4° La délivrance de dérogation aux interdictions mentionnées aux 1°, 2° et 3° de l'article L.411-1, à condition qu'il n'existe pas d'autre solution satisfaisante [...] et que la dérogation ne nuise pas au maintien, dans un état de conservation favorable, des populations des espèces concernées dans leur aire de répartition naturelle :

- a) Dans l'intérêt de la protection de la faune et de la flore sauvages et de la conservation des habitats naturels ;
- b) Pour prévenir des dommages importants notamment aux cultures, à l'élevage, aux forêts, aux pêcheries, aux eaux et à d'autres formes de propriété ;
- 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 ;
- d) 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 ;
- e) 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 ; »

La dérogation est accordée par arrêté préfectoral précisant les modalités d'exécution des opérations autorisées. La décision est prise après avis du Conseil National pour la Protection de la Nature (CNPN) (article 3 de l'arrêté ministériel du 19 février 2007 fixant les conditions de demande et d'instruction des dérogations définies au 4° de l'article L.411-2 du code de l'environnement portant sur des espèces de faune et de flore protégées).

Selon les dispositions du code de l'environnement (articles cités ci-dessus), les trois conditions incontournables à l'octroi d'une dérogation sont les suivantes :

- La demande s'inscrit dans un projet fondé sur une raison impérative d'intérêt public majeur ;
- Il n'existe pas d'autre solution plus satisfaisante ;
- La dérogation ne nuit pas au maintien de l'état de conservation favorable de l'espèce dans son aire de répartition naturelle.

L'objet du présent dossier est de démontrer que ces trois conditions sont effectivement respectées.



2 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR

Le pétitionnaire est :

M. Jean-Luc Granet, président

**Le Syndicat Mixte
de la Reppe, du
Grand Vallat et de
ses affluents**

Hôtel de Ville
Quai Charles de Gaulle
BP 24
83110 Sanary-sur-Mer
Tél. : 04 94 32 97 00

SIRET : 20007956400015

3 PRESENTATION DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DU PROJET ET SA JUSTIFICATION

3.1 LOCALISATION DU PROJET

Le projet concerne le fleuve côtier de la Reppe, qui matérialise la limite entre les communes de Six-Fours-Plages et Sanary-sur-Mer, dans le département du Var. Il est localisé sur la planche suivante.

Planche 1 : Localisation de l'embouchure de la Reppe

La zone de travaux se situe à l'embouchure de la Reppe, au niveau du pont entre le boulevard Etienne d'Orves et la promenade Général de Gaulle, au nord de la plage de Bonne Grâce à Six-Fours-les-Plages.

La figure ci-dessous localise les zones concernées par les travaux.



Figure 1 : Localisation des zones de travaux pour le curage de la Reppe



3.2 DESCRIPTION DU SITE

3.2.1 L'EMBOUCHURE DE LA REPPE

La localisation du secteur de la Reppe est fournie sur la planche suivante :

Planche 2 : Présentation du secteur de la Reppe

La Reppe naît au niveau du vallon de la Capucine sur la commune du Beausset de la confluence de la Darbousse, de l'Endourille, des Folles Rau et des Capucines Rau. D'autres affluents viennent grossir ce cours d'eau : la Béranguière, la Cimai, le Destel. D'un bassin versant d'environ 10 000 ha, d'une longueur d'environ 15 km, et d'un débit moyen de 3 m³/s, elle se jette dans la baie de Sanary - Six-Fours au nord de la plage de Bonne Grâce.

En arrivant à la côte, le cours d'eau traverse le tissu urbain en empruntant un canal de 8 à 12 m de large environ. Celui-ci s'élargit après le passage de la route littorale (D559) pour former une embouchure d'environ 20 m de large endigués par des enrochements. Le cours d'eau constitue à ce niveau la limite entre les communes de Sanary-sur-Mer et Six-Fours-les-Plages.

L'embouchure est protégée :

- à l'ouest par un terre-plein accueillant un parking et une cale de mise à l'eau ;
- au sud par une digue en enrochements de 70 mètres de longueur ;
- à l'est par un ouvrage maçonné formant une courbe de 85 m de long environ ;

Une visite de site a été effectuée par setec in vivo le 5 janvier 2017. La planche suivante présente des photographies prises au niveau de ce secteur lors de cette visite.

Planche 3 : Photographies du secteur de l'embouchure de la Reppe le 05/01/17

On constate sur les berges à proximité de l'embouchure une accumulation de feuilles de posidonies.

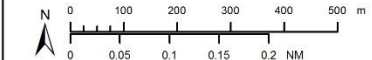
3.2.2 PRESENTATION DE LA PROBLEMATIQUE

Des plages de dépôts de feuilles de posidonie se forment au niveau de l'embouchure de la Reppe jusqu'à environ 150 m en amont de la passerelle piétonne du Boulevard des Ecoles.



Légende

— La Reppe



Format : A3 / Echelle : 1:10 000
 Projection : RGF 1993 Lambert 93



Réalisation : Séverine COUPPA, ©setec in vivo
 Date : janvier 2019
 Ref. : 01_SMRGV_CURAGE_REPPE_Presentation_secteur_etude -
 Version : 01

Source des données :
 ESRI Basemap, IGN, BD CARTAGE, SHOM



Projection : RGF 1993 Lambert 93 - Format original : A4 - Echelle : 1:3 500

Préparation et réalisation : Alexandre CERRUTI, ©setec in vivo - Date : janvier 2017 - Réf. : 6FOURS_POSIDONIE_PLAGE02_v1 - Sources : Bing Maps, IGN, BD CARTRAGE

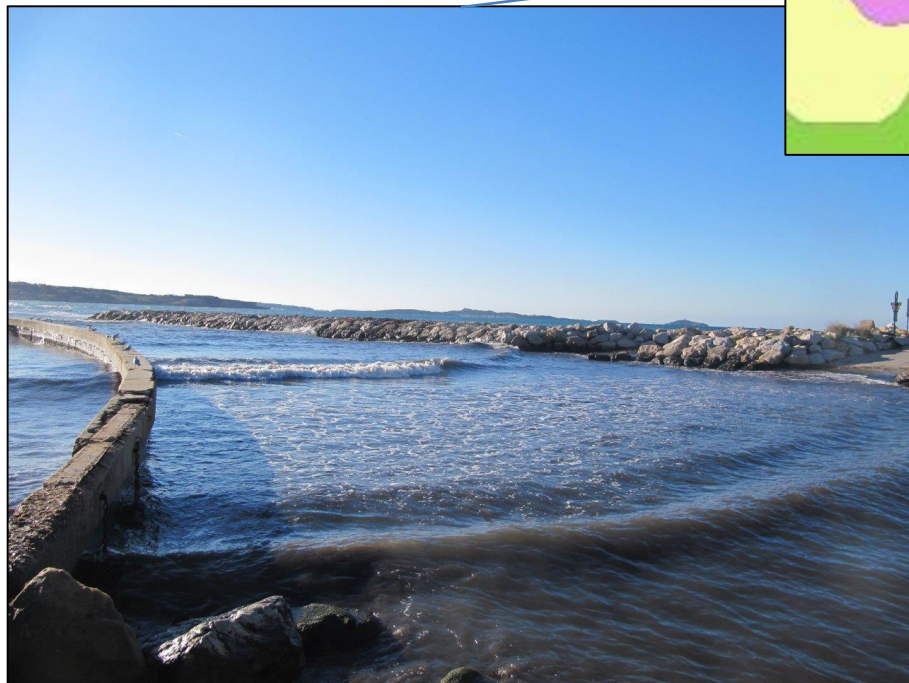
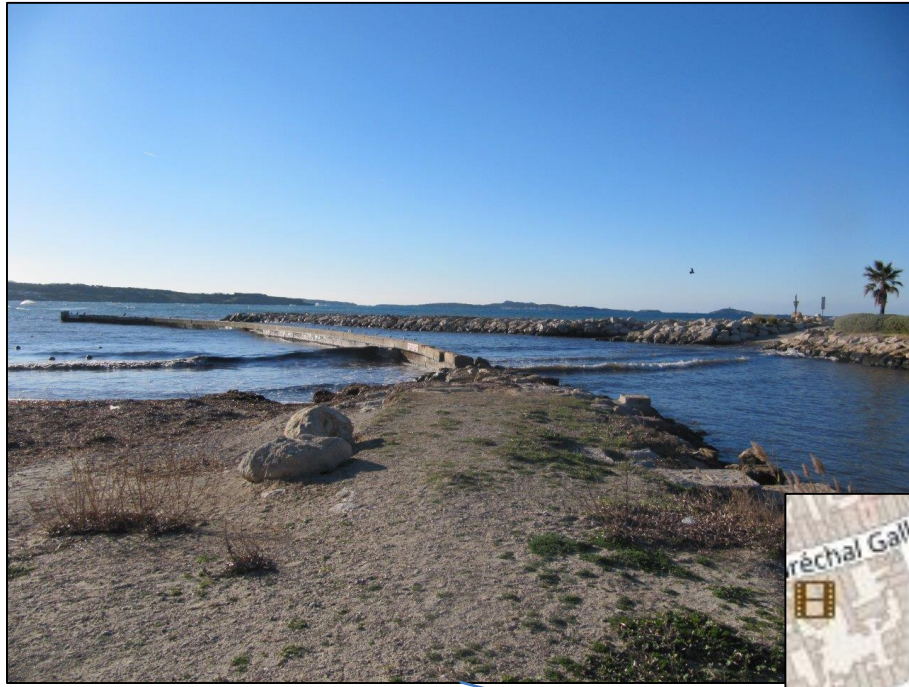




Figure 2 : Dépôts entre le pont routier de la Promenade Charles de Gaulle et le pont piéton du Boulevard des Ecoles



Figure 3 : Dépôts en aval du pont routier de la Promenade Charles de Gaulle

Les feuilles mortes de posidonies entrent dans le chenal par vent de sud, et se retrouvent piégées dans l'embouchure de la Reppe. Ce phénomène est devenu de plus en plus fréquent, d'autant plus que l'effet de « chasse » de l'amont vers l'aval du fait du débit du cours d'eau n'existe plus, ou trop rarement.

Ces dépôts s'accumulent sur de longues périodes et entrent en décomposition, générant des odeurs nauséabondes incommodes pour les riverains, notamment en période estivale.



Un plan de prévention des risques inondation (P.P.R.I.) a été prescrit pour ce cours d'eau. L'un des objectifs principal du P.P.R.I. vise à préserver les capacités d'écoulement et d'expansion des crues pour ne pas aggraver les risques pour les zones situées en amont et en aval (commune de Six-Fours-les-Plages et Sanary-sur-Mer). Or ces dépôts engendrent une diminution de la taille du lit du cours d'eau et créent un obstacle au bon écoulement des eaux, ce qui, en période de crues, peut aggraver le risque inondation.

Ces raisons justifient la nécessité de procéder à des opérations régulières d'enlèvement.

3.2.3 HISTORIQUE DES OPERATIONS MENEES

Jusqu'en 2017, les travaux étaient mis en œuvre par la mairie de Six-Fours-les-Plages (et cofinancé). En 2018, le Syndicat Mixte de la Reppe, du Grand Vallat et de ses affluents a récupéré la gestion du cours d'eau par le biais de la compétence GEMAPI.

Au niveau de l'embouchure de la Reppe, entre 1520 et 2345 m³ de feuilles mortes de posidonies ont été enlevés et évacués entre 2012 et 2016, ce qui représentait la totalité des dépôts. Aucun entretien n'a été réalisé en 2014 et 2015. En 2017, la totalité de ces dépôts retirés représentait 1100 t de feuilles. En 2018, seulement 550 t ont été retirées, représentant seulement la partie émergée des dépôts.

Le bilan des volumes extraits lors de ces opérations est le suivant :

Année	Volume extrait
2012	2345 m ³
2013	1520 m ³
2016	1790 m ³
2017	1106,5 t
2018	550 t

Tableau 1 : Historique des volumes de feuilles mortes de posidonies extraits et évacués de l'embouchure de la Reppe (Mairie de Six-Fours-les-Plages/Syndicat Mixte de la Reppe)

Jusqu'à maintenant, l'extraction des feuilles mortes de posidonies se faisait à l'aide de moyens mécaniques terrestres (pelles à long bras) positionnés sur les rives de l'embouchure. Les feuilles mortes étaient ensuite chargées dans des camions-bennes puis transportées jusqu'à leur filière de destination. Compte tenu du prélèvement de sédiments estuariens sous-jacent lors de ces opérations et de la présence de macro-déchets, les volumes prélevés ont été mis en installation de stockage de déchets.

3.3 DESCRIPTION DES TRAVAUX

3.3.1 DESCRIPTION DES OPERATIONS

3.3.1.1 Curage de l'embouchure de la Reppe

Afin de résoudre les problématiques d'obstruction de l'embouchure de la Reppe, il est prévu de réaliser des curages réguliers. Au regard de l'historique des opérations présenté précédemment, le volume annuel maximal de feuilles mortes de posidonie à extraire est estimé à 2 000 m³. Ce volume sera minimisé au maximum afin de limiter les quantités de dépôts à détruire.

Ces curages seront réalisés comme précédemment, à l'aide de moyens mécaniques terrestres positionnés sur les rives de l'embouchure. Une pelle mécanique à long bras se positionnera de part et d'autre de l'embouchure et au niveau du pont de la Reppe pour prélever les feuilles mortes accessibles en surface. Seules les feuilles mortes hors d'eau seront prélevées afin de limiter les volumes à évacuer. Ces opérations pouvant entraîner le prélèvement de macro-déchets et éventuellement d'une faible quantité de sédiments, la réutilisation des feuilles n'est donc pas envisagée.

La figure ci-dessous présente une opération de curage effectuée en mars 2012 au niveau du pont de la Reppe à l'aide d'une pelle à long bras et d'un camion-benne.



Figure 4 : Curage de la Reppe en mars 2012 (ouest-var.net)

Afin de ne pas perturber la circulation des véhicules et des piétons, les travaux seront réalisés de nuit. La zone de chantier sera balisée pour toute la durée de l'opération.



3.3.1.2 Evacuation des feuilles de posidonie

Ces feuilles n'étant pas réutilisées, elles seront évacuées vers l'installation de stockage de déchets non dangereux de Ventavon, dans les Hautes-Alpes, seul centre en région PACA ayant accepté de recevoir ces dépôts.

Le Syndicat Mixte de la Reppe, du Grand Vallat et ses affluents souhaite permettre aux entreprises de travaux qui répondront aux marchés de proposer des solutions alternatives sur une faible part des volumes en jeu (environ 10%), soit dans le but de réaliser des expérimentations (mise en balle pour limiter les volumes à transporter, stockage temporaire...), soit pour saisir l'opportunité d'une mutualisation avec d'autres travaux (rechargement de plage, mise en œuvre de mille-feuille...) pour diminuer les coûts de l'opération.

3.3.2 PERIODE DE TRAVAUX

Les travaux seront réalisés au printemps de chaque année, entre avril et juin, avant la saison estivale. Ils seront réalisés de nuit entre 18 h et 5 h car ils engendrent la fermeture de voies de circulation. Aucune plainte n'a été enregistrée du fait d'un dérangement éventuel.

3.3.3 DUREE DES TRAVAUX

La durée des travaux est estimée à 2 mois.

3.3.4 COUT DES TRAVAUX

En 2018, les travaux ont coûté 202 600 € HT pour 550 t de posidonie extraite.

Pour l'année 2019, et pour un volume maximum estimé à 2000 m³ de posidonie évacuées (ce volume sera sans doute très inférieur en réalité), le coût des travaux est estimé à 800 000 €.

Pour un volume inférieur, estima à 500-600 m³, le prix est estimé à 250 000 € HT.

3.4 RAISON DU CHOIX DU PROJET

3.4.1 LE CURAGE DE LA REPPE

Seul un scénario est envisageable en substitution du curage des feuilles de posidonie de la Reppe, il consiste à les laisser en place. Or, le curage est réalisé pour deux raisons principales : la Reppe est soumise à un plan de prévention du risque d'inondation et la dégradation des feuilles échouées dans son lit au niveau de son embouchure entraîne des problèmes de nuisances importantes pour les riverains. Par conséquent, leur enlèvement est nécessaire.

3.4.1.1 Le risque d'inondation

En effet, les communes de Six-Fours-les-Plages et Sanary-sur-Mer sont exposées à un risque important d'inondation. La carte ci-après représente des zones pouvant être inondées. Ces zones sont déterminées soit en fonction d'un historique d'inondations passées, soit en fonction de calculs. Trois périodes de temps sont ainsi retenues : évènement fréquent, moyen, et extrême pour situer dans le temps la possibilité d'une inondation et son ampleur.

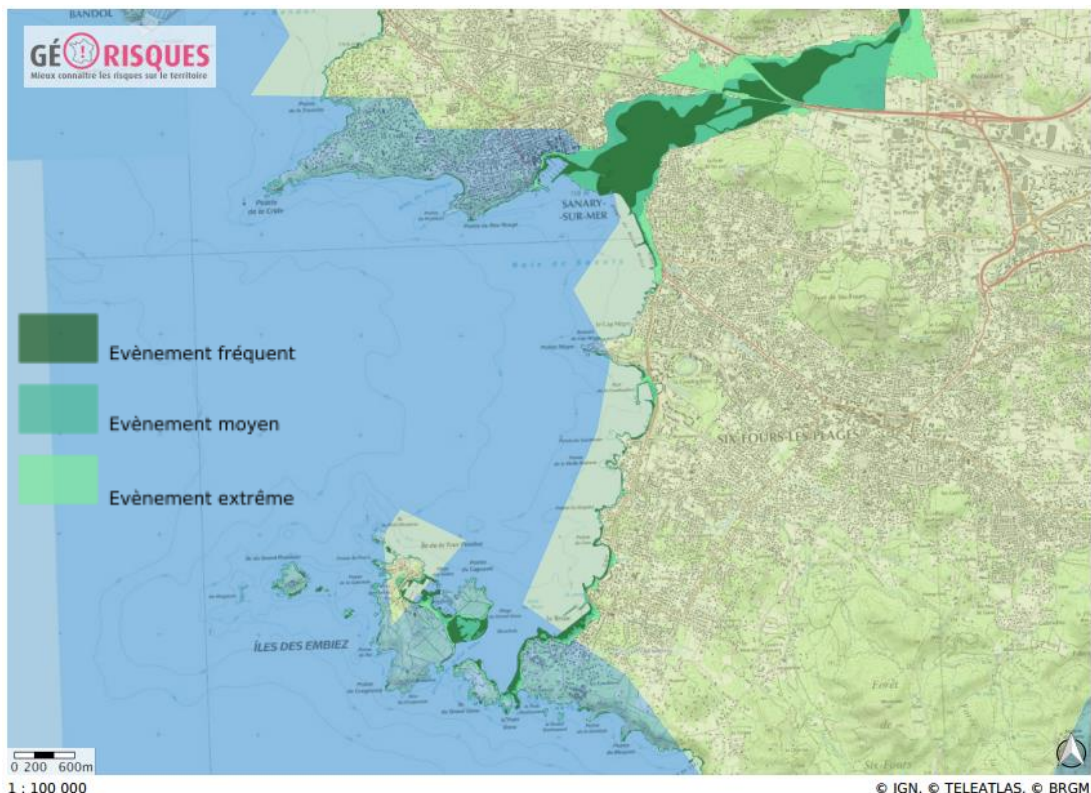


Figure 5 : Territoires à risque important d'inondation sur la commune de Six-Fours-les-Plages (www.georisques.gouv.fr)



Le tableau suivant présente les caractéristiques de ce territoire à risque d'inondation.

Nom du TRI	Aléa	Cours d'eau	Arrêté du préfet coordonnateur de bassin	Arrête stratégie locale	Arrêté préfet / parties prenantes	Arrêté d'approbation de la partie locale	Arrêté TRI national
83DREAL20140004 - TRI Toulon - Hyères	Inondation - Par submersion marine, Inondation - Par une crue torrentielle ou à montée rapide de cours d'eau	La Reppe, Le Gapeau, Le Las, Le Roubaud, L'Eygoutier	12/12/2012				

Tableau 2 : Caractéristiques des territoires à risque important d'inondation (www.georisques.gouv.fr)

La Reppe est donc bien concernée par ce risque. Pour ce cours d'eau, dont le bassin versant se mesure en quelques kilomètres carrés, voire dizaine de kilomètres carrés, ces crues sont dites « torrentielles ». En effet, le temps de montée de la crue est rapide. Cela limite, de fait, les possibilités d'annonce et d'intervention efficace avant le maximum de crue.

La Reppe est alors concernée par un Plan de Prévention des Risques Naturel (PPRN) « Inondation ». Il s'agit d'un document réglementaire destiné à faire connaître les risques et réduire la vulnérabilité des personnes et des biens. Il délimite des zones exposées et définit des conditions d'urbanisme et de gestion des constructions futures et existantes dans ces zones à risques. Il définit aussi des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

La carte ci-dessous présente les principales zones réglementées par ce PPRN inondation.

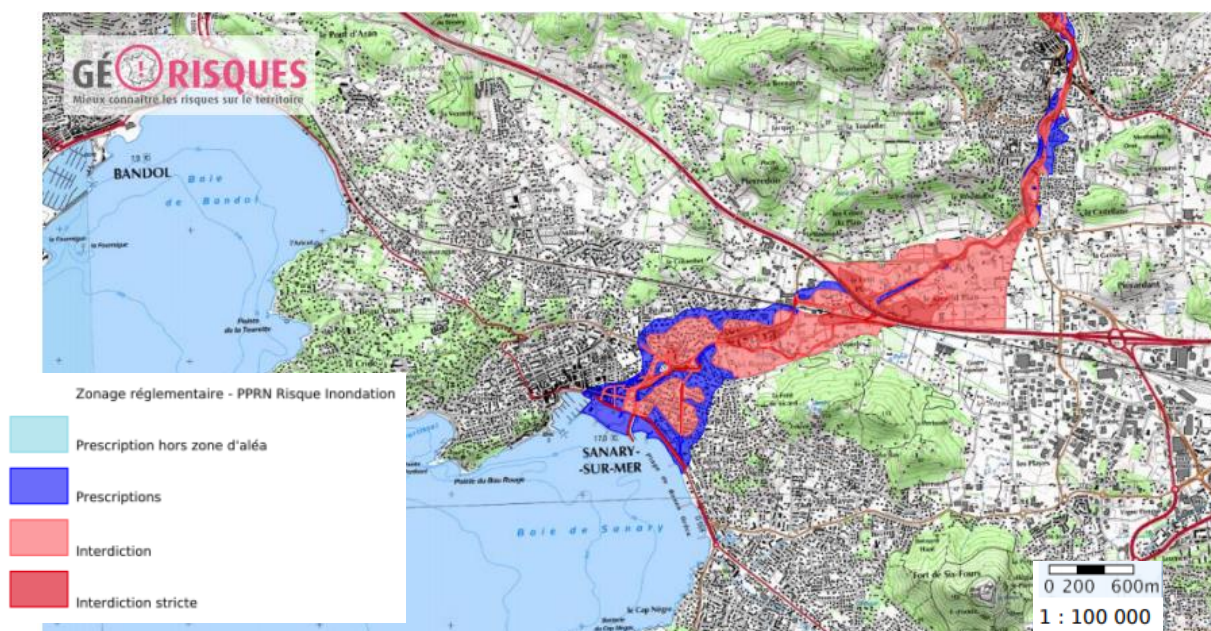


Figure 6 : PPRN inondation sur les communes de Six-Fours-les-Plages et Sanary-sur-Mer (www.georisques.gouv.fr)

A Six-Fours-les-Plages, ce PPRN a été intégré au plan local d'urbanisme en avril 2015. Les dernières inondations se sont produites à la suite des précipitations intenses du 18 au 20 janvier 2014.

Le premier grand principe à tout aménagement dans les secteurs à risque dicté par les PPRI est de ne pas créer d'obstacle à l'écoulement des eaux et de ne pas aggraver le risque et ces effets. Ainsi, la présence des feuilles mortes de posidonie dans la Reppe, comme démontré sur la figure suivante, représente un obstacle à l'écoulement des eaux de ce fleuve côtier. En effet, ces agrégats se déposent durant l'automne et l'hiver lorsque les feuilles de posidonies sont arrachées par les fortes houles, correspondant à la période de plus fort risque d'inondation, lié aussi aux conditions météorologiques. Elles rendent le lit du cours d'eau plus étroit et entravent l'écoulement des eaux. Il n'est donc pas possible de laisser s'aggraver le risque d'inondation et ces effets sur les biens et les personnes présentes en zone vulnérable en laissant les feuilles à l'embouchure de la rivière.



Figure 7 : Feuilles mortes de posidonie échouées dans la Reppe

Le cours d'eau « la Reppe » est à l'origine du principal risque d'inondation sur la commune. Les feuilles de posidonie échouées qui s'accumulent à l'embouchure du fleuve en hiver créent un barrage à l'écoulement des eaux et constituent une potentielle source d'aggravation du risque inondation. Il est donc nécessaire de les retirer.

3.4.1.2 Les nuisances olfactives et la salubrité

En second lieu, ces feuilles laissées en place dans la Reppe, en partie exondées, en partie immergées, se dégradent. En se dégradant dans l'eau, elles augmentent la teneur en matière organique des sédiments et entraînent la prolifération de bactéries qui se développent pour dégrader cette matière organique excédante. Ces bactéries sont une source de contamination du milieu et peuvent entraîner des problèmes de dégradation de la qualité des eaux et donc de salubrité. A ce phénomène s'ajoute le dégagement de mauvaises odeurs, qui sont une nuisance pour les riverains. Ainsi, retirer les feuilles de posidonie échouées qui se dégradent semble là aussi indispensable pour éviter tout risque de la détérioration des milieux aquatiques et éviter la gêne pour les riverains.



La dégradation des feuilles de posidonies échouées dans la Reppe, si elles sont laissées en place, engendre des problèmes de salubrité, de dégradation des milieux aquatiques et des nuisances olfactives pour les riverains. Leur enlèvement semble donc là aussi indispensable.

3.4.2 LA FILIERE DE DESTINATION

La DDTM du Var travaille actuellement sur l'élaboration d'une stratégie départementale de gestion des côtes sableuses en érosion dans le Var. Le document produit, en cours de finalisation, indique les modes de gestion possible des banquettes de posidonies échouées sur les plages. Différentes solutions sont proposées :

- Les laisser en place, ou en laisser une partie sur place ;
- Réaliser un nettoyage raisonné des plages ;
- Déplacer les banquettes de posidonie et les stocker sur le site même ou en dehors du site ;
- Les remettre en mer ;
- Mettre en œuvre la technique du « mille-feuille » sur les plages avant la période estivale.

Ces différentes solutions ont été étudiées par le pétitionnaire.

3.4.2.1 Laisser en place les banquettes de posidonie

Comme évoqué précédemment, les feuilles de posidonie échouées dans l'estuaire de la Reppe sont source de nuisances olfactives importantes pour les riverains. Elles constituent de plus un obstacle à l'écoulement des eaux dans un secteur où le risque d'inondation est important. Il n'est donc pas souhaitable de les laisser en place.

Ce mode de traitement n'est donc pas retenu.

3.4.2.2 Déplacer les banquettes de posidonie et les stocker sur ou en dehors du site

Cette solution s'adapte peu au cas des feuilles échouées dans la Reppe. Il n'est pas possible de les déplacer et de les stocker sur le site. De plus, le Syndicat Mixte de la Reppe, du Grand Vallat et ses affluents ne dispose pas de terrain, à l'instar des communes avoisinantes. Il ne peut donc pas disposer d'un endroit en propre pour stocker les feuilles en dehors du site d'extraction. Une solution de mutualisation est envisagée ; cependant, elle n'a pas pu aboutir dans le délai imparti. Cette solution pourra en revanche être mise en œuvre sur un faible volume de feuilles (moins de 10% du volume extrait) si elle est proposée par l'entreprise mandatée pour la réalisation des travaux. Cette solution sera de plus étudiée pour les années à venir pour des volumes plus importants.

Cependant, d'autres paramètres doivent être pris en compte pour envisager cette solution de stockage :

- Les odeurs dégagées par les feuilles de posidonie en dégradation, qui pourraient être source de nuisances sur le terrain de stockage si celui-ci est proche des habitations ;
- Les macro-déchets souvent présents dans les dépôts de la Reppe, qui seront triés et évacués en cas de mise en œuvre de cette solution sur une faible partie des volumes extraits.

Cette solution n'est donc pas aboutie pour le présent dossier pour la totalité des volumes qui seront extraits. Cependant, elle pourra être mise en œuvre sur un faible volume (moins de 10 % des volumes prélevés) dans le cadre d'expérimentation ou de mutualisation proposées par l'entreprise en charge des travaux. Elle fera de plus l'objet d'étude à venir pour des volumes plus importants.

3.4.2.3 Mettre en œuvre la technique du mille-feuille

De la même façon, cette solution s'adapte peu à la problématique traitée ici. Le Syndicat Mixte ne possède pas la gestion de plage. Il faudrait là aussi mettre en œuvre une mutualisation qui n'a pas été aboutie pour le présent dossier. Cependant, le Syndicat Mixte de la Reppe, du Grand Vallat et ses affluents souhaite permettre aux entreprises de travaux la possibilité de mettre en œuvre cette solution si une mutualisation s'avère possible par leur intervention pour moins de 10% des volumes prélevés. Les problématiques d'odeur et de déchets resteront à élucider.

Cette filière de destination n'est donc pas retenue pour la totalité des volumes extraits mais sera envisageable pour moins de 10% d'entre eux si l'entreprise en charge des travaux peut la mettre en œuvre.

3.4.2.4 Remettre les dépôts en mer

Repousser les dépôts en mer risquerait d'entraîner des échouages plus importants pour les communes avoisinantes, ce qui n'est pas souhaitable.

De plus, au vu des volumes en jeu dans ce cas (environ 500 à 600 t/an), la mise en œuvre d'une immersion des feuilles de posidonie chaque année au large serait très coûteuse et disproportionnée, compte tenu des incertitudes du comportement des feuilles clapées au large.

Dans ces deux cas, la question de la présence des macro-déchets dans les dépôts serait à traiter également, rendant le projet complexe.

Cette filière de destination n'est donc pas retenue.



3.4.2.5 Réaliser un nettoyage raisonné

C'est en effet le choix fait par le Syndicat Mixte de la Reppe, du Grand Vallat et ses affluents pour limiter les volumes extraits et détruits. Seuls les dépôts émergés, source des nuisances olfactives seront retirées du milieu. Cette action minimise également les effets du curage sur le fond du cours d'eau, évite les prélèvements de sable, la remise en suspension trop importante de particules sédimentaires et les dépôts qui en résultent.

La seule alternative possible pour la plus grosse partie des volumes extraits, voire de la totalité, est donc la demande d'une dérogation pour la destruction d'un volume réduit de feuilles de posidonies mortes.

3.4.2.6 Destruction des feuilles de posidonie

Du fait de leur protection, la destruction des feuilles de posidonie est possible par dérogation.

Il est alors nécessaire d'étudier les possibilités de stockage disponible à terre en installation de stockage des déchets. Il existe trois types d'installations de stockage de déchets :

- Les installations de stockage de déchets dangereux (ISDD) ;
- Les installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND) ;
- Les installations de stockage de déchets inertes (ISDI).

L'ensemble de ces installations possède des seuils d'acceptation des déchets entrants réglementés par arrêté. Les seuils d'acceptation dans les différentes installations sont présentés dans le tableau suivant :

Paramètres	Unités	Installation de stockage de déchets inertes (ISDI)	Installation de stockage de déchets non dangereux (ISDND)	Installation de stockage de déchets dangereux (ISDD)
Analyses réalisées sur éluât				
pH				
As	mg/kg MS	0,5	2	25
Ba	mg/kg MS	20	100	300
Cd	mg/kg MS	0,04	1	5
Cr total	mg/kg MS	0,5	10	70
Cu	mg/kg MS	2	50	100
Hg	mg/kg MS	0,01	0,2	2
Mo	mg/kg MS	0,5	10	30
Ni	mg/kg MS	0,4	10	40
Pb	mg/kg MS	0,5	10	50
Sb	mg/kg MS	0,06	0,7	5
Se	mg/kg MS	0,1	0,5	7
Zn	mg/kg MS	4	50	200
Chlorure	mg/kg MS	800	15000	25000
Fluorure	mg/kg MS	10	150	500
Sulfate	mg/kg MS	1000	20000	50000
Indice phénols	mg/kg MS	1		
COT	mg/kg MS	500	800	1000
Fraction soluble	mg/kg MS	4000	60000	100000
Analyses réalisées sur sédiments bruts				
COT	mg/kg MS	30000	50000	60000
Somme des PCB	mg/kg MS	1		
Somme des HAP	mg/kg MS	50		
BTEX	mg/kg MS	6		
Indice hydrocarbures	mg/kg MS	500		

Tableau 3 : Critère d'admission des déchets dans les installations de stockage des déchets (seuils issus de la réglementation)

Les arrêtés réglementent notamment le taux de chlorure des déchets entrant. Ces seuils sont usuellement utilisés pour évaluer l'acceptation de sédiments dragués lorsqu'ils doivent être stockés à terre. Le retour d'expérience sur ce type d'analyse menée sur des sédiments provenant du fond de la mer indique que ceux-ci dépassent le seuil de chlorure des installations de stockage de déchets inertes. Ils sont généralement acceptés en installations de stockages de déchets non dangereux, si ils ne présentent aucune autre contamination. Or, les sédiments de la Reppe, qui ont fait l'objet d'analyses physico-chimiques, ne présentent aucun dépassement des seuils N1, utilisés pour qualifier le risque environnemental de l'immersion de sédiments dragués en mer. Il est donc possible d'envisager l'envoi des feuilles de posidonie dans un centre de cette classe afin d'y être évacués.



Ainsi, les feuilles de posidonies après curage, seront évacuées vers l'installation de stockage de déchets non dangereux de Ventavon, dans les Hautes-Alpes, seul centre en région PACA ayant accepté de recevoir ces dépôts.

4 RAPPEL DES PRINCIPAUX ELEMENTS DE L'ÉVALUATION DES INCIDENCES CONCERNANT LES ESPÈCES PROTÉGÉES

4.1 DÉFINITION DE L'AIRE D'ÉTUDE

Pour établir le scénario de référence de la zone du projet, il est nécessaire dans un premier temps de définir la zone d'étude. L'aire d'étude définie pour ce projet est présentée sur la planche suivante.

Planche 4 : Présentation de l'aire d'étude

L'aire d'étude s'étend de la pointe du Bau Rouge au nord à la pointe du cap Nègre au sud. Elle inclut la plage de Bonne Grâce à Six-Fours-les-Plages ainsi que le port de plaisance de Sanary-sur-Mer. Elle s'étend en mer jusqu'à 20 m de profondeur environ.

4.2 ESPÈCE PROTÉGÉE

Le projet ne concerne qu'une seule espèce végétale marine protégée, *Posidonia oceanica*, sous la forme de ses feuilles mortes. **Les herbiers vivants de posidonie ne sont pas concernés par le projet.**

Aucun effet du projet n'est attendu sur les herbiers vivants de posidonie. Seules les feuilles mortes de posidonie s'échouant dans l'estuaire de la Reppe sont concernées.

4.3 JUSTIFICATION DE LA LISTE D'ESPÈCES CONCERNÉES PAR LA DEMANDE

Aucune incidence significative du projet susceptible de remettre en cause l'état de conservation de l'espèce protégée concernée par les travaux n'est attendu.

Les opérations de gestion des feuilles mortes de posidonie dans la Reppe concernent cependant une espèce protégée. Or, l'Article L. 411-1 du code de l'environnement interdit :

« 2° *La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux 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 détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;* »

Pour cette raison, la gestion des feuilles mortes de *Posidonia oceanica* décrite dans ce dossier et souhaitée par le Syndicat Mixte de la Reppe, du Grand Vallat et ses affluents, explique la présente demande.

La présente demande concerne la gestion des feuilles mortes de *Posidonia oceanica*, espèce protégée, mais pas les herbiers de posidonie vivants.

4.4 MESURES ENVIRONNEMENTALES

4.4.1 MISE EN PLACE D'ECRAN ANTI-TURBIDITE

Cette mesure a pour objectif de réduire la dispersion de la turbidité émise par le chantier de curage et de limiter les dépôts sur la flore marine présente en sortie de l'estuaire.

Pour cela, un barrage anti matière en suspension sera déployé dans l'estuaire durant les opérations entre l'atelier de curage et l'embouchure chenalisée du cours d'eau afin de limiter la dispersion de la turbidité dans le milieu ainsi que les dépôts de particule fine sur les herbiers de posidonie présents à proximité.

Ce filet sera mobilisé par 2 personnes sur un bateau. Il sera mis en place avant le démarrage des travaux.



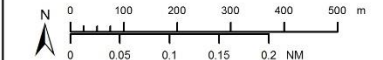
Figure 8 : Barrage anti-MES

Le prix estimé pour ce matériel est de 5000 € HT pour un filet de 30 m de long et 5 m de haut environ. Les dimensions du filet seront adaptées aux conditions de chaque site.



Légende

— La Reppe



Format : A3 / Echelle : 1:10 000
 Projection : RGF 1993 Lambert 93



Réalisation : Séverine COUPPA, ©setec in vivo
 Date : janvier 2019
 Ref. : 01_SMRGV_CURAGE_REPPE_Presentation_secteur_etude -
 Version : 01

Source des données :
 ESRI Basemap, IGN, BD CARTAGE, SHOM



4.4.2 MESURES DE REDUCTION DES VOLUMES PRELEVES

Les volumes de feuilles de posidonies prélevées seront réduits au minimum. En effet, seuls les amas situés hors d'eau, en cause dans les nuisances olfactives, seront extraits afin de limiter la quantité de feuilles d'espèce protégée à détruire. Cette action minimise également les effets du curage sur le fond du cours d'eau, évite les prélèvements de sable, la remise en suspension trop importante de particules sédimentaires et les dépôts qui en résultent.

4.4.3 MESURES DE COMPENSATION

Au vu des incidences du projet, aucune mesure de compensation n'est prévue.



5 PRESENTATION DE L'ESPECE CONCERNEE PAR LA DEMANDE

5.1 LA POSIDONIE (*POSIDONIA OCEANICA*)

Posidonia oceanica (Linnaeus) Delile, est une magnoliophyte marine (plante à fleurs) endémique de la Méditerranée (Pergent-Martini et Le Ravallec, 2007). Huit autres espèces du genre *Posidonia* sont largement réparties dans les mers tropicales et subtropicales, à l'exception du continent américain.

5.1.1 MORPHOLOGIE

Les feuilles de posidonies mesurent généralement entre 40 à 80 cm de long et 1 cm de large : elles sont regroupées en faisceaux de 4 à 8 feuilles et tombent surtout à l'automne. Chacun de ces faisceaux de feuilles est situé à l'apex d'un axe appelé rhizome (tige souterraine), qui croît horizontalement (rhizome plagiotrope) ou verticalement (rhizome orthotrope) en fonction de l'espace disponible, de la lumière et de l'importance des apports sédimentaires. La vitesse de croissance de l'herbier est très lente : par exemple, de 3 à 10 cm par an pour les rhizomes plagiotropes.



Figure 9 : Rhizomes plagiotropes (Collart D., 2000)

Les rhizomes portent également des racines épaisses (de plus de 2 mm de diamètre), lignifiées et peu nombreuses et qui peuvent descendre jusqu'à 70 cm dans le sédiment (Giraud *et al.*, 1979 ; Boudouresque et Meinesz, 1982).

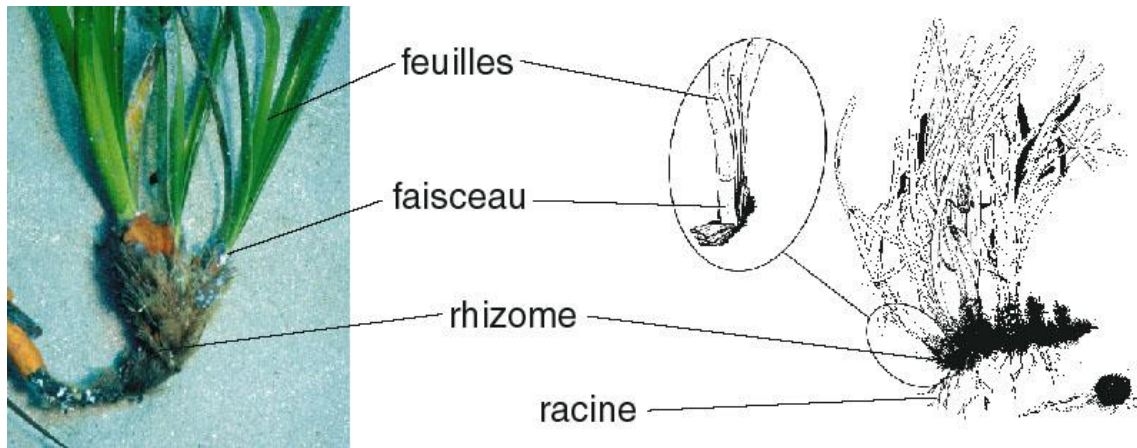


Figure 10 : Feuilles, faisceaux et rhizomes de posidonies

L'enchevêtrement complexe des rhizomes et racines édifié au cours du temps et dont les interstices sont comblés par du sédiment constitue la matte. Celles-ci stabilisent les fonds meubles et peuvent atteindre une épaisseur de 7 mètres (Molinier et Picard, 1952 ; Jeudy de Grissac, 1975). Lors de la mort de l'herbier à *Posidonia oceanica*, ces mattes restent en place (car elles sont peu putrescibles), et sont alors dénommées « mattes mortes ».

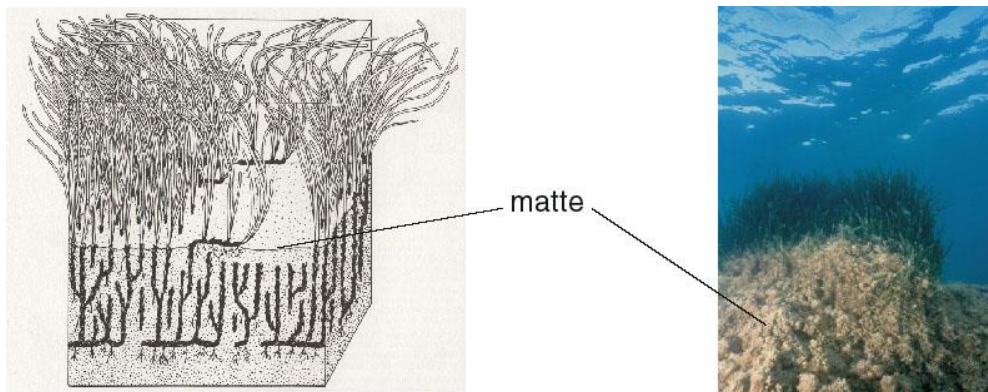


Figure 11 : Matte de posidonies (modifié d'après Boudouresque et Meinez, 1982)

5.1.2 REPRODUCTION

La floraison de *Posidonia oceanica* se produit de septembre à novembre. Les fleurs hermaphrodites, sont groupées en une inflorescence au sommet d'un pédoncule de 10 à 30 cm de longueur.

La floraison ne se produit pas tous les ans, surtout dans les eaux relativement froides du bassin Méditerranéen nord-occidental, et semble stimulée par des températures estivales élevées et par une température de 20°C en octobre (Caye et Meinesz, 1984a ; Caye et Meinesz, 1984b ; Pergent *et al.*, 1989).



Les fruits *P. oceanica* ont la forme et la dimension d'une olive de couleur vert foncé, brun foncé à noir et ne contiennent qu'une seule graine (Den Hartog, 1970 ; Boudouresque et Meinesz, 1982). 6 à 9 mois sont nécessaires pour la maturation des fruits qui se détachent de mai à juillet.



Figure 12 : Fleurs de posidonies

Cependant, chez *P. oceanica*, la reproduction asexuée par bouturage est la plus efficace (Molinier et Picard, 1952). Meinesz et Lefèvre (1984), estiment que dans un site favorable (présence de sol humifié), le nombre de boutures qui se fixent avec succès est en moyenne de 3/ha/an.

Une autre forme de reproduction végétative par pseudo-viviparité a été observée aux îles Baléares (Ballesteros *et al.*, 2005). Des plantules végétatives se forment directement sur les inflorescences et remplacent les organes de reproduction sexuée. Cette stratégie contribue à une dispersion à courte distance. Pour le moment, personne ne sait s'il s'agit d'un mode de reproduction très local, ou s'il concerne d'autres régions de Méditerranée.

5.1.3 CROISSANCE ET LONGEVITE

Dans un herbier à posidonie, les nouvelles feuilles se forment toute l'année (Caye, 1989 ; Pergent et Pergent-Martini, 1991), elles vivent entre 5 et 8 mois, plus rarement jusqu'à 13 mois (Thélin et Boudouresque, 1983 ; Pergent et Pergent-Martini, 1990). La zone de croissance des feuilles est située à leur base.

Les feuilles juvéniles et les intermédiaires sont respectivement les feuilles de moins de 5 cm de longueur et celles de plus de 5 cm sans gaine basale. Lorsque la croissance est terminée, une gaine basale de quelques centimètres se met en place, la feuille est alors dite adulte (Giraud *et al.*, 1979 ; Ott, 1980 ; Thélin et Boudouresque, 1983). Ces feuilles ont une durée de vie d'environ 5 à 8 mois. A leur mort, surtout à l'automne, les feuilles ne se détachent pas en totalité, seul le limbe est caduc, tandis que la gaine basale reste fixée au rhizome (écaille). Les écailles (comme les rhizomes) sont peu putrescibles et se conservent très bien.

Les rhizomes plagiotropes s'allongent plus vite que les rhizomes orthotropes (Boudouresque et Jeudy de Grissac, 1983) mais la vitesse reste très variable : de quelques millimètres à plusieurs centimètres par an (Caye, 1982 ; Boudouresque *et al.*, 1983, Boudouresque *et al.*, 1984).

La matte d'un herbier de posidonie peut former des structures vieilles de plusieurs siècles ou plusieurs millénaires. Au cours du temps, cette matte s'étend vers la surface à une vitesse de plusieurs centimètres par an (Boudouresque *et al.*, 1980d ; Mateo *et al.*, 1997 ; Tchernia *et al.*, 1978 ; Molinier et Picard, 1952).

Le développement de *P. oceanica* peut donner lieu à différents types morpho-structuraux plus ou moins communs. Ces formations sont généralement liées aux conditions physiques du milieu (hydrodynamisme, température, *etc.*) (Borg *et al.*, 2005). Parmi ceux-ci, « l'herbier de plaine » constitue le type d'herbier le plus courant en Méditerranée, surtout dans le bassin occidental. Il se présente sous la forme d'une prairie plus ou moins continue, horizontale ou en pente modérée, interrompue par des structures érosives (tombants de matte, intermattes érosives, intermattes déferlantes, rivières de retour) et des « mattes mortes » non érosives (intermattes structurelles) (Boudouresque *et al.*, 1980d, Boudouresque *et al.*, 1985).

5.1.4 ECOLOGIE

5.1.4.1 Les herbiers de posidonie

Les herbiers de Magnoliophytes marines sont considérés comme étant parmi les écosystèmes les plus importants du milieu marin (Boudouresque *et al.*, 2009). A l'échelle de la Méditerranée, l'herbier à posidonie est considéré comme un écosystème pivot de l'ensemble des espaces littoraux méditerranéens. Avec un intérêt majeur en ce qui concerne à la fois l'écologie et la biodiversité, et les services qu'ils fournissent (Fergusson *et al.*, 1980 ; Phillips, 1984 ; Denninson *et al.*, 1993 ; Dawes *et al.*, 1995 ; Warwick et Clarke, 1996 ; Boudouresque *et al.*, 2009), les herbiers marins, ont une forte productivité biologique et une riche biodiversité.

Le rôle écologique d'un herbier de posidonie est souvent assimilé à celui des forêts terrestres. Comme ces dernières, ils jouent un rôle important dans la structuration des communautés vivantes et sont indispensables à la survie d'autres espèces qui leur sont associées (Bell et Harmelin-Vivien, 1983 ; Romero *et al.*, 1992).

Ces herbiers constituent une ceinture quasi continue tout autour du littoral de la Méditerranée, interrompue localement au niveau des estuaires des grands fleuves et de leur zone d'épandage. Ils occupent 20 à 50 % des fonds entre 0 et 50 m de profondeur et jouent ainsi un rôle important dans le maintien des équilibres biologiques littoraux et des activités économiques concomitantes.



Figure 13 : Herbier à *Posidonia oceanica*

Les caractéristiques fonctionnelles principales des herbiers de posidonie sont les suivantes :

- Ils interviennent sur la qualité des eaux littorales : production d'oxygène, piégeage de sédiments donc limitation de l'érosion ;
- Ils représentent un site de forte production (diversité et abondance des espèces élevées) ;
- Ils développent un pôle de biodiversité (20 à 25% des espèces végétales et animales connues en Méditerranée) ;
- Ils constituent un des premiers maillons des chaînes alimentaires marines.

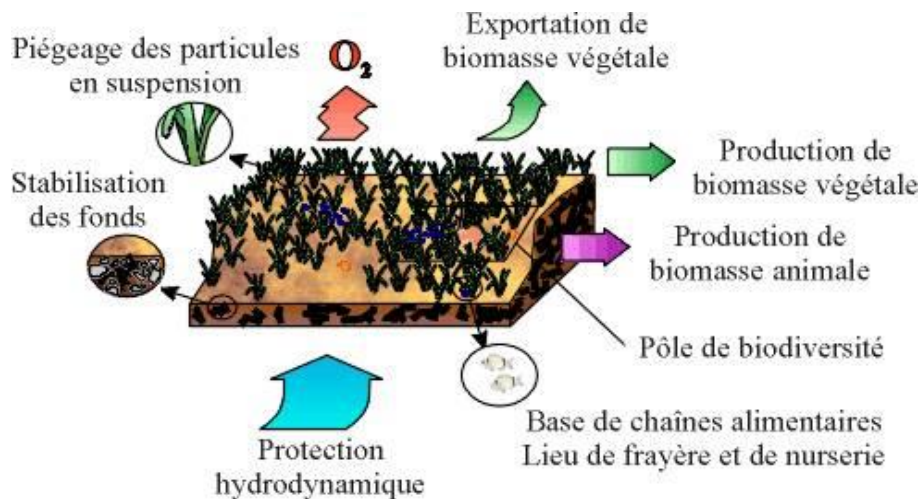


Figure 14 : Principales fonctions de l'herbier de posidonie (Gis Posidonies)

L'herbier constitue un lieu de gîte, de frayère et de nurserie pour de nombreuses espèces qui y trouvent nourriture et protection. L'herbier joue également un rôle fondamental dans la protection contre l'érosion de la frange côtière et des plages. Ces rôles fonctionnels ont une répercussion économique directe positive sur les activités humaines littorales (pêches, tourisme et activités balnéaires, etc.).

5.1.4.2 Les banquettes de feuilles mortes

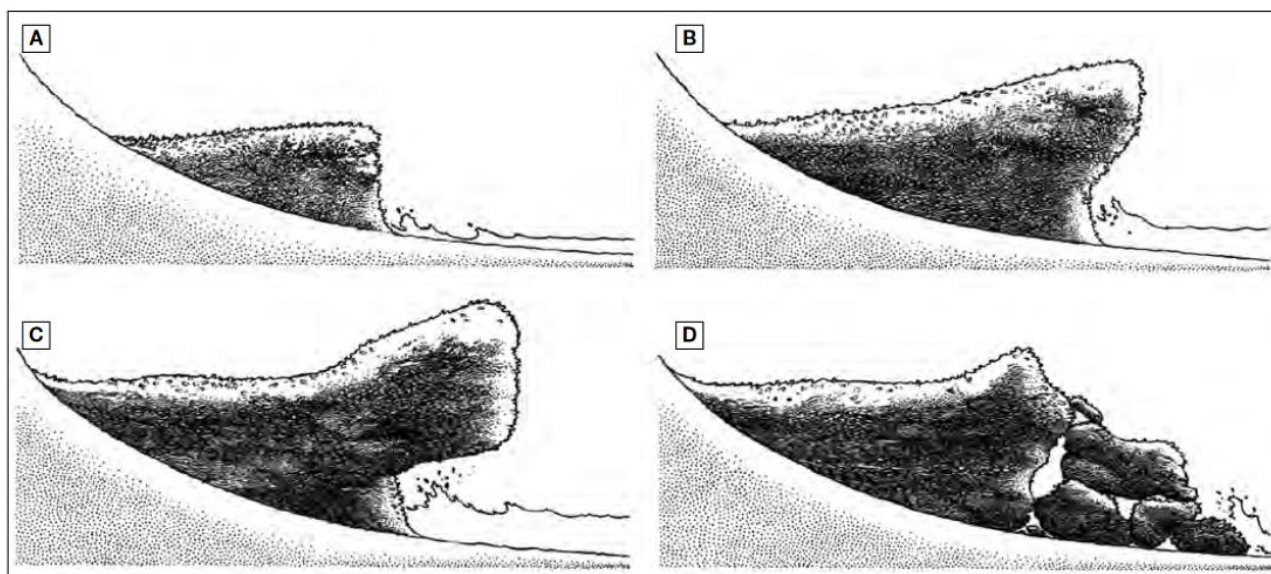
Lors de la chute des feuilles, celles-ci se déposent généralement dans l'herbier pour former une litière qui peut être exportée vers le large ou le littoral en fonction des conditions hydrodynamique locales. Lors des tempêtes d'automne, ces litières sont entraînées par les courants et peuvent former des dépôts considérables sur les plages appelés « banquette » (Boudouresque et Meinesz, 1982). Ces banquettes représentent en Espagne, 18 à 500 kg de matière sèche par mètre de côte (Mateo *et al.*, 2003).

Le dépôt de cette litière est uniquement lié à l'action des vagues et des courants. Mais en général, la formation des banquettes est favorisée en automne quand le stock de litière dans l'herbier est maximal et quand les vents commencent à s'intensifier en octobre et en avril. Ces banquettes sont soumises à une alternance de cycles d'accumulation et d'érosion en lien avec les conditions météorologiques et la dynamique de transport des feuilles (Simeone, 2008 ; Cancemi et Buron, 2008, Mateo *et al.*, 2003). L'accumulation des feuilles s'effectue surtout dans la phase finale d'une tempête, lorsque l'intensité de la houle diminue progressivement. En effet, il faut qu'il y ait suffisamment d'énergie pour permettre le transport des feuilles sur la plage, mais pas trop pour que celles-ci puissent se déposer et s'y maintenir (Cancemi et Buron, 2008). Il a s'ailleurs été observé que les plages où les dépôts sont les plus importants sont généralement des plages de faible énergie (De Falco *et al.*, 2008).

La persistance des banquettes est due à des conditions favorables de conservation des dépôts végétaux. La réduction des espaces d'air et la compaction de la banquette augmentent sa résistance face aux vagues et ralentissent la décomposition aérobie des feuilles (Mateo *et al.*, 2003).



Figure 15 : Enchevêtrement de feuilles mortes de P. oceanica formant les banquettes



(A) Première accumulation ; (B) Gain en taille et début d'érosion par les vagues ;
(C) Taille maximale atteinte ; (D) Destruction d'une partie de la banquette sous l'action des vagues.

Figure 16 : Cycle accumulation / érosion subis par les banquettes de posidonie (d'après Mateo et al., 2003)

Les banquettes de posidonie sont composées :

- De matière organique : Les banquettes sont constituées en grande majorité de feuilles mortes à différents stades de dégradation, la quantité de rhizomes restant négligeable. La composition des banquettes varie suivant les saisons, l'hydrodynamisme et les plages où les feuilles s'échouent (Jeudy De Grissac et Audoly, 1985) ;
- D'eau : La teneur en eau est comprise entre 30 et 90 %, avec des variations entre la partie supérieure de la banquette exposée au soleil et aux vents, et à sa partie inférieure (Jeudy De Grissac et Audoly, 1985) ;
- De sédiments : Les banquettes contiennent également une partie sédimentaire (sable) estimée en moyenne à 92,8 kg/m³ de banquette en Sardaigne (De Falco et al., 2008) et à 54 kg/m³ sur les plages de la réserve Naturelle des Bouches de Bonifaccio (Cancemi et Buron, 2008). Cette concentration en sédiment est toujours plus importante dans la partie supérieure de la plage (fond) que sur le devant (Simeone, 2008).

Comme les herbiers, les banquettes de posidonie ont plusieurs rôles :

- Un rôle physique par la limitation de l'érosion des plages : Pendant l'hiver, période de mauvaises conditions météorologiques, les banquettes jouent un rôle de protection du trait de côte. En effet, présentes sur le front de mer, elles subissent l'érosion et sont emportées lors des épisodes de forte houle (Boudouresque et al., 2006 ; Matéo et al., 2003). Grâce à ce processus, une partie de l'énergie des vagues et de la houle est dissipée par la mobilisation des feuilles, ce qui limite le transport des sédiments de la plage et donc son érosion (Boudouresque et al., 2006 ; Cancemi et Buron, 2008). De plus, la présence des banquettes sur les plages favorise le piégeage des particules sédimentaires lors de leur transport par les vagues. Ces particules se déposent dans les fibres de la banquette, contribuant ainsi encore au maintien de la plage (Cancemi et Buron, 2008) ;

- Un rôle biologique en apportant de la matière organique et des nutriments aux écosystèmes des plages et des dunes. Ces apports constituent la base du réseau trophique des invertébrés détritiques présents sur les plages (Duarte, 2004 ; Boudouresque *et al.*, 2015).

5.1.5 REPARTITION ET ETAT DE CONSERVATION

5.1.5.1 Au niveau mondial

Posidonia oceanica est une espèce endémique stricte de la Méditerranée (Boudouresque *et al.*, 1977). La surface totale connue aujourd'hui en Méditerranée est de 1 224 707 ha, soit 12 247 km² (Telesca *et al.*, 2015).

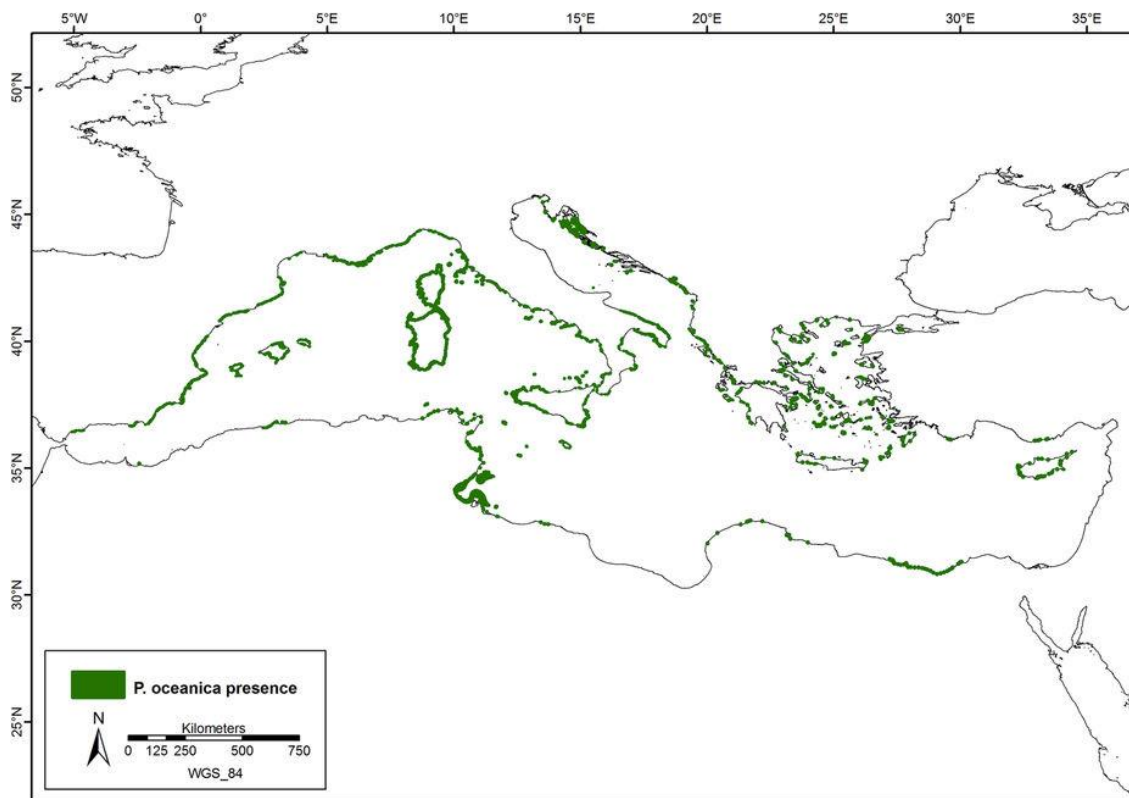


Figure 17 : Répartition des herbiers de *Posidonia oceanica* en Méditerranée (Telesca *et al.*, 2015)

Bien qu'elle soit présente dans la quasi-totalité de la mer Méditerranée, *Posidonia oceanica* disparaît à proximité du détroit de Gibraltar, vers Calaburras au nord et Melilla au sud (Molinier et Picard, 1956 ; Conde Poyales, 1989). Dans le bassin oriental, elle est également absente des côtes d'Egypte (à l'est du delta du Nil), de la Palestine, d'Israël (Por, 1978). Sur les côtes libanaises, l'espèce est rare et menacée (Mayhoub, 1976). Elle était signalée comme absente en Mer de Marmara et en Mer Noire (Lipkin, 1977), mais récemment, Meinesz *et al.* (2008), ont découvert des petites populations de *P. oceanica* en Mer de Marmara. Enfin, elle est très rare dans l'extrême nord de l'Adriatique (Gamulin-Brida, 1974) et le long des côtes



languedociennes, entre la Camargue et Port-La Nouvelle (France) (Boudouresque et Meinesz, 1982), sans doute en raison des mouvements sédimentaires trop importants et des variations de salinité dus aux apports du Rhône.

5.1.5.2 Au niveau national et régional

En France, la répartition des herbiers de posidonie est bien connue et surveillée. 94 030 ha étaient répertoriés au début des années 2010, contre 96 783 ha au début des 1980, soit une diminution de 9% en 30 ans (Telesca *et al.*, 2015). Les herbiers sont présents sur quasiment tout le linéaire côtier méditerranéen français mais sont peu étendus sur le littoral languedocien du golfe du Lion. 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.

5.1.5.3 Au niveau de l'aire d'étude

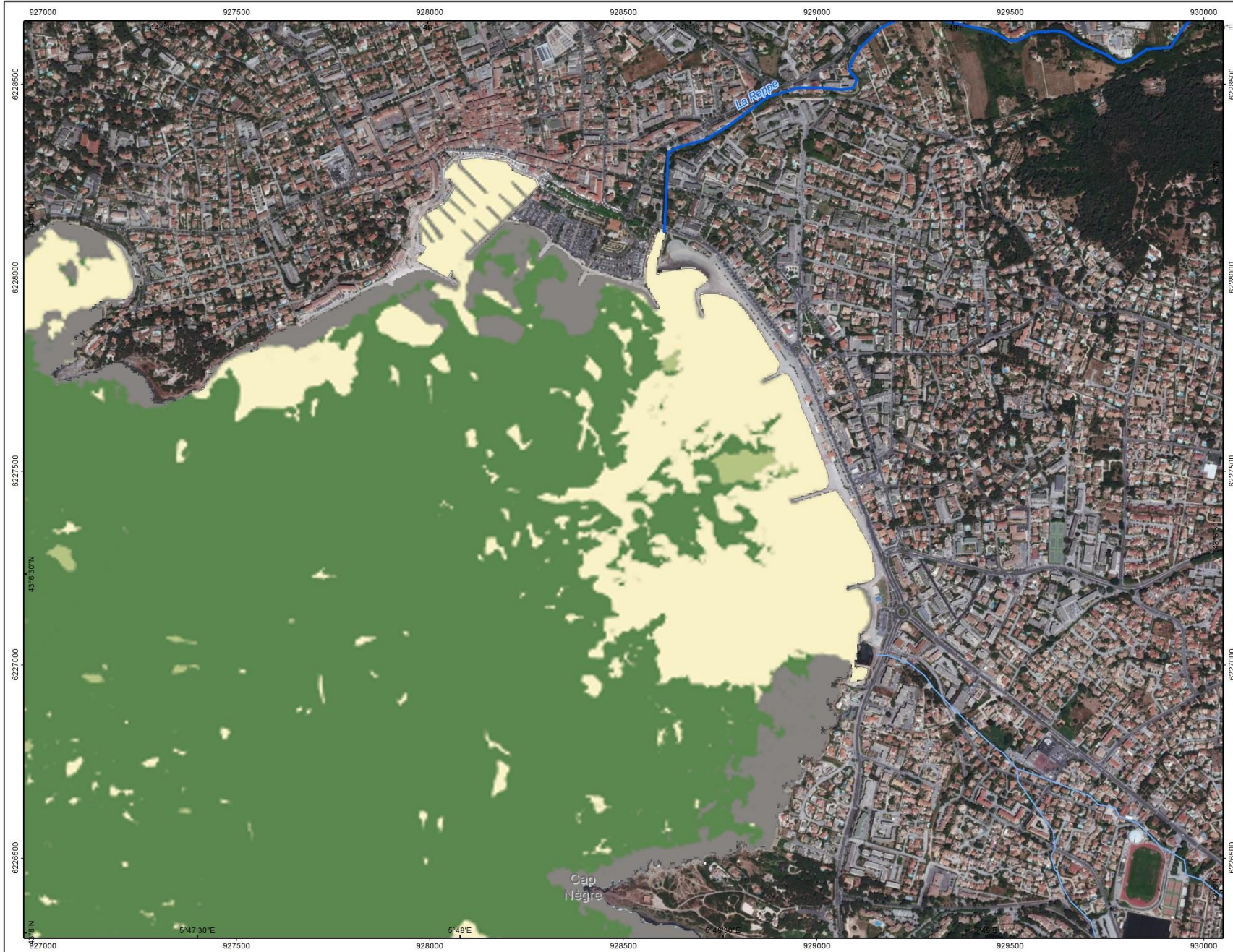
Il existe un vaste herbier de posidonie au droit du littoral de l'aire d'étude. Sa cartographie est présentée sur la planche suivante.

Planche 5 : Cartographie de l'herbier de posidonie dans la zone d'étude

En effet, la topographie marine de la baie de Sanary - Six-Fours-les-Plages se caractérise par une faible pente et une bathymétrie suffisamment peu profonde pour permettre le développement de la posidonie.

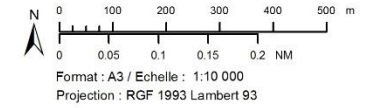
A l'échelle de la baie de de Six-Fours/Sanary, l'herbier de posidonie s'étend sur plus de 11 km² (1120 hectares) et représente ainsi une vaste prairie sous-marine.

Les cartographies de l'herbier montrent d'une manière générale un herbier discontinu en mosaïque (alternance d'herbier morcelé et de matte morte) en sa limite supérieure qui s'est développé sur tous types de substrat (matte, sable, roches). Les zones de mattes mortes peuvent être assez conséquentes, comme pour la plage de Bonne Grâce. Bien que fragmenté en ces limites, l'herbier observé correspond à un plus grand ensemble continu, celui de la Baie de Sanary et de la Rade du Bruscu qui assure une continuité écologique. Les multiples alternances avec les faciès de matte morte, de zones de sables, de petits fonds rocheux sont autant de zones d'échanges entre ces habitats et apportent un intérêt écologique certain au site.



Légende

- Biocénoses benthiques**
- Herbier
 - Matte morte
 - Roche
 - Sable



Réalisation : Séverine COUPPA, ©setec in vivo
 Date : janvier 2019
 Ref. : 52_SMRGV_CURAGE_REPPE_Biocénoses_benthiques_Donia -
 Version : 01

Source des données :
 ESRI Basemap, IGN, BD CARTAGE, DONIA-2018,
 setec in vivo

5.1.6 STATUT

La régression des herbiers de *Posidonia oceanica* et leur faible résilience font que cette espèce et son habitat associé sont menacés. Des mesures de protection ont donc été mises en place. Le tableau suivant résume les mesures existantes.

Niveau	Date	Nom	Référence
International	1976	Convention de Barcelone	Annexe 2 relative aux espèces en danger ou menacées
	1979	Convention de Berne	Annexe 1 relative aux espèces de flore strictement protégées
	1995	Convention d'Alghero	Annexe 1 relative aux critères de biodiversité pour les organismes littoraux
	2016	Liste Rouge mondiale UICN	Espèce à préoccupation mineure (LC)
Européen	1992	Directive Habitat Faune Flore n°92/43/CEE	Annexe 1 relative aux habitats d'intérêt communautaire dont la conservation justifie la création de zone spéciale de conservation
National	1976	Loi Protection de la nature	Relative à la destruction, l'altération ou la dégradation du milieu particulier à ces espèces animales et végétales. Mention « habitat prioritaire »
	1988	Arrêté ministériel	Relatif à la liste des espèces végétales marines protégées
	1989	Décret d'application du code de l'urbanisme du 20 septembre 1989 (« Loi Littoral »)	Permet la préservation d'un herbier ou d'une partie d'herbier qui présente un intérêt écologique ou s'avère indispensable au maintien de l'équilibre biologique
Régional	2015	Liste Rouge régionale de la flore vasculaire de Provence-Alpes-Côte d'Azur	Espèce classée comme en danger d'extinction (EN)

Tableau 4 : Statuts de menace et de protection de *Posidonia oceanica* à différents niveaux

Remarque concernant les feuilles mortes et les mattes mortes de posidonie :

La matte morte et les feuilles mortes de posidonie ont un rôle écologique important. D'un point de vue strictement réglementaire, comme le précise l'article L 411-1 du code de l'environnement, la matte et les feuilles mortes constituent des parties de *P. oceanica* et gardent leur statut de protection. Ces parties mortes ne doivent cependant pas être considérées comme un herbier vivant.

5.1.7 MENACES

Des pressions naturelles et anthropiques menacent les herbiers de posidonie. Prises séparément, ces pressions ne sont pas toujours en mesure de dégrader ou détruire les herbiers, mais la combinaison de



plusieurs facteurs et dans certains cas leur synergie, peut expliquer les dommages sérieux et étendus observés actuellement sur cet habitat dont la résilience est particulièrement lente (Boudouresque *et al.*, 2006).

5.1.7.1 Pression d'origine naturelle

Plusieurs facteurs naturels vont influencer le développement de *Posidonia oceanica* :

- La salinité : La posidonie est très sensible aux variations de salinité et notamment à la dessalure. Elle dépérit lorsque la salinité du milieu descend en dessous de 33 g/l (Ben Alaya, 1972). Ceci explique son absence des lagunes côtières et du voisinage de l'embouchure des fleuves. Elle résiste en revanche mieux aux salinités élevées (Pergent et Zaouali, 1992 ; Pergent et Pergent-Martini, 2000 ; Pergent *et al.*, 2002a) ;
- La température : Les températures extrêmes mesurées dans un herbier à *P. oceanica* vivant, sont 9,0°C et 29,2°C (Augier *et al.*, 1980 ; Robert, 1988 in Boudouresque *et al.*, 2006) ;
- L'hydrodynamisme : La posidonie craint un hydrodynamisme trop intense. Les tempêtes peuvent arracher des faisceaux, éroder directement la matte, la vider de son sédiment, ce qui peut fragiliser la structure, et à terme tuer l'herbier ;
- La faible variabilité génétique de *Posidonia oceanica* pourrait constituer un facteur fragilisant pour cette espèce (Raniello et Procaccini, 2002) dont la reproduction est principalement asexuée. La rareté de la floraison, l'autopollinisation et la faible production de graines pourraient expliquer cette faible variabilité génétique.

5.1.7.2 Pression d'origine anthropique

Divers facteurs anthropiques menacent les herbiers de posidonie :

- La réalisation d'ouvrages côtiers tels que les digues, terre-pleins ou ports est une des menaces les plus importantes pour les herbiers par destruction directe ou indirectement par modification de l'environnement (Boudouresque *et al.*, 2006) ;
- Les rejets dans le milieu marin : l'augmentation de la turbidité des eaux apparaît comme le facteur le plus aggravant, auquel viennent s'ajouter d'autres perturbations, telle qu'un apport excessif en nutriments, en sédiment ou en substances toxiques ;
- Les ancrages des bateaux et bouées de balisage constituent la cause d'altération mécanique des herbiers la plus fréquente de par l'action des ancres et le mouvement des chaînes (Boudouresque *et al.*, 1995 ; Boudouresque *et al.*, 2006). ;
- Les engins de pêche aux arts trainants ont logiquement un impact très important sur les herbiers mais la législation interdit l'utilisation de ce type d'engin sur les fonds de moins de 50 m (Boudouresque *et al.*, 2006) ;
- L'aquaculture a un impact négatif sur les herbiers de posidonies lorsque les fermes aquacoles sont implantées à proximité d'herbiers ;

- La pose de canalisations et câbles sous-marins sur un herbier peut avoir des impacts extrêmement variables selon la méthode utilisée (ensouillage ou pose à même le fond) ;
- Le clapage de sédiments de dragage en mer peut agir sur les herbiers par ensevelissement et accroissement de la turbidité) ;
- L'introduction d'espèces exotiques par l'Homme peut entraîner une compétition accrue pour la posidonie, notamment pour les herbiers en mauvais état de santé ;
- Le surpâturage : La prolifération des prédateurs de la posidonie (organismes benthiques brouteurs tels que les oursins, *etc.*) due à des déséquilibres (surpêche et déstabilisation de la chaîne trophique, pollution, *etc.*), peut entraîner du surpâturage sur les herbiers.

6 ÉVALUATION DES INCIDENCES SUR L'ÉTAT DE CONSERVATION DE L'ESPECE CONCERNEES

L'évaluation des incidences du projet sur *Posidonia oceanica* effectuée dans le cadre de l'étude d'impact, ne révèle aucune incidence sur l'état de conservation des herbiers vivants de cette espèce protégée dans l'aire d'étude considérée.

7 MESURE DE COMPENSATION ET DE SUIVI DES INCIDENCES

Les incidences du projet sur *Posidonia oceanica* étant négligeables, aucune mesure compensatoire ou mesure de suivi n'est donc nécessaire. Le Syndicat Mixte de la Reppe, du Grand Vallat et ses affluents s'engage toutefois à suivre les travaux réalisés.

Un journal de chantier sera tenu quotidiennement par les entreprises en charge des travaux durant toute la durée des travaux. Il permettra d'enregistrer les informations suivantes :

- Conditions météo ;
- Horaires de travail ;
- Nombre de personnes travaillant sur le chantier ;
- Matériels mobilisés ;
- Tout incident relatif au chantier.

Il indiquera également les volumes extraits et évacués vers le centre de stockage.

Le journal de chantier sera tenu à disposition des services de l'état.

De plus, les services de l'état seront informés par le maître d'ouvrage de la date de démarrage des travaux avant leur commencement.



Les travaux auront lieu sous la surveillance du maître d'ouvrage, afin de vérifier que les mesures de balisage, de protection du public et de protection de l'environnement sont correctement appliquées. Des visites régulières seront effectuées sur le chantier par des responsables du maître d'ouvrage.

L'entreprise qui sera en charge des travaux sera sensibilisée par le maître d'ouvrage avant le démarrage des travaux sur les enjeux environnementaux liés aux travaux et au site. L'entreprise devra se conformer aux prescriptions du présent dossier.

8 CONCLUSION

Selon les dispositions du code de l'environnement, les trois conditions incontournables à l'octroi d'une dérogation sont les suivantes :

- La demande s'inscrit dans un projet fondé sur une raison impérative d'intérêt public majeur ;
- Il n'existe pas d'autre solution plus satisfaisante ;
- La dérogation ne nuit pas au maintien de l'état de conservation favorable de l'espèce dans son aire de répartition naturelle.

En effet, le caractère très urbain de l'embouchure de la Reppe rend l'enlèvement des dépôts nécessaire. Le projet permet de limiter les nuisances importantes pour les riverains du fait des mauvaises odeurs dégagées par les dépôts en dégradation. Il permet de plus d'assurer un écoulement des eaux et de réduire les obstacles dans ce cours d'eau soumis à un risque d'inondation. **Il présente donc un caractère d'intérêt public majeur.**

A ce jour, **aucune solution alternative** n'a pu être trouvée pour l'ensemble des volumes qui seront extraits du fait :

- des compétences du Syndicat Mixte, qui ne possède pas de foncier et pas de compétence sur les plages ;
- de la présence de macro-déchets dans les dépôts ;
- du fait du dégagement de mauvaises odeurs de ces dépôts.

Cette demande ne concerne que 2 années de travaux (2019-2020), dans l'objectif de faire avancer les études pour pérenniser une solution plus acceptable.

Enfin, les banquettes de posidonies échouées dans la Reppe, constituées de feuilles mortes, n'ont pas de rôle écologique. Leur dégradation entraîne la production de matière organique pour le milieu, éventuellement source de nourriture pour certaines espèces. Mais les conséquences sur le cours d'eau peuvent également être néfastes car une forte teneur en matière organique peut entraîner une dégradation de la qualité de l'eau, une anoxie des sédiments et de la colonne d'eau, favorisant les phénomènes d'eutrophisation et rendant la vie aquatique impossible. Ces bactéries pouvant proliférer, elles pourraient



également avoir des conséquences sur la qualité des eaux côtières et notamment à proximité des zones de baignade. Ces dépôts n'ont donc pas un rôle écologique intéressant et peuvent même être délétères.

Ainsi, d'après l'évaluation des incidences du projet, la destruction des feuilles de posidonie morte par évacuation en ISDND n'aura pas d'effet sur le milieu car ces amas, en stagnant dans l'embouchure du fleuve côtier, ne constituent pas un habitat particulier mais sont une source de nuisance olfactive et de pollution éventuelle en enrichissant fortement le milieu en matière organique. **La destruction d'un faible volume de ces dépôts ne remet pas en cause l'état de conservation favorable de l'espèce dans son aire de répartition naturelle.** De plus, un filet anti-MES sera déployé dans l'estuaire afin de ne pas porter atteinte aux herbiers vivants.

Les trois conditions incontournables à l'octroi d'une dérogation pour la destruction des dépôts de feuilles mortes de posidonies semblent donc réunies.



BIBLIOGRAPHIE

- Augier H., Robert P., Maffre R., 1980. Etude du régime thermique annuel des eaux au niveau des peuplements de Phanérogames marines de la baie de Port-Cros (îles d'Hyères, Méditerranée, France). Trav. sci. Parc nation. Port-Cros, 6: 69-131.
- Ballesteros E., Alcoverro T., Cebrian E., Font X., Garcia-Rubies A., Romero J., 2005. Pseudoviviparity, a new form of asexual reproduction in the seagrass *Posidonia oceanica*. Bot. Mar., 48 : 175 - 177.
- Bell J.D., Harmelin-Vivien M.L., 1983. Fish fauna of french mediterranean *Posidonia oceanica* seagrass meadows. Feeding habits. Téthys 11, 14 p.
- Ben Alaya H., 1972. Répartition et conditions d'installation de *Posidonia oceanica* Delile et *Cymodocea nodosa* Ascherson dans le Golfe de Tunis. Bull. Inst. Océanogr. Pêche Salammbô, 2(3) : 331 - 416.
- Borg J.A., Attrill M.J., Rowden A.A., Schembri P.J., Jones M.B., 2005. Architectural characteristics of two types of the seagrass *Posidonia oceanica* over different spatial scales. Est. Coast. Shelf Sci. 62: 667 - 678.
- Boudouresque C.F., Giraud G., Perret M., 1977. *Posidonia oceanica* : bibliographie. Centre National pour l'Exploration des Océans ; Univ. D'Aix-Marseille 2-Luminy : 191 p.
- Boudouresque C.F., Meinesz A., 1982. Découverte de l'herbier de Posidonie. Cah. Parc nation. Port-Cros, Fr., 4 : 79 p.
- Boudouresque C.F., Crouzet A., Pergent G., 1983. Un nouvel outil au service de l'étude des herbiers à *Posidonia oceanica* : la lépidochronologie. Rapp. P.V. Réunion. Commiss. internation. Explor. sci. Médit., Monaco, 28 (3) : 111 - 112.
- Boudouresque C.F., Jeudy De Grissac A., 1983. L'herbier à *Posidonia oceanica* en Méditerranée : les interactions entre la plante et le sédiment. J. Rech. océanogr., 8(2-3) : 99 - 122.
- Boudouresque C.F., Jeudy De Grissac A., Meinesz A., 1984. Relations entre la sédimentation et l'allongement des rhizomes orthotropes de *Posidonia oceanica* dans la baie d'Elbu (Corse). In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edits. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1 : 185 - 191.
- Boudouresque C.F., Meinesz A., Lefevre J.R., 1985. Cartographie des peuplements benthiques marins de Corse : I. La formation récifale à *Posidonia oceanica* de Saint-Florent. Ann. Inst. océanogr., 61(1) : 27-38.
- Boudouresque C.F., Arrighi F., Finelli F., Lefevre J.R., 1995. Arrachage des faisceaux de *Posidonia oceanica* par les ancras : un protocole d'étude. Rapp. Commiss. internation. Mer Médit., Monaco, 34 : 21 p.
- 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*. Ouvrage réalisé dans le cadre de l'Accord RAMOGE entre la France, l'Italie et Monaco RAMOGE pub. : 202 p.
- Boudouresque C.F., Bernard G., Pergent G., Shili A., Verlaque M., 2009. Regression of Mediterranean seagrasses caused by natural processes and anthropogenic disturbances and stress: a critical review. Botanica Marina 52 (5) : 395 - 418.
- Boudouresque C.F., Pergent G., Pergent-Martini C., Ruitton S., Thibaut T. and Verlaque M., 2015. The necromass of the *Posidonia oceanica* seagrass meadow : fate, role, ecosystem services and vulnerability. Hydrobiologia DOI 10.1007/s10750-015-2333-y
- Caye G., 1982. Etude sur la croissance de la posidonie, *Posidonia oceanica* (L.) Delile, formation des feuilles et croissance des tiges au cours de l'année. Téthys, Fr., 10 (3) : 229-235.
- Caye G., 1989. Sur la morphogénèse, le cycle végétatif et la reproduction de deux phanérogames marines de Méditerranée : *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile et *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson. Thèse habilitation, Univ. Nice : 229 p.
- Caye G., Meinesz A., 1984a. Floraison et fructification des phanérogames marines *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson et *Zostera noltii* Hornemann à Port Cros. Travaux scientifiques du Parc National de Port-Cros, 10 : 153 - 156.



- Caye G., Meinesz A., 1984b. Observations sur la floraison et la fructification de *Posidonia oceanica* dans la baie de Villefranche et en Corse du Sud In: Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. edits. International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, GIS Posidonie publ., Fr., 1: 193 - 201.
- Conde Poyales F., 1989. Ficogeografía del mar de Alborán en el contexto del Mediterráneo occidental. An. Jard. bot. Madrid 46(1): 21 - 26.
- Dawes, C.J., Hanisak, D., Kenworthy, W.J., 1995. Seagrass biodiversity in the Indian River Lagoon. Bull. Mar. Sci. 57 (1), 59 - 66.
- Den Hartog C., 1970. The seagrasses of the world. The seagrasses of the world. Verhand. Koninklijke Nederl Akad. Wetenschap Afd. Nat. Tweede reeks, North-Holland Publ. Amsterdam, 59 (1) : 272 p.
- Denninson, W.C., Orth, R.J., Moore, K.A., Stevenson, J.C., Carter, V., Kollar, S., Bergstrom, P.W., Batiuk, R.A., 1993. Assessing water quality with submersed aquatic vegetation—habitat requirements as barometer of Chesapeake Bay health. Bioscience 43 (2), 86 - 94.
- Duarte C.M., 2002. The future of seagrass meadows. Environ. Conserv. 29 : 192 - 206.
- Fergusson R.L., Thayer G.W., Rice T.R., 1980. Marine primary producers. In: Functional adaptations of marine organisms. Academic Press publ.: 9-69.
- Gamulin-Brida H., 1974. Biocénoses benthiques de la mer Adriatique. Acta Adriatica 15(9): 102 p.
- Giraud G., Boudouresque C.F., Cinelli F., Fresi E., Mazzella L., (1979). Observations sur l'herbier de *Posidonia oceanica* (L.) Delile autour de l'île d'Ischia (Italie). G. bot. ital. 113(4): 261 - 274.
- Jeudy de Grissac A., (1975). Sédimentologie dynamique des rades d'Hyères et de Giens (var). Problème d'aménagements. Thèse de Doctorat - Spécialité, Univ. Aix-Marseille 2, Fr. : 87 p.
- Lipkin Y., 1977. Seagrass vegetation of Sinai and Israel. In "Seagrass ecosystems, a scientific perspective", Mc Roy P. & Helfferich C. edit., Dekker publ., USA : 263-293.
- Mateo M.A., Romero J., Perez M., Littler MM., Littler D.S., 1997. Dynamics of millenary organic deposits resulting from the growth of the Mediterranean seagrass *Posidonia oceanica*. Est. Coast. Shelf Sci. 44(1) : 103 - 110.
- Mateo, M.-A., Sanchez-Lizaso, J.-L., Romero, J., 2003. *Posidonia oceanica* 'banquettes': a preliminary assessment of the relevance for meadow carbon and nutrients budget. Estuar. Coast. Shelf Sci. 56, 85-90.
- Mayhoub H., 1976. Recherches sur la végétation marine de la côte syrienne. Etude expérimentale sur la morphogenèse et le développement de quelques espèces peu connues. Thèse Doctorat d'Etat, 26 oct. 1976, 286 p.
- Meinesz A., Cirik S., Akcali B., Javel F., Migliaccio M., Thibaut T., Yu` ksek A., Procaccini G., 2008. *Posidonia oceanica* in the Marmara Sea. Elsevier Publ. Aquatic Botany 90, n°1 : 18 - 22.
- Meinesz A., Lefevre J.R., 1984. Régénération d'un herbier à *Posidonia oceanica* quarante années après sa destruction par une bombe dans la rade de Villefranche (Alpes Maritimes). International Workshop on *Posidonia oceanica* beds, Boudouresque C.F., Jeudy de Grissac A., Olivier J. édit., GIS Posidonie publ., Fr., 1 : 39 - 44.
- Molinier R., Picard J., (1952). Recherches sur les herbiers de Phanérogames marines du littoral méditerranéen français. Ann. Inst. océanogr., Paris, 27 (3) : 157-234.
- Ott J.A., 1980. Growth and production in *Posidonia oceanica* (L.) Delile. Mar. Ecol., PZSN 1(1) : 47 - 64.
- Pergent G., Ben Maiz N., Boudouresque C.F., Meinesz A., 1989. The flowering of *Posidonia oceanica* over the past fifty years : a lepidochronological study. In: Boudouresque, C.F., Meinesz A., Fresi E., Gravez V. edits. International workshop on *Posidonia* beds. GIS Posidonie publ., Fr., 2: 69 - 76.
- Pergent G., Djellouli A., Hamza A.A., Ettayeb K.S., El Mansouri A.A., Talha F.M., Hamza M.A., Pergent-Martini C., Platini F., 2002a. Characterization of the benthic vegetation in the Farwà lagoon (Libya). J. Coastal Conservation 8: 119 - 126.
- Pergent G., Pergent-Martini C., 1990. Some applications of lepidochronological analysis in the seagrass *Posidonia oceanica*. Bot. mar. 33 : 299 - 310.
- Pergent G., Pergent-Martini C., 1991. Leaf renewal cycle and primary production of *Posidonia oceanica* in the bay of Lacco Ameno (Ischia, Italy) using lepidochronological analysis. Aquat. Bot. 42 : 49 - 66.



Pergent G., Pergent-Martini C., 2000. Mission d'étude en Libye. Etude des formations végétales de la lagune de Frawà. Centre d'Activités Régionales pour les Aires Spécialement Protégées et Université de Corse publ. : 48 p + Ann.

Pergent G., Zaouali J., 1992. Analyse phénologique et lépidochronologique de *Posidonia oceanica* dans une lagune hyperhaline du Sud tunisien. Rapp. P.V. Réun. Commiss. internation. Explor. sci. Médit. 33: 48.

Pergent-Martini C., Le Ravallec C., (2007). Lignes directrices pour les études d'impacts sur les herbiers marins. Programme des Nations Unies pour l'Environnement. Plan d'Action Méditerranéen. Centre d'Activités Régional pour les Aires Spécialement Protégées (CAR/ASP). Tunis, Tunisie : 45 p + ann.

Phillips, R.C., 1984. The ecology of eelgrass meadows in the Pacific Northwest: a community profile. FWS/OBS-84/24, US Fish and Wildlife Service, 85 p.

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: 228 p.

Raniello R., Procaccini G., 2002. Ancient DNA in the seagrass *Posidonia oceanica*. Mar. Ecol.Progr. Ser. 227: 169-173.

Romero J., Pergent G., Pergent-Martini C., Mateo M.A., Regnier C., 1992. The detritic compartment in a *Posidonia oceanica* meadow : litter features, decomposition rates and mineral stocks. Mar. Ecol. P.S.Z.N.I. 13, 73 - 83.

Simeone S., (2008). *Posidonia oceanica* banquettes removal: sedimentological, geomorphological and ecological implications. PhD Thesis, 128 p.

Tchernia A., Pomey P., Hesnard A., Couvert M., Giacobbi M.F., Girard M., Hamon E., Laubenheimer F., Lecaille F., 1978. L'épave romaine de la Madrague de Giens (Var) (Campagnes 1972-1975). Fouilles de l'Institut d'archéologie méditerranéenne. Gallia, suppl.24: 122 p.

Telesca, L., Belluscio, A., Criscoli, A., Ardizzone, G., Apostolaki, E. T., Frascchetti, S., Gristina, M., et al. (2015). Seagrass meadows (*Posidonia oceanica*) distribution and trajectories of change. Scientific Reports, 5 (12505) <https://doi.org/10.1038/srep12505>

Thélin I., Boudouresque C.F., 1983. Longévité des feuilles de *Posidonia oceanica* dans un herbier de la baie de Port-Cros (Var, France). Rapp. P.V. Réun. Commiss. internation. Explor. sci. Médit. 28(3) : 115 - 116.

Warwick, R.M., Clarke, K.R., 1996. Relationships between body-size, species abundance and diversity in marine benthic assemblages: facts or artefacts? J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 202 (1), 63-71.

Site internet :

- ouest-var.net
- www.georisques.gouv.fr
- Gis Posidonies



ANNEXE : CERFA 13617-01



FICHE SIGNALÉTIQUE ET DOCUMENTAIRE

Renseignements généraux concernant le document envoyé

Titre de l'étude	Demande de dérogation pour la destruction d'espèces protégées pour la gestion des feuilles mortes de posidonies dans la Reppe
Nombre de pages/planches	46 pages/5 planches
N° affaire / Date de notification	N° 2016-04843845/DATE 23/08/2018

Historique des envois

Documents envoyés	Exemplaires papier	Exemplaires FTP	Date d'envoi	N° récépissé
Rapport provisoire		1	05/02/2019	
Rapport provisoire V2			15/02/2019	
Rapport définitif				

Intervenants dans l'élaboration des documents

Hélène Claudel (chargée d'études, rédactrice principale), Françoise Lévêque (chargée de projet, rédactrice), Marc Chenoiz (chargé de projet), Séverine Couppa (cartographie, SIG)

Contrôle Qualité

	Niveau 1	Niveau 2
Contrôlé par	Hélène Claudel	
Date	15/02/2019	
Signature	